



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GENÇLİK VE SPOR BAKANLIĞI

ANADOLU
ÜNİVERSİTESİ



anadolum
e K a m p ü s
ve
anadolu mobil
dilediğin yerden,
dilediğin zaman,
öğrenme fırsatı!



(ekampus.anadolu.edu.tr)



(mobil.anadolu.edu.tr)

ekampus.anadolu.edu.tr



Takvim



Duyurular



Ders
Kitabı (PDF)



Epub



Html5



Mobi
Kitap



Sesli Kitap



Canlı Ders



Video



Ünite
Özeti



Sesli Özet



Sorularla
Öğrenelim



Alıştırma



Çözümlü
Sorular



Deneme
Sınavı



Tartışma
Forumu



Çıkmış Sınav
Soruları



Sınav Giriş
Bilgisi



Sınav
Sonuçları



Öğrenci
Toplulukları



AOS DESTEK
AÇIKÖĞRETİM DESTEK SİSTEMİ

Açıköğretim Sistemi ile ilgili
merak ettiğiniz her şey AOS Destek Sistemimde...

- Kolay Soru Sorma ve Soru-Yanıt Takibi
- Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları
- Canlı Destek (Hafta İçi Her Gün)
- Telefonla Destek

aosdestek.anadolu.edu.tr

AOS DESTEK Sistemi İletişim ve Çözüm Masası

0850 200 46 10

www.anadolu.edu.tr



/AOFAnadolum



/Anadolu_Univ



instagram.com/anadoluuniv

Bölüm 1

Temel Kavramlar

1	Önemli Kavramlar 1. Bilgi, enformasyon ve veri kavramlarını ayırt edebilme	2	Bilgi İşleme Modeli ve Bilgi İşleme Süreçleri 2. Bilgi işleme süreci ve aşamalarını örneklerle tanımlama
3	Bilgisayarların Bileşenleri 3. Bilgisayarları oluşturan bileşenleri sıralayabilme	4	Bilgi İşleme ve Teknoloji 4. Bilgi işleme sürecinde teknolojinin oynadığı rolü açıklayabilme
5	Sosyal Hayatta Teknoloji 5. Teknolojinin sosyal yaşam üzerindeki etkilerini tanımlayabilme		

Öğrenme çıktıları

Bölüm içinde hangi bilgi, beceri ve yeterlikleri kazanacağınızı ifade eder.

Bölüm Özeti

Bölümün kısa özetini gösterir.

Sözlük

Bölüm içinde geçen önemli kavramlardan oluşan sözlük ünite sonunda paylaşılır.

Karekod

Bölüm içinde verilen karekodlar, mobil cihazlarınız aracılığıyla sizi ek kaynaklara, videolara veya web adreslerine ulaştırır.

Tanım

Bölüm içinde geçen önemli kavramların tanımları verilir.

Dikkat

Konuya ilişkin önemli uyarıları gösterir.

Neler Öğrendik ve Yanıt Anahtarı
Bölüm içeriğine ilişkin 10 adet çoktan seçmeli soru ve cevapları paylaşılır.

Öğrenme Çıktısı Tablosu

Araştır/İlişkilendir/Anlat-Paylaş

İlgili konuların altında cevaplayacağınız soruları, okuyabileceğiniz ek kaynakları ve konuyla ilgili yapabileceğiniz ekstra etkinlikleri gösterir.

Yaşamlı İlişkilendir

Bölümün içeriğine uygun paylaşılan yaşama dair gerçek kesitler veya örnekleri gösterir.

Araştırmalarla İlişkilendir

Bölüm içeriği ile ilişkili araştırmaların ve bilimsel çalışmaları gösterir.



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GENÇLİK VE SPOR BAKANLIĞI



ANADOLU
ÜNİVERSİTESİ

Hareket ve Antrenman Bilimleri V

Editör

Prof.Dr. Cengiz AKALAN

Yazarlar

BÖLÜM 1 Dr.Öğr.Üyesi Emre AK

BÖLÜM 2 Doç.Dr. Osman ATEŞ

BÖLÜM 3 Doç.Dr. Muhammed Emin KAFKAS

BÖLÜM 4 Doç.Dr. Fırat AKÇA

BÖLÜM 5 Dr.Öğr.Üyesi Ender EYUBOĞLU

BÖLÜM 6 Prof.Dr. Hayri ERTAN
Doç.Dr. Ali Onur CERRAH

BÖLÜM 7 Prof.Dr. Hayri ERTAN
Dr.Öğr.Üyesi Uğur ÖDEK



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GENÇLİK VE SPOR BAKANLIĞI



ANADOLU
ÜNİVERSİTESİ

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 4064

AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 2846

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.
“Uzaktan Öğretim” tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt
veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2020 by Anadolu University

All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic tape or otherwise, without
permission in writing from the University.

Öğretim Tasarımcısı

Arş.Gör. Aykut Yakar

Grafik Tasarım ve Kapak Düzeni

Prof.Dr. Halit Turgay Ünal

Dil ve Yazım Danışmanı

Öğr.Gör.Dr. Mustafa Ever

Grafikerler

Ayşegül Dibek

Gülşah Karabulut

Dizgi ve Yayına Hazırlama

Nihal Sürücü

Dilek Özbek

Yasin Narin

Murat Tambova

Handan Atman

Beyhan Demircioğlu

HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ V

E-ISBN

978-975-06-3890-9

Bu kitabın tüm hakları Anadolu Üniversitesi'ne aittir.

ESKİŞEHİR, Eylül 2020

3505-0-0-0-2009-V01

İçindekiler

BÖLÜM 1

Elit ve Olimpik Sporcu Yüksek Performans Planlamaları ve Takip Yöntemleri



Giriş	3
Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme	3
Performans Faktörleri	4
Sporda Monitorizasyon	6
Monitorizasyon Seçenekleri	8
Takımın Arkasındaki Takım	10
Monitorizasyon ve Ölçme- Değerlendirme Arasındaki Farklar	11

BÖLÜM 2

Genel Antrenman Bilimi: Dayanıklılık Antrenmanı IV



Giriş	19
Dayanıklılığın Fizyolojisi	19
Enerji Sistemleri ve Bileşenleri	19
Krebs Siklusu (Sitrik Asit Döngüsü) ..	20
Elektron Taşıma Zinciri	20
Kardiyovasküler Sistem	21
Oksijen Taşıma Sistemi	22
Dayanıklılık Antrenmanları Sonucunda Fizyolojik Olarak Görülen Bazı Adaptasyonlar	23
Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri	24
Dayanıklılık Türleri	24
Aerobik Dayanıklılığın Geliştirilmesinde Kullanılan Antrenman Yöntemleri	27
Maksimal Aerobik Sürat (MAS)	32

BÖLÜM 3

Genel Antrenman Bilimi: Kuvvet Antrenmanı IV



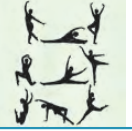
Giriş	41
Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar	41
Nöral Adaptasyonlar	41
Metabolik Adaptasyonlar	43
Kas Adaptasyonları	45
Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri	49
Kuvvet ve Güç Paradoksu	49
Güç Fenomeni	50
Kuvvet-Güç Gelişim Periyotlaması	54
Kuvvet-Güç Gelişim Teknik-Taktik Antrenman Metodolojileri	54
Antrenman Araçları ve Ekipmanları ...	56
Antrenman Modaliteleri/Teknikler	56
Antrenman Taktikleri	58

BÖLÜM 4

Genel Antrenman Bilimi: Sürat, Çeviklik ve Yön Değiştirme Hızı Antrenmanı IV



Giriş	73
Olgu Örnekleri	73
Çözüm Önerileri	77
İvmelenme Sürati, Sürat Bariyeri, Süratte Devamlılık Özelliklerini Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri	81
Yön Değiştirme ve Çeviklik Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri	88

BÖLÜM 5**Genel Antrenman
Bilimi: Hareketlilik,
Esneklik ve Koordinatif
Yeti Antrenmanı IV**

Giriş	101
Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon	
Kavramları ve Önemi	101
Esneklik	101
Koordinasyon	103
Hareketlilik, Esneklik ve Koordinasyonun Önemi	105
Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyonun Performansla İlişkisi	107
Hareketliliğin Performansla İlişkisi	107
Esnekliğin Performansla İlişkisi	107
Koordinasyonun Performansla İlişkisi ..	108
Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması	108
Isınma	109
Esneklik Antrenmanı	109
Koordinasyon Antrenmanı	110
Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Sakıncalı Olduğu Durumlar ..	115
Yaşlanma Esnekliği Etkiler Mi?	115
Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Çalışmalarının Yapılmaması Gereken Durumlar	115

BÖLÜM 6**Elit ve Olimpik
Düzye
Performans Ölçme
ve Değerlendirme II**

Giriş	127
Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi	127
Monitörizasyon ve Test Arasındaki Farklılıklar	128
Kinetik, Kinematik ve Nöromekanik Değerlendirme	130
İnsan Hareket Örüntülerinin İncelenmesindeki Üç Temel Yaklaşım...	130
Sprint ve Sıçrama Örnekleri	133
Kuvvet ve Güç Arasındaki Farklar	133
Kuvvet-Hız İlişkisi	134
Sıçrama	137
Sprint	139
Dikey ve Yatay Kuvvet Antrenmanının Önemi	139
Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri	140
Sportif Performansın Nöro-Mekanik Yöntemlerle Değerlendirilmesi	141
Frekans Boyutunda Yapılmış Araştırma Örnekleri	147

BÖLÜM 7**Spor Biyomekaniği III**

Giriş	157
Biyomekanik ve Spor	157
Biyomekaniğin Spor Alanında Kullanımı	157
Biyomekanikte Analiz Yaklaşımları	158
Mekanik ve Biyomekanik İlişkisi	158
Katı Cisimler Mekaniği ve Kütle Merkezi ...	160
İnsanın Kütle Merkezinin Bulunması ve Katı Cisim Olarak Modellenmesi	160
Kütle Merkezinin Önemi	162
Hareketin Modellenmesi	163
Katı Cisim Modellerinde Hesaplama Yöntemleri	164

Kuvvet	164
Doğrusal Kinetik	165
Açısal Kinetik	166
Doğrusal Kinematik	166
Açısal Kinematik	167
İnsan Vücudunun Katı Cisim Olarak Modellenmesi ve Hareket Analizi	167
Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG)	172
Aksiyon Potansiyeli	174
İskelet Kasının Yapısı	174
Spor ve Spor Bilimlerinde EMG Kullanımı	175

■ Önsöz

Değerli Teknik Direktör Adayları;

Gençlik ve Spor Bakanlığımız ilgili spor dalına performans ve/veya rekreatif amaçlı katılan her yaştaki bireylerin eğitiminde görev alacak antrenörlerin eğitimi ve görev alanları ile ilgili usul ve esaslarını Antrenör Eğitim Yönetmeliği ile belirlemiş ve antrenör eğitim programlarını temel ve uygulama olmak üzere 5 ayrı kademeden oluşturmuştur.

Bu yönetmelik doğrultusunda 5. Kademe Teknik direktörün görev tanımı "Tüm yaş kategorilerinde ve milli takımlarda koordinatörlük yapmak, orta ve uzun vadeli antrenman programları planlamak, uygulanmasını sağlamak, denetlemek, değerlendirmek, analiz etmek ve stratejiler geliştirmek, istenildiğinde Bakanlığa ve ilgili federasyona rapor hazırlamak ve sporcuların kariyer planlamasına yardımcı olmak" şeklinde yapılmıştır.

Yönetmelikte açık olarak yapılan görev tanımı doğrultusunda teknik direktörler, antrenmanlarda zaman, mekân, donanım, teknik, taktik gibi değişkenleri de göz önüne alarak sporcuları yeterli düzeye çıkarmakla yükümlüdür. Sporcunun ya da takımın başarı elde etmesi için çeşitli stratejiler ve yöntemler geliştirir, uygular ve analiz eder. Birlikte çalıştığı kişi ya da takımın hem saha hem de diğer çalışmaları için eğitim programlarını yapan, bu eğitimlerin düzenli uygulanmasını sağlayan bununla birlikte ilgili kişi veya kişilere teknik ve psikolojik destek veren kişilerdir.

Teknik direktörler gerekli eğitim programının hazırlanması, uygulama ve takibinin yapılması sonucunda programın sporcu ya da takım üye-

rindeki fayda ve zararlarını sürekli aralıklarla analiz etmekle yükümlüdür. Bu analizler sonucu, birlikte çalıştığı takım veya sporcu için özel yöntem ve stratejiler geliştirerek başarı sağlamaya çalışır. Teknik direktör, alanındaki en son gelişmeleri takip eden, gerekli bilgiyi bilim ışığında sporcunun başarısı için kullanan ve daha sonra da bu bilgileri spor becerileri ve strateji ile birleştiren kişidir. Sporcuyu teknik, taktik, kondisyon, psikolojik, sosyolojik ve zihinsel açıdan amacına uygun şekilde basamaklı olarak üst düzey verimliliğe ulaştıran kişidir.

Bu kitap, 7 ayrı bölüm halinde yukarıda belirtilen özelliklere sahip bir teknik direktör yetiştirebilmek amacı ile verilen eğitimlere destek olması amacı ile gerçekten çok detaylı düşüncelerle ve planlanarak siz değerli teknik direktör adayları için hazırlanmıştır. Elit ve olimpiik üst düzeydeki sporcuların yetiştirilmesinde 5. Kademe Antrenörlerimizin eğitime katkı sağlaması umudu ile keyifli okumalar diliyorum.

Editör

Prof.Dr. Cengiz AKALAN

Ülkelerin her alanda olduğu gibi spor alanında da uluslararası düzeyde rekabet edebilirliği ve yeniliklere öncülük edebilmesi, yetiştirdiği nitelikli insan gücüyle ilişkilidir. Spor eğitimine ilişkin gerekli bilgi, beceri ve yeterliliğe sahip yetkin antrenörlerin yetiştirilmesinde yenilikçi ve nitelikli eğitim modellerinin önemli rol oynadığı bilinmektedir. Şüphesiz ki sektörde ihtiyaç duyulan nitelik ve nicelikte insan kaynağının yetiştirilmesinde ise nitelikli eğitim modelleri ve yaklaşımlarına atfedilmektedir. Spor alanında da beşerî sermayenin ülkelerin sportif başarıların arttırılmasında, devamlılığın sağlanmasında ve yapısal değişiminde önemli tartışmasıdır. Nitekim, eğitim düzeyinde nitelik arttıkça beşerî sermayenin niteliklerinin de artacağı ve bunun da hayat boyu eğitim ile mümkün olabileceği unutulmamalıdır. Bilindiği gibi, 21. yüzyılda bilişim teknolojileri sayesinde artık yaygın olan hayat boyu eğitim hizmetlerinin yürütülmesinde uzaktan eğitim önemli bir yer tutmaktadır. Spor alanında hayat boyu eğitim ile birlikte uzaktan eğitimin etkin kullanımı, antrenör eğitiminde fırsat eşitliğinin oluşturulması, yaşam kalitesinin arttırılması, sosyal eşitsizliklerin azaltılması gibi sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesinde de önemli rol oynadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca yakın zamanda yaşamaya başladığımız Covid-19 salgını sürecinde özellikle uzaktan eğitimin önemi bir kez daha anlaşılmıştır.

Ülkelerin sportif başarılarının elde edilmesinde ve devamlılığın sağlanmasında önemli rol oynayan aktörlerden biri de antrenörlerdir. Avrupa Birliği Konseyine göre antrenör; performans, rekreasyon ya da sağlık amacıyla bilgi ve becerilerini ortaya koyarak, spor eğitimini planlayan ve güvenli bir ortamda bireylere eğitim veren, rehberlik eden kişidir. Çağdaş toplumlarda antrenörler, yalnızca antrenmanları planlayan, uygulayan teknik bir eleman değil aynı zamanda sporculara, katılımcı bireylere ve topluma rehberlik eden ve rol model olan bireyler olarak gösterilmektedir. Antrenörlerden beklenen bu toplumsal roller, nitelikli bir antrenörün tüm özellikleriyle tanımlanmasını ve bu çerçevede hazırlanan antrenör yetiştirmeye yönelik eğitim politikalarının hayata geçirilmesini gerektirmektedir. Son yıllarda, başta Avrupa Birliği olmak üzere pek çok ülkede sektördeki antrenör ihtiyacını karşılamak, nitelik ve niceliğini arttırmak amacıyla antrenör yetiştirmeye yönelik çeşitli eğitim modellerinin geliştirilmekte ve uygulanmakta olduğu görülmektedir.

Gençlik ve Spor Bakanlığımız; ülke genelinde spor federasyonları ile iş birliği içerisinde spor

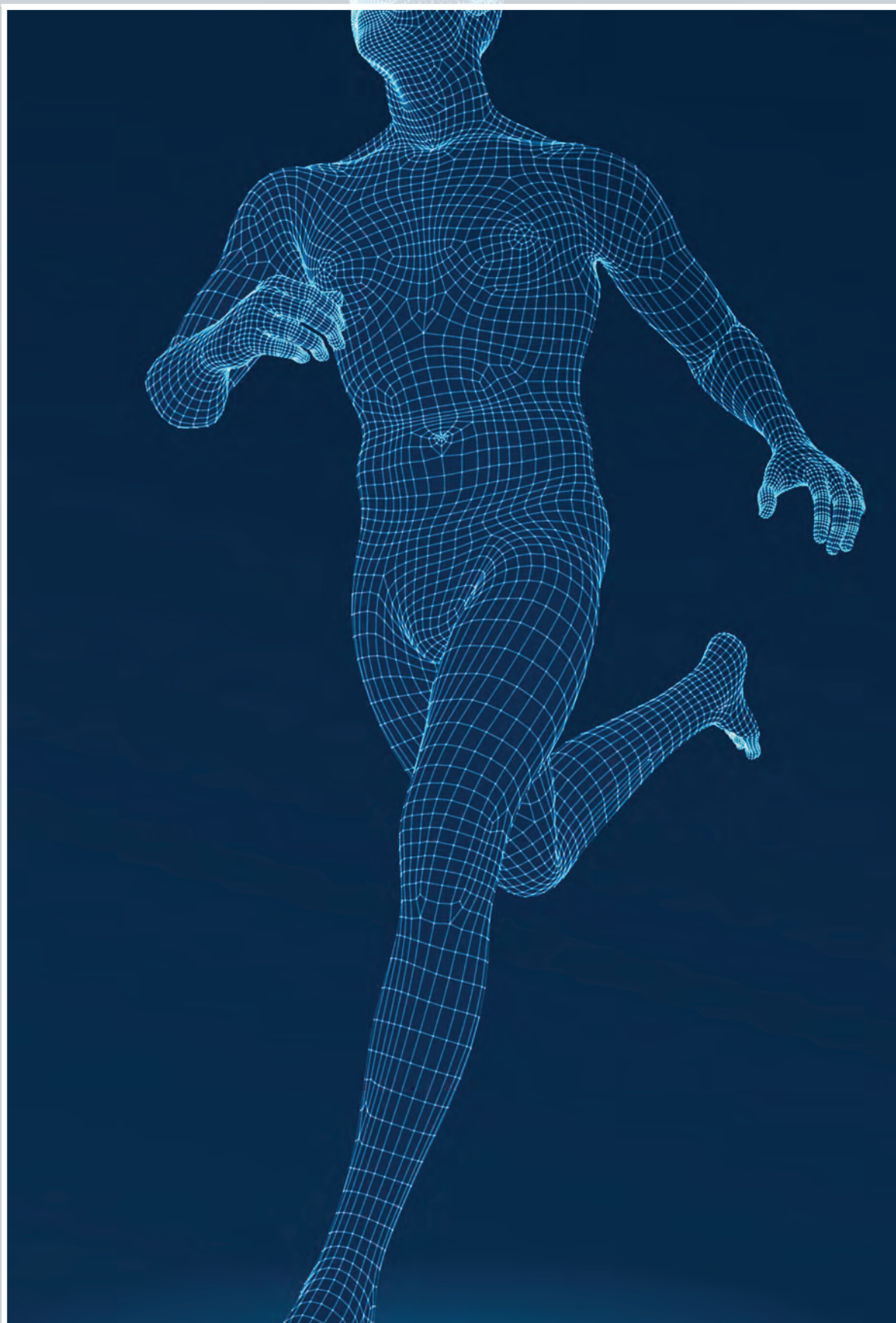
federasyonlarına bağlı antrenör ve eleman yetiştirilmesinde toplumun her kesimine eşit eğitim olanakları sunan bir kurumdur. Bakanlığımız, bu süreç içerisinde dünyada ve Avrupa'da yaşanan gelişmeler doğrultusunda ülke gerçeklerini ve antrenör eğitimindeki gelişmeleri takip ederek, antrenör yetiştirmeye yönelik eğitim politikalarında daha nitelikli eğitim ve öğretim taleplerinin karşılanmasında ve geliştirilmesinde en güçlü kurum olma özelliğini de korumaktadır.

Dünyada spor ve rekreasyon sektöründe yaşanan son gelişmelere bağlı olarak ülkemizde de bu gelişmelere uygun politikaları hayata geçirebilmek amacıyla antrenör eğitimi alanında önemli değişiklikler gerçekleştirilmiştir. Bu değişikliklerin temel ve öncelikli basamağını ise antrenörlerin yetiştirilmesi ve geliştirilmesine ilişkin çalışmalarımız oluşturmaktadır. Bu çalışmalarımızın başında yürürlüğe giren Antrenör Eğitimi Yönetmeliği kapsamında hayata geçirilen toplumun her kesimine eşit biçimde eğitim olanakları sunabilmek için tercih edilen uzaktan eğitim modeli ve modüler eğitimidir. Bu doğrultuda Bakanlığımız, antrenör eğitimlerinin daha nitelikli bir biçimde sunulması amacıyla antrenör adaylarının kazanım ve yeterliliklerinin üst düzeye çıkarılması, eğitim ortam ve süreçlerinin geliştirilmesini hedefleyerek, Antrenör Eğitimi (Temel Eğitim) Müfredat Programını antrenörlük kademeleri itibarıyla Avrupa Yeterlilik Çerçevesine uygun şekilde güncelleyerek antrenör eğitiminde uygulanacak olan uzaktan eğitim sisteminde kullanılmak üzere modüler eğitime uyumlu kitapların hazırlanması çalışmalarını hayata geçirmiştir.

GSB Spor Eğitimi ve Bilim Kurulumuz iş birliğiyle gerçekleştirilen bu çalışmaların ürünü olarak ortaya çıkan Antrenör eğitimi Müfredat Programı ve modüler eğitime uyumlu kitaplar başta Bakanlığımız olmak üzere, Spor Federasyonları ve Spor Bilimleri Fakülteleri için antrenör yetiştirmeye yönelik eğitim programlarının geliştirilmesinde temel bir referans oluştururken; antrenörlerimiz için de kişisel ve mesleki gelişim konusunda bir rehber niteliği taşıyacaktır.

Kısa süre içerisinde gerçekleştirilen bu çalışmalarda emeği geçen çok değerli GSB Spor Eğitimi ve Bilim Kurulu üyelerine, Bakanlığımız çalışanlarına, akademisyenlere ve eğitim ile ilgili tüm paydaşlarımıza teşekkür eder; bu önemli çalışmanın antrenörlerimize ve ülkeye hayırlı olmasını temenni ederiz.

Gençlik ve Spor Bakanlığı



Bölüm 1

Elit ve Olimpik Sporcu Yüksek Performans Planlamaları ve Takip Yöntemleri

öğrenme çıktıları

Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme

- 1 Elit ve olimpik seviye sporcuların performanslarının takibi amacıyla kullanılan ölçme ve değerlendirmenin önemini açıklayabilme

Sporda Monitorizasyon

- 2 Elit ve olimpik düzey sporcularda monitorizasyonun önemini tartışabilme
- 3 Monitorizasyonun temel öğelerini sıralayabilme

Anahtar Sözcükler: • Monitorizasyon • Performans Takibi • Ölçme ve Değerlendirme • Elit Sporcu • Olimpik Sporcu • Performans Planlama



GİRİŞ

Sporda başarı tesadüf değildir. Uzun yıllar planlı ve disiplinli çalışma ile elde edilir. Yapılan çalışmaların her biri optimum performans seviyesine ulaşmak amacıyla belirlenmiş olan kısa ve uzun vadeli hedeflere göre yapılan antrenmanları kapsar. Antrenman kavramında planlama ve devamlılık şarttır ve planlama antrenörün kendi kontrolünde olan başarı yolundaki en önemli kaynağıdır. Antrenör çok iyi organize edilmiş ve başarısı kanıtlanmış bir periyotlama ile sporcularının istenilen dönemde istenilen optimum performans düzeyine ulaşmasını sağlayabilir. Periyodizasyon bir sezonluk programın daha küçük dönemlere ve antrenman döngülerine bölünmesi olarak tanımlanmıştır. Antrenör her bir döngü için bir hedef belirler ve içinde bulunulan periyottaki antrenmanları bu hedefe ulaşmak için tasarlar ve gerektiğinde günceller. Bompa'ya (2005) göre uzun süreli planlama antrenmanın temelini oluşturur çünkü antrenör bu şekilde sporcunun gelişimine yön verebilir. Uzun süreli planlamanın amacı sporcunun beceri ve performansını aşamalı artan ve devamlılığı olacak şekilde yükseltmektir. Kısa veya uzun vadeli tüm programlar için geçerli olan en önemli unsurlardan birisi antrenörün sporcunun antrenmana adaptasyonunun ve performans gelişiminin istenilen seviyede olduğunu görmek için düzenli olarak değerlendirmesidir. Ölçme ve değerlendirme sezon başında veya belli aralıklarla antrenmanların ve diğer uygulamaların verimliliğini kontrol etmek amacıyla yapılan testler, analizler ve çıkarımlardır ve antrenman periyotlamasının çok önemli bir parçasını oluşturur. Bu sayede antrenör sporcunun gelişimini takip ederek doğru yolda olup olmadığını kontrol eder. Belli aralıklar ile yapılan- ki bu kabaca her makro döngünün sonunda olarak tavsiye edilir- bu ölçümlerin çok kapsamlı olması gerekir ve zaman alır. Bu nedenle antrenörün daha kısa aralıklarla değerlendirme yaparak sporcuyla takip edebilmesi ve antrenmanlarda düzenlemeler yaparak yaralanma riskini minimize etmesi için daha hızlı bir değerlendirme şansı veren monitorizasyon yöntemlerini kullanması gerekir. İlerleyen bölümlerde elit ve olimpiik düzey sporcularda ölçme ve değerlendirmenin önemi, monitorizasyon ile ölçme ve değerlendirme arasındaki temel farklar ve ayrıca sporcunun başarısında katkısı olan ekip (takımın arkasındaki takım) hakkında genel bilgi verilecektir.

ELİT VE OLİMPİK DÜZEY SPORDA ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Elit ve olimpiik düzeyde sporculardan bahsetmeden önce elit sporcu kavramının ne olduğunu anlamamız gerekmektedir. Kim elit sporcudur? Elit sporcu, yaptığı spor branşında en düzeyde antrenman yapan ve müsabakalara katılan sporcu olarak tanımlanır. Elit bir sporcu, Kalitatif (nitel) ve kantitatif (nicel) olarak, orta ve düşük düzey sporculardan kesinlikle farklıdır. Sporcuların spor yaşamları boyunca gelişmeye devam ettiği söylene de elit sporcular orta ve düşük seviyedeki sporculara göre göreceli olarak en üst düzey performans seviyesine ulaşmış ve bu seviyeyi korumayı amaçlayan sporcular olarak tanımlanır.

Elit sporcular ile çalışan antrenörler, spor bilimciler, spor hekimleri, fizyoterapistler ve ekipteki diğer tüm bileşenler bu sporculara genel popülasyon için geçerli olan kuralları uygulayamazlar. Her sporcu için özel/bireysel antrenman, ölçüm ve değerlendirme yöntemi kullanmaları gerekmektedir. Sporcunun psikolojik yapısı, kişiliği ve beslenme alışkanlıkları da göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerden bazılarıdır. Yukarıda bahsi geçen tüm ekibin sürece katkısı yadsınamaz derecede büyüktür. Bu nedenle her bir bileşen, antrenör ve sporcunun ihtiyacı olan, süzgeçten geçirilmiş bilgilere karar vererek gerekli zamanlarda **ölçme** ve **değerlendirme** ile katkı sağlamalıdır.

✓ Birtakım testler ve bilimsel yöntemler kullanılarak, kantitatif (nicel) veri toplama işlemine **ölçme**, elde edilen rakamsal verilerin yorumlanması ve yargılanması ile kullanılabilir sonuçlar çıkartılmasına **değerlendirme** denir.

Sporda değerlendirme, antrenörün antrenman programını değerlendirmesi ve hedeflere ulaşabilmek için gerekli düzenlemeleri yapabilmesine fırsat sağlayarak her bir sporcu ve takım hakkında önemli bilgiler veren bir süreçtir. Sportif performans, birbiriyle ilişkili, kalitatif, kantitatif ve temporal yöntemlerle ayrıştırılabilen, farklı faktörler tarafından etkilenir. Antrenman, kalitatif ve kantitatif olarak en üst düzeye ulaşmayı amaçlayan düzenli

çalışmalar serisidir. Sportif performansa etki eden faktörleri belirlemede farklı yaklaşımlar kullanılır. Ölçme ve Değerlendirme terimleri birbiri ile çok yakın anlamda gibi görünse de bu iki terim arasında önemli fark vardır. Ölçme, daha çok kantitatif (nicel), objektif ve tekrarlanabilir. İstenilen ölçüm verileri elde edildiğinde bunlara bağlı birçok farklı ölçüm sonucuna ulaşmaya imkân sağlar. Örneğin, bir sprinterin 30 m'lik bir mesafeyi kat ettiği süre ve adım sayısı ölçülerek buradan adım frekansı, adım uzunluğu gibi farklı parametrelere ulaşmak mümkündür. Matematiksel hesaplamaların kullanıldığı ve antrenörün anlayabileceği ve antrenman programının düzenlenmesi için kullanılabileceği formatta veriler elde edilen bu prosedür ise “analiz” olarak adlandırılır. Değerlendirme ise elde edilen bu rakamsal verilerin yorumlanması ve yargılanması anlamına gelir. Ancak, değerlendirme sporcu ve spor branşına bağlı olmakla beraber, değerlendiren kişinin spor branşındaki tecrübesine ve aynı zamanda duygu, düşünce ve önyargılarına bağlı olarak değişebilmektedir. Değerlendirme, sportif performansa etki eden faktörleri belirlemek amacıyla sistematik bir şekilde uygulanan prosedürdür. Sporcunun değerlendirilmesinin başlıca amacı, sportif performansın artırılması amacıyla antrenman programının uygunluğunun kontrol edilmesi ve geliştirilmesidir. Ölçme ve Değerlendirme süreci bilimsel açıdan destekli bir şekilde yürütülmelidir. Burada önemli olan istatistikî yanılgılara kapılmadan doğru bilimsel kanıtlar kullanılarak yapılmış olan bilimsel çalışmalar ışığında ölçümlerin ve değerlendirmelerin yapılmasıdır.

Performans Faktörleri

Sportif performans birçok faktör ile ilişkilidir. Bu faktörlerden sporcunun kendisi, genetiği ve spor geçmiş performansa doğrudan etki ederken, diğer faktörlerin birleşimi antrenman ve müsabakaların kalitesini etkilemektedir (Şekil 1.1). Son dönemde sporcunun performansının belirlenmesinde genetik faktörler ve antrenman faktörleri ön plana çıkmaktadır. Yapılan bilimsel çalışmalar, elit sporcuların çocuklarının ebeveynleri gibi sporda başarılı olma ihtimalleri %50 olarak göstermektedir. Bu oran hem annesi hem de babası elit sporcu olan çocuklar için %75'e çıkmaktadır. Genetik mirasın sadece antropometrik, fizyolojik ve psikolojik karaktere değil aynı zamanda antrenman ile gelişim kapasitesi için de önemli rolü vardır.



Şekil 1.1 Sportif performansa etki eden faktörler.

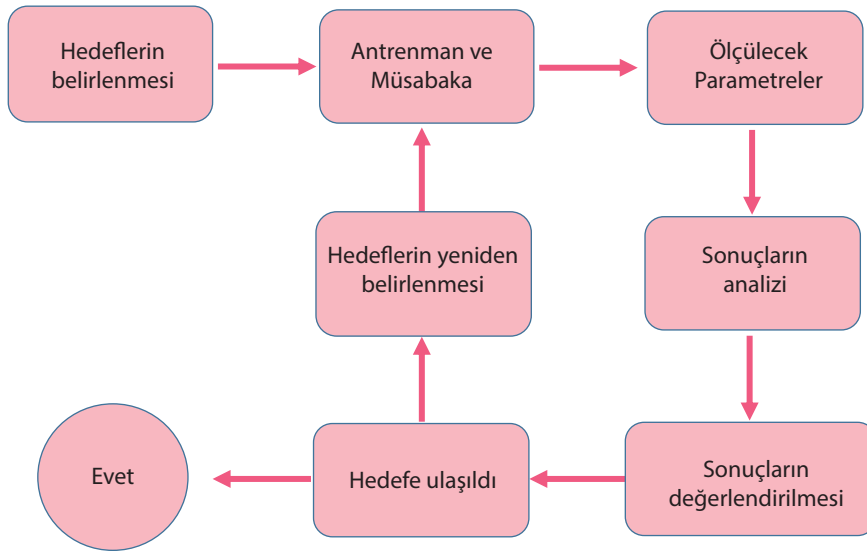
Performansı olumlu etkileyen, yaralanmaların ve sürantrene olma ihtimallerini azaltan bir diğer önemli faktör de yüksek antrenman yoğunluğunu kaldırabilme becerisidir. Antrene edilebilirlik olarak adlandırılan, yapılan antrenmanlara verilen bu pozitif cevap, sporcunun düzenli yaptığı antrenmanlar sonucunda motor kapasitesindeki gelişmedir. Geriye kalan ise yalnızca tekniği en iyi şekilde uygulamak için gerekli olan gelişim basamaklarını izlemektir.

Günümüzde, fiziksel aktivitenin sağlıklı yaşam için önemli bir katkı olduğu üzerinde durulmaktadır. Ancak, elit sporcuların da performanslarını üst düzeyde tutmaya çalışırken aynı zamanda sağlıklarını korumaları da göz ardı edilmemelidir. Bu sporculara normal bireyler olarak yaklaşmak hatalı olabilir. Bu nedenle üst düzey sporu ve sporcuları tanıyan spor hekimlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda sporcuların sağlığını fonksiyonel ve sportif zindelik olarak ikiye ayırmak gerekmektedir. Fonksiyonel sağlık temel olarak performansla ilişkili iken sportif sağlık sporcunun herhangi bir yaralanma riskini azaltıcı veya tedavi edici uygulamalar olarak ayrılabilir. Elit sporcuların sağlığından bahsederken sporcunun antrenman ve müsabaka sırasında ihtiyaç duyduğu enerjiyi sağlaması açısından beslenmeyi unutmamak gerekir. Beslenmenin sadece antrenman sırasında kullanılacak olan enerji değil, aynı zamanda antrenman sonrasında toparlanmayı desteklemesi ve genel sağlık açısından da önemli olduğunu bilinmektedir. Aynı zamanda özellikle son yıllarda ortaya çıkan çeşitli diyetlerin, alerjik durumların ve bunların genel sağlık ve elit sporcu performansına olan olası etkilerinin iyi anlaşılması ve sporculara an-

latılması şarttır. Bunların yanında psikolojik etkenleri de göz ardı etmemek gerekmektedir. Sporcuların antrenörleri, hakemler, yöneticiler, toplum, sevgilileri ve arkadaşları ile aralarındaki ilişkiler de antrenman ve müsabaka performansı açısından son derece önemlidir.

Yukarıda bahsedilen ve performans üzerine etki ettiği düşünülen faktörlerin belli dönemlerde test edilmesi, sporcunun gelişiminin takibi ve kısa, orta ve uzun vadeli hedefler gözden geçirilerek hedeflere göre antrenman programının güncellenmesi açısından son derece önemlidir. Yapılan testlerin sonuçlarının değerlendirilmesinde referans değerler kullanılmalıdır. Bazen referans değerler sporcunun yaşı, cinsiyeti ve spor branşına bağlı olarak uluslararası norm değerler olurken bazen de sporcunun daha önceki ölçümlerde elde etmiş olduğu değerler kullanılmalıdır. Ölçümler sezon içerisinde farklı zamanlarda tekrarlanmalıdır. Ancak hangi aralıkta tekrarlanması gerektiği ile ilgili standart bir süre vermek imkânsızdır. Buna antrenör, sporcu ve diğer bileşenler hep birlikte karar vermelidir. Bazı durumlarda müsabaka takvimine ve sporcunun performans durumuna göre bu takvimde güncelleme yapmak gerekebilmektedir. Aynı zamanda sporcunun sağlık durumu da ölçüm planlaması için önemli bir faktördür. Her bir biyomotor becerinin gelişim düzeyi farklıdır. Bazı testleri gün aşırı tekrarlamak gerekirken bazı testlerin sezon başı ve sonunda tekrarlanması yeterli olacaktır. Biyomotor becerilerin hangi testler kullanılarak değerlendirilebileceğini ilerleyen bölümlerde göreceksiniz. Doğru olmayan şudur ki performans bir veya birkaç test ile ölçülemez. En iyi testin müsabaka olduğunu unutmamalıyız. Bazen testler sporcuları motive etmek amacıyla da kullanılabilir. Hiç kuşkusuzdur ki bu sporculara psikolojik olarak da büyük katkı sağlamaktadır. Günümüzde müsabaka analizine imkân sağlayan teknolojik sistemler son derece yaygın kullanılmaktadır. Aynı zamanda antrenörün müsabaka sırasında görsel olarak topladığı bilgiler, müsabaka sırasında ve sonrasında da sporculara geri dönüt olarak verilebilmektedir.

Aşağıdaki grafikte bir ölçme değerlendirme sürecinin ne şekilde işlemesi gerektiğini görebilirsiniz (Şekil 1.2).



Şekil 1.2 Ölçüm, analiz ve değerlendirme süreci.

Son yıllarda geliştirilmiş olan teknolojiler (GPS, yüksek hızlı video analiz sistemleri, akselerometre ve biyosensörler) sportif performansa çok büyük katkısı olan gerçek zamanlı deneysel veri sunmaktadır. Yapılan ölçümleri genel ve özel olarak ikiye ayırmak mümkündür. Kuvvet, güç, dayanıklılık, esneklik, vb. fiziksel parametrelerin sporcunun antrenman yükünü kaldırabilecek ve yaralanma riskini azaltacak düzeyde olmasını kontrol etmek için genel, Özel testler ise antrenman ve müsabaka periyotlaması bağlı olarak belli zamanlarda sporcunun durumuna göre tekrar edilen ölçümlerdir.

Yukarıda elit ve olimpik sporcular için ölçme ve değerlendirmenin sezon içerisinde belli dönemlerde tekrarlanması gereken antrenman periyotlamasının önemli bir unsuru olduğu vurgulanmıştır. Ancak, sporcunun antrenman yükü için hazır olup olmadığı, yaralanma riski, uyku kalitesi, genel sağlığı ve toparlanma durumu gibi önemli göstergeleri günlük takip etmeleri istenilen performans seviyesine ulaşma, antrenman verimliliğini optimum seviyede tutma ve yaralanma riskini minimuma indirme açısından önemlidir. Burada devreye monitorizasyon girmektedir. Bu bölümün ikinci kısmında elit ve olimpik düzey sporcular için monitorizasyonun önemi, monitorizasyon ile ölçme ve değerlendirme arasındaki farklar ve monitorizasyon yöntemleri anlatılacaktır.

Öğrenme Çıktısı



1 Elit ve olimpik seviye sporcuların performanslarının takibi amacıyla kullanılan ölçme ve değerlendirmenin önemini açıklayabilme

Araştır 1

Sporda ölçme ve değerlendirmenin önemini araştırınız.

İlişkilendir

Sporda ölçme ve değerlendirmenin önemini kendi seçtiğiniz spor branşı ile ilişkilendiriniz. Ölçme ve değerlendirmenin sporcunuzun gelişimine sağlayacağı katkıları yorumlayınız.

Anlat/Paylaş

“Elit ve Olimpik düzey sporcularda ölçme ve değerlendirme orta ve düşük seviye sporculara göre daha fazla mı önemlidir?” sorusunu tartışınız.

SPORDA MONİTORİZASYON

Yapılan testlerin çoğu sporcuların sezon başındaki veya sezonun belli dönemlerindeki durumlarını değerlendirmek amacıyla yapılan ölçümlerdir. Yapılan bu testler zaman alır ve aynı zamanda yorucudur. Genelde sporcular bu testlere katılmaktan pek hoşlanmazlar. Bu nedenle bu ölçümleri sık tekrarlamak gerçekçi değildir. Ancak, antrenörler sporcularının günlük ve haftalık durumlarını değerlendirerek yaralanmaları önlemek ve sporcuların performanslarını maksimum düzeyde tutmak için antrenman programında ayarlamalar yapmaları gerekmektedir. Bu “*monitorizasyon*” olarak adlandırılır. Monitorizasyon sayesinde antrenörler sporcularının % 5 -10 performans dalgalanma eşiği içerisinde kaldıklarından emin olarak pozitif veya negatif bir adaptasyon fazında olduklarını anlama şansları vardır.

Örneğin nabız ölçümleri sporcunun antrenmana vermiş olduğu cevabı göstermek için kullanışlı bir veridir. Antrenman öncesi ve sonrasında vücut ağırlığı, sıvı durumu ve sıvı kaybı gibi parametreler de takip edilebilir.

Fizyolojik faktörlerin dışında antrenmanın yükü ve fiziksel hazırbulunuşluk durumu da sporcunun antrenmana olan adaptasyonu hakkında değerli bilgiler verir. Antrenman yükü dışsal (sporcu tarafından uygulanan antrenman yükü) ve içsel (sporcunun yapmış olduğu antrenmanlara cevabı) yükler arasındaki denge ile alakalıdır. Şekil, 1.3, bu denge durumu ile ilgili çözümü göstermektedir. Buradaki dengesizlik pozitif veya negatif denge durumunu göstermektedir. Şekilden de anlaşılacağı üzere içsel ve dışsal yüklerin her ikisinin de düşük olması daha agresif antrenman ihtiyacını, her ikisinin de yüksek olması durumu antrenman şiddetinin düşürülmesi gerektiğini işaret etmektedir.

Negatif Adaptasyon (+) İçsel A Y (-) Dışsal A Y	Antrenman şiddeti daha düşük olmalı (+) İçsel A Y (+) Dışsal A Y
Antrenman şiddeti daha yüksek olmalı (-) İçsel A Y (-) Dışsal A Y	Pozitif Adaptasyon (-) İçsel A Y (+) Dışsal A Y

Şekil 1.3 İçsel ve dışsal antrenman yükü dengesi karar verme tablosu.

Kaynak: Fukuda, 2019.

Fiziksel Hazır Bulunuşluk, sporcunun antrenman gününde yapılacak olan antrenmanları kaldırıp kaldıramayacağını tanımlar. Antrenmanın sporcu tarafından ne şekilde tolere edilebileceği hem antrenman yüküne hem de sporcunun hazır bulunuşluğuna bağlıdır ve buna algısal zindelik denir. Aynı zamanda antrenmanın yükü ve algısal zindelik arasındaki denge de çok önemlidir. Her iki kategoride de yüksek değerler olması güzel ilerleyen bir antrenman durumunu, her iki kategorinin de düşük olması antrenman programının dışındaki bir problemi işaret eder. Fiziksel hazırbulunuşluk ve algısal zindelik arasındaki dengesizlik daha fazla fiziksel yada mental antrenmanı işaret etmektedir. Her ikisinin de yüksek olması sağlıklı bir antrenman düzenini, her iki kategorinin de düşük olması ekstra dinlenme veya farklı bir toparlanma ihtiyacını işaret etmektedir.

Antrenman/Müسابaka için Hazır (+) Hazırbulunma (+) Sağlık	Fiziksel Antrenman Arttırılmalı (-) Hazırbulunma (+) Sağlık	Antrenman Yüklü Arttırılmalı (-) Antrenman Yüklü (+) Sağlık	Antrenman/Müسابakaya devam (+) Antrenman Yüklü (+) Sağlık
Zihinsel Hazırlık Arttırılmalı (+) Hazırbulunma (-) Sağlık	Ek toparlanma/Alternatif Müdahale (-) Hazırbulunma (-) Sağlık	Antrenman Dışı Faktörler (-) Antrenman Yüklü (-) Sağlık	Antrenman Yüklü Azaltılmalı (+) Antrenman Yüklü (-) Sağlık

Şekil 1.4 Algısal zindelik, fiziksel hazırbulunuşluk ve antrenman yükü dengesi karar verme tablosu.

Kaynak: Fukuda, 2019.

Yukarıda öneri olarak verilen çözümlemeler antrenör ve diğer yardımcı ekibin deneyimi ve tecrübesi ile değerlendirilerek gerekli önlemler alınmalıdır.

Sporcu monitorizasyonu basit olarak antrenman programını yönlendirmesi amacıyla yapılan tekrarlı ölçümlerdir. Tekrarlı ölçümlerin olması en önemli noktadır. Sporcunun monitorizasyonu yukarıda belirtildiği gibi kısa bir zaman dilimini kapsayabilir ama burada en önemli olan kısım devamlılığı ve uzun bir süreç olmasıdır ve günlük subjektif değerlendirmeler son derece önemlidir. Sporcu monitorizasyonu;

- Sporcu ve diğer bileşenlerin arasında net bir iletişim olmasını,
- Antrenman ve diğer değişimlere bağlı olan yaralanma ve hastalık risklerini ortaya koymayı,
- Yorgunluk ve hazır olma durumlarını çok daha kesin bir şekilde ortaya koyarak antrenman verimliliğinin artmasını,
- Sporcunun antrenman ve dinlenme sürecinin daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Monitorizasyon analog, dijital veya her ikisinin karışımı şeklinde olabilir. Kullanılan yöntemlerin arkasındaki bilimsel geçerlilik ve güvenilirlik sağlamsa antrenör istediği yöntemi seçmekte özgürdür. Genellikle iyi bir sistem, problemin kontrolünden çıkmasını engellemek için farklı yöntemleri kullanandır. Monitorizasyonun ne şekilde yapılacağı tecrübe ve uzmanlık ile beraber bütçeye ve lojistik zorluklara bağlıdır.

Acaba monitorizasyon antrenörlere zorla empoze edilmeye çalışılan bir yöntem midir yoksa antrenörler için bir güvenlik paraşütü müdür? Yapılan bilimsel çalışmalar monitorizasyonun yaralanma riskini azaltmada ve antrenman verimliliğini arttırmada etkili olduğunu göstermektedir. Monitorizasyon için antrenman sırasında ortaya çıkabilecek problemleri çözümlemede destek olacak geçerli ve güvenilir bilgiler elde etmek olarak düşünülmelidir. Ancak her zaman, günümüzde yaşanan COVID-19 kadar olmasa da ekstra olayların durumu karmaşıklıklaştırmaya ihtimali de vardır. Bugün tüm dünyada iptal edilen yarışmalar ve ligler, tamamen antrenmandan uzak kalan sporcular ve antrenman planları önlerinde durup ileride karşılıklarına neyin çıkacağını belirsizliğini yaşayan antrenörler vardır.

Antrenörler, monitorizasyonun sporcularının yaralanma ve hastalanmalarını azaltıp azaltmayacağını, aynı zamanda dayanıklılık ve kuvvetlerini daha da yukarıya çıkartıp çıkartmayacağını merak ederler. Monitorizasyon, antrenman programı kadar iyi planlanabilir, eğer ancak ölçümlerden elde edilen veriler doğru kullanılırsa monitorizasyon antrenman verimliliğini arttırmada katalizör görevi görür. Monitorizasyon bir balıkçı ağı olarak görülebilir. Eğer ağ büyük ve aralıkları küçükse o kadar çok balık yakalanabilir. Ancak balık yakalamak için suya girmeniz gerekir. Antrenörler ihtiyaçları olan bilgileri elde etmek için derinlemesine tarama yapmalıdır. Bu tarama sonucunda hangi verilerin kullanılmaya değer olduğuna kendileri karar verebilir. Bugün spor dalları için yapılan bu testler ve ölçümler sırasında toplanan verilerin hangilerinin ne şekilde kullanılması gerektiği netlik kazanmıştır. Tabi ki bu test, ölçüm ve monitorizasyon sistemlerine yeni teknolojiler katıldıkça yeni veriler ve değerlendirmeler de devreye girmektedir.

Bir sezon içerisinde sporcunun yaralanması veya istenilen performans seviyesine ulaşamaması normal kabul edilebilir. Bu zaman zaman antrenörlerin başına gelebilir. Ancak, bugün mo-

onitorizasyonun etkinliği bilimsel çalışmalar ile desteklenirken kullanmamak profesyonellik dışı olur. 10-20 yıl önce sporcuya yalnız “Nasıl hissediyorsun?” diye sormak yeterli olurken, bugün rakiplerinizin çoğu yeni teknolojileri kullanarak antrenman programındaki hataları minimuma indirirken sizin elinize gelen bu teknolojileri ve sistemleri uygulamamanız kabul edilemez. Gelişen teknoloji çağına ayak uydurmak ve nimetlerinden faydalanmak gerekir.

Ancak monitorizasyon bir sihirli değnek değildir. Monitorizasyon antrenörlere antrenman programlarındaki gereksiz, özensiz ve saçma içeriklerden kurtulma şansı vererek daha kesin kararlar vermelerine yardımcı olur. Monitorizasyon iyi programları çok daha iyi, kötü programları daha az tehlikeli, normal programları da daha iyiye taşıma fırsatı verir.

Monitorizasyon Seçenekleri

Sporcuları teknik olarak monitorize etmek için içsel ve dışsal araçlar vardır. İçsel hazır olma durumunu değerlendirmek amacıyla kullanılan HRV (kalp hızı değişkenliği) gibi fizyolojik değerlendirmeler pasif monitorizasyondur. Ancak monitorizasyon antrenman yükünün gözlemlenmesi şeklinde de yapılabilir. Monitorizasyon için antrenmana verilen içsel tepkileri değerlendirmek için daha uygun bir ifadedir.

Monitorizasyondan elde edilen yüklenme ve toparlanma verileri sayesinde sürekli ince ince güncellenen antrenman programı ile en ideal programına ulaşmak hedeflenir. Eğer bunu yapmıyorsanız antrenman programınızda çok fazla deneme-yanılmadan dolayı zaman kaybı ve hatalar olacaktır. Yapılan bilimsel çalışmalar ışığında aldığınız antrenörlük eğitimi, tecrübeniz ve monitorizasyon sayesinde tüm antrenman programı baştan aşağı yanlışlarla dolu olmayacak yalnız çok küçük detaylar ve ayrıntılarda minimal hatalarınız olacaktır ki bunları da tecrübe edindikçe düzeltme şansı bulacaksınız.

Sporcu tarafından verilen bilgiler yüzeysel, subjektif değerlendirme olurken; antrenör, doktor, spor bilimci, fizyoterapist, beslenme uzmanı, vb. bileşenler tarafından toplanan veriler objektif veriler olarak değerlendirilir. Bu veriler birbirlerinin karşısı değildir, doğru kullanıldığında çok değerli bilgiler verir. Sporcudan aldığınız bilgiler onun

sizinle olan iletişim biçimini gösterir ve objektif değerlendirmeden aldığınız veriler sporcunun size aktardığı bilgiler için bir yalan dedektörü değildir. Objektif veriler sporcunun vücudunun size ne söylemek istediğinin göstergesidir. Bazen her iki yöntemle elde ettiğiniz veriler birbiri ile örtüşürken bazen hiçbir anlam çıkaramazsınız. Bu durumda paniğe kapılmamak, monitorizasyonun bir zaman kaybı olduğunu düşünmemek gerekir. Unutulmalıdır ki mekanik yük ile sporcunun bunu algılaması aynı şey değildir.

Testler tek başına monitorizasyon değildir. Ancak, yapılan testlerin sonuçları yorgunluk ve benzer fizyolojik parametreler ile belli bir korelasyon gösteriyorsa bunu da monitorizasyonun bir parçası olarak görmek lazım. Monitorizasyon ile test arasındaki fark frekanstır. Genel bir ayırım yapmak gerekirse monitorizasyon günlük, test ise aylık yapılan değerlendirmedir. Testler hakkında detaylı bilgi 6. Bölümde verilmiştir. Adaptasyon yavaş bir süreç olduğundan dolayı testler genelde antrenmanlar ile ilgili olmakla birlikte sağlık ve yorgunluğu monitorize etmek günlük karar vermeye olanak sağlayan bir ritimde gerçekleşmelidir.

Sporcu Takip sistemi olarak adlandırılan – uydudan veri almayı sağlayan yeni teknolojiler sayesinde – GPS, monitorizasyonun bir parçası olarak görülür. Ancak teknik olarak, yorgunluğun belirlenmesinde kullanılan etkili bir yöntem olsa da daha çok antrenmanın planlanması boyutunda kalmaktadır. Antrenman sırasında elde edilen veriler monitorizasyondur ancak pasif yöntemler yorgunluğa neden olmaması ve antrenmanları olumsuz etkilememesi açısından daha yararlıdır. Buna yorgunluğu değerlendirmek için kullanılacak dikey sıçrama testi çok iyi bir örnektir. Ancak, bu

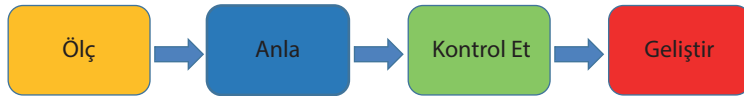
testi her gün tekrarlamak sıkıcıdır ve yapılan ağırlık antrenmanları gibi bacak kuvvetini geliştirmeye yardımcı olmayacağı kesindir.

Piyasada günlük olarak sporculardan toplayabileceğiniz bilgiler için basit, ucuz ve etkili yazılımlar mevcuttur ve artık bunların çoğu cep telefonunuz ile kullanılacak uygulamalara dönüştürülmektedir. Sporcular her gün o günkü antrenmanı, sağlık durumu, uyku kalitesi gibi bilgileri çok kısa zamanda doldurarak performansları ile ilişkilendirilecek ve yaralanma riskleri hakkında değerlendirme yapılabilecek çok değerli bilgiler vermektedir. Bu yazılımlara GPS sistemi ve KAH monitörü gibi teknolojik sistemlerden elde edilen objektif veriler de yüklenebilmektedir. Bu sayede sporcuların günlük durumları hakkında veri toplamış ve yaralanma risklerini minimuma indirmiş, motive olmalarını sağlamış, sağlıkları hakkında bilgi sahibi olmuş ve optimum seviyede performans göstermelerini sağlamış olursunuz.

Yukarıda verilen fiziksel ölçümlerin yanı sıra kaydedilebilecek diğer kayıtlar da çok değerli bilgiler verecektir.

Monitorize edilebilecek başlıklar aşağıdaki listelenmiştir:

- Nabız
- HRV – Kalp Hızı Değişkenliği
- Vücut Ağırlığı Değişimi ve Vücut Sıvı Miktarı
- Sıvı Kaybı Değerlendirmesi
- Dışsal Antrenman Yüğü
- İçsel Antrenman Yüğü
- Algısal Zindelik
- Fiziksel Hazırbulunuşluk



Şekil 1.5 Monitorizasyon basamakları.

Kaynak: metrfit.com/our-story/

Yukarıda verilen bilgiler ancak elde edilen verilerin geçerli ve güvenilir olması durumunda kullanışlıdır. Kullanılan cihazın değiştirilmesi veya farklı bir protokol izlenmesi elde edilen verileri lekeleyecek ve güvenilir bilgi elde etmeyi zorlaştıracaktır. Elde edilen verilere göre anında aksiyon almak yanıltıcı olabilir. Antrenör öncelikle elde edilen veriye neden

olan antrenman programındaki aksaklıkları belirlemeye çalışmalıdır. Yapılan ölçüm sonucunda ilginç bir değer ortaya çıktığı için herhangi bir karara varması yanlış olabilir. Antrenörler için sağlam bir program oluşturmak için birkaç sezonluk deneyim gerekebilir. Bazı inceleme ve testleri kullanarak bir denge yakalamak hızlı olurken bazıları daha uzun sürebilir.

Yukarıda monitorizasyon hakkında verilen avantaj ve dezavantajların ardından işin uygulama boyutuna bakabiliriz. Eğer bir antrenörseniz ve sporcunuza gerçekten yardım etmek, gelişimini maksimum düzeye çıkartmak istiyorsanız ekipteki herkesin sürece kendini adanmış olduğundan emin olmalısınız. Bu süreç uzun ve baş ağrısı yaratan bir süreç olacaktır. Bazı antrenörler monitorizasyonun kültür, ekip, sporcu, vb. etkenlerden dolayı başarısız olacağını düşünecektir. Ancak bu bahaneden başka bir şey değildir. Tamamen yeniliklere açık olma, disiplin ve kararlılıkla başarılabilir bir sistemdir.

Takımın Arkasındaki Takım

Spor Bilimi, Beslenme, Sağlık, Psikoloji, Antrenman, Müsabaka, Rehabilitasyon, Kuvvet ve Dayanıklılık, günümüz elit sporcularının müsabakalara hazırlanmasındaki anahtar faktörlerdir. Sporda başarıyı çok küçük detaylar belirlemektedir ve sporcular maksimum potansiyellerine ulaşmak ve üzerine çıkabilmek için her zamankinden çok daha fazla tecrübeye, yönlendirilmeye ve önerilere

ihtiyaç duymaktadırlar. Bu da anca geniş bir destek ekibi ile sağlanabilir.

Deneyimli antrenörler, beslenme uzmanları, spor bilim uzmanları, doktorlar ve diğer destek birimleri sporcuların karar verme sürecinde rol oynamaktadır. Onlar sporcuların omurgasını oluşturur. Kazanılan her madalya ya da elde edilen başarı bu destek takımının rollerini doğru oynaması ile gerçekleşir. Yani takımın arkasında bir takım vardır.

Sporcunun başarılı olabilmesi için multidisipliner yaklaşım şarttır. Problemlerin erken teşhis edilmesi ve düzeltilmesi için atılması gereken adımlara erken dönemde karar verilmesi sporcunun başarılı bir sezon geçirmesi, yaralanmalardan uzak kalması ve kariyerinin devamı için son derece önemlidir.

Yukarıda bahsi geçen destek ekip monitorizasyon sürecine dâhil olarak her biri kendi alanında gerekli olan test, ölçüm ve değerlendirmeler ile sürece destek olmalıdır. Burada sisteme bağlılık ve kendini adama çok önemlidir. Aşağıda bu ekimin her bir parçasını, görevlerini ve monitorizasyon için hangi öneme sahip olduklarından kısaca bahsedilecektir.



Resim 1.1 Takımın arkasındaki takım.

Kaynak: <https://www.fusionsport.com/blog/asca-conference-2015-guest-speaker-dr-craig-duncan-talks-about-athlete-monitoring/>

Sporcu: Olayın merkezinde olan sporcu, monitorizasyonu tamamen benimsemeli ve işinin bir parçası olarak görmelidir. Monitorizasyon bir ceza değil, ekibin sporcuya verdiği değerden ve inancından dolayı attığı bir adımdır. Sporcular genelde bunu kendilerinin ihtiyacı olan bir şey değil antrenörün ve diğer ekibin bir isteği olarak görürler. Sporcular sadece maçta oynamak veya yarışmak isterken bu heveslerini antrenmanda sergilemek istemezler. Antrenmanları önemsemeyen sporcular aynı şekilde monitorizasyonu da önemsemez ve bu nedenle sürecin sağlıklı işlemesine engel olabilirler. Bunun için sporculara ile monitorizasyonun kendisi, sağlığı, başarısı ve kariyeri için ne kadar önemli olduğu konuşulmalı ve sürece kendisini adanması gerektiği vurgulanmalıdır. Aksi halde sporcunun vereceği yanlış dönütler sürece katkıdan çok zarar verecektir.

Doktor: Sporcuların düzenli takibi sonucu yaralanma risklerinin minimize edilmesi yapılan birçok bilimsel çalışma ile de ortaya konulmuştur. Aynı zamanda yapılan birtakım ortopedik ölçümlerin ileride oluşabilecek yaralanmalara ışık tutabilmektedir. Sağlık ekibi daha ziyade yaralanma sonrası spora dönüşe odaklansa da son yıllarda yaralanmaların önlenmesi için uygulanabilecek monitorizasyon yöntemleri hakkında yapılmış bilimsel çalışmalar ve programlar vardır. Hiç şüphesiz ki sağlık ekibi sporcuların yaralanma risklerini minimuma indirme ve toparlanma noktalarında en önemli noktada durmaktadır. Bu nedenle özellikle monitorizasyona sağlık ekibinin katkısı son derece önemlidir. Hiç kuşkusuzdur ki elit ve olimpiik sporcular düşünüldüğünde sağlık ekibinin üst düzey sporcuların ihtiyaçlarını, fizyolojilerini ve yaptıkları spora özel yükleri bilmeleri ve bunlara göre pratik geliştirmelidir.

Fizyoterapist: Fizyoterapistler iyileştirme ve yaralanmalara karşı korunma konularında uzman kişilerdir. Maalesef üst düzey sporda bile en çok yapılan hatalardan birisi masörlerin fizyoterapistlerin uzmanlıklarına karışmasıdır. Antrenörlerin kesinlikle buna izin vermemesi gerekir. Fizyoterapistler aynı zamanda germe, esneklik ve kuvvet kazanımı konularında yeterli bilgiye sahip olmalıdır. Ayrıca yaralanma sonrası tedavi protokollerini de spor hekimi kontrolünde uygulayarak sporcunun mümkün olan en kısa sürede, yaralanma riskini

minimum düzeye getirerek tamamlamak durumundadırlar. Fizyoterapistler aynı zamanda monitorizasyonda sporcunun sahaya dönüş süreci ile ilgili kısımda devreye girmelidir. Özellikle ROM (hareket açıklığı) gibi uzmanlık gerektiren ölçümlerin ve fonksiyonel hareket analizi ve yaralanma risk analizi gibi ölçümlerin yapılmasında önemli rol oynarlar.

Spor Bilimleri Uzmanı: Yüksek performans kanıt, mantık, sebep-sonuç ve artık veriye bağlı bir sistem gerektirir. Bugün spor bilim uzmanları elit ve olimpiik sporculara günlük katkıları bulunmaktadır. Elde edilen verilerin analizi ve değerlendirilmesi spor bilimcinin görevidir. Eğer ekipte bir spor bilimleri uzmanı yoksa bu iş sağlık ekibine veya performans antrenörüne kalır. Ancak her uzmanın kendi görevine odaklanması daha doğru olacaktır. En ideal olan performans antrenörü, sağlık ekibi ve spor bilim uzmanının birlikte sürece destek olmasıdır.

Performans Antrenörü: Yaralanmalardan korunma açısından bakıldığında en önemli görev kondisyonere düşmektedir. Ancak tüm ekibe bakıldığında maalesef genelde üçgenin en altında kalmaktadır. Geçmişte performans antrenörlerinden, antrenmanlarda kısa zaman içinde çok fazla ilerleme kat etmek isteyen antrenörlerin arkasını toplayarak sporcuların toparlanmalarına destek olmaları istenirdi. Bugün performans antrenörlerinin önemi daha net anlaşılmış görünmektedir ancak hala bazı yaralanmalar için günah keçisi olabilmektedirler.

Monitorizasyon ve Ölçme-Değerlendirme Arasındaki Farklar

Ölçme ve Değerlendirme ile monitorizasyon yakın anlamlarda olduğu düşünülse de aralarında çok önemli ayırt edici farklar bulunmaktadır. Yukarıda da belirtildiği üzere ölçme ve değerlendirme, biyomotor becerinin karakterine veya antrenman priodlamasındaki hedeflere göre pratik açısından belli aralıklar ile ölçülmesi uygun olmaktadır. Monitorizasyon ise sporcunun her gün kontrol edilmesi anlamına gelir. Bu da analog veya dijital yöntemlerle yapılabilir. Aşağıda Tablo 1.1.'de ölçme ve değerlendirme ile monitorizasyon arasındaki ayırt edici farklar gösterilmiştir.

Tablo 1.1 Monitorizasyon ve ölçme-değerlendirmenin karşılaştırılması.

Monitorizasyon	Ölçme-Değerlendirme
Monitorizasyon sporcu hakkında her gün toplanan belirli bilgileri içerir.	Ölçme ve Değerlendirme daha uzun aralıklarla yapılır.
Yapılan planların yolunda gidip gitmediğini görmek için yapılan sürekli bir süreçtir.	Periyodik olarak hedefleri test etmek amacıyla uygulanır. Daha derinlemesine bir değerlendirmedir.
Sezonun en başından itibaren yapılması gerekir.	Sezon başlar başlamaz yapılması gerektiğini savunan bilimsel çalışmalar olmasına rağmen genellikle sezon başladıktan belli bir süre sonra yapılır.
Anlık durum hakkında önemli bilgiler verir ve anında aksiyon almayı gerektirir.	Ölçme ve Değerlendirme sonucunda genellikle öneriler ortaya çıkar.
Girdi, aktivite ve çıktılarına odaklanır.	Sonuç, etkileri ve genel hedeflere odaklanır.
Düzenli toplantılar, görüşmeler, aylık ve 3 aylık gözden geçirmeler gerekir. Genellikle kantitatif (nicel) verilerdir.	Değerlendirme çok fazla veri üzerinden yapılır. Nicel ve niteldir.
Çok fazla veri toplama noktası vardır.	Veri toplama sadece belli dönemlerde olur.



Yaşamla İlişkilendir

Monitorizasyon ve Ölçme-Değerlendirme Uygulama Örnekleri

Ülkemizde özel bir tesisi merkezi kabul etmiş olan dünyanın en başarılı yüzme kulüplerinden birisinin bünyesinde dünyanın farklı ülkelerinden Dünya ve Olimpiyat şampiyonlukları bulunan sporcular yer almaktadır. Bu sporcular yılda yaklaşık 7-8 aylarını bu tesiste yaşayarak geçirmektedirler. Çok yakından takip etme şansı yakalamış olduğum bu elit ve olimpik sporcuların günlük monitorizasyonlarına ve ölçme-değerlendirilmelerine hem bir spor bilimci olarak katkıda bulunuyorum hem de tanıklık ediyorum. Bu sporcular, günde 4-5 saat suyun içerisinde, 2-3 saat de fitness salonunda zaman geçirmektedirler. Antrenman periyotlamaları sezon

içerisine yayılmış olan hedef müsabakalara göre antrenörler tarafından şekillendirilmekte. Her bir antrenman içeriği her sporcunun kapasitesine göre en ince hesaplar yapılarak şekilleniyor ve yaklaşık 1 aylık aralıklarla yapılan testler ve bu test sonuçlarına göre yapılan değerlendirmelere göre güncelleniyor. Örneğin BODPOD ile yapılan Vücut Kompozisyonu ölçümü sonucuna göre sporcunun diyeti ve antrenman şekli değiştirilebiliyor. Aynı şekilde sporcuların yüzme disiplinlerine göre birtakım kuvvet testleri uygulanarak, antrenman sırasında kullanılacak olan ağırlık miktarları belirleniyor. Aynı şekilde kuvvet platformu üzerinde yapılan ağırlıklı sıçrama testleri ile yapılacak olan pliometrik sıçrama antrenmanlarına şekil veriliyor. Yapılan bu

testler bu sporcuların son 1 aylık süre içerisindeki yapmış olduğu antrenmanların etkinliğini gösterirken aynı zamanda önlerindeki bir aylık periyot için antrenman şiddetinin daha doğru bir şekilde ayarlanmasına olanak sağlıyor. Ancak bu testlerin antrenman programının sürekli güncellenmesi için her gün tekrarlanması tabii ki mümkün değil. Diğer yandan da antrenörlerin sporcuların sağlık, yorgunluk, uyku, toparlanma, antrenman yükü için hazırbulunuşluk durumlarını günlük olarak kontrol etmeleri

gerekiyor. Bunu da uyguladıkları birtakım monitorizasyon yöntemleri için yapıyorlar. Sporcuların uyku süre ve kalitesini, yorgunluk ve toparlanma durumlarını, kendilerini antrenman için hazır hissedip hissetmediklerini ve genel sağlık durumlarını günlük takip ediyorlar. Elit sporcular kolay yetişmiyor ve artık günümüz teknolojisinin getirmiş olduğu kolaylıklardan işimizi kolaylaştıracak şekilde faydalanmak akıllıca olacaktır.

Öğrenme Çıktısı



- 2 Elit ve olimpik düzey sporcularda monitorizasyonun önemini tartışabilme
- 3 Monitorizasyonun temel öğelerini sıralayabilme

Araştır 2

Sporda monitorizasyonun önemini ve monitorizasyona dahil olan ekibi araştırınız.

İlişkilendir

Sporda monitorizasyonu kendi spor branşınız ile ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Monitorizasyonun avantajlarını ve monitorizasyon sürecine dahil olan ekibin görevlerini tartışınız.

1

Elit ve olimpik seviye sporcuların performanslarının takibi amacıyla kullanılan ölçme ve değerlendirmenin önemini açıklayabilme

Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme

Elit ve Olimpik düzey sporcular performans seviyesi en üst düzeye ulaşmış ve bu seviyede tutmaya çalışan sporculardır. Ancak bu kolay bir süreç değildir. Çok iyi bir planlama gerektirir. Sezon içerisindeki hedef müsabakalara göre hazırlanmış bu plana periyotlama adı verilir. Periyotlamada sezon kısa ve uzun vadeli hedefler belirlenir ve basamak basamak bu hedeflere ulaşarak sporcunun optimum performans seviyesine ulaşması beklenir. Sporcunun belirlenen hedeflere ulaşip ulaşmadığı ise yapılan ölçüm ve değerlendirmeler ile test edilir. Ölçme ve Değerlendirme yapılan planlamanın doğru olup olmadığını, sporcunun istenilen hedeflere ulaşip ulaşmadığını ve aynı zamanda bir sonraki hedeflere ulaşabilmek için antrenman programında güncelleme yapılıp yapılmama durumunu gösterir.

2

Elit ve olimpik düzey sporcularda monitorizasyonun önemini tartışabilme

3

Monitorizasyonun temel öğelerini sıralayabilme

Sporda Monitorizasyon

Ölçme-Değerlendirme uzun süreli aralıklarla (ayda bir) yapılırken monitorizasyon sporcuların günlük takibini gerektirir. Ölçme-Değerlendirmede yapılan testler zaman alan ve sporcular için zorlayıcı testlerdir, bu nedenle her gün tekrarlanması imkansızdır. Antrenörlerin, spor bilim uzmanının, doktorun, performans antrenörünün, fizyoterapistin, beslenme uzmanının ve ekipteki diğer bileşenlerin anlık karar verebilmeleri için monitorizasyona ihtiyaç vardır. Bu sayede sporcuların, uyku süresi ve kalitesi, yorgunluk ve toparlanma durumları, antrenman yükünün yeterliliği veya aşırılığı, genel sağlık durumu takip edilip anında müdahale edilme imkanı sunar. Monitorizasyon için kullanılabilecek yöntemlerden bazıları aşağıdaki şekildedir. Bunlar ister analog ister dijital yöntemlerle uygulanabilmektedir. Ancak bugün sporcuların cep telefonlarını kullanarak doldurabilecekleri bilgi formları anında antrenör ve diğer ekibin cep telefonuna düşmekte ve bu sayede tüm veriler kolay bir şekilde saklanıp değerlendirilebilmektedir.

- Nabız
- HRV – Kalp Hızı Değişkenliği
- Vücut Ağırlığı Değişimi ve Vücut Sıvı Miktarı
- Sıvı Kaybı Değerlendirmesi
- Dışsal Antrenman Yüğü
- İçsel Antrenman Yüğü
- Algısal Zindelik
- Fiziksel Hazırbulunuşluk

1 Aşağıdakilerden hangisi ölçme ve değerlendirimin birincil amaçları arasında **yer almaz**?

- A. Sporcunun gelişiminin takip edilmesi
- B. Yaralanma risklerinin belirlenmesi
- C. Programdaki hataların tespit edilmesi
- D. Yeni hedeflerin belirlenmesi
- E. Rakibin analiz edilmesi

2 Aşağıdakilerden hangisinde ölçme ve değerlendirme terimleri arasındaki farklar birlikte ve doğru olarak verilmiştir?

- A. Ölçme nitel, değerlendirme niceldir.
- B. Ölçme temporal, değerlendirme niceldir.
- C. Ölçme nicel, değerlendirme niteldir.
- D. Ölçme nicel, değerlendirme temporaldir.
- E. Ölçme ve değerlendirme niceldir.

3 Aşağıdakilerden hangisi sporcunun performansına etki eden faktörlerden biri **değildir**?

- A. Doping
- B. Antrenman geçmişi
- C. Sporcunun antrene edilebilirliği
- D. Genetik mirası
- E. Temel teknik becerisi

4 Aşağıdakilerden hangisi ölçme ve değerlendirme sonucunda hedeflere ulaşılamaması sonucunda atılması gereken adımdır?

- A. Sonuçların analizi
- B. Hedeflerin yeniden değerlendirilmesi
- C. Sonuçların değerlendirilmesi
- D. Ölçülecek parametrelerin belirlenmesi
- E. Antrenman ve müsabaka takibi

5 Monitorizasyon yapılması gereken sıklık aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Aylık
- B. Günlük
- C. Haftalık
- D. Sezon başı ve sezon sonu
- E. Yılda bir kez

6 Aşağıdakilerden hangisi monitorizasyon sürecine katılması gerekenler arasında **yer almaz**?

- A. Antrenör
- B. Spor hekimi
- C. Spor Bilim uzmanı
- D. Aile
- E. Psikolog

7 Aşağıdakilerden hangisi monitorizasyon basamaklarından biri **değildir**?

- A. Ölç
- B. Anla
- C. Kontrol Et
- D. Basamakla
- E. Geliştir

8 Sporcuların yaralanma sonrası rehabilitasyon uygulamasından sorumlu olan görevli aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Spor bilim uzmanı
- B. Masör
- C. Antrenör
- D. Kondisyoner
- E. Fizyoterapist

9 Ölçümler sonucunda elde edilen verilerin analiz edilmesinden sorumlu olan görevli aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Spor bilim uzmanı
- B. Masör
- C. Antrenör
- D. Kondisyoner
- E. Fizyoterapist

10 Sporcunun değerlendirilmesinde aşağıdakilerden hangisi ön planda görev almalıdır?

- A. Multidisipliner olmalı
- B. Aile
- C. Fizyoterapist
- D. Masör
- E. Doktor

1. E

Yanıtınız yanlış ise “Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. C

Yanıtınız yanlış ise “Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. B

Yanıtınız yanlış ise “Elit ve Olimpik Düzey Sporda Ölçme ve Değerlendirme” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. B

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. D

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. D

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. E

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. A

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. A

Yanıtınız yanlış ise “Sporda Monitorizasyon” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

1

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Sporda ölçme ve değerlendirme, sporcuların sezon başı durumlarını ve aynı zamanda sezon içerisinde hedef müsabakalara göre belirlenmiş olan periyotlama dönemleri sonunda öngörülen kısa ve uzun vadeli hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığını belirlemede önemli rol oynar. Yapılan ölçüm ve değerlendirme sonucunda geçmiş dönemde yapılan antrenmanların verimliliği gözden geçirilirken aynı zamanda sonraki hedeflere ulaşmak için antrenman programında yapılması gereken güncellemelerin belirlenmesine yardımcı olur. Antrenman bileşenlerinin ayarlanması ölçme ve değerlendirme sonucunda elde edilen verilerin ışığında yapılır.

Araştır 2

Monitorizasyon, sporcuların genel sağlık durumları, uyku süresi ve kalitesi, yorgunluk ve toparlanma durumları, antrenman yükünün uygunluğu ve sporculara olan etkileri gibi günlük değişen durumların tespiti ve bunlara göre yapılması gereken değişikliklerin belirlenmesini kapsar. Ölçme ve Değerlendirme sırasında uygulanan testler yorucu ve zaman alan testlerdir. Bu nedenle kısa aralıklar ile yapılmasının imkanı yoktur. Bu nedenle daha basit, zaman almayan daha çok subjektif değerlendirmelere ihtiyaç duyulur. Monitorizasyon amacıyla HRV (kalp hızı değişkenliği) gibi nicel veriler de son zamanlarda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak bu tarz monitorizasyon yöntemlerinin etkin kullanımı halen yeteri kadar aktif kullanılmamaktadır. Monitorizasyona antrenör, doktor, spor bilim uzmanı, performans antrenörü, beslenme uzmanı, psikolog ve diğer destek ekip dahil olmalıdır. Ancak bu saydığımız ekibin tamamının her kademedede bulunması mümkün değildir. Ancak elit ve olimpik sporcular düşünüldüğünde, kazanan ve kaybedenin çok küçük farklarla belirlendiği spor dünyasında ekip çalışması çok önemlidir.

Kaynakça

- Bompa, T. ve Carrera, M. (2005). *Periodization training for sports* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Bompa, T. ve Haff, G. (2009). *Periodization theory and methodology of training* (5th ed.). Human Kinetics Champaign, IL: Kendall/Hunt Publishing Company.
- D’Isanto, T., D’Elia, F., Raiola, G., Altavilla, G. (2019). Assessment of Sport Performance: Theoretical Aspects and Practical Indications. *Sportmont*, 17-1: 79–82 DOI 10.26773/smj.190214.
- Fukuda, D. H. (2019). *Assessments for Sport and Athletic Performance*. Human Kinetics, ISBN: 978-1-4925-5988-7 (print).
- Lambert, M. (2006). Physiological Testing for the Athlete: Hype or Help? *International Journal of Sports Science & Coaching*, Vol 1, Issue 2.
- Sands, W. vd. (2019). Recommendations for Measurement and Management of an Elite Athlete. *Sports*, 7, 105; doi:10.3390/sports7050105.

İnternet Kaynakları

- cleansportblog.wordpress.com/2015/11/02/the-role-of-athlete-support-personnel. Erişim tarihi: 24.04.2020.
- fusionsport.com/blog/asca-conference-2015-guest-speaker-dr-craig-duncan-talks-about-athlete-monitoring. Erişim tarihi: 23.04.2020.
- metrifit.com/our-story. Erişim tarihi: 23.04.2020.
- simplifaster.com/articles/data-sports-performance-measurements-matter. Erişim tarihi: 22.04.2020.
- simplifaster.com/articles/monitoring-athletes-what-you-should-know-today. Erişim tarihi: 23.04.2020.
- sportmedbc.com/article/team-behind-team. Erişim tarihi: 24.04.2020.
- wgcoaching.com/making-sense-of-testing-athletes. Erişim tarihi: 22.04.2020.

■ Bölüm 2

Genel Antrenman Bilimi: Dayanıklılık Antrenmanı IV

öğrenme çıktıları

Dayanıklılığın Fizyolojisi

- 1 Dayanıklılığın artırılmasında fizyolojik çıktıları değerlendirebilme
- 2 Dayanıklılık kapsamında sportif performans için fizyolojik sistemlerin önemini tartışabilme

Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri

- 3 Dayanıklılık antrenmanlarının sınıflandırılmasında ele alınan parametreleri değerlendirebilme
- 4 Dayanıklılık antrenman yöntemlerini tartışabilme

Anahtar Sözcükler: • Egzersiz Fizyolojisi • Enerji Sistemleri • Kardiyovasküler Sistem • Dayanıklılık



GİRİŞ

Beş motorik özelliklerinden birisi olan dayanıklılık kavramı en basit haliyle “yorgunluğa karşı direneme gücü” şeklinde ifade edilir. Bireysel veya takım sporlarında devam eden mücadeleye karşı koyabilme ve yüklenmeleri tolere edebilme dayanıklılık ile doğru orantılıdır. Bu bölümde dayanıklılığın fizyolojisi ile ilgili temel noktalara hâkim olmak için, genel egzersiz fizyolojisi kapsamında bazı konuların işlenmesi dayanıklılık antrenmanı planlama açısından yardımcı olacaktır. Bu bağlamda enerji sistemleri ve kardiyovasküler sistem genel hatlarıyla paylaşılmıştır.

DAYANIKLILIĞIN FİZYOLOJİSİ

Fizyolojik olarak dayanıklılık, sporcunun maksimal aerobik kapasitesi olarak değerlendirilir. Aerobik kapasitenin (VO₂max) artmasıyla birlikte sporcunun dayanıklılığının artması hedeflenmektedir. Bu bağlamda dayanıklılık antrenmanlarının organizmaya adaptasyonunu ve fizyolojik çıktıları değerlendirebilme ile birlikte sporcu antrene edebilme, sportif performans artışı için son derece önemlidir.

Enerji Sistemleri ve Bileşenleri

İnsan organizmasında yaşamsal faaliyetlerin sürdürülebilmesi için (sinir iletimi, aktif taşıma, kas kasılması) hücrelere gerekli enerjiyi sağlayan ATP (Adenozin Tri-Fosfat) molekülünü kullanılır. Moleküler yapısını incelediğimizde bir adenozin ile üçlü fosfat bağı bulunan ATP depolanmadığı için farklı yollarla yeniden üretilmek durumundadır. Buradaki yeniden üretilme (resentez) aktivitenin şiddetine ve süresine göre değişiklik gösterse de sürekli olarak devam etmek durumundadır.



Şekil 2.1 Bir mol ATP parçalandığında yaklaşık 7-12 kcal arasında enerji açığa çıkmaktadır.

Oksijenin gerekli olduğu kimyasal reaksiyonlara aerobik metabolizma denir. Oksijensiz olarak gerçekleştirilen reaksiyonlara ise anaerobik metabolizma denir.

ATP-CP: Fosfojen Sistem

Yüksek şiddetlerde uygulanan ve kısa süren aktivitelerde (sprint atma, gülle atma, halter kaldırma, smaç) hızlı bir şekilde kullanılan enerji sistemidir. Bu enerji sisteminde, kaslarda hazır durumda bulunan depolanmış haldeki ATP (Adenozin Trifosfat) ve Crp hızlı bir şekilde kullanılır. İskelet kasının hücre sitozolünde CrP ile birlikte az miktarda hazır ATP (yaklaşık 0.3-0.5 mmol/kg) depolanır. Ancak ilk 4 saniyelik yüksek şiddetli aktivitelerde hazır ATP kaynakları yeterli olabiliyorken, bu sürecin uzaması sonucunda kreatin fosfata ihtiyaç duyulmaktadır. Sonuç olarak çok yüksek şiddette ve kısa süreli eforlarda (en fazla 10-12 sn) kas kasılması için gerekli enerji bu yolla sağlanmaktadır. Teknik olarak tüm spor branşlarında bu enerji sistemi kullanılsa da bazı branşlarda baskın olarak kullanılmaktadır ve bu sebeple kısa süreli aktivitelerde performansı etkileyen önemli bir parametredir.

Laktik Asit Sistemi

Karbonhidratlar, kaslarda ve karaciğerde depolanabilme özelliklerine sahiptir. İskelet kaslarında ortalama 400 gr kadar depolanabilirken karaciğerde ortalama 100 gr kadar depolanabilmektedir. Depolanan karbonhidratlar, yani glikojen, parçalanırken geriye son ürün olarak laktik asitleri bırakırlar. Bu yüzden bu enerji sistemine laktik asit sistemi denmiştir. Dayanıklılık antrenmanları ve sporcular açısından düşünürsek, laktik asit birikmesinde (kanda ve kasta) ciddi yorgunluk oluşmaktadır. Bu yüzden antrenman planlamasında egzersiz fizyolojisini ciddiye almak gerekir. Laktik asit biriken sporcuda PH (hidrojen iyonunun oranı) düşerek mitokondrilerdeki enzimleri engeller ve toparlanma hızını yavaşlatır (PFK ve heksokinaz). Bu sistemde 1 mol glikojenden (180 gr) yaklaşık 3 mol ATP üretilir.

Aerobik Sistem

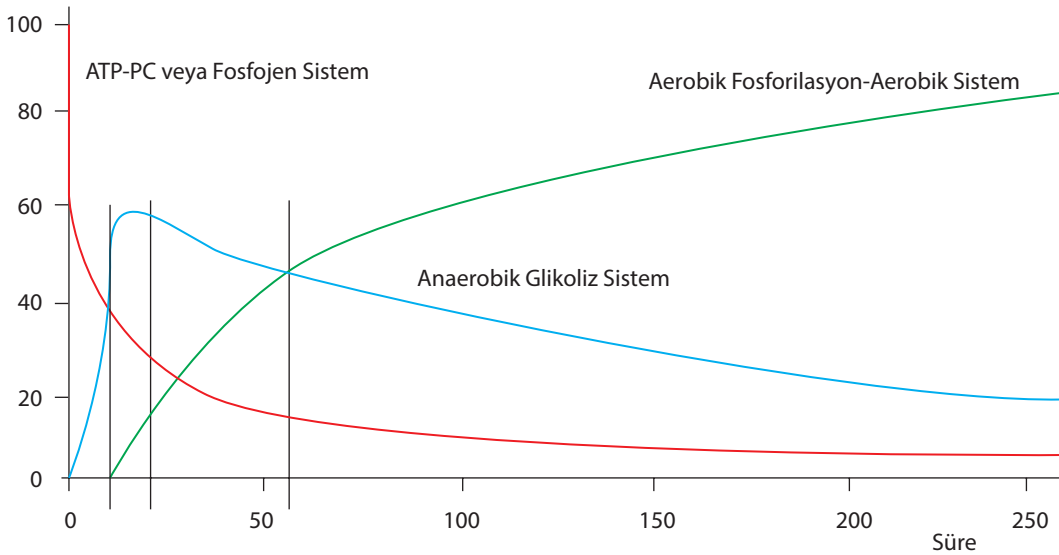
Aerobik kelimesi ortamda oksijenin bulunduğunu ifade eder. Bu sistem oksijenin varlığında karbonhidrat ve yağların parçalanması (karbonhidratlar, yağlar) su ve karbondioksit kadar parçalanabilirler.

Aerobik yolda, anaerobik yolda olduğu ilk basamaklar aynıdır ve bir molekül glikojen iki pirüvik aside çevrilir. Bütün bu süreç mitokondride gerçekleşirken, anaerobik yolda bu süreç sarkoplazmada gerçekleşmektedir. Öte yandan aerobik yoldaki enerji üretimine yağlar ve proteinler de katkı sağlar. Proteinler vücudun korunma mekanizması, büyüme ve hormon sisteminde yer aldığından genellikle enerji veren bir madde olarak tercih edilmemektedir.

Krebs Siklusu (Sitrik Asit Döngüsü)

Aerobik olarak devam eden kimyasal reaksiyonların, mitokondrilerde gerçekleştiğinden bahsetmiştik. Bu reaksiyonlarda pirüvik asit, iki karbonlu

bir yapı olan Asetil- Coa'ya dönüşerek Krebs döngüsüne (sitrik asit döngüsü) girer. Krebs döngüsünde CO₂ üretimi ve oksidasyon (elektron taşınması) gerçekleşmektedir. Elektronlar pozitif yüklü(+) hidrojen atomları ile taşınır (uzaklaştırılır). Metabolik olarak önemli bir yer tutan bu reaksiyon zincirinde unutulmaması gereken bir diğer detay ise mitokondri kalsiyum seviyelerinin artarak ATP/ADP ve NADH/NAD oranlarını düşürmesidir. Bu düşüşle beraber enzimlerin aktivasyonu artar ve asetil-Coa'nın yolağa girişi hızlanır ve tüm bu süreç hızlanmış olur. Yukarıda bahsettiğimiz mitokondrilerde kalsiyum seviyelerinin artması ise egzersizle birlikte artar ve yolağın daha işlevsel hale gelmesine sebep olur.



Şekil 2.2 Enerji sistemleri ve baskın olduğu süreler.

Elektron Taşıma Zinciri

Bu sistemde amaç ADP'yi (Adenozin Difosfat) ATP'ye fosforilize etmek için kullanılabilecek potansiyel enerji yaratmaktır. Bu sebeple oksidatif fosforilasyon (elektron taşıma zinciri, ADP fosforilasyonu) adı verilir.

Solunan oksijen ile taşınan hidrojenin birleşmesinden ötürü ortaya su (H₂O) çıkmaktadır. Bu birleşme sonucu açığa çıkan enerji, ATP'nin yenilenmesi için kullanılan enerjidir.

Bütün bu bilgilerin ışığında organizmada enerji için kullanılabilen üç besin kaynağı bulunmaktadır:

1. Karbonhidratlar,
2. Yağlar,
3. Proteinler.

Egzersiz şiddeti ve süresine göre enerji kaynaklarının değişkenlik gösterdiğinden bahsetmiştik. Düşük şiddetli aktivitelerde, yani uzun sürdürülebilen aktivitelerde, vücudun en büyük enerji deposu olan yağlar kullanılır. Yüksek şiddetli eforlarda ise glikojenin anaerobik olarak parçalanması ve daha uzun süren orta şiddetli eforlarda karbonhidratların ve yağların egzersiz şiddetine özgü bir karışımla oksijenli (aerobik) olarak kullanılması söz konusudur.

Tablo 2.1 Makro besin değerleri, depo alanları ve enerji içerikleri.

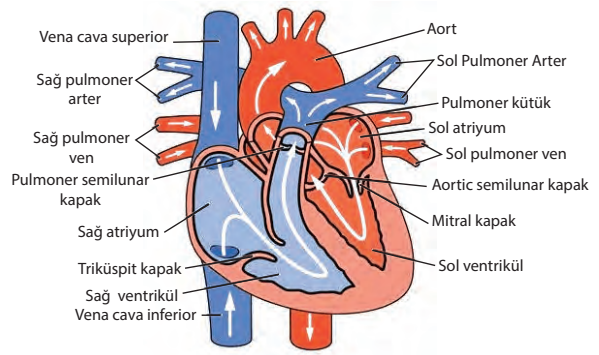
Makro Besin Değerleri	Depo Alanları	Enerji İçeriği %
Karbonhidrat	Kan şekeri (Kanda serbest halde bulunan)	<%1
	Glikojen (Kas)	%2
	Glikojen (Karaciğer)	<%1
Yağ	Kas (içinde bulunan)	%2
	Deri altında bulunan	%72
Protein	Kaslarda	%24

Kaynak: Stipanuk, 2000; Storey, 2004.

Kardiyovasküler Sistem

Kalp ve dolaşım sisteminden bahsedilecek olan bu kısımda egzersize bağlı temel fizyolojik çıktılar (kardiyovasküler olarak) incelenecektir.

Aerobik yolla enerji üretiminde ATP yenilenmesi için ortamda yeterli miktarda oksijenin bulunması gereklidir. İnsan organizmasında oksijen, akciğerler yoluyla kana geçmekte ve dolaşım sistemiyle ilgili dokulara (antrenman esnasında kaslara) iletilmektedir. Artan iş yükü (egzersiz, antrenman) beraberinde daha fazla oksijen ihtiyacını getirecek ve yeni uyumların gerçekleşmesini zorunlu kılacaktır. Bütün bu uyum süreci insan organizmasındaki bazı parametreler ile ilişkilidir.



Şekil 2.3 Kalbin genel anatomik yapısı.

Kaynak: <https://thoracickey.com/cardiac-anatomy-and-electrophysiology/>

Kan

Canlı organizmada çok önemli üç görevi (taşıma, düzenleme, koruma) bulunan kanın, sürekli olarak sorunsuz bir şekilde akışı sağlanmalıdır. Bahsedilen kan akışı, antrenmanlara bağlı olarak; kan hacminin, hemoglobin sayısının ve kan sıvısı miktarının artmasına neden olabilmektedir. Öte yandan, artan kan hacmi ile birlikte tamponlanma yeteneğinin artması ve asiditeyi daha hızlı tamponlayabilmesi yorgunluğa karşı ciddi bir fayda sağlamaktadır.

Kalp

Yetişkin kalp ağırlığı erkeklerde ortalama 326 gr, kadınlarda ise 275 gr kadardır. Bu ağırlığın büyük bir çoğunluğunu, maksimale yakın yüklerdeki şiddeti karşılamak için kan basıncını belirli seviyelere çıkarabilen ve kasılmadan sorumlu kalp kası (myocardium) oluşturur.

Kalbin iki atrium (kulakçık) ve iki ventrikül olmak üzere dört odacığı bulunur. Kalbin sağ tarafını (sağ atrium ve sağ ventrikül) sol taraf (sol atrium ve sol ventrikül) ile ayıran bir kas duvarı (interventriküler septum) bulunmaktadır. Kalbin sağ tarafı, periferden gelen karbondioksit içeren (kirli kan) venöz kanı akciğerlere gönderirken; kalbin sol tarafı, akciğerden dönen ve oksijenlenmiş kanı dokulara pompalamaktadır.

Kardiyak Çıktı (Kalp Debisi)

En basit ifadeyle kardiyak çıktı; bir dakikada kalbin dokulara pompaladığı kan miktarını ifade eder. Atım hacmi (Stroke Volume), kalbin kasılma esnasında perifere gönderdiği kan miktarıdır. Kalp atım hızı (nabız), kalbin bir dakika içerisinde kaç kez kasıldığını gösterir. Bu iki parametre (kalp atım hızı ve atım hacmi) kardiyak performansın ana belirleyicileridir. Dinlenik halde sağlıklı bir erkekte atım hacmi 70-90 ml/atım arasında değişirken, kadınlarda

bu rakamlar 50-70 ml/atım olabilmektedir. Kalp atım hızı (nabız) ise ortalama 60-80 arasındadır. Bütün bu kardiyak çıktı istirahat halinde ortalama 5 litre kadardır.

$$\text{Kardiyak Çıktı} = \text{Atım Hacmi} \times \text{KAH}$$

Starling Yasası

Kalp çıkışı, kalbin sağ tarafına geri dönen venöz dönüşüne bağlıdır. Şöyle ki, egzersiz anında kaslardan geri dönen venöz kan (karbondioksit içeren kirli kan) kalbin sağ ventrikülünde gerilemeye yol açacak ve daha güçlü bir kasılma meydana gelecektir. Böylece sistolden (kalp kasının kasılma evresi) periferde daha fazla kan pompalanacaktır. Sonuç olarak, venöz dönüş ile kardiyak çıktı arasındaki bu ilişkiye Frank Starling Yasası denmektedir.

Oksijen Taşıma Sistemi

Oksijen, akciğerdeki alveollerden pulmoner kapiller kana taşınır ve ardından dokulara iletilir. Karbondioksit ise perifer dokulardan gelerek kapiller kana yayılır ve ardından alveollere geçerek oradan da dışarı atılır. Oksijeni kan plazmasında hemoglobinler taşır. Her bir hemoglobin 1.34 mL oksijen taşıyabilme kapasitesine sahiptir. Ortalama sağlıklı bir kadın ve erkeğin kanında sırasıyla hemoglobin konsantrasyonu 15 ve 13.5 g/dl olarak hesaplanırsa, kanda taşınan toplam oksijeni; erkeklerde 20.1 ml/dl, kadınlar için ise 18.1 ml/dl hesaplanabilir. Antrenman esnasında hemoglobin konsantrasyonu arttığından bu rakamlar da artmaktadır.

Maksimal Oksijen Tüketimi (VO₂ Maks)

Dayanıklılık performansı ile ilgili en önemli unsurlardan birisi de kaslara gönderilip kullanılabilen en fazla oksijen miktarıdır. Maksimal oksijen tüketimi ile özellikle aerobik sistemin baskın kullanıldığı branşlarda enerji oluşumuna katkısı göz önüne alındığında bu kavram ayrıca aerobik güç olarak da ifade edilebilmektedir. Öte yandan maksimal oksijen tüketimi ne kadar fazla ise sporcuların eşikleri o kadar yüksek olur bu bağlamda anaerobik branşlar için dahi dayanıklılık antrenmanları büyük ölçüde önem arz etmektedir. Açacak olursak; VO₂ maks değerleri 3 lt/dk olan A sporcusu ile 4 lt/dk olan B sporcusu aynı koşu düzeyinde (vo₂max 1.5 lt/dk) egzersizlerini yaparken, A sporcusu VO₂max değerinin %50' si kadar efor harcarken B sporcusu %37.5'i kadar efor harcar. Böylece bir sporcu diğerine daha fazla laktik asit biriktirmiş ve daha çok zorlanmış olacaktır. Eğer bu sporcuya düzenli bir şekilde dayanıklılık antrenmanı planlanır ve Vo₂max seviyesi yukarılara çekilirse öbür oyuncuyla aynı performansı gösterebilecek seviyeye ulaşması beklenir.

Fick Formülü

Oksijen taşıma ve kullanımı kavramı için Adolph Fick, kendi adını verdiği formül ile maksimal oksijen tüketimini belirlemektedir. Aşağıda bu formülü görmekteyiz.

$$\text{VO}_2 = Q \times a-v \text{ O}_2 \text{ farkı}$$

Yani VO₂'yi bulmak için önce Q (Kardiyak çıktı-kalp debisi) değerini bulmak gerekir. $Q = SV \times HR$ (Atım hacmi x kalp atım sayısı) olduğuna göre geriye sadece arteriyel ve venöz dolaşım arasındaki farkı bulmak gerekir.

Tablo 2.2 Bazı dayanıklılık sporu branşları ve elit sporcuların maksimal oksijen tüketim değerleri.

Spor Branşı	Yazarlar	VO ₂ maks (L*min ⁻¹)	VO ₂ maks (ml*kg ⁻¹ *min ⁻¹)	VO ₂ maks seviyesindeki güç ve hız
Kayak	Tesch, 1983 Hahn vd., 1988 Fry ve Morton, 1991 Billat vd., 1996	4.7 4.62 4.78 4.01	58.8 58.5 58.9 53.8	239 W
Kano	Hahn vd., 1988 Bunc ve Heller, 1991	3.49 4.17	44.2 51.9	
Kürek (Ağır Kilo-85 kg)	Di Prampero vd., 1971 Secher, 1990 Lakomy ve Lakomy, 1993	5.0 6.0 4.8	58.8 68.2 60	
Yüzme (400m)	Billat vd., 1996 Lavoie vd., 1981 Roels vd., 2005	4.41 4.31 5.6	59.6 58.4 (5.6) 58.4	1.46 m*s ⁻¹
Bisiklet	Billat vd., 1996 Lee vd., 2002 Lucia vd., 1999	5.61 5.45 5.10	72.4 73.0 74.0	419W
Koşu (3000 m'ye kadar)	Billat vd., 1996 Draper ve Wood, 2005 Caputo ve Denadai, 2004	5.11 5.0 6.3	74.9 68.9 68.8	6.22 m*s ⁻¹

Dipnot: Bu değerler elit ve profesyonel seviyedeki erkek sporculardan elde edilmiştir.

Kaynak: Billat, vd., 1999.

Dayanıklılık Antrenmanları Sonucunda Fizyolojik Olarak Görülen Bazı Adaptasyonlar

Organizmanın adaptasyon yeteneği ile beraber, dayanıklılık antrenmanlarının sonucunda sporcularda yeni kazanımlar elde edilmektedir. Şöyle ki: Antrenmanı, sporcunun kendi en yüksek verimine ulaşması için planlı ve sistematik olarak yaptığı fiziksel ve ruhsal çalışmalar bütünü olarak tanımlarsak, nihai amaçın zaten bu yeni kazanımlar olması gerektiğini söyleyebiliriz. Kalp atım hacmi artar (Plazma hacminin ve diastol sonu dolma zamanının kalp atım hızının azalmasına bağlı olarak artar ve diğer bir neden olarak ; sol ventriküldeki kasılma gücünün ve hacmi artmasını söyleyebiliriz.). Sonuçta bu dayanıklılık antrenmanlarından sonra performansın artmasıyla inilti olarak aşağıdaki adaptasyonların görülmesi beklenir.

Dayanıklılık antrenmanları sonucunda fizyolojik olarak görülen bazı adaptasyonlar aşağıda listelenmiştir:

- Dinlenik kalp atım sayısı azalır,
- Egzersiz sonrası toparlanması için veya set aralarındaki kalp atım hızı çabuk bir şekilde düşer ve daha hızlı toparlanmaya sebep olur,
- Kapillarizasyon artmasıyla birlikte kan akımında hızlanma görülür,
- Dinlenik kan basıncı (tansiyon)düşüş gösterir,
- Kan hacmi artar dolayısıyla plazma hacmi ve eritrosit (kırmızı kan hücresi) sayısı da artar.Bunların sonucunda aktif kaslarda daha fazla oksijen kullanma imkanı sağlanır,
- VO₂max'ta artış görülür,

- Organizmanın enerji kapasitesi artar,
- Alveoller ile kas dokusu arasındaki gaz değişimi kolaylaşır,
- Arteriyel- Venöz farkı artar,
- Laktik asidi tamponlama kapasitesi ve tolerasyonu artar,
- Mitokondri sayısında artış gözlemlenir.

Öğrenme Çıktısı



- 1 Dayanıklılığın artırılmasında fizyolojik çıktıları değerlendirebilme
- 2 Dayanıklılık kapsamında sportif performans için fizyolojik sistemlerin önemini tartışabilme

Araştır 1

Dayanıklılık antrenmanları sonucu organizmada görülen fizyolojik adaptasyonlar nelerdir?

İlişkilendir

Kalbin fizyolojik yapısı ile antrenman esnasında oluşan değişimleri ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Sporcuların yanı sıra sağlık için spor yapan bireylere, dayanıklılık antrenmanlarına bağlı olarak organizmaya kazandırılan yetileri anlatınız.

DAYANIKLILIK TÜRLERİ VE ANTRENMAN YÖNTEMLERİ

Özellikle sporun kompleks yapısını düşündüğümüzde dayanıklılık antrenmanlarının sınıflandırılmasında birden fazla sınıflama yapmak mümkündür. Şöyle ki: Dayanıklılık antrenmanlarını, kasların kullanım durumuna göre, (genel ve özel dayanıklılık) enerji sistemlerine göre (aerobik ve anaerobik) ve son olarak da süresine göre (kısa süreli, orta süreli, uzun süreli dayanıklılık) sınıflandırmak mümkündür. Bu dayanıklılık türü, antrene edilmek istenen branşın ihtiyaçlarına göre son derece özenli bir şekilde antrenörler tarafından dizayn edilmelidir.

Dayanıklılık Türleri

Dayanıklılık kavramı incelendiğinde, her branşa özgü farklı dayanıklılık türlerinin yanı sıra organizmaya yapılan yüklemeler açısından da dayanıklılık birçok başlık altında incelenebilir. Bu noktada kasların aktiviteye katılma durumuna göre, kullanılan enerji sistemine göre ve süreye göre dayanıklılık antrenmanları sınıflandırılmaktadır.

Kasların Kullanım Durumuna Göre Dayanıklılık

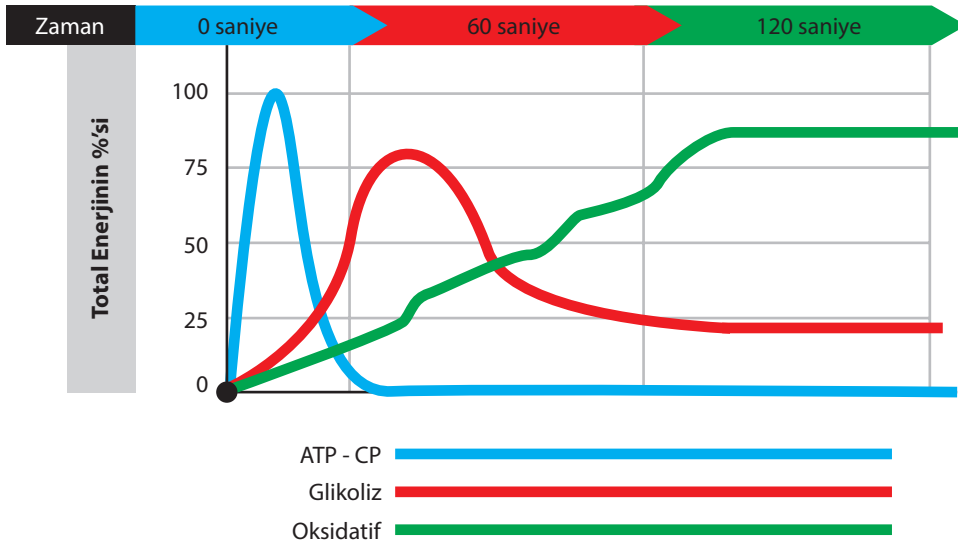
Spor esnasında kasların kullanım durumuna göre dayanıklılık ikiye ayrılmaktadır. Burada kasların daha az aktiviteye katılması belli kas gruplarındaki özel dayanıklılığı oluşturacağı için özel dayanıklılık ile birlikte genel olarak sporcuların sahip olması gereken dayanıklılık seviyesi ele alınmıştır.

Genel Dayanıklılık

Genel dayanıklılık, sporcuların sahip olması gereken temel dayanıklılık düzeyini ifade eder. Bu dayanıklılık türünde sporcunun solunum ve dolaşım sistemi açısından belirli bir seviyede olması beklenir. Tüm kasların 1/6'sından fazlasının kullanıldığı dayanıklılık türüdür.

Özel Dayanıklılık

Dayanıklılık, her spor türünün özelliğine göre branşa yönelik teknik taktik uygulamalarının alakalı olacağı ve sporcuya özel bir şekilde dizayn edileceği şekilde olmalıdır. Burada ise branşa özgü kasların daha çok kullanıldığı, yani aktiviteye katılan kasların 1/6'sından azının kullanıldığı dayanıklılık türüdür.



Şekil 2.4 Sürelere göre baskın enerji kaynaklarının değişimi.

Kaynak: <http://www.old-ib.bioninja.com.au/options/option-b-physiology-of/b4-exercise-and-respiration.html>

Enerji Sistemine Göre Dayanıklılık

Enerji sistemlerinden kısaca bahsetmiştik. Bu enerji sistemlerine göre dayanıklılık antrenman planlamaları özelleşmekte ve farklı uyaranlar istemektedir. Dayanıklılık uzun süreli branşların haricinde kısa süreli aktiviteler (anaerobik sistem) için de önem arz eden bir biyomotor yetidir. Sporcunun hem aerobik hem anaerobik ortamda uygun koşullarda dayanıklılığın geliştirilmesi için bu sınıflamalara dolayısı ile bunlara özgü antrenman planlamalarına ihtiyaç vardır.

Aerobik Dayanıklılık

Aerobik dayanıklılık, aerobik enerji sistemlerini içeren yorgunluğa bağlı ve uzun süreli egzersizlerdeki performans kapasitesini ifade eder. Buradaki enerji ihtiyacı aerobik sistemden gelmekle beraber kardiyovasküler sistem ve respiratuar sistemde burada önemli rol oynamaktadır. Aerobik dayanıklılık ile kas dayanıklılığı yakın ilişki içerisinde olduğu için çalışan kaslara oksijen desteği kardiyak çıktı ve kan akımına bağlıdır.

Anaerobik Dayanıklılık

Anaerobik dayanıklılık, egzersizin şiddetiyle inilti olarak anaerobik enerji kaynaklarının kullanıldığı dayanıklılık türüdür. Bu çalışmaların temelinde iki reaksiyon söz konusudur:

- 1. ATP-Kreatin Fosfat (Alaktik Anaerobik):** ATP resentezi için kreatin fosfatın kullanıldığı reaksiyondur. Adından da anlaşılacağı gibi laktik asit sistemine girmeden yüksek şiddetli 12 saniye ve daha kısa aktivitelerdeki yorgunlukla başa çıkabilme kapasitesidir. Bir başka deyişle alaktik dayanıklılık sporcunun maksimal şiddetli kısa süreli egzersizlerle başa çıkabilme yeteneğidir.
- 2. Anaerobik Glikoliz (Laktik Anaerobik):** karbonhidratların fermentasyonu ile gerçekleşir. Enerji oluşumuyla beraber laktik asitte bir artış söz konusudur. Orta süreli egzersizlerde (30 -90 sn) vücudun oksijen ihtiyacının karşılanmadığı aşamadır. Bu aşamada sporcular artan kan laktadına karşı baş edebilecek şekilde antrene edilmezlerse antrenman şiddeti mecbur olarak düşer veya sporcu çalışmaya ara verir.

Kısaca bu dayanıklılık türünü enerji sistemlerine göre özetlemek istersek aşağıdaki tabloları inceleyebiliriz.

Tablo 2.3 Atletizm branşı için dayanıklılık antrenman örneği.

- Kısa süreli anaerobik dayanıklılık antrenmanı = 100 metre x 10 tekrar - 3 dakika dinlenme
- Uzun süreli anaerobik dayanıklılık antrenmanı=500 metre x 6 tekrar - 3 dakika dinlenme

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Tablo 2.4 Yüzme branşı için dayanıklılık antrenman örneği.

- Kısa süreli anaerobik antrenmanı =20 metre çıkış x 3 tekrar-maksimum dinlenme
- Uzun süreli anaerobik dayanıklılık antrenmanı =50 metre x 3 set x 8 tekrar –tekrar arası dinlenme 15 saniye-set arası dinlenme 3-5 dakika

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Süresine Göre Dayanıklılık

Antrenman biliminde süreler birçok açıdan belirleyici ve işleri kolaylaştırıcı etmenler olarak karşımıza çıkar. Bu bağlamda dayanıklılık antrenman planlamasında süreleri referans olarak farklı sınıflamaları ifade etmek kaçınılmazdır. Tablo 2.3 ve 2.4'teki örneklerden anlaşılacağı gibi süre açısından dayanıklılığı etki alanına göre üç gruba ayırabiliriz. Bu gruplar, Tablo 2.5'te paylaşılmıştır. Uzun süreli, orta süreli veya kısa süreli olarak üçe ayrılan bu kısımda dayanıklılık ayrıca branşlara uygunluk açısından da değerlendirilmelidir.

Tablo 2.5 Dayanıklılığın süre açısından sınıflandırılması.

Kısa Süreli Dayanıklılık

- 45 saniye ile 2 dakika arasında değişebilir, anaerobik sistem baskındır

Orta Süreli Dayanıklılık

- 2 dakika ile 8 dakika arasında olan çalışmalardır, yorgunlukla başa çıkabilmek hedeflenir

uzun Süreli Dayanıklılık

- 8 dakika ve üzeri yapılan egzersizlerdir, kendi arasında üçe ayrılır
- 30 dakika
- 30-90 dakika arasında
- 90 dakika ve üstü olan

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Kısa Süreli Dayanıklılık

Maksimale yakın eforlarda geçirilen süreler 45 sn ile 2 dk arasını bulabilir. Bu süreçlerde anaerobik ortamlarda gerçekleşir. Bu yüzden üst düzey çalışma gücünün mümkün olduğunca korunması hedeflenir (400 m koşu , 200 m yüzme vb.).

Orta Süreli Dayanıklılık

Aerobik enerji sisteminin baskın olduğu sürelidir. Bir çok spor disiplninde bu sınıflama orta süreli dayanıklılık kuvvet ve kuvvette devamlılık olarak ifade edilirken genellikle 2-8 dakikalık yüklenmeleri içerir (1500 m koşu, 400 m yüzme vb.).

Uzun Süreli Dayanıklılık

Sporcunun 8 dakikanın üzerinde ve spor türünün özelliğine göre süratte ve hareketin temposunda herhangi bir düşüş olmadan aktivitenin devam ettirilebilmesidir. Bu tarz bir aktivitenin devamı için üst düzeyde kan dolaşımı ve solunum sistemi önem kazanmaktadır. Kendi arasında metabolik talepler açısından üçe ayrılabilir:

1. **Uzun süreli 1 (30 dakikaya kadar olan):** Glikoz metabolizması baskındır.
2. **Uzun süreli 2 (30-90 dk arası olan):** Glikoz ve yağ metabolizması beraber kullanılır.
3. **Uzun süreli 3 (90 dk üzeri olan):** Yağ metabolizmasının baskın olduğu sınıflamadır.

Aerobik Dayanıklılığın Geliştirilmesinde Kullanılan Antrenman Yöntemleri

Aerobik Dayanıklılık için sporcunun VO₂max değerinin %50'si ile %80 arası haftada 3-5 gün arasında 25-60 dakikalık antrenmanların yeterli olacağı ACSM (American College of Sports Medicine) tarafından ifade edilmiştir. Yenilenen literatürle birlikte birçok alternatif yöntem de günümüzde kullanılmaktadır. Klasik dayanıklılık antrenman yöntemlerini dört ana grupta inceleyebiliriz:

1. Sürekli Koşular
2. İnterval Koşular
3. Tekrar Yöntemi
4. Özel Antrenman Yöntemleri

Sürekli Koşular

Klasik bir yöntemdir, düşük şiddette uzun süreli yapılan çalışmalardır. Genellikle temel dayanıklılık amacıyla, geçiş dönemleri sırasında, toparlanma amacıyla gerçekleştirilir. Kendi aralarında üç gruba ayrılırlar:

1. **Devamlı Yavaş Koşular (Long Slow Distance):** Genellikle uzun mesafe sporcularının kendi tempolarını belirlediği, aerobik sistemden faydalanan düşük şiddetli koşulardır.
2. **Devamlı Hızlı Koşular:** Yavaş koşulara nispeten daha kısa mesafede olan koşular olmakla birlikte şiddet(%80-%90) yüksektir. Genellikle uzun mesafe koşucuları tarafından tercih edilir.
3. **Fartlek (Değişmeli) Koşular:** Bu yöntemin temel dayanağı, düzenli antrenman şiddetlerinin kısa süreli yüksek şiddetli aktiviteler ile değiştirilmesidir. Örnek Fartlek Antrenman metodu Tablo 2.6'da paylaşılmıştır.

Tablo 2.6 Fartlek antrenmanı metodu örneği.

5-10 dakika ısınma koşusu
Yaklaşık 1 km hızlı tempo koşu
Yaklaşık 5 dakika kadar hızlı yürüyüş
Jogging ardından 50-70 metrelik sprintler
Hafif tempolu koşular
Tepe koşuları yaklaşık 175-200 metre
Hızlı tempo koşuları yaklaşık 1 metre

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

İnterval Yöntem

Bu antrenman yöntemi, çalışma ve dinlenme sistemli olarak değişmesidir. Günümüzde en çok kullanılan dayanıklılık geliştirme yöntemleri (Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman) arasındadır. Bu yöntemde süreleri açısından üçe ayrılmıştır:

1. **Kısa Süreli İntervaller:** 15-20 saniye arası çalışmalardır.
2. **Orta Süreli İntervaller:** 1-8 dakika arası çalışmalardır.
3. **Uzun Süreli İntervaller:** 8-15 dakika arası çalışmalardır.

İnterval Antrenmanları şiddet açısından ikiye ayrılmaktadır:

1. **Yaygın (Extensive):** Antrenman kapsamı fazla şiddeti düşük olan yöntemdir. Burada amaç yüksek şiddetlere çıkmadan sporcu-

nunun 110 ila 120 kalp atım sayılarına düşmesi beklenir. Yaygın antrenmanlarda genellikle yüklenme şiddeti maksimum kalp atım hızının %60 ila %80'i arasında değişmektedir. Set aralarında 3 ila 10 dk arası dinlenme verilir. Tekrarlar arası dinlenme için ise sporcunun 110 ila 120 kalp atım sayılarına düşmesi beklenir.

- Yoğun (Intensive):** Antrenman kapsamı düşük şiddeti daha yüksek olan yöntemdir. Burada amaç ise kalp kasının büyümesi ve özellikle anaerobik süreçlerdeki dayanıklılığın geliştirilmesidir. Maksimal aerobik güç yani Vo_{2max} ile anaerobik eşik arasındaki şiddete tekabül eder. Böylece sporcunun yoğun bir interval antrenmanındaki kalp atım sayısı 190 nabız ve daha yukarısına kadar çıkabilir buradan yola çıkarak buradaki şiddeti sporcunun maksimal kalp atım hızının %80 ile üstü olarak ifade edebiliriz. Set aralarında 5 ila 10 dk arası dinlenme verilir. Tekrarlar arası dinlenme için ise sporcunun 110 ila 120 kalp atım sayılarına düşmesi beklenir

Tablo 2.7 Örnek yaygın(extensive) interval antrenmanı.

Yüklenme Şiddeti	Yüklenme Sıklığı	Yüklenme Kapsamı	Yüklenme Süresi
Koşu %60-80	4 set	12-40 tekrar	Orta (20 -60 dk)

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Yaygın interval antrenmanlarından yukarıda bahsetmiştik. Belirtilen tabloya göre oluşturulan bu antrenman programını incelediğimizde sporcumuzun; maksimal kalp atım hızının %60 ile %80'i arasında 4 set boyunca 12 ila 40 tekrar arasında koşması istenir. Tekrarlar arası dinlenme için ise sporcunun 110 ila 120 kalp atım sayılarına düşmesi beklenir.

Tablo 2.8 Örnek yoğun (intensive) interval antrenman.

Yüklenme Şiddeti	Yüklenme Sıklığı	Yüklenme Kapsamı	Yüklenme Süresi
Koşu %80-90	3-5 set	10-12 tekrar	Kısa 15-60 saniye

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Yoğun interval antrenmanlarından yukarıda bahsetmiştik. Belirtilen tabloya göre oluşturulan bu antrenman programını incelediğimizde sporcumuzun; maksimal kalp atım hızının %80-90 arasında 3-5 set boyunca 10-12 tekrar arasında koşması istenir. Tekrarlar arası dinlenme için ise sporcunun 110 ila 120 kalp atım sayılarına düşmesi beklenir.

Tekrar Yöntemi

Klasik anlayıştaki antrenman modelidir, seçilen mesafenin tekrarlarla yapılması prensibine dayanır. Kısa, orta ve uzun süreli dayanıklılığı geliştirme hedefiyle birlikte kardiyovasküler sistemin gelişmesi ve enerji depolarının artması gibi amaçları vardır. Her dinlenmeden sonra yeni bir tekrara başlanır. Asıl amaç mümkün olduğunca az tekrar sayısı ve yüksek yüklenme yoğunluğudur.

Diğer Özel Antrenman Yöntemleri

Yükseklik antrenmanları, müsabaka antrenmanları, tempo koşuları, tepe koşuları, sıçramalı-koşu antrenmanları bu grupta yer alır.

Tablo 2.9 Örnek tempo koşusu dayanıklılık antrenmanı.

Yüklenme Şiddeti	Yüklenme Süresi	Dinlenme Süresi	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Setler Arası Dinlenme
MAS %110	30 saniye	90 saniye	10 dakika	3	3-5 dk

Kaynak: Günay, Şıktar ve Şıktar, 2018.

Genel olarak dayanıklılık antrenman yöntemlerini ve fizyolojik koşullarında bu şekilde özetleyebiliriz. Aşağıda branşa özgün spesifik örneklerin yer aldığı güncel dayanıklılık geliştirme antrenmanlarına göz atalım:

Tablo 2.10 Yüksek şiddetli interval antrenman (uzun) örneği.

Branş	Yüklenme Şiddeti	Yüklenme Süresi	Aktif Dinlenme (Şiddeti)	Dinlenme Süresi	Tekrar Sayısı	Set Sayısı
Yüzme	%102-105	200m (2:20-30)	%0-30	90 saniye	4	2
Bisiklet	%95-100	4 dakika	%0-30	3 dakika	5	0
Koşu	%95-100	1 km (3-3.5 dakika)	%0-30	200 m (90-120 sn)	6	0

Kaynak: Jovanovic, 2018.

Tenis

Oyun bazlı çalışmalarda branşa özgün beceriler geliştirilebildiği gibi dayanıklılık özelliklerinde de gelişmeler literatürde yerini almaktadır. Bu çalışmada “C” noktasından her üç saniyede gelen topa sporcunun karşılık vermesi istenmiştir. Bunun yanı sıra 1,2 ve 3 numaralı alanda oyuncunun “backhand” vuruşları karşılması 4,5 ve 6 numaralı alanlarda ise “forehand” vuruşları karşılması istenmiştir.

Tablo 2.11 Tenis branşı için örnek yüksek şiddetli interval antrenman özellikleri.

Yüklenme Şiddeti	Yüklenme Süresi	Dinlenme Süresi	Yüklenme Kapsamı
%90-95 (Kalp Atım Sayısı)	60-120 saniye	45-90 saniye	4 set

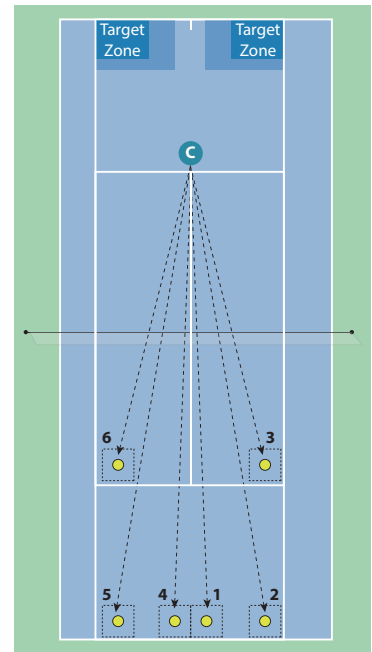
Buz Hokeyi

Bu örnek antrenman programında buz hokeyi sporcularından bisiklet ergometrelerinde 30 saniye boyunca bütün eforuyla pedali çevirmeleri sağlanmıştır. Koşuların yanı sıra bisiklet ergometresi de dayanıklılık antrenmanları için branşlara göre tercih edilebilir olmaktadır.

Tablo 2.12 Buz hokeyi branşı için örnek dayanıklılık antrenman programı (kısa interval).

Yüklenme Süresi	Dinlenme Süresi	Tekrar Sayısı	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme
30 saniye	15 saniye	9 dk 30 sn	3	3 dk

Kaynak: Ronnestad, Ofsteng ve Ellefsen, 2018.



Şekil 2.5 Tenis branşı için oyun bazlı yüksek şiddetli interval (uzun) antrenman örneği.

Kaynak: Laursen ve Buchheit, 2019.

Uzun Mesafe

Buradaki tabloda bir uzun mesafe maraton sporcusunun hafta içerisindeki bütün antrenmanları verilmiştir. Bu sporcunun dayanıklılık antrenmanlarını incelediğimizde yukarıda bahsettiğimiz metotların birden fazlasını uyguladığını görebilmekteyiz. Örneğin, pazar gününü dinlenerek geçiren sporcumuz pazartesi itibari ile 45 dakikalık bir fartlek koşusu ile antrenmanlara başlamıştır.

Tablo 2.13 Uzun mesafe sporcusunun haftalık antrenman programı.

Gün	Dayanıklılık Antrenmanı	Kuvvet Antrenmanı (Set-Tekrar)	Kuvvet Antrenmanı (Şiddet 1TM)
Pazar	Dinlenme (OFF)		
Pazartesi	45 dk-Fartlek	3 x 15	%75-80
Salı	60 dk (LSD) Koşu		
Çarşamba	45 dk İnterval Koşu	3 x 15	%70-75
Perşembe	60 dk Tepe Koşusu		
Cuma	45 dk Müsabaka Koşu	3 x 15	%<70
Cumartesi	120 dk (LSD)Koşu		

Kaynak: Reuter, 2012.

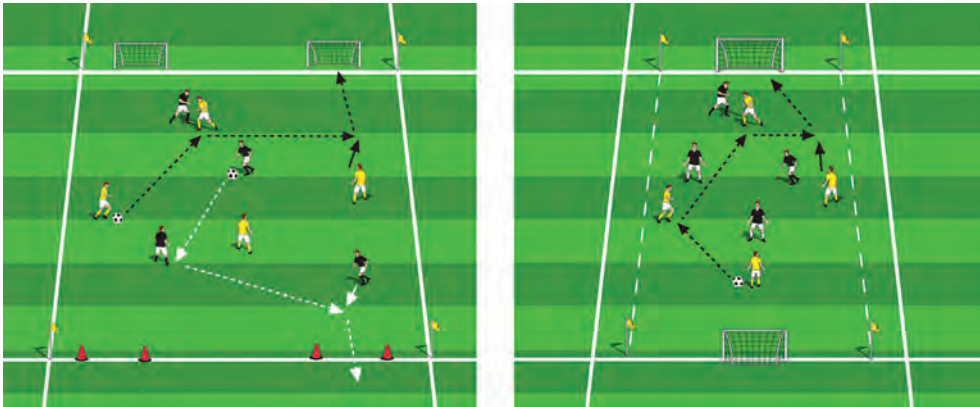
Futbol

Futbol branşında gerek oyuncu motivasyonu gerek taktik ve teknik beceri gerekse de uygulanabilirlik açısından dar alan oyunları, dayanıklılık kapasitesini geliştirmek ve sezon içerisinde bu kapasiteyi muhafaza etmek için sıklıkla kullanılmaktadır.

Tablo 2.14 Futbolda dar alan oyunları (dayanıklılık formatı)

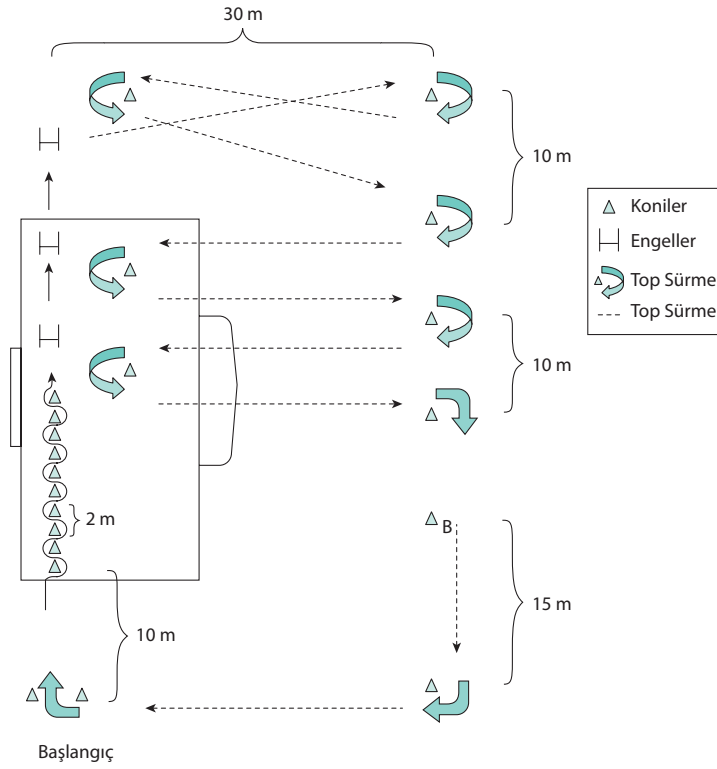
Oyuncu Sayısı	Saha Alanı (m x m)	Saha Büyüklüğü (m2)	Yüklenme Süresi	Dinlenme Süresi	Set Sayısı
2 x 2	20 x 20	100	2 dk 30 sn	2 dk	5
1 x 1	15 x 10	150	1 dk 30 sn	1 dk 30 sn	5

Kaynak: Dellal vd., 2012.



Şekil 2.6 Futbolda dayanıklılık antrenman yöntemi olarak uygulanan dar alan oyunları.

Kaynak: worldclasscoaching.com



Şekil 2.7 Futbola özgü dayanıklılık antrenman örneği.

Kaynak: Hoff vd., 2002.

Futbola özgü bu antrenman örneğinde; ok işaretleri boyunca oyuncuların hızlı bir şekilde top sürmeleri, A noktasından B noktasına geriye koşu yapmaları (topu kontrol ederek), kuleler arası topla geçiş yapmaları ve 30 cm yüksekliğindeki engellerin üstünden topu atarak geçiş yapmaları istenmiştir.

Tablo 2.15 Şekil 2.7’de yer alan örnek antrenmanın dizaynı.

Yüklenme Süresi	Set Sayısı	Dinlenme Süresi
3 dakika	2	4 dakika

Öte yandan oyuncu sayısındaki ve oyun alanındaki değişikliklere ek olarak mekanik çalışmanın yoğunluğunu ayarlamak için, birçok basit seçenek vardır: Örneğin oyun simülasyonları yerine (Kaleci) topla sahip olma oyunlarını (Kalecisiz) kullanmak veya mekanik iş yoğunluğunu azaltmak için gerçek maçtaki gibi amaçları olan, oyun alanının kenarlarına oyuncular eklemek (kanat oyuncusu-bek oyuncusu vb.). Aynı şekilde topla dokunma sayıları ve rakip baskı (gölge baskı-pasif baskı) gibi farklı kurallar ile bu dayanıklılık antrenmanlarının şiddeti ayarlanabilir.

Antrenman şiddetlerini ayarlamaktan bahsetmişken, dayanıklılık antrenmanları için şiddetleri özelleştirmek için kullanılan maksimal aerobik sürat (MAS-Maximal Aerobic Speed) kavramına da değinmek gerekir.

Maksimal Aerobik Sürat (MAS)

Yukarıda MaksVO₂ (Maksimal Oksijen Tüketimi) ve Enerji sistemlerinden bahsetmiştik. Bu bilgilerin ışığında MAS (Maksimal Aerobik Sürat) kavramını en yalın haliyle, MaksVO₂ 'de gösterilen en düşük sürat olarak açıklayabiliriz. Enerji sistemleri açısından düşündüğümüzde Aerobik enerji kaynaklarının baskın olarak kullanıldığı en son aşama olarak da değerlendirebilmemiz mümkün.

MAS hesaplamalarında birçok test protokolü uygulanmaktadır (Aşağıda kısaca bahsedeceğiz). Bu testlerle oyuncuların bireysel MAS değerlerini belirlemek, sezon içerisinde yapılacak olan dayanıklılık antrenman planlamalarında referans noktamızı oluşturmada antrenörlere yardımcı olmaktadır. Aerobik olarak dayanıklılığı artırma istenen oyuncunun MAS değerlerini bilmek ve buna göre yıllık antrenman planını yaptırmak günümüzdeki rekabetçi ve yenilikçi spor ortamında antrenörler için zorunlu hale gelmiştir.

MAS hesaplamaları için kullanılan bazı testler:

- Montreal Saha Testi
- Mekik Koşusu (Beep Test)
- Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi
- VAMEVAL
- 30-15 Aralıklı Fitness Test
- 1200 Metrelik Mekik Koşusu

- Koşu Bandı Laboratuvar Testi
- Süreye Yönelik Test (5 veya 6 dk boyunca yapılan koşu)
- Mesafeye Yönelik Test (1200-2000 metre boyunca yapılan koşu)

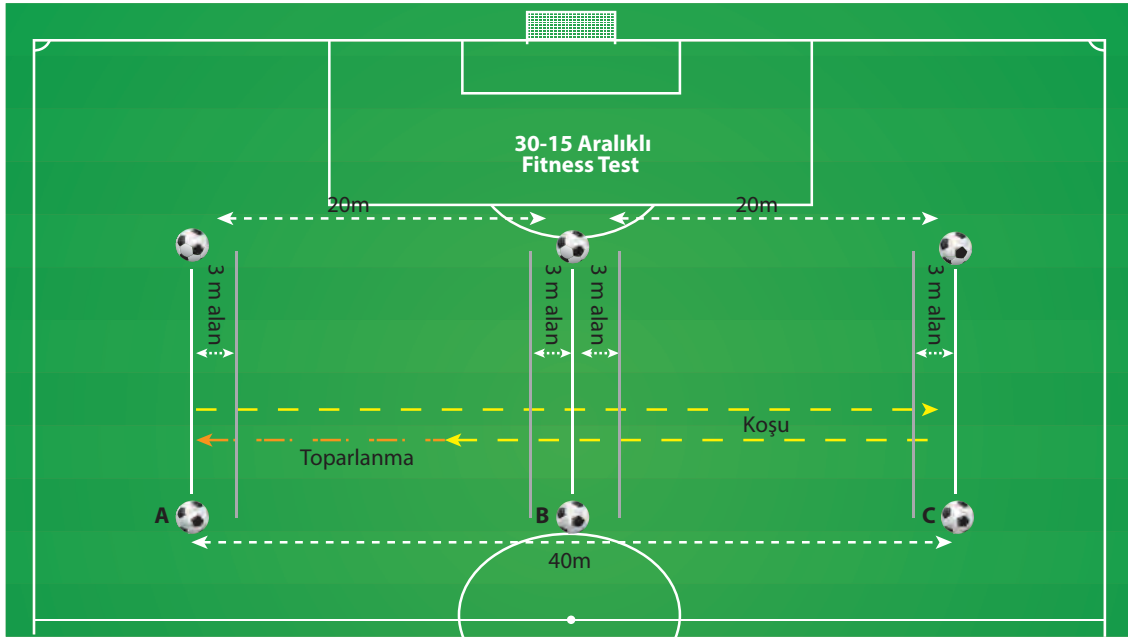
MAS değerlerine göre bazı dayanıklılık antrenman örnekleri Tablo 2.15 ve 2.16'da paylaşılmıştır.

MAS değerlerine göre interval antrenmanların planlanmasından bahsetmiştik. Mevcut tabloda, yüklenmenin hemen akabinde dinlenmesi, aktif dinlenme olarak tercih edilen bir örnek yüksek şiddetli kısa interval görmekteyiz. İnterval antrenmanları süresine göre üçe ayırdığımızdan bahsetmiştik.

30-15 IFT Protokolü

MAS değerlerinin belirlenmesinde kullanılan 30-15 Aralıklı Fitness Test, literatür tarafından geçerliliği ve güvenilirliği onaylanmış olup futbol, basketbol, buz hokeyi gibi branşların yanında atletizm için de uygulanmaktadır.

Bu testin protokolünde 30 saniyelik yüklenmelere karşın 15 saniyelik dinlenme süreleri bulunmaktadır. Her yüklenmeden sonra gerçekleştirilen dinlenimde katılımcıların hızı 0.5 km/s artırılarak başarılı bir VO₂maks değerinin hesaplanması amaçlanır.



Şekil 2.8 Futbol için kullanılan 30-15 aralıklı fitness test protokolü.

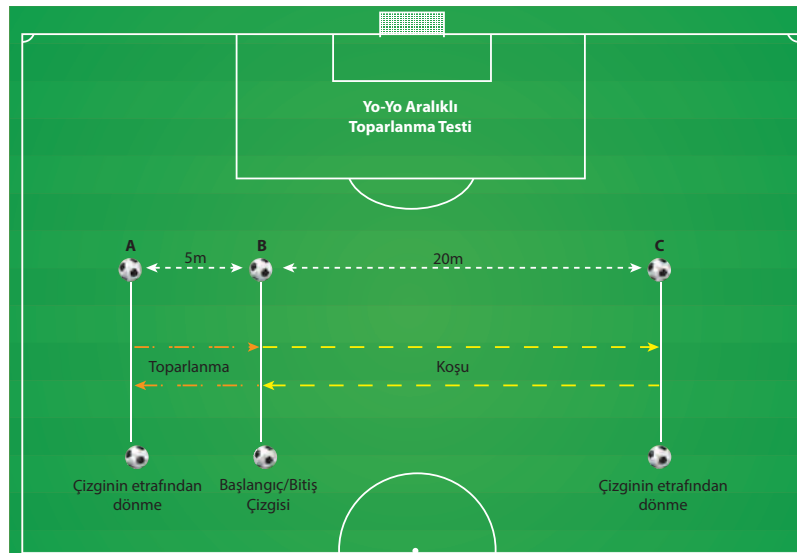
Kaynak: www.scienceforsport.com

Başlangıç uyarısıyla beraber katılımcıların her uyarıda 3' er metrelik alanlarda olması istenir. Sürekli olarak karşıya doğru yapılan koşuları içeren bu test protokolünde A ve C noktalarındaki çizgilere basarak dönüş yapma zorunluluğu bulunmaktadır. Dinlenme uyarısında ise katılımcıların karşıdaki en yakın çizgiye yürümeleri istenir. Katılımcıların tamamlayabilecekleri son hız IFT sonucunu oluşturur. Öte yandan bu IFT sonucu MAS'in %120'si olarak değerlendirilir.

Eğer katılımcılar uyarı seslerinde bu 3'er metrelik alanlarda olamazlar ise ilk ihtarlarını alırlar. Daha sonraki aşamalarda bu ihtar sayısı üçe ulaşırsa katılımcının testi tamamlanmış sayılır. Ayrıca katılımcı ikinci ihtarında veya daha sonraki ihtarında uyarı sesine yetişirse daha önceden aldığı ihtarlar sıfırlanır ve teste devam eder.

2.3.2 Yo-Yo Aralıklı Toparlanma Testi

MAS değerini belirlemek için kullanılan bir başka test olan Yo-Yo aralıklı toparlanma testinin 1 ve 2 olmak üzere iki farklı varyasyonu mevcuttur. Aslında aralarındaki temel fark teste başlangıç hızlarıdır. Şöyle ki: Yo-yo aralıklı toparlanma testi 1 başlangıç hızı 10 km/h iken yo-yo aralıklı toparlanma testi 2 başlangıç hızı 13 km/h olarak literatürde yer almaktadır.



Şekil 2.9 Yo-Yo aralıklı toparlanma test protokolü.

Kaynak: www.scienceforsport.com

Başlangıç aşamasında tüm katılımcıların B noktasında olması istenir ve her uyarıda sıradaki noktalarda olması istenir. Örneğin B noktasından koşmaya başlayan katılımcının bir sonraki uyarıda C noktasına yetişişi ardından gelen uyarı için de B noktasına yetişişi istenir. Daha sonra B noktasından A noktasına jog yaparak gidip tekrar B noktasına gelmesi istenir. Böylece katılımcı bir sonraki kademe için tekrardan B noktasında hazır bir şekilde bekliyor olacaktır. Katılımcıların toparlanma süresi 10 saniye olmakla beraber testi devam edebildikleri noktaya kadar sürdürmeleri istenir.

Ayrıca katılımcı üst üste iki defa uyarı seslerine yetişemezse skoru orada kaydedilir ve testi bırakmaları istenir.

1200 Metre Mekik Testi

Yine bir çok farklı branşta tercih edilen bu test protokolünde amaç, katılımcıların aerobik kapasitesini ve MAS değerlerini belirlemektir. Bir diğer adı Bronco olan bu test protokolü pratik bir uygulamaya sahiptir.

Testin içeriğine baktığımızda 20 metrelik 40 metrelik ve 60 metrelik mesafelere hiç ara vermeden toplamda 5 defa gidilmesinin yeterli olduğunu görmekteyiz. Bütün bu mesafeler dönüş içerdiğinden ve toplamda 5 kez yapılacağından dolayı katılımcıların mümkün olan en kısa sürede testi tamamları istenir. Daha sonra elde edilen süreye göre (genelde test 5-6 dk arası sürer) katılımcıların MAS değerleri hesaplanır.

İşin matematik boyutunda yani hesaplanmasında vücut ağırlığı önem kazanmaktadır.

100 kg ve üstü katılımcılar için şu formül uygulanırken;

$$MAS (m/s) = 1200 / (\text{geçen saniye} - 29)$$

100 kg altındaki katılımcılar için

$$MAS (m/s) = 1200 / (\text{geçen saniye} - 20.3) \text{ formülü uygulanır.}$$

Tablo 2.16 Aktif dinlenmeli yüksek şiddetli kısa interval.

Yüklenme Şiddeti (Süresi)	Aktif Dinlenme	MAS Değeri	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme
15 saniye (1:2)	30 saniye	%120	2-6	3-5 dakika
20 saniye (1:2)	40 saniye	%120	2-6	3-5 dakika
30 saniye (1:2)	60 saniye	%110	2-6	3-5 dakika

Kaynak: Jovanovic, 2018.

Bu örnekte ise göreceğiniz gibi dinlenme yöntemi olarak pasif dinlenme seçilmiş ve yaygın uzun interval antrenmanı MAS değerleri referans alınıp hesaplanmıştır.

Tablo 2.17 Pasif dinlenmeli yaygın uzun interval.

Yüklenme Şiddeti (Süresi)	Pasif Dinlenme	MAS Değeri	Set Sayısı	Set Arası Dinlenme
90 saniye (2:1)	45 saniye	%100	1-2	3-5 dakika
120 saniye (2:1)	60 saniye	%100	1-2	4-6 dakika
180 saniye (2:1)	90 saniye	%90	1-2	5-7 dakika

Kaynak: Jovanovic, 2018.



Araştırmalarla İlişkilendir

Futbola Özgü Oyun Bazlı Dayanıklılık Antrenmanları ve İnterval Antrenmanlarının Fizyolojik Çıktıları

Mevcut çalışmada, futbolda sıklıkla kullanılan dar alan oyunları ile interval koşuların fizyolojik çıktılarına bakılmıştır. Çalışmaya 22 amatör futbolcu katılmış olup (yaş ortalaması 4.7+-26.3) bütün antrenman müdahaleleri 6 hafta boyunca devam etmiştir. Antrenmanlardan önce futbolculara VAMEVAL testi ile 30-15 Intermittent Fitness Test uygulanış olup 6. haftanın sonucunda tekrar aynı testler uygulanmıştır. Antrenmanlar boyunca futbolcular üç gruba ayrılmıştır. İlk grup (8 futbolcu) dar alan oyunlarını, ikinci grup (8 futbolcu) interval koşuları, üçüncü grup (6 futbolcu) ise kontrol grubu olarak normal rutinlerine devam etmişlerdir.

Dar alan oyunlarının formatı 2 x 2 (oyuncu) ve 1 x 1 (oyuncu) olarak belirlenmiştir ve toplamda 9 antrenman boyunca oyuncular bu antrenman yöntemini uygulamışlardır. İnterval koşular ise pasif dinlenmeli olarak 30 x 30, 15 x 15 ve 10 x 10 olarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuç olarak, çalışmaya katılan iki antrenman grubunda da VAMEVAL ve 30-15 IFT test skorlarında anlamlı bir artış görülmüştür. Fakat kontrol grubunda böyle bir değişiklik gözlemlenmemiştir.

Kaynak: Dellal vd. (2012). Small sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*.

Öğrenme Çıktısı



3 Dayanıklılık antrenmanlarının sınıflandırılmasında ele alınan parametreleri değerlendirebilme

4 Dayanıklılık antrenman yöntemlerini tartışabilme

Araştır 2

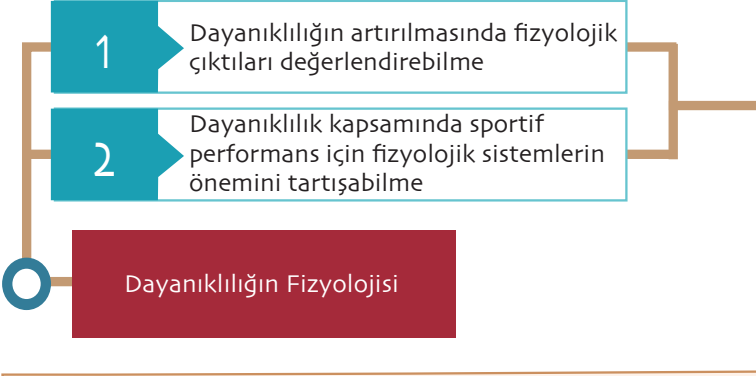
Süresine göre interval antrenmanlar kaçaya ayrılmaktadır?

İlişkilendir

Spor branşına özgü antrenmanlar ile yüksek şiddetli intervaller arasındaki yapıyı değerlendiriniz.

Anlat/Paylaş

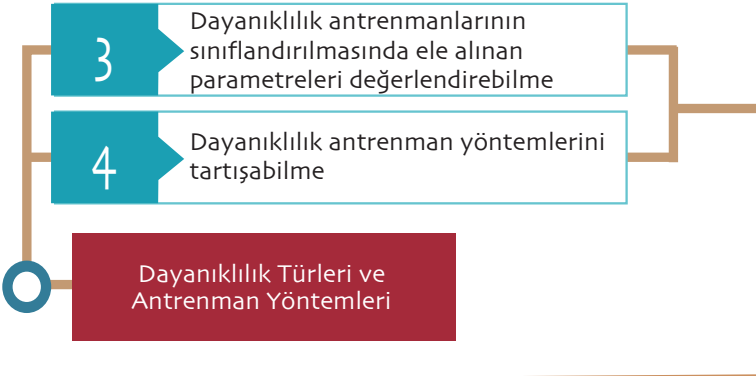
MAS kavramı ile spor branşlarına özgü uyarlanan antrenmanlar hakkında tartışınız.



İnsan organizması bütün yaşamsal faaliyetler için ATP (Adenozin Trifosfat) molekülüne ihtiyaç duyar. Organizmanın ATP depoları çok kısıtlı olduğu için sürekli olarak yeniden üretilmesi gerekmektedir. Bu üretim için kullanılan sistemler (aerobik , anaerobik) enerji sistemleri şeklinde özetleyebiliriz. Aerobik system, oksijenli ortamları ifade ederken, anaerobik sistem ise oksijensiz ortamları ifade eder. Oksijenli ortamda reaksiyonların devam etmesi sürecinde sitrik asit döngüsü (krebs siklusu) gerçekleşirken, glikojenin oksijensiz ortamda parçalanırken geriye bıraktığı son ürün nedeniyle oluşan metabolik yola laktik asit sistemi denmektedir. Laktik asite karşı dayanabilmek ve toleransı geliştirebilmek sporcuların anaerobik dayanıklılığın gelişmesi için önemli bir rol oynar.

Bunun yanı sıra kardiyovasküler sistem olarak ifade edilen kalp ve damar sistemi, antrenman esnasında oksijeni dokulara iletme gibi kritik bir görevi üstlenir. Sonuç olarak, antrenman esnasında dokuların ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve buna adaptasyon sağlayabilmek için kardiyovasküler sistem önemli bir rol oynar.

Dayanıklılık antrenmanlarına bağlı olarak sporcuda birtakım yeni uyumlar gözlenmektedir. Antrenmanlara bağlı olarak; organizmanın enerji kapasitesi artar ,kan hacmi artar, mitokondri sayısında artış gözlemlenir, kapillarizasyon artar.



Dayanıklılık antrenmanları planlanırken birçok sınıflamaya tabi tutabilir. İlk olarak ele aldığımız kasların kullanım durumuna göre sınıflandırmada kendi arasında genel ve özel olarak ikiye ayrılmaktadır. Daha sonra enerji sistemleri açısından dayanıklılığı sınıflandırdığımızda ise Aerobik ve anaerobik enerji sistemleri şeklinde özetlenebilir. Anaerobik enerji sistemlerini de kendi arasında alaktik anaerobik (ATP-Crp) ve laktik anaerobik (Anaerobik glikoliz) şeklinde ayırabiliriz.Son olarak süresine göre bir sınıflandırma söz konusudur. Süresine göre dayanıklılık antrenmanları ise kısa, orta ve uzun olmak koşulu ile üç grupta incelenir.

Dayanıklılığın geliştirilmesi için kullanılan klasik dört modeli; sürekli koşular, interval koşular (aralıklı), tekrar yöntemi ve diğer özel antrenman yöntemleri olarak özetlemek mümkündür. Sürekli koşuları kendi arasında yavaş, hızlı ve değişmeli (fartlek) koşular olarak üç grupta inceleyebiliriz. Son dönemlerde giderek popüler hale gelen interval yöntemini ise hem şiddeti açısından hem süresi açısından sınıflamak mümkündür. Süresi açısından kısa, orta ve uzun intervaller olarak üçe ayrılırken şiddet açısından yoğun ve yaygın olarak ikiye ayrılmaktadır. Tekrar yöntemi ise klasik anlayıştaki mesafe ve tekrar ilişkisine dayanır. Özel antrenman metotları ise tempo koşuları, tepe koşuları,yükseklik antrenmanı gibi yöntemleri içerisinde barındırır.

Bütün bunların haricinde, sporcuların (MAS)maksimal aerobik sürat değerleri (maksimum oksijen tüketimindeki en düşük hız) dayanıklılık antrenmanı planlamasında kullanılan yaklaşımlardan birisi olarak karşımıza çıkar. Sporcunun MAS değerlerinin hesaplanması için bir çok test mevcuttur ve bu testler neticesinde sporcunun ihtiyacına uygun antrenman planlaması oluşturmak birçok antrenörün ve spor bilimcinin işini kolaylaştırmaktadır.

1 Aşağıdaki aktivitelerin hangisinde Fosfojen/ATP-CP enerji sistemi baskın olarak kullanılır?

- A. Kum torbasına 10 dk yumruk atma
- B. 30 dk düz koşu
- C. 400 m yüzmeye
- D. Güllle atma
- E. 800 m koşusu

2 Aşağıdakilerden hangisi kalbin odacıkları arasında **yer almaz** ?

- A. Sağ atrium
- B. Sol ventrikül
- C. Sol atrium
- D. Sağ ventrikül
- E. İnterventriküler septum

3 Aşağıdakilerden hangisinde hemoglobinlerin oksijen taşıyabilme kapasitesi verilmiştir?

- A. 1.28 mL
- B. 1.34 mL
- C. 1.36 mL
- D. 1.40 mL
- E. 1.42 mL

4 Aşağıdaki parametrelerden hangisi Fick Formülünde **yer almaz**?

- A. Arteriyel-venöz farkı
- B. Atım hacmi
- C. Kalp atım sayısı
- D. Hemoglobin miktarı
- E. Kardiyak çıktı

5 Aşağıdakilerden hangisi dayanıklılık antrenmanları sonucunda görülen adaptasyonlardan biri **değildir**?

- A. Organizmanın enerji kapasitesi artar
- B. Dinlenik kan basıncı yükselir
- C. Kan hacmi artar
- D. Kapillarizasyon artar
- E. Mitokondri sayısı artar

6 Bir antrenmanı genel dayanıklılık antrenmanı kapsamında ele alırsak, devreye giren tüm kasların ne kadarından fazlasının kullanılması gerekir?

- A. 1/6
- B. 1/7
- C. 1/5
- D. 1/8
- E. 2/6

7 Aşağıdakilerden hangisi aerobik dayanıklılığın geliştirilmesinde kullanılan antrenman yöntemlerinden biri **değildir**?

- A. Tekrar yöntemi
- B. Dalgasal yöntem
- C. Sürekli koşular
- D. İnterval koşular
- E. Özel antrenman yöntemleri

8 Aşağıdaki seçeneklerin hangisinde sırasıyla yaygın ve yoğun interval antrenman şiddeti doğru verilmiştir?

- A. %60-%90 ile %90 ve üstü
- B. %40-%70 ile %70 ve üstü
- C. %60-%80 ile %80 ve üstü
- D. %50-%70 ile %70 ve üstü
- E. %50-%75 ile %75 ve üstü

9 Aşağıdaki testlerden hangisi MAS testleri arasında **yer almaz**?

- A. VAMEVAL
- B. 30-15 IFT
- C. Montreal saha testi
- D. PAR-Q testi
- E. Mekik koşusu

10 Anaerobik dayanıklılık ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A. ATP-Kreatin fosfat sistemi alaktik bir yapıdadır.
- B. Anaerobik glikoliz laktik bir yapıdadır.
- C. ATP-Kreatin fosfat sistemi 30 saniyeye kadar yapılan aktivitelerde enerji sağlar.
- D. Anaerobik glikolizde laktik asit miktarında bir artış gözlemlenir.
- E. Alaktik anaerobik sistem yüksek şiddetli aktiviteleri içerisinde barındırır.

1. D

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılığın Fizyolojisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. E

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılığın Fizyolojisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. B

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılığın Fizyolojisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. D

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılığın Fizyolojisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. B

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılığın Fizyolojisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. A

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. B

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. C

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. D

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. C

Yanıtınız yanlış ise “Dayanıklılık Türleri ve Antrenman Yöntemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Dayanıklılık antrenmanları sonucu organizmada görülen fizyolojik adaptasyonlar aşağıda sıralanmıştır:

- Dinlenik kalp atım sayısı azalır,
- Egzersiz sonrası toparlanması için veya set aralarındaki kalp atım hızı çabuk bir şekilde düşer ve daha hızlı toparlanmaya sebep olur,
- Kapillarizasyon artmasıyla birlikte kan akımında hızlanma görülür,
- Dinlenik kan basıncı (tansiyon) düşüş gösterir,
- Kan hacmi artar dolayısıyla plazma hacmi ve eritrosit (kırmızı kan hücresi) sayısı da artar. Bunların sonucunda aktif kaslarda daha fazla oksijen kullanma imkanı sağlanır,
- VO₂max'ta artış görülür,
- Organizmanın enerji kapasitesi artar,
- Alveoller ile kas dokusu arasındaki gaz değişimi kolaylaşır,
- Arteriyel- Venöz farkı artar,
- Laktik asidi tamponlama kapasitesi ve tolerasyonu artar.

Araştır 2

Süresine göre interval antrenmanlar kısa, orta ve uzun olmak üzere üçe ayrılır;

1. Kısa Süreli İntervaller: 15-20 saniye arası çalışmalardır.
2. Orta Süreli İntervaller: 1-8 dakika arası çalışmalardır.
3. Uzun Süreli İntervaller: 8-15 dakika arası çalışmalardır.

Kaynakça

- Baker, D. ve Heaney, N. (2015). Normative data for maximal aerobic speed for field sport athletes: A brief review. *J. Aust. Strength Cond.*, 23(7)60-67
- Billat, V. L., Flechet, B. Petit, B., Muriaux, G. ve Koralsztejn, J. P. (1999). Interval Training at VO₂maks :Effects on Aerobic Performance and Overtraining Markers. *Medicine & Science Sports & Exercise*
- Dellal, A., Varliette, C., Owen, A., Chirico, E. ve Pialoux, V. (2012). Small sided games versus interval training in amateur soccer players: effects on the aerobic capacity and the ability to perform intermittent exercises with changes of direction. *Journal of Strength And Conditioning Association*
- Ehrman, J. K., Kerrigan, D. J. ve Keteyian, S. J. (2018). *İleri Egzersiz Fizyolojisi* (Çev: G. Baltacı). Hipokrat Kitabevi.
- Ergen, E. (Ed). (2017). *Egzersiz Fizyolojisi* (6.Baskı). Nobel.
- Günay, M., Şıktar, E. ve Şıktar, E. (2018). *Antrenman Bilimi*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Hoff, J., Wisloff, U., Engen, L. C., Kemi, O. J. ve Helgerud, J. (2002). Soccer Spesific Aerobic Endurance Training. *British Journal of Sports Medicine*, 36 (3):218-21
- Jovanovic, M. (2018). *Hiit Manual: High Intensity Interval Training and Agile Periodization*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Laursen, P. ve Buchheit, M. (Ed.). (2019). Science and application of high-intensity interval training : solutions to the programming. *Human Kinetics*.
- Pallares, J. G., Cerezuella-Espejo, V., Moran-Navarro, R., Martinez-Cava, R., Conessa, E. ve Courel-İbanez, J. (2019). A New Short Track Test to Estimate to VO₂maks and Maximal Aerobic Speed in Well-Trained Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*. DOI: 10.1519/JSC.0000000000003121.
- Reuter, B (Ed). (2012). *Developing Endurance*. National Strength And Conditioning Association (US).
- Rønnestad, B. R., Ofsteng, S. J. ve Ellefsen, S. (2018). Block Periodization of Strength and Endurance Training is Superior to Traditional Periodization in Ice Hockey Players. *Scandinavian Journal Medicine Science and Sports*. DOI: 10.1111/sms.13326.
- Rowan, A., Kueffner, T. E. ve Stavrianeas, S. (2012). Short Duration High Intensity Interval Trainings Improves Aerobic Conditioning of Female College Soccer Players. *International Journal of Exercise Science*, 5(3) : 232-238.
- Scott, C. (2005). Misconceptions about aerobic and anaerobic energy expenditure. *J Int Soc Sports Nutr*, 2, 32-37.
- Stipanuk, M. ve Caudill, M. (2000). *Biochemical, Physiological and Molecular Aspects of Human Nutrition*. Saunders (US).
- Storey, K. B. (2004). *Functional Metabolism: Regulation and Adaptation*. Wiley-Liss Inc.(US).
- Yıldız, S. A. (2012). Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir? *Solunum*, 14:1-8, 2012

İnternet Kaynakları

old-ib.bioninja.com.au/options/option-b-physiology-of/b4-exercise-and-respiration.html

thoracickey.com/cardiac-anatomy-and-electrophysiology

worldclasscoaching.com

Bölüm 3

Genel Antrenman Bilimi: Kuvvet Antrenmanı IV

öğrenme çıktıları

Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar

- 1 Elit düzeyde kuvvet ve güç performansı sergileyebilmek için gereken parametreleri tartışabilme

Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri

- 2 Kuvvet-Güç üretme potansiyeli açısından antrenman çeşitlemelerini karşılaştırabilme

Anahtar Sözcükler: • Kuvvet • Güç • Mekanik Gerim • Nöral Adaptasyon • Kas Gelişimi
• Antrenman Çeşitlemeleri • Kümeleme Antrenman • Pliometrik



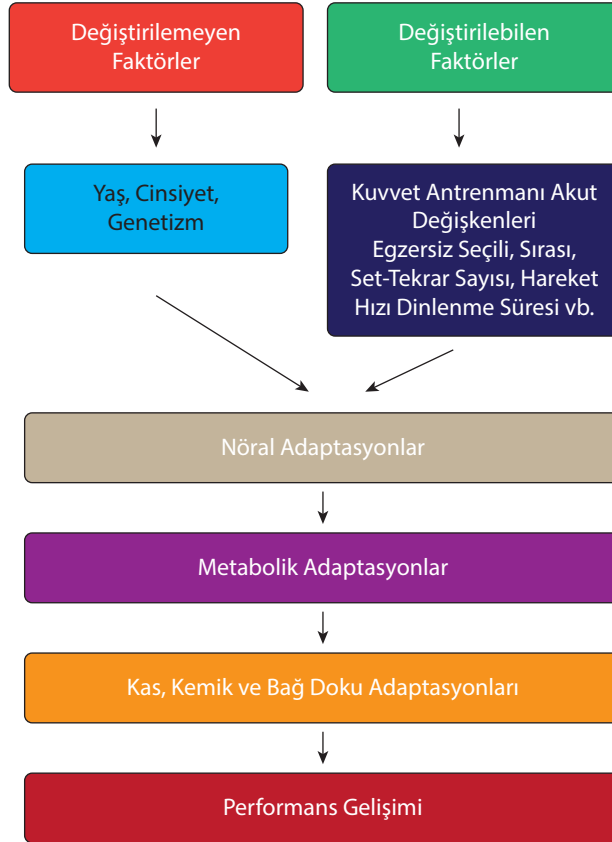
GİRİŞ

Branşa özgü kuvvet gelişimi, tüm antrenörler açısından son derece önemli olduğu kadar bir o kadar da paradoksal bir fenomendir. Bundan dolayı, yeterli ve verimli bir kuvvet gelişimi için bazı bileşenlerin iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu bağlamda, elit seviye antrenörlerin sporcuların kuvvet çıktılarına branşa özgü olarak optimize etmek zorundadır. Elit seviye kuvvet performansını etkileyen birçok parametre göze çarpmaktadır. Tipik bir şekilde elit seviye bir sporcuda müsabaka veya antrenman sırasında en yüksek kuvvet ve güç çıkışı oluşturması ve bu performansını da tüm etkinlik boyunca yorgunluk oluşturmada ihtiyaç duyduğu anda optimal düzeyde sergilemesi beklenmektedir.

Ancak, bu beklentinin karşılanması her ne kadar genetik özelliklere bağlı olsa da iyi yapılandırılmış bir kuvvet, gelişim antrenmanı ile sağlanabilecektir. Bu noktada unutulmaması gereken en önemli konuların başında, sporcuların performans düzeyleri büyük oranda sahip oldukları genetik yatkınlık ve bu yatkınlığı geliştirebilecek etkili antrenman içeriklerine bağlı olduğudur.

KUVVET GÜÇ GELİŞTİRME ANTRENMANLARI RASYONEL MEKANİZMALAR

Elit düzeyde kuvvet ve güç performansı sergileyebilmek için sahip olunması gereken parametrelerin gelişim diyagramı aşağıdadır.



Şekil 3.1 Performans gelişim diyagramı

Nöral Adaptasyonlar

Bedensel kinestetik bir hareketin başlangıcı, beyin üst merkezlerinde kontrol edilmektedir. Sporcuların bir aktivite sırasında üretmek istedikleri kuvvet ve güç potansiyeli beyin üst merkezleri içinde bulunan ve artmış motor ünite aktivasyonunu kontrol eden "motor korteks" yoluyla sağlanmaktadır. Motor korteks, yeni bir beceri, artmış bir motor ünite aktivasyonu veya karmaşık bedensel eylemler sırasında nöromusküler fonksiyonu arttırmak ve desteklemek için kendi aktivitesinde artışlar sergilemektedir. Ana-

robik antrenmanlar aracılığıyla motor korteks aktivitesinde meydana gelen bu değişimler omurilikte bulunan “*kortikospinal kanallar*” boyunca meydana gelen ve bedensel kinestetik hareketlerin kalitesini belirleyen nöral aktivitenin adaptasyonunu sağlarlar. Anaerobik antrenman yoluyla artan ve gelişen nöral etkinlik aynı zamanda hızlı kasılan ve kuvvet-güç üretme potansiyeli yüksek olan kas fiberlerinin motor ünite aktivasyonlarında da artışlara neden olmaktadır. Bu kanıyı destekler nitelikte, anaerobik antrenman içeriği uygulanan elit sporcular ile antrenmansız kişilerin karşılaştırıldığı bir araştırmada, motor ünite katılımı ve hızlı kasılan kas aktivasyon düzeylerinde elit sporcular lehine farklılıklar olduğu bildirilmiştir (Aagaard ve ark., 2002).

Sportif etkinlikler sırasında sergilenen hareketlerin büyük bölümü patlayıcı kuvvet gerektiren hareketler içermektedir. Patlayıcı tarzda sergilenen hızlanma, sıçrama, yön değiştirme gibi etkinlikler anaerobik metabolizma gerektiren hareketlerdir. Anaerobik metabolizma gerektiren hareketlerin geliştirilmesi ve adaptasyonları için planlanan antrenman modaliteleri çoğunlukla kassal hız, kuvvet ve güç gibi parametreleri içermelidir. Kassal hız, kuvvet ve güç gibi parametrelerin performans düzeyleri büyük oranda nöromüsküler potansiyele bağlıdır. Başka bir ifadeyle, bir sporcunun birim zamanda ürettiği kuvvet, güç ve hız performansı nöral etkinlik düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Bundan dolayı, anaerobik antrenman içerikleri büyük oranda nöral adaptasyonların optimize edilmesini amaçlamalıdır. Bu kanının rasyonel nedeni olarak, bedensel kinestetik hareket oluşumu, beyin üst merkezlerinden başlayarak tek bir kas fiberine ulaşmaktadır (Bu durum kısaca nöral sürüş olarak yorumlanabilir). Bundan dolayı, bedensel kinestetik bir hareketin optimize edilmesi nöral adaptasyonlar yoluyla gerçekleşmektedir. Sporcular için son derece kritik öneme sahip olan birim zamanda en yüksek kuvvet, güç ve hız üretme sorunsalının çözümü “*nöral sürüş*” optimizasyonu ile açıklanabilir. Nöral sürüş çalışma mekanizması olarak, kısa bir süre içinde yüksek yoğunlukla (patlayıcı) sergilenmesi beklenen bedensel kinestetik bir hareket sırasında, artmış kas fiber oranı, nöral ateşleme hızı, nöral senkronizasyon gibi fenomenler ile açıklanmaktadır (Sale, 1987; Semmler ve ark., 2004; Sale ve ark., 1990). Bu fenomenlerin büyük bölümü hareketin sergilenmesine katkı sağlayan potansiyel geliştirici unsurlardır. Ancak, bilindiği üzere kasların ürettiği

kuvvet ve gerilme oranlarını kontrol eden bazı spesifik “*oto-kontrol mekanizmaları*” da (kas içcikleri ve golgi tendon organı gibi) bulunmaktadır. Anaerobik tarzda yapılan antrenman uygulamalarının uzun dönem adaptasyonlar yolu ile kas içi oto-kontrol mekanizmalarını inhibe etme potansiyeli geliştirdikleri de rapor edilmiştir. Başka bir deyişle, elit düzeyde antrenman yapan sporcular, amatör paydaşlarına göre daha yüksek gerim ve kuvvet çıktısı üretmek için kas içi oto-kontrol mekanizmalarını baskılayabilirler (Aagaard, 2003; Gabriel ve ark., 2006). Ancak, elit seviye sporcuların uzun dönem kas içi oto-kontrol mekanizmalarında oluşan inhibisyon potansiyelleri sporcuların kas yaralanmalarına daha açık hale gelmelerine neden olabilir. Bundan dolayı, özellikle belirli bir zamana yayılmamış (uzun dönem adaptasyon stratejileri), kısa vadede yüksek performans gelişim amaçlayan antrenman modelleri, sporcuların kas, eklem, tendon, ligament gibi yaralanmalara karşı daha hassas olmalarına neden olacaktır. Bu bağlamda, özellikle anaerobik antrenman içeriklerinin planlanması sırasında sporcuların performans gelişim stratejileri kadar yaralanmaya maruz kalmadan antrenman ve müsabaka dönemlerini geçirmeleri önemlidir.

Nöromüsküler sistemin fonksiyonel birimi “*motor ünitelerdir*”. Bir alfa motor nöron, küçük boyutlarda 10’ dan az (parmak kasları) veya büyük boyutlarda 100’ den fazla kas fiberini (gövde ve bacak kasları) uyarabilirler (innerve ederler). Maksimal efor gerektiren etkinliklerin sergilenmesi için kas içinde bulunan motor ünitelerin aktivasyonları gerekmektedir. Maksimal kuvvet-güç üretimi büyük oranda motor ünitelerin ateşleme hızlarına bağlıdır. Literatür incelendiğinde, yeterli ve verimli kuvvet antrenman içerikleri ile motor ünite ateşleme hızlarında artışlar olacağı vurgulanmaktadır. Dahası, maksimal kuvvet-güç üretimini belirleyen unsurlar bulunmaktadır (Aagaard, 2003; Sale, 1987; Semmler, 2002). Bunlar:

- Kas katılım oranı,
- Motor ünite ateşleme hızı,
- Artmış nöral senkronizasyon.

Elit seviye antrenörlerin dikkat etmesi gereken bir diğer konu ise antrenman yoğunluğu ile aktiviteye katılan kas fiber oranları ve türlerinin değiştiği gerçeğidir. Bir hareketi sergilerken kas katılım oranını ve türünü belirleyen en önemli unsur hareketin zorluk düzeyidir. Hareketin zorluğu

arttıkça aktiviteye katılan motor ünite aktivasyonu ve fiber türlerinin değişimi “Boyut Prensibi” olarak ifade edilmektedir. Boyut prensibi, 1960’lı yıllarda “Elwood. Henneman” tarafından keşfedilmiş olup genellikle “Henneman Prensibi” olarak da anılmaktadır. Henneman’a göre kasılmanın büyüklüğü aktiviteye katılan kas fiberlerinde tip II lehine bir farklılaşmaya neden olmaktadır. Başka bir ifadeyle, uyarının büyüklüğü ile aktiviteye katılan kas fiber oranı ve büyüklüğü arasında pozitif bir ilişki olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı, maksimal kuvvet-güç çıktısı oluşturma en iyi yolu antrenman içeriklerinde anaerobik temelli antrenman içeriklerinin hazırlanmasıdır. “Boyut prensibi” çalışan kasların dışsal yüke göre kas fiberlerinin çalışma mekanizması hakkında bilgi vermektedir. Tipik olarak, iskelet kasları fiber dağılımı Tip I ve Tip II şeklindedir. Kuvvet-güç üretimi açısından dışsal uyarının büyüklüğüne göre çalışan kaslarda bulunan Tip I veya Tip II fiber katılımı belirlenmektedir. Bundan dolayı, dışsal uyarının (hız, çabukluk, yer-yön değiştirme, sıçrama vb.) büyük olduğu çalışmalarda motor ünite ateşleme oranı ve kas katılım düzeyi (Büyük oranda tip II fiberler lehine artışlar görülür) olacağı varsayılmaktadır. Ancak bazı durumlarda “boyut prensibi” çalışma mekanizmasında değişiklikler görülebilmektedir.

Literatür incelendiğinde, boyut prensibi açısından bazı istisnalar olduğu vurgulanmıştır. Bu spesifik durumların rasyonel açıklaması olarak, elit sporcular bazı koşullarda Tip I kas fiberlerini aktifleştirmeden (düşük eşikli motor ünite uyarımını) doğrudan Tip II kas fiber uyarımını sergileyebilirler. Bu fenomen için literatür, “seçici kas katılımı/inervasyonu” tanımını kullanmaktadır. Konunun daha iyi anlaşılması için örnekleyecek olursak; halter, pliometrik, hız, güç, çabukluk ve çeviklik gibi hareket modellerinde çok yüksek hızlarda kuvvet-güç üretimi söz konusu olduğu için kasların katılım oranı ve türlerinde “seçici kas katılımı” fenomeni görülmektedir (Sale, 2003; Staron ve ark., 1987; Ter Haar Romeny ve ark., 1982; Hakkinen ve ark., 1998; Staron ve ark., 1994). Başka bir ifadeyle, elit düzeyde hızın ve patlayıcılığın geliştirilmesi için sporcuların kas katılım mekanizmalarının adaptasyonu son derece önemli olacaktır. Çünkü, sporcuların kas katılım oranları açısından “seçici inervasyon” kuvvet üretim oranı ile doğrudan ilişkili olduğu için sportif performans için oldukça kritik öneme sa-

hiptir. Örneğin, 0.4 sn içinde gerçekleşen bir sıçrama sırasında kas katılımı sırasıyla Tip I’ den Tip II’ lere doğru olursa sürenin yetersizliği nedeniyle tüm kas fiberlerinin ateşleme oranlarında görülmesi muhtemel bozulmalar veya yetersizlikler sıçrama performansını negatif etkileyecektir. Bunun yerine, “seçici kas katılımı” fenomeni ile çok kısa sürede patlayıcı olarak kuvvet-güç üretimi talebi büyük oranda Tip II kas fiberleri katılımı ile sağlanmaktadır. Bundan dolayı “seçici kas katılımı” antrenman metodolojileri atletik performans gelişimi açısından olmazsa olmazlardandır (Newton ve ark., 1996; Kraemer ve Ratamess, 2000; Aagaard ve ark., 2002).

Metabolik Adaptasyonlar

Atletik performans gelişimi açısından elit seviye antrenörlerin odaklanması gereken konuların başında antrenman uygulamaları ile birlikte hücrel ve moleküler düzeyde oluşabilecek adaptasyonların farkındalığıdır. İnsan organizması, enerji üreten (kimyasal enerji) ve ürettiği enerjiyi büyük oranda mekanik enerji olarak kullanan sistematik bir yapıdır. İstirahat koşullarında enerjinin büyük bölümü (toplam enerjinin yaklaşık %80’ i) iç organlar tarafından kullanılırken bir egzersiz sırasında enerjinin büyük bölümü çalışan kaslar (toplam enerjinin yaklaşık %80’ i) tarafından kullanılmaktadır. Bu noktada, insan organizması için “moleküler motor” benzetmesi yapmak son derece doğru olacaktır. Bu bilgiler ışığında, sportif performans açısından performansı etkileyen ilk unsur her ne kadar nöral uyumlar olarak karşımıza çıksa da metabolik uyumların sportif performansın olmazsa olmazlarından olduğu bilinmelidir. Bu durumun rasyonel nedeni olarak, sportif performans sırasında üretilen ve tüketilen enerjinin hızlı ve sürekli olması beklenmektedir. Daha önce de belirttiği gibi kuvvet-güç üretimi için çapraz köprü etkileşimi sırasında kimyasal enerjinin (ATP’ nin hidrolizi) mekanik enerjiye dönüşümü (yaklaşık 20-50 kJ/mol serbest enerji) gerçekleşmektedir. Sportif performans açısından dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden biri üretilen bu serbest enerjinin ne kadarı mekanik enerjiye dönüştürüldüğüdür. Bu süreç için genel olarak “mekanik verimlilik” kavramı kullanılmaktadır. “Mekanik verimlilik” düzeyi sportif performansın düzeyini ve sürekliliğini sağlayan fenomendir. ATP’ nin (kimyasal enerji formu) hidrolizi sonucu çapraz köprü etkileşimi sırasında

enerjinin serbestlendiği bilinmektedir. Bu noktada ATP' nin organizmada büyük oranda karbonhidrat ve lipid gibi makro-moleküllerden sentezlendiği bilinmelidir. Atletik performans açısından organizmada üretilen ATP' nin laktat konsantrasyon düzeyi (Anaerobik glikoz sürecinde piruvat kaynaklı üretilir.) ve hücre içi oksijen taşınımı (solunum, krep sıklusu vb. süreçlerde) ile ilgili görülen değişikliklerden etkilendiği bilinmektedir (di Prampero ve Ferretti, 1999; Biewener, 2016; Diederichs, 2012; Karatzaferi ve ark., 2004; Kyrolainen ve ark., 1995). Literatür incelendiğinde, enerji değişimini etkileyen mekanizmalar arasında içsel ve dışsal iş üretme potansiyeli gibi faktörlerde sayılmaktadır. Atletik performans açısından optimal bir enerji üretimi için içsel ve dışsal iş oranları arasında bir denge oluşması gerekmektedir. Bu noktada içsel ve dışsal yüklerin nasıl belirlendiğinin bilinmesi yararlı olacaktır:

- **İçsel İş (Internal Work)** = Kas kuvveti x ilgili eklem(lerde) oluşan moment kolu,
- **Dışsal İş (External Work)** = Dışsal zemin reaksiyon kuvveti x kütle merkezinin yer değiştirmesi.

Başka bir ifadeyle, optimal performans elde etmek için içsel ve dışsal iş potansiyeli arasında belirli bir denge olması beklenmektedir. Bu denge durumu literatürde genel olarak "*mekanik verimlilik*" olarak işaret edilmekte ve aynı zamanda "*antrenedilebilir fenomen*" başlığı altında tartışılmaktadır. Bundan dolayı, elit seviye antrenörler, sporcuların "mekanik verimlilik" potansiyellerini geliştirmeyi amaçlamalıdır. Ayrıca, kuvvet-güç üretimi için dışsal işin hesaplanması zamana bağlı performans için oldukça önemlidir. Benzer şekilde, literatür araştırmaları atletik performans ile güç çıktısı arasında yüksek ilişki olduğunu vurgulamaktadır. Bu araştırmalardaki ortak bakış açısı, sıçrama, sprint ve yön değiştirme gibi becerilerin zamana bağlı ölçümü sırasında dışsal zemin reaksiyon kuvvetlerini belirlemeye yöneliktir. Bu durum, sporcuların sahip oldukları potansiyel enerjilerini kinetik enerjiye dönüştürme becerilerini belirlemek için kullanılabilir. Bu yöntem, sporcuların atletik performans açısından büyük öneme sahip olan kuvvet-güç çıktısının belirlenmesi ve geliştirilmesine yardımcı olacaktır (Kipp ve ark., 2013; Luhtanen ve Komi, 1978; Fischer ve ark., 2015; Hintzy ve ark., 2005; Jimenez-Reyes ve ark., 2014; Willems ve ark., 1995).

Tablo 3.1 Bazı sportif etkinliklerin metabolik talepleri.

Branş Türü	Fosfojen Sistem	Glikolitik Sistem	Aerobik Sistem
Amerikan Futbolu	Yüksek	Orta	Düşük
Okçuluk	Yüksek	Düşük	----
Basketbol	Yüksek	Orta-Yüksek	Düşük
Boks	Yüksek	Yüksek	Orta
Jimnastik	Yüksek	Orta	----
Maraton	Düşük	Düşük	Yüksek
Halter	Yüksek	Düşük	----
Futbol	Yüksek	Orta	Orta
Yüzme (kısa mesafe)	Yüksek	Orta	----
Yüzme (uzun mesafe)	Düşük	Orta	Yüksek
Atletizm (sprintler)	Yüksek	Orta	----
Atletizm (orta mesafe)	Yüksek	Yüksek	Orta
Atletizm (uzun mesafe)	Düşük	Orta	Yüksek
Voleybol	Yüksek	Orta	----
Güreş	Yüksek	Orta	Düşük

Kaynak: NSCA, 2015.

Her sportif etkinliğin kendi içinde kullandığı baskın bir metabolik talep miktarı bulunmaktadır. Bundan dolayı, sportif etkinliklerin ihtiyaç duyduğu ve geliştirilmesi beklenen metabolik taleplerine göre antrenman içeriklerinin oluşturulması kritiktir.

Kas Adaptasyonları

Elit seviye sporcular açısından bir becerinin sergilenmesi sırasında aktiviteye katılan kas fiberlerinin sayısı oldukça önemlidir. Basit manada, bir skuat hareketi sırasında (100 kg.lık bir ağırlıkla yapılan) etkilenen kaslarda yaklaşık 245 trilyon çapraz köprü kurulduğu bildirilmektedir. Bu çapraz köprülerde bulunan kalın filamanlarda yaklaşık 300 molekül miyozin olduğu rapor edilmiştir. Bu miyozin molekülleri kasılma sırasında kuvvet üretimi için bağlanma, dönme ve kopma (ayrılma) karakteri sergilerler. Tüm bu bilgiler ışığında, bir skuat performansını etkileyen unsurun temelde sarkomer (kasılabilen en küçük birim) düzeyinde olduğu unutulmamalıdır. İskelet kaslarında bulunan her 10 mm kas fiberleri yaklaşık 2.000 ila 2500 sarkomer içermektedir (Williams ve Goldspink, 1971; Barclay ve ark., 2010; Suzuki ve ark., 2005).

Atletik performans açısından elit antrenörler kuvvet çıktısının düzenleyici mekanizmalarını anlamak durumundadır. Kuvvet çıktısı düzenleyici mekanizmaları incelendiğinde özellikle her çapraz köprü performansı kuvvet çıktısı için hayati öneme sahiptir. Çünkü, çapraz köprülerin kurulma performansları güç çıktısını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Maksimal kuvvet, miyozin başının aktine bağlanma hızı olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle, bir sporcunun maksimal kuvvet-güç çıktısı büyük oranda miyozin başlarının aktine bağlanma hızları ile doğru orantılıdır. Ayrıca, maksimal kuvvet-güç çıktısını etkileyen diğer faktörlerin de sinir sistemi ve aksiyon potansiyelleri olduğu bildirilmiştir. Bu durumun rasyonel nedeni olarak, bir kas inervasyonu (uyarımı) için gerekli olan elektrik sinyallerinin iletimi gösterilmektedir.

İskelet kasları tipik olarak kendi içinde motor ünitelere ayrılırlar. Bu motor üniteler, kas fiberlerinden ve bu fiberleri uyaran motor nöronlarından meydana gelirler. Kas içi bu özelleşmiş yapıların antrene edilmesi son derece önemlidir. Son yıllarda, sıklıkla üzerinde durulan fenomenlerden kuvvet gelişim oranı (rate of force development, RFD) veya zirve kuvvet-güç gelişimi açısından en önemli

unsurun saniyedeki aksiyon potansiyeli sayısı (ateşleme oranı) olduğu bilinmektedir (Sogaard ve ark., 2006; Desmedt ve Godaux, 1977). Bundan dolayı, yüksek aksiyon potansiyeli yoluyla ortaya çıkan kuvvet-güç çıktısı, bir kasın kasılma kuvveti toplamı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, elit antrenörler sporcuların kuvvet-güç gelişim stratejisi için, yüksek ateşleme oranı (daha yüksek aksiyon potansiyeli artışı için) veya kuvvet gelişim oranı artışlarına odaklanmalıdırlar (Crocce ve ark., 2014).

Literatür incelendiğinde, sporcuların aksiyon potansiyel hızları hakkında her ne kadar genetik (kalıtsal) mirasa bağlı olduğu düşünülse de antrenman uygulamalarının bu genetik miras üzerine etki etme potansiyeli (epigenetik açıdan) olduğu yoğun bir şekilde vurgulanmaktadır. Başka bir ifadeyle, genetik mirasın aksiyon potansiyeli kapasitesi için bir ön koşul olduğu ancak aksiyon potansiyeli gelişimi için epigenetik faktörlerin (antrenman durumu, beslenme, dinlenme vb.) belirleyici olacağı öngörülmektedir (Van Cutsem ve ark., 1998). Bu kanının rasyonel açıklaması olarak, aksiyon potansiyeli büyüklüğünü, kuvvet-güç çıktısını ve kuvvet gelişimini etkileyen faktörlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu faktörler:

- **Nöromusküler boşluk veya aralık:** Bu alanlar aksiyon potansiyeli üretmek ve nörotransmitter salınımı süreçlerinin kontrolünü sağlamaktadır (Deschenes ve ark., 2000).
- **Kas fiberi iyon salınım düzeyi:** Sarkoplazmik retikulumdan salınan kalsiyum iyonlarının kas kasılması için öncül kabul edilen ateşleme hızını arttıran veya sınırlayan süreçlerin yönetimini içermektedir (49).
- **Çapraz köprü kinetikleri:** Miyozinlerin aktine bağlanma ve çözülme hızlarını kontrol eden süreçleridir (Miller ve ark., 2015).

Yukarıda belirtilen tüm bu fenomenler, kuvvet-güç çıktısı açısından oldukça önemlidir. Elit düzey sporcuların kuvvet-güç çıktısı gelişimi için belirtilen bu faktörlerin geliştirilmesi amaçlanmalıdır. Bu faktörlerin gelişimi için uygulanacak antrenman içerikleri kuvvet-güç gelişim stratejileri için son derece yararlı sonuçlar verebilecektir. Ayrıca, kuvvet-güç gelişimi için üzerinde durulan bu faktörler göz önüne alındığında kuvvet-güç antrenmanlarının temel amacı *"miyozinden başlayarak toplam kas dokunun antrene edilmesidir"*. Miyozinden kas dokuya antrenman metodolojisi günümüz antrenman

bilimi açısından kabul gören en önemli fenomenlerden biridir. Bu nedenle, optimal bir kuvvet-güç gelişimi için her bir miyozini etkileme ve geliştirme potansiyeli olan antrenman içeriklerinin oluşturulması yararlı olacaktır.

Tüm sportif branşlar için yer değiştirme oldukça önemli bir konudur. Sporcuların antrenman uygulamalarında veya müsabaka sırasında yer değiştirme hızları hem antrenman kalitesi hem de müsabaka performansı açısından belirleyici unsurlardan biridir. Görece olarak, organizmanın bir yerden bir yere hareketini belirleyen bazı önemli süreçler bulunmaktadır. Bu süreçler genel olarak içsel ve dışsal faktörler olarak sınıflandırılabilir. Organizmanın yer değiştirme fizyolojisini etkileyen içsel faktörler olarak çapraz köprü kurulum hızı, sarkomerlerin yapısı ve fonksiyonu, kas fiber dağılımı gibi faktörler sayılabilir. Ayrıca, bu içsel faktörlere ek olarak organizmanın maruz kaldığı yükler veya vücut ağırlığı gibi dışsal faktörler de yer değiştirme performansını etkileyebilir. Hücresel boyutta yer değiştirmenin fizyolojisi incelendiğinde, miyozinlerin hemen hemen 70 derecelik bir rotasyon yoluyla konumlandıkları noktalardan hareket ettikleri ve böylece yer değiştirme sürecinin (güç vuruşu veya kuvvet üretimi) başladığı düşünülmektedir. Ortalama olarak bir yer değiştirme potansiyelinin oluşması için tek bir çapraz köprü etkileşimi yaklaşık 5.3 nm olarak rapor edilmiştir. Bu durumun rasyonel açıklaması olarak, sarkomer içinde yer alan tek bir kas kasılması için başlayan bu etkileşimler tüm kas boyunca yayılarak devam etmektedir. Dinlenim koşullarında sarkomer boyunun 2-3 µm olduğu, kasılma veya kısama sırasında 1.0-1.5 µm ve gevşeme veya uzama sırasında ise 3.5-4.0 µm olabileceği rapor edilmiştir. Bir kasılma sırasında sarkomer kısılması ile ilgili iki teori göze çarpmaktadır. Bu teorilerden ilki, bir kas kasılması sırasında tüm sarkomerlerin aynı miktarda kısıldığı varsayımına dayanmaktadır. Diğer teori de ise, sarkomerlerin birbirinden bağımsız olarak her sarkomerin farklı miktarlarda kısıldığı öne sürülmüştür (Rassier ve ark., 1999; McGuigan, 2017). Bu varsayımsal modellerin, antrenman bilimi açısından önemi oldukça büyüktür. Çünkü, elit düzeyde antrenman metodolojisi, sarkomer düzeyde gelişim amaçlayarak oluşturulmalıdır. İddia edilen sarkomer kısılma varsayımları bir kasılma sırasında kuvvet üretimi – kas fiber uzunluğunun şeklini ve kapsamını etkileme potansiyeline sahiptir. Kuvvet

üretimi – kas fiber uzunluğu ilişkisini optimize etmenin yolu yeterli ve verimli antrenman içeriklerinin oluşturulmasıdır. Başka bir ifadeyle, sporcuların sarkomer düzeyinde kuvvet üretimi ile kas fiber uzunluğu antrenman uygulamaları ile optimize edilebilir. Ayrıca, maksimale yakın bir kasılma sırasında iskelet kasında meydana gelen uzama aralığı yaklaşık 10-20 mm civarında olabilmektedir (Herbert ve ark., 2002). Bu noktada, performans çıktısının temel bileşeni olarak sarkomer fonksiyonunun geliştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

Kas içi uzunluk değişimleri sırasında kuvvet-güç çıktısının değiştiği anlaşılmıştır. Kuvvet üretimi – kas fiber uzunluğu arasındaki ilişkinin kaynağı büyük ölçüde kasılma sırasında miyozin – aktin etkileşimi sonucu farklı sayıda kurulan çapraz köprülere dayanmaktadır. Bu bağlamda, maksimal kuvvet çıktısının azalmaya başladığı yer için tam bir konsensüs olmamakla birlikte ya kas boyunun çok kıalmaya başladığı evrede (ascending faz) ya da çok uzun olduğu evrede (descending faz) görüldüğü iddia edilmiştir. Optimal kuvvet üretimi – fiber uzunluğunun ise çok kısa ve uzun evrenin ortasında kalan (plato bölgesi olarak adlandırılabilir) bölümde gerçekleştiği düşünülmektedir (Descienes ve ark., 2000).

Kuvvet – güç gelişimi için sarkomer düzeyde görülen ve atletik performans için son derece öneme sahip olan elastik (pasif) enerji depolamanın fizyolojisini anlamak yararlı olacaktır. Bir kas kasılması sırasında kasın boyu kıalmaya başladığında çapraz köprü kurulum etkileşimi sonucu aktif bir kuvvet üretimi gerçekleşmektedir. Fakat, kas fiberinde uzamanın görülmeye başladığı evrede bozulan çapraz köprü etkileşimi sonucu sarkomerin son ucunda bulunan (Z çizgisi) miyozinin sabitlenmesini sağlayan “*titin*” (vücudun en büyük yapısal proteini olarak düşünülmektedir) gibi yapısal proteinlerin gerilme-uzama yetenekleri sonucu meydana gelen pasif kuvvet üretimi (elastik enerji depolama) görülebilmektedir. Sarkomer düzeyinde görülen bu pasif kuvvet üretimi elit seviye atletik performans bileşenlerinden koşma, sıçrama, yön değiştirme gibi patlayıcı kuvvet-güç gerektiren unsurları etkileyebilmektedir. Elit düzeyde sergilenen bir becerinin hızı atletik performans için son derece kritiktir. Bu nedenle, kuvvet üretimi ile hız arasında karmaşık bir ilişki olduğu unutulmamalıdır. Bir kasılma sırasında sarkomer boyunun kısılma hızı arttıkça (konsantrik fazın hızı) muhtemelen kuvvet-güç

üretim potansiyelinde eş zamanlı olarak düşme görülecektir. Ancak, yukarıda açıklanan kuvvet üretimi – kas fiber uzunluğu etkileşimi mekanizmasına dikkat edildiğinde eksantrik kas kasılması sırasında çeşitli gerilme refleksleri sonucu oluşan depolanmış elastik enerji yoluyla kuvvet-güç üretiminde artışların görülebileceği düşünülmektedir (Finni ve ark., 2003). Bu durumunun rasyonel mekanizmaları arasında, olağan bir konsantrik kas kasılması sırasında kuvvet üretimi ATP' nin hidroliz sonucu çapraz köprü kurulumu (miyozin bağlanma ve ayrılma hareketi) sonucunda gerçekleşir. Aynı durum eksantrik kasılma boyunca kuvvet üretimi, kas gerim atışına paralel olarak fiber boyunda meydana gelen uzamalar yoluyla çapraz köprülerin zorla ayrılması (miyozinin aktinden zorla ayrılması) sonucunda meydana gelir. Eksantrik kuvvet üretimi sonrası kas içinde meydana gelen kas hasarı fenomeninin eksantrik kasılma sırasında miyozin başlarının aktinden zorla ayrılması ve yapısal proteinlerin (titin) zorla uzatılması sonucu gerçekleştiği sanılmaktadır (Krylow ve Sandercock, 1977).

Kas Büyümesi

Elit seviye antrenörler için iskelet kası hipertrofisini anlamak oldukça kritiktir. Çünkü elit seviye sporcuların optimal kas gelişimi ile ihtiyaç duyulan kuvvet-güç üretimi arasında pozitif ilişki olduğu bildirilmiştir. Teorik olarak, iskelet kası hipertrofisi, uygulanan kuvvet antrenmanları sonucunda kasın enine kesit alanında (çapraz kesit alanı) artışlar ile açıklanmaktadır. Kuvvet antrenmanları sonrasında iskelet kaslarında görülen hipertrofik yanıtın rasyonel açıklaması olarak, kas içi protein birikimi (protein sentezinin protein yıkımından fazla olması durumu) artışları ile açıklanmaktadır. Bu protein birikiminde görülen artışlar, iskelet kasları miyofiberleri içinde bulunan kasılabilen (aktin ve miyozin) ve yapısal miyoflament proteinlerin (titin ve nebulin) artması ile sonuçlanmaktadır. Yapısal ve kasılabilen proteinlerde görülen bu artışlar yeni miyofibril gelişimine neden olmaktadır. Yeni miyofibril gelişimi ise iskelet kası hipertrofisi (yani kasın enine kesit alanında büyüme) ile sonuçlanmaktadır.

Literatürde iskelet kası gelişimi ile kuvvet-güç üretimi arasında pozitif yönde ilişki olduğu iyi dokümanite edilmiş bir fenomendir. Elit seviye sporcuların iskelet kası hipertrofik yanıt optimizasyonu kuvvet antrenman içeriklerine bağlıdır. Kuvvet antrenman uygulamalarında dikkat edilmesi gereken

en temel konu optimal kas uyarımına neden olacak "kuvvet antrenmanı akut değişkenlerini" belirlemektir. Kuvvet antrenmanı akut değişkenleri:

- **Hareket seçimi;** antrenmanı oluşturan hareketlerin seçimini içerir. Genel olarak ilgili sportif etkinliğin içinde yer alan ve yoğunlukla kullanılan hareketler tercih edilmelidir.
- **Hareket sırası;** belirlenen hareketlerin uygulama sırasını ifade eder. Hareket sırası basitten-zora, yavaştan-hızlıya, yüksüzden-yüklüye, genelden-özele doğru bir progresyon (ilerleme) izlemelidir.
- **Hareket yoğunluğu;** geliştirilmek istenen performansa uygun uyarıcı büyüklüğünü tanımlar.
- **Tekrar sayısı;** amaçlanan gelişimi sağlayacak hareketlerin uyarıcı büyüklüğüne göre tekrar etme sıklıklarıdır.
- **Set Sayısı,** antrenman içeriğinde bulunan hareketlerin özelliklerine göre yapılacak set miktarıdır.
- **Antrenman hacmi;** hareket, set, tekrar gibi faktörlerden oluşan toplam antrenman hedefidir.
- **Hareket hızı (Tempo);** hareketlerin tekrarlanma sürelerini içerir.
- **Dinlenme süresi;** her bir hareketin yoğunluk ve tekrar sayısına göre set ve hareketler arasında verilmesi gereken dinlenme aralığıdır.

İskelet kası büyümesi için, mekanik faktörler ile metabolik yanıtların optimal etkileşimi amaçlanmalıdır. Optimal hipertrofik yanıt için literatürde 3 fenomenden bahsedilmektedir. Bunlar:

- **Mekanik gerim;** kuvvet çalışmalarında bireye özgü belirlenen uyarıcının neden olduğu hücrel gerim algısıdır. Hipertrofik yanıtın öncülüdür. Başka bir ifadeyle, hipertrofik yanıt mekanizmalarının başlaması mekanik gerime bağlıdır. Bundan dolayı, hipertrofik yanıtın düzeyi iyi organize edilmiş mekanik gerim düzeyi ile ilişkilidir.
- **Metabolik stres;** iskelet kaslarında görülen mekanik gerim sonrası metabolik yanıtları tanımlamaktadır. Mekanik gerimin oranına göre hücrel düzeyde meydana gelen bir dizi metabolik tepkimeyi açıklamaktadır. Bu tepkimeler, kas içi sıvı, organik ve inorganik madde artışlarıdır.

- **Kas hasarı;** mekanik gerim sonrası hücresel bazda gelişen metabolik yanıtlar yoluyla kas içi kasılabilen veya yapısal proteinlerde görülen mikro-travmaların ya da mikro-yırtıkların neden olduğu fenomendir. Kas hasarı iskelet kası hipertrofinin olmazsa olmazıdır. Çalışan kasların hipertrofik yanıtı büyük oranda kas hasarına bağlıdır. Kas hasarı fenomeni “egzersiz kaynaklı gecikmiş kas ağrısı” olarak da bilinmektedir. “Egzersiz kaynaklı gecikmiş kas ağrısı” tanımlamasının kullanılma nedeni, kuvvet antrenmanları sonrası mekanik gerim yoluyla ortaya çıkan bu ağrının antrenmanın hemen sonrasında görülmemesi 24-72 saat sonra ortaya çıkmasıdır. Ayrıca, “egzersiz kaynaklı gecikmiş kas ağrısı” görülme durumu antrenman düzeyi, sporcunun hazır bulunurluğu, beslenme ve dinlenme durumu gibi faktörlere göre de değişebilmektedir. Bundan dolayı, antrenman içerikleri oluşturulurken sporcularda oluşturacağı kas hasarı düzeyleri önceden hesap edilmelidir. Çünkü, kas hasarı boyutunun büyük olması hem antrenman potansiyelini hem de müsabaka performansını sınırlayan bir durumdur. Bundan dolayı, kademeli bir kas hasarı periyodu planlamak son derece önemlidir. Dahası, elit düzeyde kas hasarı fenomeni için izlenmesi gereken progresyon ilkeleri antrenman dönemi bazlı olarak Tablo 3.2’de sunulmuştur.

Tablo 3.2 Kas hasarı açısından izlenmesi gereken periyotlama ilkeleri.

Antrenman Dönemi	Hasar Düzeyi	Toparlanma Süresi
Hazırlık Dönemi (Genel)	Yüksek	48-72 saat
Hazırlık Dönemi (Özel)	Orta - Yüksek	36-48 saat
Müsabaka Dönemi (Müsabaka öncesi)	Düşük - Orta	24-36 saat
Müsabaka Dönemi (Sezonda)	Düşük	24 saat veya minimal

İskelet kası hipertrofisi hakkında tartışılan bir diğer önemli sorunsal kas fiberleri açısından bir değişim/dönüşüm olup olmayacağıdır. Literatürde, kuvvet antrenman akut değişkenleri yoluyla sporcuların veya sedanterlerin kas fiber dağılımında değişiklik olup olmayacağı son yıllarda merak edilen konuların başında gelmektedir. İskelet kası hipertrofinin optimizasyonu için yüksek eşik uyaran potansiyeline sahip antrenman uygulamalarının daha efektif olduğu iddia edilmektedir. Bu iddianın rasyonel açıklaması, hipertrofik yanıtın kas fiberleri açısından nasıl değişeceğini araştıran çalışma sonuçlarına göre tip II kas fiberlerinin tip I’e kıyasla daha yüksek hipertrofik yanıtı sahip oldukları gösterilmiştir. Başka bir ifadeyle, tip II kas fiberlerini hedef alacak bir kuvvet antrenman içeriğinin daha yüksek hipertrofik yanıtı neden olabilecektir. Ancak, kuvvet antrenman uygulamalarının tüm formları iskelet kası hipertrofisine neden olabilecektir. Bundan dolayı, elit seviye antrenörlerin ihtiyaç analizine göre sporcuların kuvvet antrenman içeriklerini belirlemeleri gerekmektedir.

Literatür incelendiğinde, kas fiberleri teorik olarak tip I ve tip II olarak iki gruba ayrılmıştır. Ancak, bu sınıflamayı kabaca kasların ya tip I ya da tip II kas fiberine sahip olduğu şeklinde yorumlamak zayıf bir bakış açısı olacaktır. Teorik olarak, iskelet kasları genetik açıdan belirlenmekle birlikte en yoğun oksidatiften (tip I) en az oksidatif (tip IIx) doğru sistematik şekilde konumlanırlar. Son yapılan akademik araştırmalar, kas fiberleri sınıflaması olarak tip I, Ic, Iic, IIac, IIa, IIax ve IIx gibi alt grupların varlığından bahsetmektedir. Bundan dolayı, bu araştırmalar anaerobik içeriği yoğun antrenman uygulamaları ile kas fiber alt grupları arasında kaymalar veya değişimler olabileceğini iddia edilmişlerdir. Başka bir ifadeyle, kuvvet antrenman içeriklerinin iyi organize edilmesi, sporcuların hem morfolojik açıdan farklılaşmasına (görece olarak kas fiber büyümesi ve alt grup fiber değişimi) hem de metabolik yanıtların optimize olmasını sağlayabilecektir (Staron, 1997; Pette ve Staron, 2002; Perry ve ark., 1981). Bundan dolayı, elit seviye sporcularda kuvvet-güç üretimi morfolojik ve metabolik yanıtların optimizasyonuna bağlıdır. İskelet kasının hipertrofik yanıtını etkileyen faktörlerden biri de pennasyon (kas liflerinin tendona geliş açısı) açısıdır. Literatürde, daha büyük pennasyon açısının daha fazla protein biriktirme potansiyeli olduğu vurgulanmıştır. Bazı araştırmalar, daha önce kuvvet antrenmanı yapmış kişilerin yapmayanlara göre daha büyük pennasyon açısına sahip oldukları rapor edilmiştir. Aynı zamanda, kuvvet antrenmanları sonrası fa-

sikül uzunluğunda artışlara neden olduğu da bildirilmiştir. İskelet kas mimarisinde görülen bu değişimler kuvvet-güç üretimi potansiyelini etkileyebilir. Ancak, pennasyon açısı ile ilgili çalışmalarda elde edilen sonuçlar şu an için tutarsız olmasına rağmen mutlak kuvvet üretme potansiyeli açısından pennasyon açısının artması beklenirken kuvvet-güç üretme potansiyeli açısından ise fasikül uzunluğunun artması beklenmektedir (Aagaard ve ark., 2001; Callister ve ark., 1988; Hurley, 1989).



GÜÇ VE MAKSİMAL KUVVETİ GELİŞTİRMeye YÖNELİK ANTRENMAN ÇEŞİTLEMELERİ

Sportif performans açısından güç ve kuvvet gelişimi son derece kritiktir. Literatür incelendiğinde, kuvvet ve güç gelişimi için kullanılan antrenman yöntemleri oldukça çeşitlidir. Bundan dolayı, kuvvet ve güç geliştirme açısından tam bir konsensüs oluşmamasına ve paradoksal bir durumun ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Kuvvet ve Güç Paradoksu

Elit seviye antrenörler açısından, sportif performansın geliştirilmesi için kuvvet ve güç arasındaki bağıntıyı, kesişme ve ayrılma noktalarını anlamak son derece kritiktir. Tipik olarak kuvvet ve güç kavramları birbiri yerine genellikle kullanılmaktadır. Ancak bu durum yanlış bir kullanım olmasının yanında son derece kötü bir bakış açısıdır. Bu bağlamda, ilk olarak kuvvet kavramının açıklanması ünlü Fizikçi Sir lakaplı “Isaac Newton’ a” aittir (Hareketin ikinci yasasıdır.). Newton’a göre “*kuvvet*”, “*kütle çarpı hızlanmadır veya bir cismi hareket ettirme yeteneği*”

dir.” Bu tanımlamalardan dolayı kuvvet ölçü birimi tüm dünyada “*Newton*” olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan güç ise kuvvete göre daha karmaşık bir fenomendir. Ayrıca, “*Güç*” kavramı bir diğer önemli Fizikçi “*James Watt*” tarafından tanımlanmıştır. Güç kavramını tanımlamak için çok boyutlu bileşenlere ihtiyaç duyulmaktadır. Gücü tanımlamak için kullanmamız gereken bileşenler “*kuvvet, yer değiştirme, hız ve iş*”tir. Başka bir ifadeyle, güç için “*sergilenen işin oranı diyebiliriz*”. Bu tanımlamalardan dolayı, Watt’ a ithafen güç kavramı ölçü birimi “*Watt*” olarak kullanılmaktadır. Literatür incelendiğinde, kuvvet ve güç ölçümü için bazı formüller kullanılmaktadır. Özellikle güç için birçok formül kullanılmasına rağmen antrenörler için en uygun formül aşağıda ifade edilmiştir. Sonuç olarak, kuvvet ve güç birbirine benzemelerine rağmen oldukça farklı iki kavramdır. Elit sporcular arasındaki veya elit seviye takımlar arasındaki performans farkının genel olarak kuvvet ve güç parametrelerinden kaynaklandığı unutulmamalıdır. Başka bir ifadeyle, elit düzeyde yüksek performans çıktısı için kuvvet ve güç parametrelerinin önce bağımsız sonra birlikte optimal düzeyde geliştirilmesi gerekmektedir (Cormie ve ark., 2007; Gastin, 2001).

Tablo 3.3 Kuvvet-Güç antrenmanı fizyolojik adaptasyonları.

Parametreler	Adaptasyon Düzeyi
Enzim Aktivitesi	Kreatin fosfokinaz
	Miyokinaz
	Fosforuktokinaz
	Laktat dehidrojenez
	Sodyum-potasyum ATPaz
Enerji Depoları	Depo ATP
	Depo CP
	Depo glikojen
	Depo trigliserit
Kas Fiberleri	Fiber çapraz kesit alanı
	Kapiller yoğunluk
	Mitokondriyal yoğunluk
	Miyofibril yoğunluk
	Miyofibril hacim
	Stoplazmik yoğunluk
	Miyozin ağır zincir proteinler
Performans	Kas kuvveti
	Kas dayanıklılığı
	Aerobik güç
	Anaerobik güç
	Kuvvet üretim oranı
	Dikey sıçrama
	Sprint hızı
Bağ Doku	Ligament kuvveti
	Tendon kuvveti
	Kollajen içeriği
	Kemik yoğunluğu
Vücut Kompozisyonu	Vücut yağ oranı yüzdesi
	Yağsız vücut kütlesi

Kaynak: NCSA, 2015.

Güç Fenomeni

Atletik performans açısından son yıllarda önemi artan bir fenomen haline gelen güç çıktısının rasyonel mekanizmalarını anlamak elit düzey antrenörler için oldukça önemlidir. Organizma açısından “güç çıktısı,” üretilen kuvvetin neden olduğu yer değiştirme sonucu ortaya çıkan iş performansının oranıdır. Başka bir ifadeyle, “güç çıktısı” kuvvet, yer değiştirme ve zaman gibi bileşenler içermektedir. İfade edilen bu üç kavram atletik performans açısından gerekli olan ve son on yıllarda bilim insanları tarafından sıklıkla araştırılan ve tartışılan konuların başında gelmektedir. Literatür incelendiğinde, pratik olarak antrenörlerin “güç çıktısı” geliştirme stratejisi olarak yüksek yoğunluklu ağırlıklar ile yapılan antrenman içeriklerine göre patlayıcı (balistik) tarzda yapılan antrenmanların daha etkili olduğu iddia edilmektedir. Bu durumun rasyonel nedeni olarak, yüksek yoğunluklu ağırlıklar ile sergilenen kuvvet antrenmanları daha yüksek kuv-

vet çıktısı oluşturabilirken hareket hızında görülen yavaşlamalar atletik performans açısından elverişsiz bir kuvvet-güç gelişimine neden olabilmektedir. Ancak, daha düşük yoğunluklu ağırlıklar ile sergilenen patlayıcı tarzda kuvvet antrenmanları daha yüksek hız üretme potansiyeli açısından verimli olabilecektir. Bu durum, sporcuların kuvvet-güç üretme potansiyellerini branşa ve bireye özgü bir hale dönüştürecektir. Bu durumu iki farklı antrenman örneği ile özetleyebiliriz:

- **Geleneksel Kuvvet-Güç Gelişim Antrenmanı**
 - **Hareket:** Skuat
 - **Yük:** 1 MT' nin %85-100' ı
 - **Tekrar:** 1-3
 - **Set:** 2-4
 - **Tempo:** Belirsiz (genellikle yavaş hızlar)
 - **Amaç:** Kuvvet-güç potansiyelinde artış
 - **Sonuç:** Bireye ya da branşa özgü kuvvet-güç gelişim yetersizliği
- **Patlayıcı Temelli Kuvvet-Güç Antrenmanı**
 - **Hareket:** Skuat Sıçrama
 - **Yük:** 1 MT' nin %30-50' i
 - **Tekrar:** 12-15
 - **Set:** 2-3
 - **Tempo:** Mümkün olan en hızlı şekilde
 - **Amaç:** Kuvvet-güç potansiyelinde artış
 - **Sonuç:** Bireye ve branşa özgü kuvvet-güç gelişimi

Sportif etkinliklerde genel olarak tüm sporcular hızlı koşmak ve daha yukarıya sıçramak istemektedirler. Atletik performans açısından her iki antrenman deseni incelendiğinde, hangi antrenman

deseni için sporcuların bu isteklerini karşılama potansiyeli olduğu oldukça önemlidir. Çünkü hem elit seviye antrenörler hem de sporcular sergilenen bir hareketi en yüksek kuvvet-güç çıktısı ile birim zaman içinde en kısa sürede maksimal bir yer değiştirme oranı ile gerçekleştirmek niyetindedirler. Organizma gibi bir kütlenin birim zamanda en hızlı şekilde yer değiştirme potansiyeli büyük oranda kuvvet-güç üretimine bağlıdır. Bu durumun sağlanabilmesi içinde nöral, metabolik, kassal adaptasyonlar ve çevresel faktörlerin birlikte optimize edilmesi gerekmektedir (Harridge ve ark., 1996; 1998; Bottinelli ve ark., 1999; Miller ve ark., 2015).

Sonuç olarak, elit seviye sporcular için temel bileşenler olarak kabul gören koşma, sıçrama ve yön değiştirme gibi parametrelerin geliştirilmesi önemlidir. Araştırmalar, güç gelişimi için belirli yüklerle yapılan kuvvet antrenmanlarının etkili olduğunu vurgulamaktadır. Bu noktada en önemli sorunsal olarak optimal yük kavramı karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, optimal yük fenomeni açısından geniş spektrumlu antrenman metodolojilerin kuvvet-güç gelişimi için daha etkili olabileceği de rapor edilmiştir. Tüm sportif etkinlikler sırasında sporcular genellikle kendi vücut ağırlıkları ile branşın gerektirdiği performans parametrelerini sergilemektedirler. Bundan dolayı, kuvvet-güç çıktısını optimize etmenin en temel yollarından biri vücut ağırlığı ile kuvvet antrenman uygulamaları gerçekleştirmektir. Çünkü daha önce de ifade edildiği gibi, bir sporcunun kendi vücut ağırlığı ile çalışması sanılanın aksine dışsal yükün sıfır ya da minimal olmadığı dahası yaklaşık kendi üretebileceği maksimal gücün %30' una denk gelen bir dirence karşılık geldiği unutulmamalıdır (Miller ve ark., 2013; Harridge ve ark., 1996). Bu durumun daha iyi anlaşılması için aşağıdaki örneği inceleyebilirsiniz.

Soru-1: 80 kg olan bir sporcunun kendi vücut ağırlığını hareket ettirebilmesi için ihtiyaç duyduğu kuvvet ne kadardır?

Soru-2: 1600 Newton düzeyinde maksimal kuvvet çıktısı oluşturan aynı sporcunun vücut ağırlığının bu orana göre yüzdesi ne kadardır?

Cevap-1: $80 \text{ kg} \times 9.80 = 784 \text{ Newton}$ (her 1 kg=9.80 Newton' dur).

Cevap-2: $784 + 1600 = 2384 / 784 = \%30$ (vücut ağırlığının yaklaşık maksimal kuvvete oranı %30 civarındadır).

Başka bir ifade ile 784,53 Newton' luk bir kuvvet çıktısına neden olan bir vücut ağırlığına (yaklaşık 80 kg) sahip olan bir sporcu üretebileceği maksimal kuvvetinin %30' unu kullanarak kendi vücut ağırlığını hareket ettirebilmektedir. Bu bağlamda, elit seviye antrenörlerin sporcuların kuvvet-güç çıktılarını maksimize etmek için öncelikle sporcularının kendi vücut ağırlıklarını ($1 \times \text{Vücut Ağırlığı} (80 \text{ kg}) = 784,53 \text{ Newton}$) veya 1.5 katına ($1.5 \times \text{Vücut Ağırlığı} (80 \text{ kg}) = 1176,79 \text{ Newton}$) denk gelecek bir kuvvet çıktısı ile çalıştırmaları doğru

bir strateji olacaktır. Literatür incelendiğinde, sporcuların zirve kuvvet-güç çıktısı gelişim antrenman stratejisi olarak düşük yoğunluklu (vücut ağırlığının 1 veya 1.5 katı oranında balistik antrenmanlar) veya skuat performansı için 1 MT' nin %50-60 aralığında bir yük ile antrenman yapılması tavsiye edilmiştir (Fitts ve Widrick, 1996; Nuzzo ve ark., 2010; Cormie ve ark., 2007, 2008; Davies ve Young, 1984; Markovic ve Jaric, 2007; Cavagna ve ark., 1972; McBride ve ark., 2011). Ancak, bu değerlerin o araştırmaların örneklem grubu, egzersiz geçmiş ve güncel fitness düzeyleri için uygun olduğu unutulmamalıdır. Bu noktada, her sporcunun kendine has bir genetik miras ve hazır bulunurluk düzeyine sahip olacağı bundan dolayı da bu prensiplere uygun bireye özgü antrenman içeriklerinin hazırlanması daha doğru olacaktır.



Şekil 3.2 Kuvvet ve güç formülü.

Tüm bu bilgiler ışığında, elit seviye antrenörler antrenman planlamalarında kuvvet ve güç gelişim antrenman yöntemlerini öncelikle birbirinden bağımsız daha sonra da birlikte geliştirecek şekilde organize etmelidirler. Son yıllarda literatür, patlayıcı güç çıktısı veya branşa özgü kuvvet değerlendirmeleri için zirve güç veya ortalama güç gibi kavramları kullanmaktadır. Bu kavramların kullanılma nedeni, sportif performans açısından kuvvet-hız ilişkisinin anlaşılmasına çalışmasıdır. Başka bir ifadeyle, bir sporcunun sportif performansı açısından gücünü gösteren en temel bağıntı kuvvet-hız ikilisidir. Yani, sporcunun birim zamanda ürettiği kuvvetin hızı sadece kuvvete göre daha önemlidir. Özellikle, branşa özgü değerlendirmeler yapılırken sporcular arasında muhtemel kuvvet ve güç değerlendirmeleri kuvvet-hız bağıntısına göre yapılmalıdır. Bu noktada konunun daha iyi anlaşılması için bazı örnekler verilebilir. Üç farklı basketbol sporcusu örneğinden gitmemiz gerekirse;

A: 25 yaşında, 110 kg ağırlığında, antrenman yaşı 24 olan, maksimal skuat (çömelme) performansı 130 kg olan bir basketbolcu olsun (kaldırma hızı 0.976 sn olsun).

B: 25 yaşında, 85 kg ağırlığında, antrenman yaşı 24 olan, maksimal skuat (çömelme) performansı 120 kg olan bir basketbolcu olsun (kaldırma hızı 0.657 sn olsun).

C: 25 yaşında, 69 kg ağırlığında, antrenman yaşı 24 olan, maksimal skuat (çömelme) performansı 100 kg olan bir basketbolcu olsun (kaldırma hızı 0.743 sn olsun).

Aynı yaş, branş ve antrenman geçmişine sahip bu üç sporcunun kuvvet veya güç performanslarını hesaplamak, kıyaslamak ve değerlendirmek için hangi stratejiler kullanılmalıdır. Bu sporcular ara-

sında muhtemel farklılıkları elde edebilmek için aşağıdaki sorular mutlaka cevaplanmalıdır.

1. Mutlak kuvvet performans çıktısı?
2. Rölatif kuvvet performans çıktısı?
3. Kuvvet-Hız bağıntılı performans çıktısı?

Bu noktadan sonra birinci sorunsal mutlak kuvvetlerin belirlenmesidir. Mutlak kuvvetin belirlenmesi kabaca sporcuların kaldırdıkları ağırlık miktarına bakarak karar verilebilir. 3 sporcunun mutlak kuvvet çıktıları incelendiğinde;

Sporcuların Mutlak Kuvvet Hesaplamaları:

A= "130 kg"

B= "120 kg"

C= "100 kg"

Bu sonuçlara göre A sporcusu diğer sporculara kıyasla mutlak kuvvet açısından daha kuvvetli olarak yorumlanabilir. Ancak sadece mutlak kuvvet çıktısı, sporcuların mevcut kuvvet ve güç çıktıları hakkında bilgi vermesi açısından son derece zayıf bir değerlendirme yöntemidir. Elit seviye antrenörlerin tek başına mutlak kuvvet değerlendirmesi ile sporcularının kuvvet ve güç performans çıktılarını yorumlamaları beraberinde büyük problemlere neden olabilir. Bu nedenle, mutlak kuvvet kaynaklı oluşabilecek hata düzeyini minimize etmek için kuvvet ve güç çıktısını etkileme potansiyeli olan vücut ağırlığının da hesaba katılması (rölatif kuvvet belirleme) tek başına mutlak kuvvet değerlendirmesine göre daha doğru bir değerlendirme olacaktır. Bu bağlamda, sporcuların kaldırdıkları ağırlık (mutlak kuvvet) skorlarının vücut ağırlıkları ile düzeltilmesi yani ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Başka bir ifadeyle sporcuların benzer yaş, antrenman deneyimi ve kaldırılan ağırlık performans dü-

zeyine sahip olmaları aynı kuvvet ve güç çıktısına sahip oldukları anlamına gelmemektedir. Aşağıda 3 sporcunun rölatif kuvvet skorları hesaplanmıştır.

Sporcuların Rölatif Kuvvet Hesaplamaları:

$$A = "130 \text{ kg}/110 = 1.18 \text{ kg}$$

$$B = "120 \text{ kg}/85 = 1.41 \text{ kg}$$

$$C = "100 \text{ kg}/69 = 1.44 \text{ kg}$$

Tüm sporcuların belirlenen rölatif kuvvet çıktıları incelendiğinde, daha önce mutlak kuvvet açısından en yüksek performans düzeyine sahip olan A sporcusunun en düşük rölatif kuvvet çıktısına sahip olduğu bulunurken mutlak kuvvet açısından en düşük performans skoruna sahip olan C sporcusunun rölatif kuvvet çıktısı açısından en iyi performans düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, sporcuların kuvvet ve güç performansları belirlenirken her kg'lık vücut ağırlığına karşılık gelen performans düzeyini belirlemek tek başına mutlak kuvvete göre daha değerli sonuçlar verecektir. Ancak rölatif kuvvetin ölçülmesi ve değerlendirilmesi tek başına sportif performans açısından yeterli değildir. Bundan dolayı bir diğer kuvvet-hız performans çıktısı belirleme yöntemi birim zamanda üretilen kuvvetin tespit edilmesidir. Başka bir ifadeyle, sporcuların maksimal kaldıracabildikleri ağırlıkları istenilen düzeyde sergilerken ne kadar sürede bu performansa eriştikleri daha önemlidir. Özellikle atletik performans açısından birim zamanda en yüksek kuvvet çıktısına en kısa sürede erişmek oldukça kritiktir. Elit seviye antrenörlerin en nihai amacı, sporcuların birim zamanda üretebildikleri kuvvet-hız profillerini optimize etmek olmalıdır. 3 sporcu açısından kuvvet-hız profillerini belirleyelim.

Sporcuların Maksimal Kuvvet Kaldırma Hızı Hesaplamaları:

$$A = "130 \text{ kg}/110 \text{ kg} = 1.18 \text{ kg} / 0.976 \text{ sn} = 1.20 \text{ m/sn}$$

$$B = "120 \text{ kg}/85 \text{ kg} = 1.41 \text{ kg} / 0.657 \text{ sn} = 2.14 \text{ m/sn}$$

$$C = "100 \text{ kg}/69 \text{ kg} = 1.44 \text{ kg} / 0.743 \text{ sn} = 1.93 \text{ m/sn}$$

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, sporcuların bireysel güncel düzeylerinin belirlenmesi ve kuvvet-güç antrenman içerikleri için kullanılacak ölçme ve değerlendirme yöntemleri açıklanmıştır. Bu noktada, mutlak kuvvet açısından farklılaşan performans sonucu rölatif kuvvetin belirlenmesi ile optimize edilebilir. Ancak en optimal değerlendirme yöntemi olarak rölatif kuvvete ek olarak hareket hızının da belirlendiği maksimal kuvvet çıktılarının tespiti sporcuların güncel kuvvet performans skorları hakkında değerli sonuçlar verebilecektir. Kuvvet-hız ilişkisi açısından elit antrenörlerin dikkat etmesi gereken en temel faktör belirlenen maksimal ağırlığın kaldırılma hızıdır. Bu bağlamda, muhtemel kaldırılan bir maksimal ağırlık ne kadar kısa sürede kaldırılırsa o kadar daha yüksek performans düzeyi ile açıklanabilir (Formülizasyonda belirtilen maksimal kuvvet kaldırma hızı değeri ne kadar yüksek ise sporcunun kuvvet-güç performans çıktısı o kadar yüksek olacaktır).

Sonuç olarak, sporcuların kuvvet-güç ikisini değerlendirebilmek için aşağıdaki sıralama dikkate alınmalıdır. Elit seviye antrenörlerin, hem sporcuların kuvvet-güç değerlendirme kriteri olarak hem de antrenman içeriklerinin dizaynı için aşağıda belirtilen faktörleri göz önünde bulundurmaları son derece önemlidir:

- Kaldırılan mutlak ağırlık ölçümü,
- Vücut ağırlığı ile düzeltilmiş rölatif ağırlık hesaplanması,
- Maksimal ağırlığı kaldırma hızı.

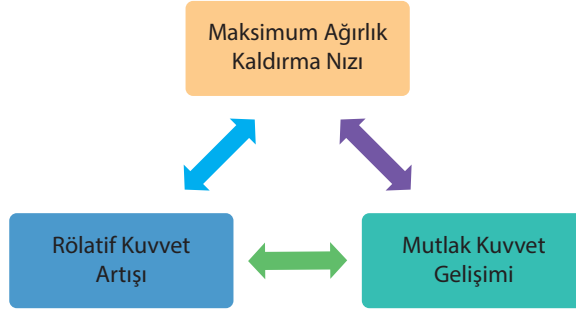
Sporcuların tüm değerlendirme yöntemleri açısından değerlendirme tablosu aşağıda sunulmuştur.

Tablo 3.4 Kuvvet değerlendirme örnekleri.

Katılımcı	Mutlak Kuvvet (kg)	Rölatif Kuvvet (%)	Kaldırma Hızı (sn)	Kaldırma İndeksi (%)
A Sporcusu	130*	1.18	0.976 m/sn	1.20
B Sporcusu	120	1.41	0.657* m/sn	2.14*
C Sporcusu	100	1.44*	0.743 m/sn	1.93

* kendi ölçüm parametresi açısından en iyi performans

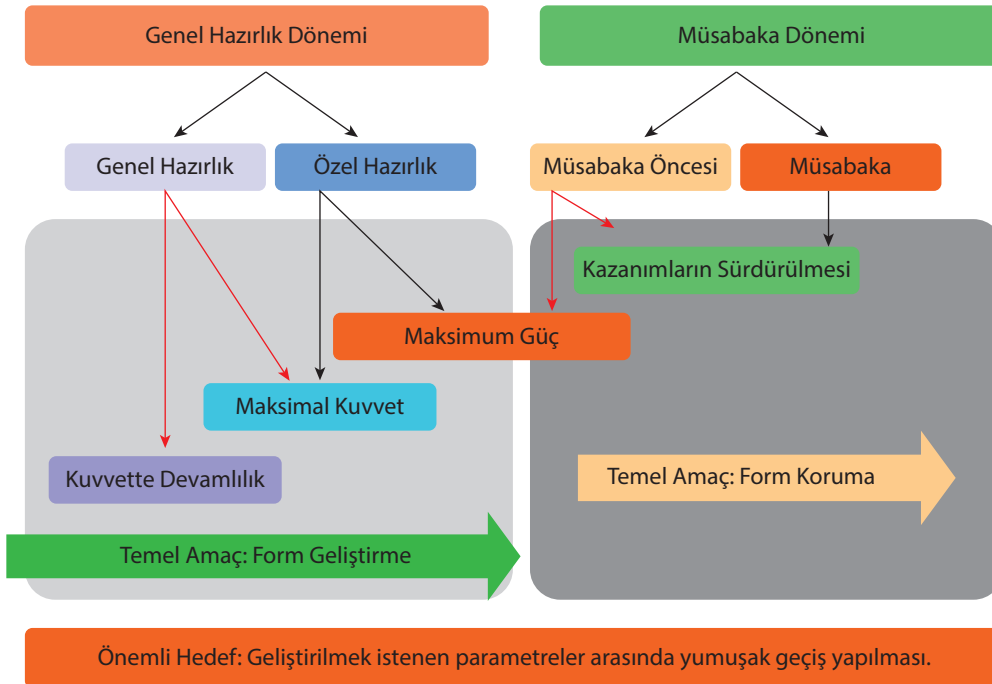
Tablo incelendiğinde, 3 farklı sporcu açısından ölçülen maksimal kuvvet çıktıları görülmektedir. Bu sonuçlara göre, B sporcusu hem mutlak hem de rölatif kuvvet açısından diğer sporculara kıyasla daha kötü performans sergilemesine rağmen hem kaldırma hızı hem de indeksi açısından diğer sporculara kıyasla daha yüksek performans sergilemiştir. Bu durum, B sporcusunun diğer sporculara göre daha yüksek müsabaka performansı sergileme potansiyeline sahip olacağı anlamına gelebilir. Elit seviye sporcuların kuvvet-güç performans çıktılarını geliştirmede kullanmaları gereken diyagram aşağıdaki gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Elit seviye kuvvet-güç geliştirme paradigması

Kuvvet-Güç Gelişim Periyotlaması

Tüm sportif etkinlikler açısından kuvvet-güç gelişim stratejilerinin önemi kadar kuvvet-güç gelişim zamanlaması da kritiktir. Bundan dolayı, elit seviye antrenörlerin sporcuların kuvvet-güç gelişim zamanlamasını iyi organize etmesi gerekmektedir. Bu noktada, dikkat edilmesi gereken stratejiler aşağıdaki grafikte sunulmuştur.



Şekil 3.4 Kuvvet-Güç gelişim periyotlaması diyagramı

Kuvvet-Güç Gelişim Teknik-Taktik Antrenman Metodolojileri

Üst düzey atletik performans sergilemek için ilgili sportif etkinlik sırasında ihtiyaç duyulan ve sürekli geliştirilmesi amaçlanan parametrelerin başında kuvvet-güç üretimi gelmektedir. Elit seviye antrenörle-

rin odaklandığı konuların başında, sporcularının sahip oldukları kuvvet-güç gelişim düzeylerini sürekli olarak geliştirme hedefi gelmektedir. Bundan dolayı, sporcuların kuvvet-güç gelişimlerini kararlı denge (plato) seviyesinde bekletmeden geliştirme stratejileri kullanılmaktadır. Bu amacın altında yatan rasyonel neden ise, performans çıktısını en temel bileşenlerinden biri olarak kuvvet-güç üretimi olduğu gerçeği gösterilmektedir. Literatür incelendiğinde, kuvvet-güç üretimi iki temel antrenman metodolojisi üzerine yoğunlaşmıştır. Bunlarda biri “*eski okul yaklaşımı*” olarak adlandırılabilir olan “*geleneksel kuvvet antrenman*” modeli diğeri ise “*yeni okul yaklaşımı*” olarak ifade edebileceğimiz “*değişken (hız-temelli) direnç antrenman yaklaşımı*” modeli olarak karşımıza çıkmaktadır. “*Geleneksel kuvvet antrenman*” yaklaşımı yaygın olarak uzun yıllardır tercih edilen ve iyi dokümente edilmiş bir fenomendir. Ancak, son yıllarda atletik performans açısından “*geleneksel kuvvet antrenmanın*” yetersiz olacağı kanısı güçlenmiştir. Bu nedenle hem bireysel hem de takım sporlarında sporcuların giderek artan hız, kuvvet ve güç üretimi taleplerine cevap verebilmek için çeşitli kuvvet antrenman uygulama türleri gelişmiştir. Literatür incelendiğinde, kuvvet antrenman uygulamalarının evrimsel dönüşümü “*farklı (hız-temelli) direnç antrenman yaklaşımı*” olarak karşımıza çıkmıştır. Kuvvet antrenman uygulamalarında görülen bu evrilmenin nedeni, büyük oranda uzun dönem geleneksel kuvvet antrenman uygulamaları sonrası sporcuların belirli bir süre sonra performans gelişim düzeylerinde görülen yavaşlama veya kararlı denge (plato) fenomeni gösterilmektedir. Yaygın olarak kullanılan “*farklı (hız-temelli) direnç antrenman*” türleri aşağıda sıralanmıştır (Knudson, 2009; Cormie, ve ark., 2010; de Villareal ve ark., 2011; Newton ve ark., 1996; Stone ve ark., 2003; Zatsiorsky ve Kraemer, 1995):

- Pliometrik,
- Ağır kuvvet antrenman kalıpları,
- Patlayıcı kuvvet antrenman kalıpları (hız-temelli),
- Sıçrama ve konmalar,
- Fırlatma ve tutmalar (hız-temelli),
- Vuruşlar,
- Yön değiştirmeler ve durmalar (hız-temelli).

Elit seviye atletik performansın olmazsa olmazı optimal mekanik kuvvet-güç üretimidir. Bu nedenle, tüm atletik performans antrenman uygulamala-

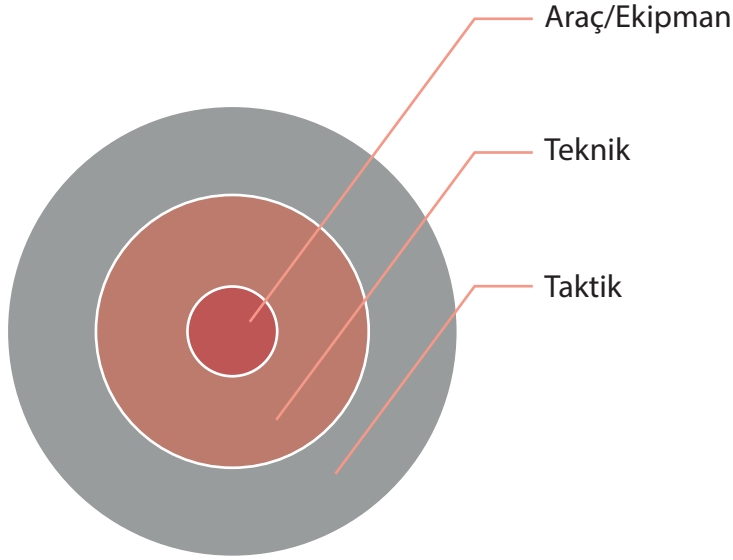
rının ortak amacı, maksimal kuvvet-güç üretimi ve maksimal kasılma hızına erişmektir. Literatürde, bu ortak amaçları geliştirmek için yaygın olarak tercih edilen antrenman türleri; “*a) ağır kuvvet antrenmanları*” ve “*b) pliometrik (hız-temelli) antrenman*” taktikleridir. Her iki antrenman taktiğinin amacı da kuvvet-hız etkileşim düzeyini (Literatürde genel olarak kuvvet-hız eğrisi olarak ifade edilir.) geliştirmektir. Bu noktada unutulmaması gereken önemli nokta, kuvvet-hız eğrisinde bir etkileşim yaratmak için öncelikle yukarı bölümlerde ifade edilen nöral, metabolik ve morfolojik değişimlerin sağlanması gerekmektedir (Brandon ve ark., 2015; Cormie ve ark., 2011; Folland ve Williams, 2007; Kraemer ve Looney, 2012). Başka bir ifadeyle, hedeflenen kuvvet-hız etkileşim düzeyi için nöral, metabolik ve morfolojik gelişim zorunludur.

Geleneksel kuvvet antrenmanları temelde zirve kuvvet çıktısında artışlara neden olacağı iyi dokümente edilmiş bir fenomendir. Diğer taraftan, pliometrik kuvvet antrenman uygulamalarının (hız temelli) ise hız artışını optimize edeceği bilinmektedir. Ancak, atletik performans açısından hem zirve kuvvet hem de zirve hız düzeyinin optimal olması beklenmektedir. Bu nedenle, bugünkü bilgi düzeyimize göre atletik performans optimizasyonu büyük oranda kuvvet-hız etkileşimine bağlıdır. Literatür kuvvet ve hız üretme potansiyeli açısından kuvvet üretimi ile hız artışının kesişme noktası ne kadar sola kayma gösterirse o kadar atletik performans açısından elverişsiz olacağını vurgulamıştır. Başka bir ifadeyle, elit seviye sporcuların kuvvet üretim potansiyelleri ile hız artışlarının sağa doğru kayması maksimal güç üretme potansiyeli için efektif olacaktır. Bu bağlamda, atletik performans gelişimi için etkin strateji, sporcuların yüksek ağırlıkları yüksek hızlarda sergileme potansiyellerini geliştirmeyi amaçlamak olmalıdır.

“Yeni Okul Yaklaşımı” Antrenman Felsefesi

Kuvvet antrenman metodolojisi olarak “*geleneksel (eski okul) kuvvet antrenman yaklaşımı*” yaygın olarak kullanılan bir kuvvet antrenman taktiğidir. Ancak, günümüzde sportif etkinliklerin eriştiği performans düzeyine yeterince cevap veremediği bundan dolayı sportif etkinliklerin artan nörolojik, metabolik ve morfolojik taleplerin geliştirilmesi için “*farklı direnç antrenman (yeni okul) yaklaşımı*”

rina" ihtiyaç duyulmuştur. "Yeni okul yaklaşımı temelli kuvvet antrenmanları," atletik performans gelişimi açısından daha bütünsel (hollistik) bir fiziksel gelişim stratejisi hedeflemektedir. "Farklı direnç antrenman felsefesi," sporcuların bireysel ihtiyaçlarına ve sportif etkinliğin gereksinimlerini karşılamayı amaçlayan "yeni antrenman araçlarını, tekniklerini ve taktiklerini" içermektedir (NCSA, 2017).



Şekil 3.5 Üst düzey atletik performans gelişim stratejileri.

Şekilde belirtilen üst düzey atletik performans gelişimi için kullanılması gereken stratejiler incelendiğinde, "araç/ekipman"; nöral, metabolik ve morfolojik adaptasyon optimizasyonu için farklı ekipmanların kullanımını, "teknik"; kuvvet-güç üretimini optimize etmek için farklı antrenman modalite tercihlerini, "taktik"; antrenman uygulamalarını geliştirmek için öngörülen planlama ve programlama stratejilerini içerdiği görülmektedir..

Antrenman Araçları ve Ekipmanları

Antrenman araçları ve ekipmanları, atletik performans gelişimi sağlama potansiyeli olan ekipman ve çevresel seçenekleri ifade etmektedir. Üst düzey kuvvet-güç gelişimi için antrenman içeriklerinde kullanılan araç/ekipmanların mümkün olan en geniş çeşitliliğe sahip olması gerekmektedir. Geleneksel kuvvet antrenmanları için yoğunlukla olimpik barlar kullanılmaktadır. Ancak, son yıllarda kuvvet antrenmanları sırasında kullanılabilecek birçok farklı ekipman (depren bar, freak bar, safety bar vb.) üretilmiştir. Kuvvet antrenmanları sırasında kullanılan bu farklı ekipmanların sporcuların biyomekanik karakterlerinde, motor ünite ateşleme hız-oranlarında ve kuvvet-hız üretme potansiyelleri üzerinde etki edebileceği vurgulanmıştır. Bundan dolayı, kuvvet-

güç gelişimi optimizasyonu için en temel değişkenin ekipman kullanım farklılıkları olduğu gösterilebilir. Sonuç olarak, üst seviye antrenörlerin sporcularına farklı ekipman tercihleri ile kuvvet antrenmanı yaptırmaları tek başına geleneksel kuvvet antrenman yaklaşımına göre daha efektif olabilecektir (Carlock ve ark., 2004; MacKenzie ve ark., 2014). Bazı farklı kuvvet antrenman ekipmanları:

- Farklı bar ve dambıl seçenekleri,
- Direnç bandları,
- Zincirler,
- Suspansiyon sistem,
- Hareketli zemin araçları vb.

Antrenman Modaliteleri/Teknikler

Kas kuvveti-gücünü geliştirmek için oldukça geniş bir spektrumda farklı metodolojiler ve antrenman felsefeleri kullanılmaktadır. Maksimal güç çıktısı için 1950'lerden itibaren özellikle "serbest ağırlıklar" ve "pliometrik antrenman" yaklaşımları yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Son yıllarda bu iki antrenman felsefesine ek olarak "eksantrik temelli kuvvet antrenman" yaklaşımları da tercih edilmeye başlamıştır. Literatürde, "eksantrik temelli kuvvet antrenman yaklaşımının" hem morfolojik gelişim

hem de atletik performans artışı konusunda etkili bir teknik olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, antrenman planı ve programları açısından antrenman içerikleri için kullanılacak egzersiz modalitesi veya tekniği belirli bir taksonomi kullanılarak belirlenmelidir (Verkhoshansky ve Verkhoshansky, 2011; Friedmann-Bette ve ark., 2010). Bazı yaygın kuvvet antrenman teknikleri aşağıdaki gibidir:

- **Geleneksel kuvvet antrenmanı;** yaygın olarak mutlak ve rölatif kuvvet gelişimi için son derece etkili bir kuvvet antrenman yöntemidir. Atletik performans gelişimi için genel hazırlık dönemi açısından oldukça uygun bir kuvvet antrenman tekniği olarak düşünülebilir.
- **Balistik (yaylanma) kuvvet antrenmanı;** balistik antrenman tekniğini diğer tekniklerden ayıran en önemli fark bir güç çıkışı sırasında ilgili eklem, tüm eklem hareket açıklığı boyunca güç üretme potansiyelinin yüksek hızlarda ve yüksek kuvvet-güç çıktıları ile sergilenip sergilenmediğidir. Bundan dolayı, balistik antrenman tekniği, yüksek hızlarda tüm eklem hareket açıklığı boyunca

ca daha yüksek kuvvet-güç üretme potansiyeli olan kuvvet antrenman metodolojisidir (Newton ve ark., 1966; Baker, 2001).

- **Hız-temelli kuvvet antrenmanı;** üst düzey kuvvet antrenmanı için sergilenmesi gereken önemli unsurlardan biri de kuvvet-güç üretme potansiyelinin hızıdır. Bundan dolayı, elit düzeyde kuvvet-güç antrenman programlarının hız temelli olması kas kuvveti-gücünü geliştirmek açısından ihtiyaç duyulan fizyolojik adaptasyonların gelişmesine yardımcı olacaktır. Son zamanlarda, yüksek teknoloji ekipmanları ile kuvvet-hız düzeyi ve optimal antrenman yüklerinin tespiti popüler olmuş bir kuvvet antrenman metodolojisidir. Ayrıca, hız-temelli kuvvet antrenmanları ile sergilenen kaldırma tekrarlarının performans düzeyleri hakkında gerçek zamanlı (real-time) geri bildirimler elde edilebilmektedir. Başka bir ifadeyle, sporcuların maksimal kuvvet-hız eğrilerine göre antrenman tekrarlarının hız ortalaması hakkında geri bildirim alınabilmektedir.

Tablo 3.5 Geleneksel - Balistik kuvvet antrenmanı alternatifleri.

Geleneksel Kuvvet Antrenmanı	Balistik Kuvvet Antrenmanı
Squat	Jump squat
Split squat	Alternating lunge jump
Single leg squat	Single leg hop
Deadlift	Power clean, snatch
Bench press	Bench throw
Seated row	Bench pull
Military press	Push jerk
Push-up	Clap push-up

Not: Tablodaki hareketler kasıtlı olarak aslına uygun olarak hareketlerin orijinal isimleri ile verilmiştir. Hareketlerin doğru formlarını bulmak için bu dil tercih edilmiştir. Çünkü bu hareketlerin Türkçe karşılıkları ile hareketlerin bulunması mümkün olmayacaktır.

Kaynak: NSCA, 2017.

Aynı zamanda, literatürde hız-temelli kuvvet antrenmanları için bazı belirgin avantajlar olacağı da vurgulanmıştır. Bunlar:

- **Günlük psikolojik durumdan etkilenmemesi;** literatürde maksimal kuvvetin gündelik psikolojiden etkilendiği ve bundan dolayı bir maksimal tekrar metodu ile belirlenen kuvvet antrenmanlarının farklı günlerde değişebileceği düşünülmektedir.
- **Sakatlık riskinin minimize edilmesi;** çünkü sporcuların hız-temelli tespit edilen maksimal hızlarının antrenman uygulamaları sırasında ölçülen bu hız değerinin üstüne çıkamayacağından dolayı yaralanma riskinin minimal olduğu düşünülmektedir.

- **Bireye özgü hız-temelli kuvvet antrenmanı sunulabilmesi;** aynı maksimal performans düzeyine sahip olan farklı sporcuların bu maksimalleri ürettikleri hız düzeyleri sporcuların antrenman içeriklerinde farklılaşmaya neden olacaktır. Bundan dolayı, hız-temelli kuvvet antrenman uygulamaları sırasında sporcular aynı maksimale sahip olsalar bile farklı çalışma temposu ile antrene edileceklerdir.

Antrenman içeriğine veya egzersiz türüne göre çalışma fırsatı sunması; her bir hareket kalıbı için önceden belirlenen kuvvet-hız üretme düzeyine göre hareket bazlı yüklenme stratejilerinin oluşturulmasına olanak tanıyacaktır. Örneğin, squat ve bench press için ayrı çalışma hızlarının oluşturulması gibi.

Tablo 3.6 Hız temelli kuvvet antrenman metodolojisi.

Parametre	Hız (m/s)	Yoğunluk (% 1 MT)
Maksimal Kuvvet	<0.15 - 0.5	80 – 100
Güç	0.7 – 1.3	35 – 70
Hipertrofi	0.1 – 1.0	50 – 90
Hız	>1.3	25 – 45

Antrenman Taktikleri

Atletik performans açısından istenilen hedefe ulaşmanın en kolay yolu, eldeki ekipman ve antrenman tekniklerinin belirli bir program ve plan dahilinde sergilemektir. Bundan dolayı, “*antrenman taktiği*”, eldeki araç/ekipmanlar ile uygulanacak antrenman tekniklerinin plan ve programlanması dayanmaktadır. Bu noktada, antrenman taktiği, özellikle sporcuların performansları için sergilenecek antrenman içeriklerinin branşa ve bireysel gereksinimlere göre dizaynını, zamana bağlı değişim durumlarını, yüklenme ve dinlenme stratejileri gibi başlıkları içermektedir. Bu nedenle, üst seviye antrenörler sporcuların kuvvet-güç çıktıları geliştirmek için hazırladıkları antrenman içeriklerini belirli bir metodoloji ile programlamalı, programın uygulanma dönemlerinde amaçlanan düzeye erişim durumuna göre programı revize edebilmeli veya olağan dışı gelişen durumlar gibi faktörleri zamanında çözebilecek taktikler oluşturmalıdır. Bazı etkili kuvvet antrenman taktikleri aşağıdaki gibidir:

- **Kümeleme (cluster) Set Antrenman:** Sportif etkinlikler sırasında iskelet kaslarında maksimal güç üretme potansiyeli için maksimal düzeyin %90' ına karşılık gelen bir uyarıcı ve hızda antrenman taktiğinin şekillenmesi faydalı olacaktır. Ancak, bu denli yüksek yoğunluklara ve hıza sahip antrenman uygulamaları sırasında antrenman verimliliğini sürdürmek son derece kritiktir. Klasik bir antrenman programında 3-20 tekrara dayanan bir çalışma prensibi bulunur. Ancak, bu tarz klasik setlerde tekrarlar ve setler arasında sporcuların perfor-

mans çıktılarında (kaldırma hızı, üretilen maksimal güç gibi) bozulmalar veya düşmeler görülmektedir. Bu durumun rasyonel açıklaması olarak tekrarlayan maksimale yakın çalışma yoğunluklarının neden olduğu yorgunluk birikimi olarak açıklanmaktadır. Bu sorunsalın üstesinden gelmek için beklenen antrenman çıktıları optimize etmek için tekrarlar için belirlenen “kümeleme set” protokolü kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle, maksimal güç performans çıktısını etkilemeyecek tekrar sayılarına ve tekrarlar arasında dinlenme aralığının optimize edilmesine dayanan antrenman yöntemidir. Çünkü, maksimal güç çıktısı oluşturmada en temel yol yorgunluğun oluşmamasıdır (Fleck ve Kraemer, 2004; Garcia-Ramos ve ark., 2015; Haff ve ark., 2003).

- **Post-Aktivasyon Potansiyeli (PAP) Antrenman:** İskelet kaslarının çalışma mekanikleri incelendiğinde, yüksek yoğunluklu kasılmalar sonrasında kuvvet ve güç performans çıktıları geçici de olsa artışlar olduğu rapor edilmiştir. Kuvvet ve güç çıktısında görülen bu artışların rasyonel nedeni olarak merkezi sinir sisteminde artan nöral aktivite (duyusal ve motor nöron aktivitesinde artış) gösterilmektedir. Merkezi sinir sistemi yoluyla geçici olarak artan bu kuvvet ve güç potansiyeli için literatür “PAP” başlığını kullanmaktadır. Bilimsel literatür “PAP” fenomenini büyük oranda kabul etmesine rağmen dinlenme süreleri ile ilgili paradoks devam etmektedir. Çünkü, “PAP” antrenman veya müsabaka öncesi sergilendiği için yeterli ve verimli bir dinlenme aralığı verilmediği takdirde yorgunluğa neden olabilecektir. Literatür incelendiğinde, “PAP” ile hedeflenen performans parametresi arasında ve-

rilmesi gereken dinlenme süresi performansın içeriğine bağlı olmakla beraber 5-15 dk arasında olabileceği rapor edilmiştir. Bu bağlamda, kuvvet ve güç performans gelişimi için “PAP” fenomeni etkin bir taktik olarak üst düzey antrenörler tarafından (dinlenme süreleri efektif verilme koşuluyla) kullanılabilir (Tillin ve Bishop, 2009; Robbins, 2005; Jeffreys, 2008; Hodgson ve ark., 2005; Docherty ve Hodgson, 2007).

- **Kompleks Antrenman:** Kuvvet ve güç potansiyeli gelişimi için yaygın olarak kullanılan bir diğer antrenman taktiği de kompleks antrenmanlardır. “*Kompleks antrenman*,” yüksek yoğunluklu ağırlık antrenmanları ile pliometrik antrenmanların birlikte uygulandığı çalışma türleridir. “*Kompleks antrenman*” uygulama yöntemi olarak yüksek yoğunluklu bir ağırlıkla (1 MT’ nin %85-90’ ı arasında) 2-3 set/3-5 tekrarlık bir çalışmayı takiben vücut ağırlığı ile 2-3 set 5-6 tekrar sıçrama içeren antrenman uygulamalarıdır. Bu antrenman taktiğinin temel amacı, patlayıcı kuvvet içeren etkinlikler için öncesinde nöromüsküler hazırlık veya nöromüsküler aktivite artışlarıdır. Literatürde, “*kompleks antrenman*” uygulamalarının patlayıcı kuvvet-güç gerektiren (sprint, sıçrama vb.) parametreler üzerinde geleneksel antrenman yöntemlerine kıyasla daha etkili olduğu bildirilmiştir. “*Kompleks antrenman*” lehine belirtilen bu artışların, özellikle iskelet kaslarının kasılma sırasında kuvvet-güç üretim potansiyeli açısından büyük öneme sahip olan kısama-uzama döngüsünde görülen etkililikten kaynaklandığı düşünülmektedir (Ebben ve Watts, 1998; Fatouros ve ark., 2000; Lyttle ve ark., 1996; Maio-alves ve ark., 2010; Rajamohan ve ark., 2010; Verkhoshansky ve Tatyana, 1973).

- **Kontrast Antrenman:** Bu antrenman taktiği “PAP” antrenman taktiğine benzer biyomekanik karakterlerin geliştirilmesini amaçlayan bir metodolojidir. Aynı zamanda, “kompleks antrenman taktiğine benzer çalışma prensiplerine sahip olmasına rağmen temelde farklı yüklenme prensipleri

içermektedir. Tipik olarak, “kompleks antrenman taktiği” çoklu ve karmaşık set içeriğine dayanan bir metodolojiye sahip iken “*kontrast antrenman taktiği*” yüksek yoğunluklu yüklenme içeriklerine sahiptir. Kontrast antrenman taktiği, daha fazla kuvvet ve hız üretme potansiyeli geliştirmeyi amaçlayan ve arka arkaya takip eden yüksek yoğunluk/hız içerir. Standart bir “*kontrast antrenman taktiği*”, geleneksel bir yüksek yoğunluklu kuvvet egzersizi sonrası aynı kasları ve hareket kalıbını içeren patlayıcı tarzda sergilenen antrenman pratiğidir. Bu antrenman taktiğinin temel amacı, ilk olarak yüksek ağırlıklar ile aktiviteye katılan kasların motor ünite aktivasyonlarını optimize etmek ve sonrasında aynı kasları hedefleyen daha düşük yoğunlukla sergilenecek patlayıcı tarzda yapılan hareketler ile de kuvvet-güç üretme potansiyelinin artırılmasını amaçlamaktır. Bu çalışma türüne örnek olarak; geleneksel bir kuvvet antrenmanı olarak %85-90 (1 MT) yoğunlukta 1-5 tekrar arası yapılan “*back squat*” hareketi sonrası %30-40 (1 MT) yoğunlukta 6-8 tekrarlı “*squat jump*” hareketinin sergilenmesi gösterilebilir.

Literatür incelendiğinde, maksimal kuvvet-güç üretimi ve en etkili antrenman taktiği için hangi metodolojinin kullanılması gerektiği sorusu oldukça ilgi çekicidir. Ancak, genel olarak yukarıda belirtilen kuvvet-güç üretimi açısından benzer etkileri sahip olan taktikler bir bütünsel (holistik) yöntem olarak kullanılması son derece yararlı olacaktır. Bundan dolayı, literatür açısından konu incelendiğinde, her antrenman taktiği için kuvvet-güç üretme potansiyelinin etki büyüklüğü benzer olmasına rağmen standart “*geleneksel kuvvet antrenmanlarına*” kıyasla daha fazla etki etme potansiyeli olduğu yaygın bir şekilde vurgulanmıştır (Young ve ark., 1998; Tillin ve Bishop, 2009; Robbins, 2005; Rajamohan ve ark., 2010). Bu nedenle, üst düzey atletik performans antrenörleri bu antrenman taktiklerinin tamamını belirli bir plan ve programlama dahilinde uygulamaları en etkili yöntem olarak düşünülmelidir.

Öğrenme Çıktısı

2 Kuvvet-Güç üretme potansiyeli açısından antrenman çeşitlemelerini karşılaştırabilme

Araştır 2

Hız temelli kuvvet antrenman metodolojisi nedir?

İlişkilendir

Kuvvet/güç geliştirmede hız temelli antrenman metodolojisini inceleyiniz.

Anlat/Paylaş

Daha önce uyguladığınız geleneksel kuvvet antrenman yöntemleri ile hız temelli kuvvet antrenman içeriklerini diğer antrenörlerle ve sporcularla tartışınız.



Yaşamla İlişkilendir

Kalıcı Metabolik Kuvvet Adaptasyonu ve Yüksek Sportif Performans

Kuvvet, içsel ve dışsal direnmeleri aşmayı sağlayan sinir-kas yeteneği olarak tanımlanabilir. Sporunun üretebileceği en yüksek kuvvet hareketin biyomekaniksel özelliğine (örneğin büyük kas gruplarının harekete katılma oranı, kaldıraç kuvveti) ve ilgili kas gruplarının kasılma büyüklüğüne bağlıdır. Doruk kuvvet, aynı zamanda uyarı yoğunluğunun (ilgili motor birimlerinin sayısını belirten) ve bunun tekrar sayısının bir işlevidir.

Güç veya kuvvet antrenmanı, vücudumuzun temel ve patlayıcı kuvvetini artırmak için yapılan, genellikle tüm vücut kaslarını hızlı şekilde kasmamıza neden olan egzersizlerden oluşur. Amacınız daha hızlı olmak, daha çabuk olmak, daha güçlü yumruk atmak veya topa vurmak ise kuvvet antrenmanı yapmalısınız. Ancak kuvvet antrenmanının faydası sadece hız ve güç için değildir. Amacınız kas geliştirmek veya yağ yakmak dahi olsa yapmanız gereken şey güç odaklı çalışmaktır. İlk olarak bilinmesi gereken vücudumuzun doğal bir gelişim süreci olduğu ve nörolojik (sinir sistemi) adaptasyonun kas hipertrofisinden (kas büyümesi) daha önce gerçekleştiği. Yani vücudumuz doğal yapısı gereği ilk olarak var olan

kaslar ile ağırlığı kaldırmaya adapte oluyor, daha sonra eğer yeterli stres ve hacim ile çalışılırsa kas hipertrofisi gerçekleşiyor. Örneğin antrenman yapmaya yeni başlamış bireylerin ilk önce gücünün haftadan haftaya çok iyi bir şekilde artması (progressive overload) ve bunu takiben kas gelişimi görülmesi. Aslında güç, kas gelişiminin habercisidir diyebiliriz. Eğer güçleniyorsanız sinir sisteminiz ağırlık kaldırmaya adapte oluyor ve bu da doğal bir sonuç olarak kas gelişimini tetikliyor.

Kuvvet antrenmanının da yapmış olduğu şey güçlenmeyi birinci sıraya alarak ağırlık kaldırmakta ustalaşmanızı sağlamak ve artarak yükleme yöntemi ile sinir sisteminizi daha ağır kaldırmaya adapte etmesi ve bu nedenle kas geliştirmenizi sağlamak. Kuvvet antrenmanının bir diğer pozitif yanı gelişim takibinin çok kolay olmasıdır. Eğer ağırlıklarınız haftadan haftaya artıyorsa sinir sisteminiz adapte oluyor ve kas gelişimine temel hazırlıyor demektir.

Farklı branşlardaki yüksek verim sporcusu veya işinde kuvvete yönelik fiziksel performans gerektiren bir bireyseniz kuvvet antrenmanı yapmak ve güç arttırmak yaptığınız spor veya iş ne olursa olsun sizi diğerlerinden bir adım öne götürecektir.

Örneğin bir sprinter iseniz ve çalıştığınız bütün o koşu teknikleri, çabukluk dirillerinin yanı sıra bir de squat gibi bir kuvvet egzersizi yapıp mevcut olan kaslarınızı güçlendirip daha fazla kas inşa ederseniz size performans açısından çok büyük katkı sağlayacaktır. Aynı örneği bir rugby oyuncusunun veya güreşçinin çalışma programına kuvvet egzersizi olarak deadlift eklemesi için de verebiliriz. Kalça kasları patlayıcı kuvvetin ön plana çıkabildiği branş veya fiziksel harekette oldukça önemlidir. Örneğin daha yükseğe sıçramak, daha hızlı koşmak veya dövüş sporlarında yumruk atmak için bile güçlü kalça önemlidir, çünkü vücudumuz bununla dönecektir.

Kuvvet açısından verim söz konusu olduğunda kaslar arası uyum ya da değişik kas gruplarının birbirlerine olan etkileri son derece önemlidir. Kuvvet gerektiren fiziksel bir etkinlik sırasında, işin içinde yer alan kas grupları arasında uygun bir düzen bulunmalıdır. Kaslar çoğunlukla belirli bir sırada ardaşık olarak etkinliğe katılırlar. Örneğin; halterde silkme tekniğinde kaldırışın ilk bölümleri sırasında yada başlangıçta trapezius kası gevşetilmelidir. Ancak

bu kas, silkme evresinde de yer alarak harekete katılmalıdır. Bazı seçkin sporcular bile kaldırışın başlangıcından itibaren trapezius 'u kasmaya başlarlar. Bu eş uyumun (koordinasyon) eksikliği kaldırışın tekniksel yapının değişmesiyle sonuçlanır ve etkisiz bir eyleme neden olur. Buna benzer olarak; sprint yarışmalarında omuz kaslarının kasılması, sprinterin veriminde olumsuz bir etki oluşturmaktadır. Bu nedenle; kaslar arasında ki eş uyumun (koordinasyon) yokluğu, kişinin düzeyinin altında bir verim göstermesiyle sonuçlanır ve hem antrenör hem de sporcu buna dikkat etmelidir. Gevşeme tekniklerinin kullanımı, kişinin kassal kasılma eş uyumunun gelişimine neden olmaktadır.

Özet olarak maksimal kas gelişimi için doğru kuvvet antrenmanı ile mekanik yüklemeyi sağlamak ve güç artırmak temel hedeftir.

Kuvvete ait kalıcı metabolik adaptasyon sağlayacak çeşitli egzersizler ve kişiye özgü planlanmış doğru sıklık, süre, şiddet ve tür ve buna paralel özel tasarlanmış antrenman hacimleri sayesinde yüksek verim yakalamak mümkün olabilecektir.

1

Elit düzeyde kuvvet ve güç performansı sergileyebilmek için gereken parametreleri tartışabilme

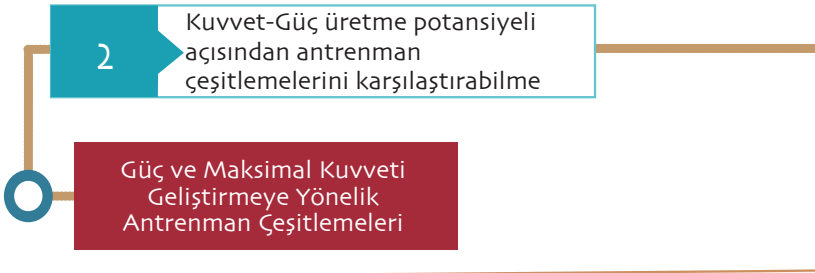
Kuvvet Güç Geliştirme
Antrenmanları Rasyonel
Mekanizmalar

Bedensel kinestetik bir hareketin başlangıcı, beyin üst merkezlerinde kontrol edilmektedir. Sporcuların bir aktivite sırasında üretmek istedikleri kuvvet ve güç potansiyeli beyin üst merkezleri içinde bulunan ve artmış motor ünite aktivasyonunu kontrol eden “*motor korteks*” yoluyla sağlanmaktadır. Motor korteks, yeni bir beceri, artmış bir motor ünite aktivasyonu veya karmaşık bedensel eylemler sırasında nöromüsküler fonksiyonu arttırmak ve desteklemek için kendi aktivitesinde artışlar sergilemektedir. Sportif etkinlikler sırasında sergilenen hareketlerin büyük bölümü patlayıcı kuvvet gerektiren hareketler içermektedir. Patlayıcı tarzda sergilenen hızlanma, sıçrama, yön değiştirme gibi etkinlikler anaerobik metabolizma gerektiren hareketlerdir. Anaerobik metabolizma gerektiren hareketlerin geliştirilmesi ve adaptasyonları için planlanan antrenman modaliteleri çoğunlukla kassal hız, kuvvet ve güç gibi parametreleri içermelidir. Kassal hız, kuvvet ve güç gibi parametrelerin performans düzeyleri büyük oranda nöromüsküler potansiyele bağlıdır. Başka bir ifadeyle, bir sporcunun birim zamanda ürettiği kuvvet, güç ve hız performansı nöral etkinlik düzeyi ile doğrudan ilişkilidir. Bundan dolayı, anaerobik antrenman içerikleri büyük oranda nöral adaptasyonların optimize edilmesini amaçlamalıdır. Bu kanının rasyonel nedeni olarak, bedensel kinestetik hareket oluşumu, beyin üst merkezlerinden başlayarak tek bir kas fiberine ulaşmaktadır (Bu durum kısaca nöral sürüş olarak yorumlanabilir.). Bundan dolayı, bedensel kinestetik bir hareketin optimize edilmesi nöral adaptasyonlar yoluyla gerçekleşmektedir. Sporcular için son derece kritik öneme sahip olan birim zamanda en yüksek kuvvet, güç ve hız üretme sorunsalının çözümü “*nöral sürüş*” optimizasyonu ile açıklanabilir.

Atletik performans gelişimi açısından elit seviye antrenörlerin odaklanması gereken konuların başında antrenman uygulamaları ile birlikte hücrel ve moleküler düzeyde oluşabilecek adaptasyonların farkındalığıdır. İnsan organizması, enerji üreten (kimyasal enerji) ve ürettiği enerjiyi büyük oranda mekanik enerji olarak kullanan sistematik bir yapıdır. İstirahat koşullarında enerjinin büyük bölümü (toplam enerjinin yaklaşık %80'i) iç organlar tarafından kullanılırken bir egzersiz sırasında enerjinin büyük bölümü çalışan kaslar (toplam enerjinin yaklaşık %80'i) tarafından kullanılmaktadır. Bu noktada, insan organizması için “*moleküler motor*” benzetmesi yapmak son derece doğru olacaktır. Bu bilgiler ışığında, sportif performans açısından performansı etkileyen ilk unsur her ne kadar nöral uyumlar olarak karşımıza çıksa da metabolik uyumların sportif performansın olmazsa olmazlarından olduğu bilinmelidir. Bu durumun rasyonel nedeni olarak, sportif performans sırasında üretilen ve tüketilen enerjinin hızlı ve sürekli olması beklenmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi kuvvet-güç üretimi için çapraz köprü etkileşimi sırasında kimyasal enerjinin (ATP' nin hidrolizi) mekanik enerjiye dönüşümü (yaklaşık 20-50 kJ/mol serbest enerji) gerçekleşmektedir. Sportif performans açısından dikkat edilmesi gereken en önemli parametrelerden biri üretilen bu serbest enerjinin ne kadarı mekanik enerjiye dönüştürüldüğüdür. Bu süreç için genel olarak “*mekanik verimlilik*” kavramı kullanılmaktadır. “*Mekanik verimlilik*” düzeyi sportif performansın düzeyini ve sürekliliğini sağlayan fenomendir. ATP' nin (kimyasal enerji formu) hidrolizi sonucu çapraz köprü etkileşimi sırasında enerjinin serbestlendiği bilinmektedir.

Atletik performans açısından elit antrenörler kuvvet çıkışının düzenleyici mekanizmalarını anlamak durumundadır. Kuvvet çıkışı düzenleyici mekanizmaları incelendiğinde özellikle her çapraz köprü performansı kuvvet çıkışı için hayati öneme sahiptir. Çünkü, çapraz köprülerin kurulma performansları güç çıkışını etkileyen en önemli parametrelerden biridir. Maksimal kuvvet, miyozin başının aktine bağlanma hızı olarak tanımlanabilir. Başka bir ifadeyle, bir sporcunun maksimal kuvvet-güç çıkışı büyük oranda miyozin başlarının aktine bağlanma hızları ile doğru orantılıdır. Ayrıca, maksimal kuvvet-güç çıkışını etkileyen diğer faktörlerin de sinir sistemi ve aksiyon potansiyelleri olduğu bildirilmiştir. Bu durumun rasyonel nedeni olarak, bir kas inervasyonu (uyarımı) için gerekli olan elektrik sinyallerinin iletimi gösterilmektedir.

İskelet kasları tipik olarak kendi içinde motor ünitelere ayrılırlar. Bu motor üniteler, kas fiberlerinden ve bu fiberleri uyarıcı motor nöronlarından meydana gelirler. Kas içi bu özelleşmiş yapıların antrene edilmesi son derece önemlidir. Son yıllarda, sıklıkla üzerinde durulan fenomenlerden kuvvet gelişim oranı (rate of force development, RFD) veya zirve kuvvet-güç gelişimi açısından en önemli unsurun saniyedeki aksiyon potansiyeli sayısı (ateşleme oranı) olduğu bilinmektedir (Sogaard ve ark., 2006; Desmedt ve Godaux, 1977). Bundan dolayı, yüksek aksiyon potansiyeli yoluyla ortaya çıkan kuvvet-güç çıkışı, bir kasın kasılma kuvveti toplamı ile doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, elit antrenörler sporcuların kuvvet-güç gelişim stratejisi için, yüksek ateşleme oranı (daha yüksek aksiyon potansiyeli artışı için) veya kuvvet gelişim oranı artışlarına odaklanmalıdırlar (Crocce ve ark., 2014).



Kas kuvveti-gücünü geliştirmek için oldukça geniş bir spektrumda farklı metodolojiler ve antrenman felsefeleri kullanılmaktadır. Maksimal güç çıktısı için 1950'lerden itibaren özellikle *"serbest ağırlıklar"* ve *"pliyometrik antrenman"* yaklaşımları yoğun bir şekilde uygulanmaktadır. Son yıllarda bu iki antrenman felsefesine ek olarak *"eksantrik temelli kuvvet antrenman"* yaklaşımları da tercih edilmeye başlamıştır. Literatürde, *"eksantrik temelli kuvvet antrenman yaklaşımının"* hem morfolojik gelişim hem de atletik performans artışı konusunda etkili bir teknik olduğu ifade edilmiştir. Bu bağlamda, antrenman planı ve programları açısından antrenman içerikleri için kullanılacak egzersiz modalitesi veya tekniği belirli bir taksonomi kullanılarak belirlenmelidir (Verkhoshansky ve Verkhoshansky, 2011; Friedmann-Bette ve ark., 2010). Bazı yaygın kuvvet antrenman teknikleri aşağıdaki gibidir.

Geleneksel kuvvet antrenmanı; yaygın olarak mutlak ve rölatif kuvvet gelişimi için son derece etkili bir kuvvet antrenman yöntemidir. Atletik performans gelişimi için genel hazırlık dönemi açısından oldukça uygun bir kuvvet antrenman tekniği olarak düşünülebilir.

Balistik (yaylanma) kuvvet antrenmanı; balistik antrenman tekniğini diğer tekniklerden ayıran en önemli fark bir güç çıktısı sırasında ilgili eklem, tük eklem hareket açıklığı boyunca güç üretme potansiyelinin yüksek hızlarda ve yüksek kuvvet-güç çıktıları ile sergilenip sergilenmediğidir. Bundan dolayı, balistik antrenman tekniği, yüksek hızlarda tüm eklem hareket açıklığı boyunca daha yüksek kuvvet-güç üretme potansiyeli olan kuvvet antrenman metodolojisidir (Newton ve ark., 1966; Baker, 2001).

Hız-temelli kuvvet antrenmanı; üst düzey kuvvet antrenmanı için sergilenmesi gereken önemli unsurlardan biri de kuvvet-güç üretme potansiyelinin hızıdır. Bundan dolayı, elit düzeyde kuvvet-güç antrenman programlarının hız temelli olması kas kuvveti-gücünü geliştirmek açısından ihtiyaç duyulan fizyolojik adaptasyonların gelişmesine yardımcı olacaktır. Son zamanlarda, yüksek teknoloji ekipmanları ile kuvvet-hız düzeyi ve optimal antrenman yüklerinin tespiti popüler olmuş bir kuvvet antrenman metodolojisidir. Ayrıca, hız-temelli kuvvet antrenmanları ile sergilenen kaldırma tekrarlarının performans düzeyleri hakkında gerçek zamanlı (real-time) geri bildirimler önemli unsurlardan biri de kuvvet-güç üretme potansiyelinin hızıdır. Bundan dolayı, elit düzeyde kuvvet-güç antrenman programlarının hız temelli olması kas kuvveti-gücünü geliştirmek açısından ihtiyaç duyulan fizyolojik adaptasyonların gelişmesine yardımcı olacaktır. Son zamanlarda, yüksek teknoloji ekipmanları ile kuvvet-hız düzeyi ve optimal antrenman yüklerinin tespiti popüler olmuş bir kuvvet antrenman metodolojisidir. Ayrıca, hız-temelli kuvvet antrenmanları ile sergilenen kaldırma tekrarlarının performans düzeyleri hakkında gerçek zamanlı (real-time) geri bildirimler elde edilebilmektedir. Başka bir ifadeyle, sporcuların maksimal kuvvet-hız eğrilerine göre antrenman tekrarlarının hız ortalaması hakkında geri bildirim alınabilmektedir.

1 Aşağıdakilerden hangisi bedensel kinestetik bir hareketi kontrol eden beyin üst merkezidir?

- A. Serebral korteks
- B. Motor ünite
- C. Medulla
- D. Nöral aktivite
- E. Motor son plak

2 Aşağıdakilerden hangisi elit düzeyde kuvvet ve güç performansı sergileyebilmek için sahip olunması gereken ve değiştirilebilen parametrelerden biri **değildir**?

- A. Genetizm
- B. Hareket Hızı
- C. Yoğunluk
- D. Sıklık
- E. Dinlenme Süresi

3 Aşağıdakilerden hangisi kas içi oto-kontrol mekanizmalarından biridir?

- A. Kas fiberi
- B. Kas içiği
- C. Ligament
- D. Nöral sürüş
- E. Motor kontrol

4 Bir antrenman sonrası (en az 24 saat sonra) yaygın bir şekilde görülen ağrıları tanımlayan fenomen aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Laktat birikimi
- B. Yorgunluk
- C. Sürantrenman
- D. Over-reaching
- E. Gecikmiş kas hasarı

5 Yüksek yoğunluklu kasılmalar sonrasında kuvvet ve güç performans çıktılarında geçici de olsa görülen artışları tanımlayan fenomen aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Mekanik gerim
- B. Metabolik stres
- C. Motor ünite senkronizasyonu
- D. PAP
- E. Kompleks antrenman

6 Aşağıdakilerden hangisi dinlenme aralığının sadece setler arasında değil tekrarlar arasında da verildiği antrenman yöntemidir?

- A. PAP
- B. Kompleks antrenman
- C. Kümeleme (cluster) set yöntemi
- D. Pliometrik
- E. Kontrast antrenman

7 Yüksek hızlarda tüm eklem hareket açıklığı boyunca daha yüksek kuvvet-güç üretimini geliştirmek için tercih edilen antrenman metodolojisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Geleneksel kuvvet antrenmanı
- B. Kontrast antrenman
- C. PAP
- D. Kompleks antrenman
- E. Balistik antrenman

8 Aşağıdakilerden hangisi hız-temelli kuvvet antrenmanı avantajlarından biri **değildir**?

- A. Yaralanmaların minimize edilmesi
- B. Dayanıklılık artışı sağlaması
- C. Bireye özgü ayarlanabilmesi
- D. Antrenman türüne ve içeriğine göre ayarlanabilmesi
- E. Günlük psikolojik durumdan etkilenmemesi

9 Aşağıdakilerden hangisi kuvvet/güç üretiminde etkili olan mekanizmalardan biri **değildir**?

- A. Nöral sürüş artışı
- B. Kas katılım oranı
- C. Nöron uzunluğu
- D. Motor ünite ateşleme hızı
- E. Artmış nöral senkronizasyon

10 Aşağıdakilerden hangisi yerçekimine karşı yapılan bir kuvvet/güç antrenman türüdür?

- A. Geleneksel kuvvet antrenmanı
- B. Eksantrik temelli
- C. PAP
- D. Kompleks antrenman
- E. Balistik antrenman

1. A	Yanıtınız yanlış ise “Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. C	Yanıtınız yanlış ise “Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlenmeleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. A	Yanıtınız yanlış ise “Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. E	Yanıtınız yanlış ise “Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlenmeleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. B	Yanıtınız yanlış ise “Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. B	Yanıtınız yanlış ise “Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlenmeleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. E	Yanıtınız yanlış ise “Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. B	Yanıtınız yanlış ise “Kuvvet Güç Geliştirme Antrenmanları Rasyonel Mekanizmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. D	Yanıtınız yanlış ise “Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlenmeleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. C	Yanıtınız yanlış ise “Güç ve Maksimal Kuvveti Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlenmeleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Kas hasarı açısından izlenmesi gereken periyotlama ilkeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Antrenman Dönemi	Hasar Düzeyi	Toparlanma Süresi
Hazırlık Dönemi (Genel)	Yüksek	48-72 saat
Hazırlık Dönemi (Özel)	Orta - Yüksek	36-48 saat
Müsabaka Dönemi (Müsabaka öncesi)	Düşük - Orta	24-36 saat
Müsabaka Dönemi (Sezonda)	Düşük	24 saat veya minimal

Araştır 2

Hız-temelli kuvvet antrenmanı, üst düzey kuvvet antrenmanı için sergilenmesi gereken önemli unsurlardan biri de kuvvet-güç üretme potansiyelinin hızıdır. Bundan dolayı, elit düzeyde kuvvet-güç antrenman programlarının hız temelli olması kas kuvveti-gücünü geliştirmek açısından ihtiyaç duyulan fizyolojik adaptasyonların gelişmesine yardımcı olacaktır. Son zamanlarda, yüksek teknoloji ekipmanları ile kuvvet-hız düzeyi ve optimal antrenman yüklerinin tespiti popüler olmuş bir kuvvet antrenman metodolojisidir. Ayrıca, hız-temelli kuvvet antrenmanları ile sergilenen kaldırma tekrarlarının performans düzeyleri hakkında gerçek zamanlı (real-time) geri bildirimler elde edilebilmektedir. Başka bir ifadeyle, sporcuların maksimal kuvvet-hız eğrilerine göre antrenman tekrarlarının hız ortalaması hakkında geri bildirim alınabilmektedir.

Aynı zamanda, literatürde hız-temelli kuvvet antrenmanları için bazı belirgin avantajlar olacağı da vurgulanmıştır. Bunlar:

- *Günlük psikolojik durumdan etkilenmemesi*; literatürde maksimal kuvvetin gündelik psikolojiden etkilendiği ve bundan dolayı bir maksimal tekrar metodu ile belirlenen kuvvet antrenmanlarının farklı günlerde değişebileceği düşünülmektedir.
- *Sakatlık riskinin minimize edilmesi*; çünkü sporcuların hız-temelli tespit edilen maksimal hızlarının antrenman uygulamaları sırasında ölçülün bu hız değerinin üstüne çıkamayacağından dolayı yaralanma riskinin minimal olduğu düşünülmektedir.
- *Bireye özgü hız-temelli kuvvet antrenmanı sunulabilmesi*; aynı maksimal performans düzeyine sahip olan farklı sporcuların bu maksimalleri ürettikleri hız düzeyleri sporcuların antrenman içeriklerinde farklılaşmaya neden olacaktır. Bundan dolayı, hız-temelli kuvvet antrenman uygulamaları sırasında sporcular aynı maksimale sahip olsalar bile farklı çalışma temposu ile antrene edileceklerdir.
- *Antrenman içeriğine veya egzersiz türüne göre çalışma fırsatı sunması*; her bir hareket kalıbı için önceden belirlenen kuvvet-hız üretme düzeyine göre hareket bazı yüklenme stratejilerinin oluşturulmasına olanak tanıyacaktır. Örneğin, squat ve bench press için ayrı çalışma hızlarının oluşturulması gibi.

Kaynakça

- Aagaard, P., Andersen, J. L., Dyhre-Poulsen, P., Leffers, A., Wagner, A., Magnusson, P., Halkjær-Kristensen, J. ve Simonsen, E. B. (2001). A mechanism for increased contractile strength of human pennate muscle in response to strength training: Changes in muscle architecture. *J Physiol*, 534:613-623.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P. ve Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol*, 93:1318-1326.
- Aagaard, P. (2003). Training-induced changes in neural function. *Exerc Sport Sci Rev* 31:61-67.
- Baker D. A. (2001). Series of studies on the training of high intensity muscle power in rugby league football players. *J Strength Cond Res*, 15: 198-209.
- Barclay C. J., Woledge R. C. ve Curtin N. A. (2010). Inferring crossbridge properties from skeletal muscle energetics. *Prog Biophys Mol Biol*, 102: 53-71.
- Biewener A. A. (2016). Locomotion as an emergent property of muscle contractile dynamics. *J Exp Biol*, 219: 285-294, 2016.
- Bottinelli R., Pellegrino M. A., Canepari M., Rossi, R. ve Reggiani, C. (1999). Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. *J Electromyogr Kinesiol*, 9: 87-95.
- Brandon R., Howatson, G., Strachan, F. ve Hunter, A. (2015) Neuromuscular response differences to power vs strength back squat exercise in elite athletes. *Scand J Med Sci Sport*, 25: 630-639.
- Callister, R., Shealy, M. J., Fleck, S. J. ve Dudley, G. A. (1998). Performance adaptations to sprint, endurance and both modes of training. *J Appl Sport Sci Res*, 2:46-51.
- Carlock, J., Smith, S., Hartman, M., Morris, R., Ciroslan, D., Pierce, K., Newton, R., Hartman, E., Sands, W. ve Stone M. (2004). The relationship between vertical jump power estimates and weightlifting ability: a field-test approach. *J Strength Cond Res*, 18: 534-539.
- Cavagna, G. A., Zamboni, A., Faraggiana, T. ve Margaria, R. (1972). Jumping on the moon: power output at different gravity values. *Aerosp Med*, 43: 408-414.
- Cormie P., McBride J. M. ve McCaulley, G. O. (2008). Power-time, force-time & velocity-time curve analysis during the jump squat: impact of load. *J Appl Biomech*, 24: 112-120.
- Cormie P., McCaulley G. O. ve McBride J. M. (2007). Power versus strength-power jump squat training: influence on the load-power relationship. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 996-1003.
- Cormie P., McGuigan M. ve Newton, R. (2011). Developing maximal neuromuscular power. Part II: training considerations for improved maximal power production. *Sports Med*, 41: 125-146, 2011.
- Cormie P., McGuigan, M. ve Newton, R. (2010). Influence of strength on magnitude and mechanisms of adaptation to power training. *Med Sci Sports Exerc*, 42: 1566-1581.
- Croce, R., Miller, J., Chamberlin, K., Filipovic, D. ve Smith, W. (2014). Wavelet analysis of quadriceps power spectra and amplitude under varying levels of contraction intensity and velocity. *Muscle Nerve*, 50: 844-853.
- Davies C. T. ve Young, K. (1984). Effects of external loading on short term power output in children and young male adults. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 52: 351-354.
- De Luca, C. J. ve Contessa, P. (2012). Hierarchical control of motor units in voluntary contractions. *J Neurophysiol*, 107:178-195.
- de Villarreal E., Izquierdo, M. ve Gonzalez-Badillo, J. (2011). Enhancing jumping performance after combined vs. maximal power, heavy-resistance & plyometric training alone. *J Strength Cond Res*, 25: 3274-3281.
- Deschenes, M. R., Judelson, D. A., Kraemer, W. J., Meskaitis, V. J., Volek, J. S., Nindl, B. C., Harman, E. S. ve Deaver, D. R. (2000). Effects of resistance training on neuromuscular junction morphology. *Muscle Nerve*, 23: 1576-1581, 2000.
- Desmedt J. E. ve Godaux E. (1977). Ballistic contractions in man: characteristic recruitment pattern of single motor units of the tibialis anterior muscle. *J Physiol*, 264: 673-693.
- di Prampero, P. E. ve Ferretti, G. (1999). The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol*, 118: 103-115.
- Diederichs F. (2012). From cycling between coupled reactions to the cross-bridge cycle: mechanical power output as an integral part of energy metabolism. *Metabolites*, 2: 667-700.

- Docherty, D. ve Hodgson, M. (2007). The application of postactivation potentiation to elite sport. *Int J Sports Physiol Perf*, 2: 439-444.
- Ebben, W. ve Watts, P. (1998). A review of combined weight training and plyometric training modes: complex training. *Strength and Cond J*, 20: 18-27.
- Fatourous, I., Jamurtas, A., Leontsini, D., Taxildaris, K., Aggelousis, N., Kostopoulos, N. ve Buckenmeyer, P. (2000). Evaluation of plyometric exercise training, weight training & their combination on vertical jump and leg strength. *J Strength Cond Res*, 14: 470-476.
- Finni, T., Ikegawa, S., Lepola, V. ve Komi P. V. (2003). Comparison of force-velocity relationships of vastus lateralis muscle in isokinetic and in stretch-shortening cycle exercises. *Acta Physiol Scand*, 177: 483-491.
- Fischer, G., Storniolio, J. L. ve Eyre-Tartaruga, L. A. (2015). Effects of fatigue on running mechanics: spring-mass behavior in recreational runners after 60 seconds of countermovement jumps. *J Appl Biomech*, 31: 445-451.
- Fitts R. H. ve Widrick, J. J. (1996). Muscle mechanics: adaptations with exercise-training. *Exerc Sport Sci Rev*, 24: 427-473.
- Fleck, S. ve Kraemer, W. (2004). *Designing Resistance Training Programs*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004.
- Folland, J. ve Williams, A. (2007). The adaptations to strength training: morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*, 37: 145-168.
- Friedmann-Bette, B., Bauer, T., Kinscherf, R., Vorwald, S., Klute, K., Bischoff, D., Müller, H., Weber, M., Metz, J., Kauczor, H., Bärtsch, P. ve Billeter, R. (2010). Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *Sports Med*, 108: 821-836.
- Gabriel, D. A., Kamen, G. ve Frost, G. (2006). Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. *Sports Med*, 36:133-149.
- García-Ramos, A., Padial, P., Haff, G., Argüelles-Cienfuegos, J., García-Ramos, M., Conde-Pipó, J. ve Feriche, B. (2015). Effect of different interrepetition rest periods on barbell velocity loss during the ballistic bench press exercise. *J Strength Cond Res*, 29: 2388-2396.
- Gastin P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med*, 31: 725-741.
- Gorassini, M., Yang, J. F., Siu, M. ve Bennett, D. J. (2002). Intrinsic activation of human motor units: Reduction of motor unit recruitment thresholds by repeated contractions. *J Neurophysiol*, 87:1859-1866.
- Haff, G., Whitley, A., McCoy, L., O'Bryant, H., Kilgore, J., Haff, E., Pierce, K. ve Stone, M. (2003). Effects of different set configurations on barbell velocity and displacement during clean pull. *J Strength Cond Res*, 17: 95-103.
- Haff, G. G. ve Triplett, N. T. (Eds.). (2015). *Essentials of strength training and conditioning 4th edition*. Human kinetics.
- Häkkinen, K., Newton, R. U., Gordon, S. E., McCormick, M., Volek, J. S., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Campbell, W. W., Evans, W. J., Häkkinen, A., Humphries, B. ve Kraemer, W. J. (1998). Changes in muscle morphology, electromyographic activity & force production characteristics during progressive strength training in young and older men. *J Gerontol Biol Sci* 53:415-423.
- Harridge, S. D., Bottinelli, R., Canepari, M., Pellegrino, M., Reggiani, C., Esbjornsson, M., Balsom, P. D. ve Saltin, B. (1998). Sprint training, in vitro and in vivo muscle function and myosin heavy chain expression. *J Appl Physiol*, 84: 442-449.
- Harridge, S. D., Bottinelli, R., Canepari, M., Pellegrino, M., Reggiani, C., Esbjornsson, M. ve Saltin, B. (1996). Whole-muscle and single-fibre contractile properties and myosin heavy chain isoforms in humans. *Pflügers Arch* 432: 913-920.
- Herbert, R. D., Moseley, A. M., Butler, J. E. ve Gandevia, S. C. (2002). Change in length of relaxed muscle fascicles and tendons with knee and ankle movement in humans. *J Physiol*, 539: 637-645, 2002.
- Hintzy, F., Mourot, L., Perrey, S. ve Tordi, N. (2005). Effect of endurance training on different mechanical efficiency indices during submaximal cycling in subjects unaccustomed to cycling. *Can J Appl Physiol*, 30: 520-528.
- Hodgson, M., Docherty, D. ve Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Med* 35: 585-595.

- Hunter, S. K., Thompson, M. W., Ruell, P. A., Harmer, A. R., Thom, J. M., Gwinn, T. H. ve Adams R. D. (1999). Human skeletal sarcoplasmic reticulum Ca^{2+} uptake and muscle function with aging and strength training. *J Appl Physiol*, 86: 1858-1865.
- Hurley, B. F. (1989). Effects of resistance training on lipoprotein-lipid profiles: A comparison to aerobic exercise training. *Med Sci Sports Exerc*, 21:689-693.
- Jeffreys, I. (2008). A review of post activation potentiation and its application in strength and conditioning. *Prof Strength Cond*, 12: 17-25.
- Jimenez-Reyes, P., Samozino, P., Cuadrado-Penafiel, V., Conceicao, F., Gonzalez-Badillo, J. J. ve Morin, J. B. (2014). Effect of countermovement on power-force-velocity profile. *Eur J Appl Physiol*, 114: 2281-2288.
- Karatzafieri, C., Chinn, M. K. ve Cooke, R. (2004). The force exerted by a muscle cross-bridge depends directly on the strength of the actomyosin bond. *Biophys J*, 87: 2532-2544.
- Kipp, K., Harris, C. ve Sabick, M. B. (2013). Correlations between internal and external power outputs during weightlifting exercise. *J Strength Cond Res*, 27: 1025-1030.
- Knudson D. (2009). Correcting the use of the term "power" in the strength and conditioning literature. *J Strength Cond Res* 23: 1902-1908.
- Kraemer, W. ve Looney, D. (2012). Underlying mechanisms and physiology of muscular power. *Strength and Cond J* 34: 13-19.
- Kraemer, W. J. ve Ratamess, N. A. (2000). Physiology of resistance training: Current issues. *Orthop Phys Ther Clin N Am*, 4:467-513.
- Krylow, A. M. ve Sandercock, T. G. (1997). Dynamic force responses of muscle involving eccentric contraction. *J Biomech*, 30: 27-33.
- Kyrolainen, H. ve Komi, P. V. (1995). Differences in mechanical efficiency between power- and endurance- trained athletes while jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 70: 36-44..
- Luhtanen, P. ve Komi, P. V. (1978). Mechanical energy states during running. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 38: 41-48, 1978.
- Lyttle, A., Wilson, G. ve Ostrowski, K. (1996). Enhancing performance: maximal power versus combined weights and plyometric training. *J Strength Cond Res*, 10.
- MacKenzie, S., Lavers, R. ve Wallace, B. (2014). A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean & jump squat. *J Sport Sci*, 1632: 1576-1585.
- Maio Alves, J., Rebelo, A., Abrantes, C. ve Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint & agility abilities. *J Strength Cond Res*, 24: 936- 941.
- Markovic, G. ve Jaric, S. (2007). Positive and negative loading and mechanical output in maximum vertical jumping. *Med Sci Sports Exerc*, 39: 1757-1764.
- McBride, J. M., Haines, T. L. ve Kirby, T. J. (2011). Effect of loading on peak power of the bar, body, & system during power cleans, squats and jump squats. *J Sports Sci*, 29: 1215-1221.
- McGuigan, M. R. (2017). *Developing power*. Human Kinetics.
- Miller, M. S., Bedrin, N. G., Ades, P. A., Palmer, B. M. ve Toth, M. J. (2015). Molecular determinants of force production in human skeletal muscle fibers: effects of myosin isoform expression and cross-sectional area. *Am J Physiol Cell Physiol*, 308: C473-484.
- Miller, M. S., Bedrin, N. G., Callahan, D. M., Previs, M. J., Jennings, M. E., Ades, P. A., Maughan, D. W., Palmer, B. M. ve Toth, M. J. (2013). Age-related slowing of myosin actin cross-bridge kinetics is sex specific and predicts decrements in whole skeletal muscle performance in humans. *J Appl Physiol*, 115: 1004-1014.
- Nardone, A., Romano, C. ve Schieppati, M. (1989). Selective recruitment of high-threshold human motor units during voluntary isotonic lengthening of active muscles. *J Physiol*, 409:451-471.
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Humphries, B. J. ve Murphy, A. J. (1996). Kinematics, kinetics & muscle activation during explosive upper body movements: Implications for power development. *J Appl Biomech*, 12:31-43.
- Nuzzo, J. L., McBride, J. M., Dayne, A. M., Israetel, M. A., Dumke, C. L. ve Triplett, N. T. (2010). Testing of the maximal dynamic output hypothesis in trained and untrained subjects. *J Strength Cond Res*, 24: 1269-1276.
- Perry, J., Schmidt Easterday, C. ve Antonelli, D. J. (1981). Surface versus intramuscular electrodes for electromyography of superficial and deep muscles. *Phys Ther*, 61:7-15.

- Pette, D. ve Staron, R. S. (1990). Cellular and molecular diversities of mammalian skeletal muscle fibers. *Rev Physiol Biochem Pharmacol*, 116:1-76.
- Proske, U. ve Allen, T. J. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc Sport Sci Rev*, 33: 98-104.
- Rajamohan, G., Kanagasabai, P., Krishnaswamy, S. ve Balakrishnan, A. (2010). Effect of complex and contrast resistance and plyometric training on selected strength and power parameters. *J Exp Sciences*, 1: 1-12.
- Rassier, D. E., MacIntosh, B. R. ve Herzog, W. (1999). Length dependence of active force production in skeletal muscle. *J Appl Physiol*, 86: 1445-1457.
- Robbins, D. (2005). Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. *J Strength Cond Res*, 19: 453-458.
- Sale, D. G. (1987). Influence of exercise and training on motor unit activation. *Exerc Sport Sci Rev*, 15:95-151.
- Sale, D. G. (2003). Neural adaptations to strength training. *The Encyclo- paedia of Sports Medicine: Strength and Power in Sport*. P.V. Komi (editör) içinde. Oxford: Blackwell Scientific, 281-314.
- Semmler, J. G., Sale, M. V., Meyer, F. G. ve Nordstrom, M. A. (2004). Motor-unit coherence and its relation with synchrony are influenced by training. *J Neurophysiol*, 92:3320-3331.
- Sogaard, K., Gandevia, S. C., Todd G., Petersen, N. T. ve Taylor J. L. (2006). The effect of sustained low-intensity contractions on supraspinal fatigue in human elbow flexor muscles. *J Physiol*, 573: 511-523.
- Staron, R. S., Karapondo, D. L., Kraemer, W. J., Fry, A. C., Gordon, S. E., Falkel, J. E., Hagerman, F. C. ve Hikida, R. S. (1994). Skeletal muscle adaptations during the early phase of heavy-resistance training in men and women. *J Appl Physiol*, 76:1247-1255.
- Staron, R. S., Malicky, E. S., Leonardi, M. J., Falkel, J. E., Hagerman, F. C. ve Dudley, G. A. (1989). Muscle hypertrophy and fast fiber type conversions in heavy resistance-trained women. *Eur J Appl Physiol*, 60:71-79.
- Staron, R. S. (1997). The classification of human skeletal muscle fiber types. *J Strength Cond Res*, 11:67.
- Stone, M., Sanborn, K., O'Bryant, H., Hartman, M., Stone, M., Proulx, C., Ward, B. ve Hruby, J. (2003). Maximal strength-power-performance relationships in collegiate throwers. *J Strength Cond Res*, 17: 739-745.
- Stone, M., Sands, W., Pierce, K., Ramsey, M. ve Haff, G. (2008). Power and power potentiation among strength power athletes: preliminary study. *Int J Sports Physiol Perf*, 3: 55-67.
- Suzuki, M., Fujita, H. ve Ishiwata, S. (2005). A new muscle contractile system composed of a thick filament lattice and a single actin filament. *Biophys J*, 89: 321-328..
- Ter Haar Romeny, B. M., Dernier Van Der Goen, J. J. ve Gielen, C. C. A. M. (1982). Changes in recruitment order of motor units in the human biceps muscle. *Exp Neurol* 78:360-368.
- Tesch, P. A. (1988). Skeletal muscle adaptations consequent to long- term heavy-resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 20:S124-S132.
- Tillin, N. ve Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Med* 39: 147-166.
- Van Cutsem M., Duchateau, J. ve Hainaut, K. (1998). Changes in single motor unit behaviour contribute to the increase in contraction speed after dynamic training in humans. *J Physiol* 513 (Pt 1): 295-305.
- Verkhoshansky, Y. ve Tatyana. V. (1973). Speed-strength preparation for future champions. *Logkaya Atletika* 2: 2-13.
- Verkhoshansky, Y. ve Verkhoshansky, N. (2011). *Special strength training manual for coaches*. Verkhoshan-sky.com.
- Waterman-Storer, C. M. (1991). The cytoskeleton of skeletal muscle: is it affected by exercise? A brief review. *Med Sci Sports Exerc* 23: 1240-1249.
- Williams, P. E. ve Goldspink, G. (1971). Longitudinal growth of striated muscle fibres. *J Cell Sci* 9: 751-767.
- Young W., Jenner, A. ve Griffiths, K. (1998). Acute enhancement of power performance from heavy load squats. *J Strength Cond Res* 12: 82-84.
- Zatsiorsky, V. ve Kraemer, W. (1995). *Science and Practice of Strength Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.



Bölüm 4

Genel Antrenman Bilimi: Sürat, Çeviklik ve Yön Değiştirme Hızı Antrenmanı IV

öğrenme çıktıları

Olgu Örnekleri

- 1 Elit ve olimpiik sporcuların, çeviklik ve yön değiştirme hızı yetilerinin geliştirilmesine yönelik karşılaşıcağı olgu örneklerini analiz edebilme

Çözüm Önerileri

- 2 Yön değiştirme ve çeviklik geliştirmeye yönelik antrenman çeşitlemelerini yönetebilme

Anahtar Sözcükler: • Çeviklik • Sürat • Yön Değiştirme • Süratte Devamlılık • İvmelenme



GİRİŞ

Çeviklik kavramı sporda, özellikle de takım sporlarında performans belirleyici parametrelerin en önemlilerinden olmakla birlikte çevikliği etkileyen fiziksel ve fizyolojik faktörlerin karmaşıklığı boyutuyla da tanımlanması güç bir kavramı ortaya koymaktadır. Çeviklik ve buna bağlı olarak yön değiştirme hızı, yarışma içerisinde ani gelişen durumlara verilen algısal reaksiyonlar, görsel uyaranlara verilen cevabın hızı; buna bağlı olarak işitsel uyaranlara verilen cevabın hızı ve verilen cevabın teknik ve fiziksel yeterlilikle birlikte en uygun sonucu almak üzere ortaya koyulabilme yeterliliğini de içeren karmaşık ve geliştirilmesi de bir o kadar çok yönlü bir çalışmaya ihtiyaç duyulan bir performans parametresidir.

Fiziksel kapasitenin önemli ölçütlerinden olan kuvvet, sürat, güç gibi ölçütler belirli düzeylerde geliştirilmeden, istenen şekilde çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi için gerekli yüklenmeler yapılamayacaktır. Sporunun sürati tek boyutlu olarak sadece düz bir doğrultudaki hızının artırılmasından ziyade ivmelenme, durma, yana ve geriye doğru koşular ve ani yön değiştirmelerle birlikte çeviklik ve yön değiştirme hızı ile birlikte geliştirilmesi gereken bir özelliktir.

Çeviklik teriminin farklı spor dallarının fizyolojik gereksinimlerine göre taşıdığı anlamlar ve performans etkisi değişebilmektedir. Çevikliği oluşturan unsurların neler olduğu ve hangi antrenman yöntemleri ile daha etkili bir şekilde geliştirilebileceği noktasında görüş ayrılıkları bulunmaktadır. Özellikle takım sporları için performansı etkileyen önemli parametrelerden olan çeviklik ve bununla ilişkili olarak yön değiştirme hızının, sporunun düz bir doğrultuda koşu hızını arttırmasının yanı sıra maç-antrenman sırasında gelen dışsal uyaranlara verilen cevabın hızlılığı ve doğruluğu, maç içerisinde gelişen durumlarda ani yön değiştirmelerin gerekli anda ve hızda gerçekleştirilebilmesi, durma ve yeniden ivmelenmenin olması gerektiği zaman ve keskinlikte uygulanabilmesi gibi çok etmenli faktörleri de bir arada bulundurduğu ve bu özelliklerin antrenmanı noktasında çok yönlü bir yaklaşımın kullanılması önem kazanmaktadır. Farklı branşlarda çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi uygulamalarının analizi ve bu analiz sonucunda yapılan tespitlere göre antrenmanın yeniden düzenlenmesi mümkün olabilecektir.

OLGU ÖRNEKLERİ

Üst düzey sporcularda çeviklik, sürat ve yön değiştirme hızı gelişiminin incelendiği bazı araştırmalar analiz edilecek olursa;

Üst düzey erkek futbolcularda yedi hafta süresince, haftada 2 gün, futbol antrenmanı öncesi veya sonrasında, antrenman seansı başına 104-204 arasında sıçrama içeren (sağ, sol ve çift ayakla yapılan, dikey ve yatayda yapılan ziklik ve aziklik sıçramalar) plyometrik antrenman uygulamasının çeviklik ve yön değiştirme hızı performansında %4.28'lik gelişime yol açtığı bildirilmiştir (plyometrik antrenmanı uygulamayan kontrol grubunda ise %2.31 gelişim görülmüştür). Plyometrik antrenmanların futbol antrenmanının öncesinde uygulanmasının sonrasında uygulanmasına kıyasla daha fazla gelişim sağladığı da gösterilmiştir.

Profesyonel erkek futbolcularda sezon öncesinde 5 hafta süreyle, haftada 2 gün yapılan, farklı yüklerde skuat sıçramaları ve dikey ve yatay sıçramaları içeren bir ekstra antrenman uygulaması (3-8 set, 4-6 tekrar) sonucunda yön değiştirme hızı performansında %3.11'lik bir gelişime görülmüştür. Dirence karşı sprint antrenmanlarının da etkinliği gösterilmesine karşın, dirence karşı sprint antrenmanlarının farklı plyometrik antrenman yöntemleri ile kombine edilmesinin gelişime katkısının daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

Birinci lig seviyesi erkek basketbolcuların sezon içi antrenman programlarına 6 hafta süresince hafta 2 kez dikey ve yatay aktif (counter-movement) sıçramaların ve 45 cm. yükseklikten derinlik sıçramalarının (3 set, 15 tekrar) eklenmesinin çeviklik ve yön değiştirme hızı performansında %8.58 gelişime neden olduğu tespit edilirken, bu sıçrama antrenmanını yapmayan grupta performansta %3.46'lık gerileme göze çarpmaktadır.

Elit genç eskrimcilerde yarım skuat, step-lunge ve dizleri göğse çekerek sıçrama (tuck jump) egzersizleri 3 set, 3-10 tekrar ve birer dakika dinlenme arası ile 8 hafta boyunca (ilk 2 hafta hipertrofi, sonraki 6 hafta kompleks kuvvet antrenmanı) haftada 2 kez uygulandığında yön değiştirme hızı ve çeviklikte %2.68'lik gelişim görülmüş, kontrol grubunda ise %0.74'lük bir gerileme saptanmıştır. Bir tekrar maksimum (1TM) yarım skuat ve aktif sıçramada gelişim ise sadece antrenman programını uygulayan grupta görülmüştür.

Genç elit futbolcularda skuat, deadlift, diz ekstensiyon ve fleksiyonu, Nordic Hamstring, kalça abduksiyon ve adduksiyonu egzersizlerini içeren (2-4 set, 4-15 tekrar) bir programın 8 hafta süresince haftada 3 gün uygulanması sonucunda geleneksel yöntemle yapılan kuvvet antrenmanına kıyasla güç temelli yüksek hızlarda yapılan direnç egzersiz programını tekrarlı sprint ve yön değiştirme performansında %0.98'lik bir gelişim ortaya çıkardığı ve güç-hız odaklı kompleks antrenmanın klasik kuvvet antrenmanından daha fazla gelişim sağladığı saptanmıştır.

Elit 19 yaş altı futbolcularda haftada 2 kez, 8 hafta boyunca uygulanan üç farklı antrenman programı (1- vücut ağırlıklarının %12.6'sı kadar ek ağırlık kullanılarak yapılan 6-10 setlik 20 metre sprintler, 2- 1TM %40-60'ı şiddetinde yapılan 2-3 set, 4-8 tekrar skuat içeren program, 3- Plyometrik ve spora özgü drilleri içeren, 1-3 set, 2-3 tekrar halinde uygulanan program) sonucunda her üç grupta da aktif sıçrama değeri ön-test sonuçlarına göre daha iyi bulunmuş, skuat ve plyometrik antrenman gruplarının 50 metre sprint performansında da gelişim gözlenmiş, 10 ve 20 metre sprint ise skuat grubunda daha fazla gelişim göstermiştir. Yön değiştirme hızı gelişimi ise gruplar arası benzer bulunmakla birlikte yaklaşık %0.40 civarında olmuştur.

Elit erkek hentbolcularda sezon içerisinde 8 hafta süresince, haftada 2 kez yapılan tüm vücut ana kas gruplarını içeren direnç egzersizi uygulamasının üst ve alt ekstremiteler kas hacminde ve kasın enine kesit alanında artış, dikey sıçrama ve kuvvet performanslarında gelişim sağlamanın yanı sıra sürat performansını da geliştirdiği gözlenmiştir.

Elit erkek hentbolcuların antrenman programlarına sezon içerisinde 10 hafta süresince haftada 2 kez dairesel tip direnç antrenmanlarının eklenmesinin çeviklik performansında dairesel direnç antrenmanı grubu lehine bir fark yarattığı gözlenirken, tekrarlı sprint performansında değişim gözlenmemiştir.

Elit erkek hentbolcuların müsabaka dönemi antrenman programlarına 8 hafta boyunca, haftada 2 kez ilave edilen 3-4 set, 1TM %70-85'i şiddetinde yarım skuat ve sonrasında 4-6 kez maksimal hızda 30 metre sprintleri içeren antrenmanların 1TM kuvvet, skuat sıçrama, aktif sıçrama, çeviklik, ilk adım performansı, 5 m. ivmelenme gibi ölçülen

tüm parametrelerde anlamlı gelişmelere yol açtığı saptanmıştır. Bu ek antrenman programını uygulamayan hentbolcularda ise bu değerler değişmemiş veya gerilemiştir.

Elit erkek hentbolcularda çeşitli performans ölçümü sonuçlarının birbirleri ile ilişkilerinin incelendiği bir çalışmada ise 15 metre ve daha kısa sürat performansı ile bacak kas hacmi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuş, 15 metre tekrarlı sprint testinde yorgunluk yüzdesini etkileyen en önemli faktörün ise 1TM yarım skuat değeri olduğu belirlenmiştir. Tekrarlı sprint testi (6x(2x15 metre)) performansındaki varyansın %60'ının Yo-Yo IR1 testi sonucu (aerobik kapasite) ile açıklanabileceği 5 metre ortalama süratinin ise varyansın %56'sını açıklayabileceği saptanmıştır. Diğer bir tekrarlı sprint testi olan 6 x 30 metre testinin ise diğer testlerle anlamlı bir ilişkiye sahip olmadığı ortaya konmuştur.

Elit erkek su topu oyuncularında 18 hafta boyunca sezon içi antrenman programlarına ek olarak haftada 2 gün güç egzersizlerini de içeren bir yüksek şiddetli kuvvet antrenmanı uygulandığında (haftada 5 gün su antrenmanı veya 5 gün su ve 2 gün kuvvet-güç antrenmanı) ekstra kuvvet antrenmanı yapmayan sadece su antrenmanına devam eden grupta ölçülen parametrelerde herhangi bir gelişim görülmezken kuvvet-güç antrenmanı yapan grupta aktif sıçrama %7, bench press 1TM %10.53, tam skuat %14.21, top fırlatma hızı %2.76, 20 m. sprint yüzme hızı ise %2.25'lik anlamlı gelişmeler göstermiştir.

Elit kadın su topu oyuncularında su antrenmanlarına ek olarak 16 hafta süresince, haftada 2 kez tam skuat ve split skuat içeren alt vücut direnç egzersizleri ve yüklü (loaded) aktif sıçrama ve aktif sıçrama içeren sıçrama-güç odaklı bir programın sonucunda, bu programı uygulamayan gruba göre aktif sıçramada %8.66, tam skuatta %20.99, sudan yukarı çıkış performansında %12.02, top fırlatma hızında %6.86 değerinde anlamlı gelişmeler gösterdiği tespit edilmiştir.

Profesyonel erkek su topu oyuncularında sezon öncesi dönemde su içerisinde spora özgü kuvvet antrenmanı ile karada yapılan kuvvet antrenmanının etkileri karşılaştırıldığında (haftada 3 kez kuvvet antrenmanı, 5 kez su topu antrenmanı, 6 hafta süresince) aktif sıçrama performansı her iki grupta da gelişmiş (karada kuvvet antrenmanı grubunda

%9.07-suda kuvvet antrenmanı grubunda %7.6), sudan yukarı çıkış performansında gelişim sadece suda kuvvet antrenmanı grubunda gözlenmiş (%11.48) tam skuat ve bench press 1 TM ise sadece karada kuvvet antrenmanı grubunda gelişmiştir (%11.27 ve %9.55). Çeviklik performanslarında ise her iki grupta da düşüş görülmüştür.

Yine profesyonel su topu oyuncularını benzer bir çalışmada bu kez 3 gruba ayrılmıştır. Spora özgü suda kuvvet antrenmanı grubu, plyometrik antrenman grubu ve kombine antrenman grubu. Haftada 3 kez suda kuvvet veya plyometrik veya kombine antrenman programı, 5 kez su topu antrenmanı, 6 hafta süresince uygulanmıştır. Aktif sıçrama performansı sadece plyometrik grubunda gelişirken (%6.1), sudan yukarı çıkış performansı tüm gruplarda artmıştır (%4.4-5.1 arasında). Bench press ve skuat 1TM değerleri de tüm gruplarda gelişim göstermiştir (bench press %7.6-12.6-skuat %11.5-14.6). Benzer şekilde top fırlatma hızı da tüm gruplarda artmıştır (%11.4-17.5). Çeviklik performansında ise sadece kombine antrenman grubunda %7.3'lük bir gelişme tespit edilmiştir.

Profesyonel futbolcularda sezon öncesi antrenman döneminde dirençli sprint antrenmanlarının sprint hızı ve yön değiştirme hızı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Antrenmanlar sırasında dirençli gruba sağlanan dirençle birlikte dirençsiz sprint grubuna göre sprint hızlarında %10'luk düşüş sağlanmıştır.) futbolcular dirençli sprint ve dirençsiz sprint olmak üzere iki gruba ayrılmış (Ancak her iki grupta ortak olarak, vücut ağırlıklarının %60'ına denk gelecek ağırlıkta yüklü skuat sıçramalar yapılmıştır.) ve 6 hafta sonunda her iki grupta da 5-10-20 m. sprint performanslarındaki gelişmeler benzer bulunurken (%3-8 arasında) dikey sıçrama ve yön değiştirme hızı performansları da her iki grupta da benzer oranda anlamlı şekilde gelişmiştir.

Futsal oyuncularında 6 hafta boyunca, haftada 2 gün yapılan tam skuat ve yön değiştirme hızı kombine antrenmanı ve sadece skuat antrenmanının (Ek antrenman yapmayan kontrol grubu da 3. grubu oluşturuyor.) etkileri araştırıldığında skuat grubuna 1 TM %45-58'i şiddetinde maksimal hareket hızında tam skuat egzersizi yaptırılmış (4-6 tekrar, 2-3 set) 2. grup ise aynı skuat programına ilave olarak yön değiştirme hızı drilleri uygulamıştır. Her iki grupta da aktif sıçrama, topa vuruş hızı ve tüm kuvvet parametrelerinde gelişme görülmüş-

tür. Tekli sprint performansı sadece skuat grubunda gelişim gösterirken, tekrarlı sprintte ise sadece kombine antrenman grubunda anlamlı gelişim görülmüştür. Kontrol grubunda herhangi bir parametrede gelişim saptanmamıştır.

Elit futbolcularda skuat sıçrama ve olimpiik yukarı itiş (Olympic push press) sırasında elde edilen güç değerlerinin sprint, sıçrama ve yön değiştirme hızı değerleri ile ilişkilerinin incelendiği bir çalışmada sadece skuat sıçrama sırasında üretilen kilogram başına güç ile lineer sprint performansı (5-10-20 ve 30 m.), skuat ve aktif sıçrama arasında anlamlı bir yüksek düzeyde ilişki, yön değiştirme hızı ile ise orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur. Bu sonuçlar elit futbolcuların antrenmanlarında olimpiik kaldırışlar yerine skuat sıçrama varyasyonlarının kullanımının daha detaylı düşünülmesini önermektedir. Nitekim skuat jump temelli güç antrenmanlarının olimpiik kaldırışlar içeren antrenmanlara kıyasla sürat ve ivmelenme parametrelerine olan olumlu etkilerinin daha fazla olduğunu gösteren bir takım çalışmalar olmakla birlikte çalışmalar çoğunlukla 20 yaş altı, 19 yaş altı gibi gruplarda gerçekleştirilmiştir.

Benzer şekilde Rio 2016 Olimpiyat Oyunlarına katılan Brezilya yedili ragbi erkek takımı oyuncularında skuat sıçrama sırasındaki ortalama güç değerleri yüksek olan sporcuların sürat ve sıçrama performanslarının daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Aynı tespitler yarım skuat için yapılamamıştır. Bu durumda olimpiik düzey ragbicilerin performans testi ve antrenmanlarında skuat jump temelli güç antrenmanlarının kullanımı üzerinde daha fazla durulabileceği düşünülebilir.

Profesyonel erkek futbolcularda daha yüksek maksimal ivmelenme değerlerine sahip oyuncuların daha süratli, daha iyi sıçrama değerlerine ve daha iyi çeviklik testi hızlarına sahip olduğu; ancak yön değiştirme hızı anlamında kendilerinden daha yavaş oyuncuların arkasında kaldıkları saptanmıştır. Antrenman programlarının düzenlenmesi bakımından bu çarpıcı sonuçların detaylı bir biçimde analiz edilmesi gerekmektedir.

Profesyonel kadın futbolcularda bilateral ve unilateral sıçrama testleri sonuçlarının 30 m. sürat ve yön değiştirme hızı performansı ile yakından ilişkili olduğu ancak sağ-sol bacak farklılıklarının sürat ve yön değiştirme üzerinde etkisinin saptanmadığı belirtilmiştir.

Brezilyalı elit futbolcular ile U20, U17 ve U15 futbolcuların sezon öncesindeki skuat sıçrama ve 20 m. sprint sırasındaki ivmelenmeleri karşılaştırıldığında skuat sıçrama, aktif sıçrama ve skuat sıçramada üretilen relatif güç değerlerinde yaş grubuna bağlı lineer bir artış gözlenirken, ivmelenme ve sürat değerleri U20 futbolcular ile elit futbolcularda benzer bulunmuştur. U15 oyuncularının 0-5 m. ivmelenme değerlerinin u-17 ve elit futbolculardan daha iyi bulunması da dikkat çekici bir başka bulgudur.

Elit erkek ve kadın çim hokeyi oyuncularında 6 hafta süresince, haftada 2 gün yapılan farklı plyometrik antrenmanların (Drop jump temelli yüksekte aşığı sıçrama ve alçaktan yükseğe sıçramaya odaklanan, yüksekte alçağa grubunda düşme yüksekliği ilk hafta 75 cm, düşüldükten sonra üzerine sıçranan kutu yüksekliği ise kadınlar için 30, erkekler için 40 cm'dir. Düşme yüksekliği aşamalı olarak artırılarak son hafta 90 cm'ye ulaşılmıştır. Diğer alçaktan yükseğe grubu ise tam tersine kadınlar için 30 ve erkekler için 40 cm'lik yükseklikten ilk hafta 75 cm. daha sonra aşamalı olarak 90 cm yüksekliğinde kutuya atlamışlardır. Her antrenman 4 tekrarlı 5 setten oluşmaktaydı.) etkilerine bakıldığında 10 metre ve 20 metre sürat performanslarında gruplar arası farklılık görülmemiş, yön değiştirme hızı ve çeviklik performansları da benzer bulunmuştur. Sürat gelişimi açısından sadece yüksekte alçağa grubunun 10 metre performansında anlamlı bir gelişme sağlanmıştır.

Elit erkek hentbolcularda müsabaka periyodunun son döneminde dar alan oyunları ile tekrarlı sprint antrenmanlarının performans parametrelerine etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada 6 hafta boyunca, haftada 2 defa olmak üzere bir gruba 3'e 3, kalecisiz dar alan oyunu; diğer gruba ise 14-17 tekrarlı, 2 set dönüşlü sprint (shuttle sprint) ve sıçrayarak 9 metre atışı içeren (20 saniye dinlenme ile) antrenman programı uygulanmıştır. Her iki grupta da antrenman dönemi sonrası 10 ve 20 metre sürat, aktif sıçrama, çeviklik, tekrarlı sprint, oturarak top fırlatma ve sıçrayarak atış hızı performansında anlamlı gelişmeler görülmüştür. Ancak 10 metre sürat, aktif sıçrama, sıçrayarak atış performans artışları tekrarlı sprint antrenmanı ya-

pan grupta dar alan oyunu grubundan daha yüksek olmuştur (Tekrarlı sprint grubunda her parametreye için %2-5'lik daha fazla gelişme sağlanmıştır). Bunların aksine çeviklik ve oturarak top fırlatmada dar alan oyunu grubu daha fazla gelişim göstermiştir (Çeviklik dar alan oyunu grubunda %7.8, tekrarlı sprint grubunda %1 gelişmiş, oturarak top fırlatma ise dar alan oyunu grubunda %9, tekrarlı sprint grubunda %1.6 gelişmiştir).

Üst düzey kadın voleybolcularda sezon öncesinde 12 haftalık dönemde yapılan plyometrik antrenman ile beceri temelli, dar alan oyunlarını içeren antrenmanların sonucunda farklı gelişim tespit edilmiştir. Plyometrik antrenman grubunda vücut ağırlığında anlamlı bir düşme (%1), 20 metre sürat performansında ise %8'lik bir gelişme görülmüştür. Sağlık topu fırlatmada %25, aktif sıçramada %27, durarak uzun atlamada %8'lik gelişmeler görülmüştür. Beceri temelli grupta ise aktif sıçramada %18, durarak uzun atlamada %3 ve sağlık topu fırlatmada %9'luk gelişmeler saptanmıştır. Bu sonuçlara göre sezon öncesi dönemde üst düzey kadın voleybolcuların plyometrik antrenmandan beceri temelli antrenmana göre daha fazla fayda sağladığı söylenebilir.

Profesyonel erkek futbolcularda sezonun ikinci yarısına hazırlık döneminde başlayan 10 haftalık bir programda Nordik hamstring egzersizi toplam 27 seans olarak antrenmanlarda kullanılmış; her antrenman öncesi ısınmada Nordik hamstring egzersizi ilk hafta haftada 1 gün, 2 set, 5 tekrarla başlanmış; antrenman sıklığı ve kapsamı aşamalı olarak arttırılmıştır (10. hafta sıklık haftada 3'e, set sayısı 3'e, her setteki tekrar sayısı ise 12'ye kadar çıkarılmıştır). Nordik hamstring grubunda yer alan 9 futbolcudan 6'sında 30 metre sürat testindeki 5 ve 10 metre geçiş zamanlarında gelişim görülmüş (5 metre geçiş zamanında -0.068 saniye, 10 metre geçiş zamanında -0.078 saniye), kontrol grubunda ise değişim gözlenmemiştir. Her iki grubun 30 metre sürat performansında bir miktar düşme saptanmış (Nordik hamstring grubunda +0.116-kontrol grubunda +0.159) Aktif sıçrama yüksekliği ise her iki grupta da gelişmiştir (Nordik hamstring grubunda 9 kişiden 6'sında +2.31 cm, kontrol grubunda 8 kişiden 4'ünde +0.55 cm).

Öğrenme Çıktısı



1 Elit ve olimpiik sporcuların, çeviklik ve yön değıştirme hızı yetilerinin geliştirilmesine yönelik karşılaşıcağı olgu örneklerini analiz edebilme

Araştır 1

Elit sporcuların sürat ve çeviklik performansı ile kuvvet düzeyleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

İlişkilendir

Elit sporcuların kuvvet-güç değerlerinin çeviklik ve sürat aktarılmasında spora özgü alıştırmaların önemini değerlendiriniz.

Anlat/Paylaş

Sürat ve çeviklik performansını etkileyen önemli faktörlerden üç tanesini anlatınız.

ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Yön değıştirme hızı, ivmelenme, durma, yeniden ivmelenme ve genel hareket sürati gibi tüm unsurlarla birlikte değerlendirildiğinde özellikle takım sporlarında (futbol, basketbol, hentbol, hokey vb.) önemli bir performans bileşenidir ve antrenman programları içerisinde önemle yer verilmelidir. Elit sporcular üzerinde yapılan bilimsel araştırmaların çoğunda sürat, kuvvet vb. temel parametrelerde diğer sporculardan daha iyi performans gösterebilen birçok sporcunun yön değıştirme hızı söz konusu olduğunda elit düzeyin aşağısında olan sporcularla arasındaki farkın azaldığı dikkat çekmektedir. Mevcut kuvvet, sürat ve güç kapasitelerinin yön değıştirmeye aktarımı konusu üzerinde daha fazla durulmalıdır. Sezon içerisinde kuvvet düzeyinin korunması için yapılan ek antrenmanların faydaları literatürde sıklıkla belirtildiği için özellikle kuvvet düzeyinin korunması için gerekli uygulamaların yapılmasının tüm spor dalları için önemli olduğu unutulmamalıdır.

Yön değıştirme gereken aktivitelerde çabuk bir şekilde yavaşlamak için bir eksantrik kas kasılması fazı, ve olabilecek en hızlı şekilde yeniden ivmelenmek için ise konsantrik kasılma içeren bir hareket paterni devrede olacaktır. Bu kasılmalar arası sürekli değışim göz önüne alındığında konsantrik ve eksantrik kas kasılmalarının verimliliğini arttırmak önemli bir faktör olacaktır. Yeniden ivmelenme öncesindeki dönemde yer alan yavaşlama veya duruma göre aniden durma da yön değıştirme performansının önemli parçalarındandır ve burada aktif olan eksantrik kasılmanın verimliliğinin artırılması da kritik değerdedir. Son bilimsel gelişmeler antrenmanlarda eksantrik bölüme daha fazla odaklanmanın yön değıştirme hızında daha fazla gelişme sağlanabileceğini göstermektedir. İzometrik ve konsantrik kasılmalara kıyasla eksantrik kasılmalar sırasında güç üretiminin %20 ila 60 arasında daha fazla olduğu gösterilmiştir. Eksantrik kasılmada ortaya çıkan daha yüksek güç üretimine karşın daha düşük elektromyografik aktivite gözlenmektedir. Konsantrik kasılmaya kıyasla daha az motor ünite uyarımı, bu durumun olası sebeplerinden biri olabilir. Eksantrik kasılmada motor ünite katılımında hızlı kasılan üniteler daha yüksek orandadır. Aynı durum yüksek hızda yapılan yön değıştirme hareketlerinde de gözlenmektedir. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde eksantrik kasılmaların nörofizyolojik özellikleri yön değıştirme hızı ile benzerlik gösterme ve antrenman uygulamalarında daha uygun bir gelişim potansiyeli vadetmektedir. Eksantrik kas aksiyonlarının konsantrik olanlara göre her ünite iş üretimi için daha az metabolik enerjiye ihtiyaç duyması da bir başka önemli ve avantajlı noktadır.

Her düzeyden yarışmacı sporcu üzerinde yapılan çalışmalarda eksantrik kuvvet antrenmanlarının konsantrik veya eksantrik-konsantrik kombine antrenmanlara göre daha fazla konsantrik kas gücü gelişimine, daha iyi esneme-kısalma döngüsü (stretch-shortening cycle) performansına ve daha fazla kas kütlesi artışına (özellikle de hızlı kasılan kas fibrillerinin boyutunda daha fazla artışa) yol açtığı rapor edilmiştir. Tekrarlı eksantrik kas aksiyonlarının seçici olarak hızlı kasılan kas fibrillerinde hasara

yol açtığı bildirilmiştir. Bu kas hasarı oluşumu kas hipertrofisi için gerekli koşullardan biridir ve uydu hücrelerin uyarımını sağlayarak kas dokularının tamiri, rejenerasyon ve hipertrofik gelişim için uygun metabolik ortamın sağlanmasının yapı taşlarından biridir. Kasın enine kesit alanında düzenli antrenmanla sağlanan artışlar hızlı bir şekilde uygulanan yön değiştirme hareketlerinin gerçekleştirilmesinde ihtiyaç duyulan mekanik gelişmelere de ön ayak olacaktır.

Kas-tendon ünitesindeki antrenmana bağlı adaptasyonlara bakıldığında eksantrik antrenmanların konsantrik antrenmanlara göre daha fazla tendon sertliği ve tendon enine kesit alanı gelişimi sağladığı bildirilmiştir. Özellikle sağlık bakış açısıyla düşünüldüğünde sporcuların sakatlıklara daha az yakalanma potansiyellerinin artması tendonun kuvvetlendirilmesi ile mümkün olacaktır. Özellikle adolesan sporcuların antrenmanlarındaki mekanik yükler (özellikle de plyometrik hareketler) kas-tendon dengesizliklerine ve tendon aşırı kullanım yaralanmalarına yol açabilecektir. Adolesan sporcuların antrenmanlarında eksantrik kasılmalara odaklanılmasının sakatlık önlemede önemli rolü olduğu gösterilmiştir. Performans bakımından ele alındığında tendonun kaslar tarafından üretilen gücün kemiklere aktarılmasındaki kritik rolü de düşünüldüğünde, tendon gelişiminin sağlanmasında eksantrik odaklı antrenmanların önemi hem sağlık hem de performans açısından daha fazla ortaya çıkacaktır.

Yön değiştirme hızı performansında en önemli faktörlerden biri de hızlı bir şekilde yavaşlama-durma ve bunun hemen ardından mümkün olan en yüksek hızla yeniden hareketlenmedir. Dinamik denge, kas gücü ve reaktif kuvvet de diğer önemli parametrelerdir. Bilimsel literatürde yön değiştirme hızı, lineer sprint hızı, kas kuvveti ve kas gücü arasındaki ilişkiler karışık-çelişkili sonuçlar verse de eksantrik kas kuvvetinin yüksek olmasının yön değiştirme hızını istikrarlı bir şekilde olumlu etkilediğini söylemek mümkündür. Eksantrik antrenman uygulamasında yeni cihazlarla antrenmanın verimliliği ve verilerin düzenli kaydı ve takibi yapılabilir. Dünyanın çeşitli ülkelerinden üreticiler isoinertial-flywheel system adı verilen bu cihazlarla sporcuların kondisyon programlarına destek vermektedir. Bu cihazlara örnek olarak VersaPulley, Exxentric, Proinertial, Space Wheel, Nhance, RSP ve Desmotec verilebilir.

Farklı bir yaklaşım olarak genç elit (U17) futbolcularda yukarıda bahsettiğimiz cihazlardan biri ile yapılan eksantrik bir antrenman titreşim antrenmanı ile kombine edildiğinde plyometrik, lineer sprint ve dirençli (weight-loaded) yön değiştirme hızı antrenmanlarının kombinasyonu içeren bir programdan yön değiştirme hızı gelişimi açısından net bir şekilde daha üstün bulunmuştur. Ancak buna benzer çalışmaların sayısının artması ve daha üst düzey katılımcı gruplarıyla da çalışılıp antrenörler açısından daha kesin sonuçlar sağlanması gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.

Spor salonunda yapılan ağırlık antrenmanları veya plyometrik benzeri yöntemlerde çalışmaların bilateral gerçekleştiği, ancak özellikle çeviklik ve yön değiştirme içeren hareket modellerinde unilateral hareketin daha fazla önem kazandığı ve bu yöntemlerin çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi için gerekli biyomekanik özellikleri tam anlamıyla yansıtmadığı spor bilimciler tarafından yaygınlıkla dile getirilen bir görüştür. Olimpik bir düzeyde performans sergileyebilmek için belirli kuvvet düzeylerinde performans sergileyebilmek önemli iken bu kuvvet performansını çeviklik ve yön değiştirmeye aktarabilmek ise farklı yaklaşımlar gerektirir. Klasik yöntemlerle yapılan antrenmanların sürat ve çabukluk performansına aktarımı konusundaki endişeler antrenörler ve spor bilimcileri yeni arayışlara itmiş bunun sonucunda giyilebilir teknolojilerin bu alanda da kullanılmaya başlandığı görülmüştür.

Antrenörler sporcularının büyük içsel güç kullanımını artırabilmek için salon antrenmanlarında büyük kas gruplarını içeren, büyük miktarlarda yükler kullanırlar. Ancak bu büyük yüklerden dolayı hareketin hızı ve buna bağlı olarak ivmelenme yavaş olur. Giyilebilir direnç egzersizi ekipmanları kullanarak kilogram başına binen yük çok daha az olduğu halde yüksek içsel güç gelişimi, yüksek hareket hızı ve ivmelenme kullanılarak sağlanabilir. Örneğin ağırlık yelekleri kullanılırken vücut ağırlığının %3-30'u arasında yükler sıçrama ve sprint antrenmanlarında uygulanır. Ek yükler kol veya bacaklara bağlandığında ise vücut ağırlığının %1-5'i oranında daha hafif (0.5-3 kg) yüklerle sürat, çeviklik ve yön değiştirme hızında istenen değişimlerin sağlanabildiği spor bilimcilerce gösterilmiştir. Güç üretme kapasitesinde çalışılan hızla özgü gelişimler sağlayabilecek uygun hareket süratine ulaşabilmek bu cihazların en büyük avantajlarından- dır. Hareket kalıplarının da geliştirilmesi istenen

kalıplarla aynı veya benzer olması, hareket kalıbı benzerliğinin çok daha az olduğu klasik salon egzersizlerinden üstün yanlarındandır.

Gövdeye giyilen ağırlık yeleklerine kıyasla ek ağırlıklar uzuvlara takıldığında veya hem gövde, hem de kol veya bacağı takılarak kombine edildiğinde takıldığı uzuv üzerinde direkt bir rotasyonel yüklenme (overload) sağlayacak ve bu durum o bölgeye yakın bağ ve kaslar üzerinde de yüklenme etkisi yaratacaktır. Bu durum lineer hareket performansı (düz doğrultuda koşu vb) ile kol ve bacakların rotasyonunun yakın ilişkisi düşünüldüğünde hareket mekaniği ve antrenmanın sürat, çeviklik ve yön değiştirmeye aktarımı açısından ideal bir durum ortaya çıkaracaktır. Sürat veya ivmelenme antrenmanlarının yanı sıra submaksimal hızlarda yapılan antrenmanlarda da bacaklara takılan ek ağırlıkların metabolik yüklenmeyi ve oksijen tüketimini artırarak spora özgü bir yüklenme olarak bu tür antrenmanlarda da bu metotların kullanımını sağlayabilir. Sekizer dakikalık submaksimal koşular yapan dayanıklılık koşucularında uyluk bölgesine takılan ek ağırlığın miktarının vücut ağırlığının kilogramı başına her yüzde 1'lik artışında oksijen tüketiminde %1.5'lik artış gerçekleşmiş ve uyluğa takılan ek ağırlıkların metabolik yükü anlamlı şekilde artırmak için vücut ağırlığının %3'ü ve üzerinde yüklerin kullanımı gerektiği tespit edilmiştir.

Giyilebilir ağırlıklarının kullanımına ve güç ayarlanmasına bir örnek olarak üst bacakta ağırlıkların takıldığı noktanın değiştirilmesinin aynı sürat ve ivmelenmenin sağlanabilmesi için üretilmesi gereken gücü ciddi anlamda değiştirebileceği verilebilir. Dizlerin hemen üzerine takılan (distal femur) 200'er gramlık iki ağırlığın yeri uyluk ortası olarak değiştirildiğinde (mid-femur) aynı sürat ve ivmelenme hızına ulaşmak için gereken kassal efor %12 civarında artacaktır (rotasyonel eylemsizliğin artışının etkisiyle). Bilimsel araştırmalar bacak ve uyluklardaki ek ağırlıkların yere temas süresini artırarak ve salınım hızını (swing velocity) düşürerek adım boyundan ziyade adım frekansını etkilediğini göstermektedir. Gövdeye giyilen ağırlıklar-yelekler ise yere temas süresini artırarak, havada kalma süresini (flight time) düşürerek, havada alınan yolu (flight distance) azaltarak adım uzunluğunu adım frekansına göre daha fazla etkilemektedir. Bu tarz biyomekanik özelliklerin getirdiği farklılıklar, giyilebilir antrenman yardımcıları ile doğru kullanıldığında antrenörlere, antrenman programlarının düzenlenmesinde avantajlar sağlayabilir.

Mekanik değişkenlerin yanı sıra nöral yolları doğru şekilde aktive etmek de sürat, çeviklik ve yön değiştirme gelişimi için önemlidir. Kas içi koordinasyonun gelişimi için kas kasılmasına motor ünite katılımını arttırmak ve ateşleme frekansı, senkronizasyon ve refleks aktivite gibi bazı fizyolojik süreçlerin de veriminin artırılması gerekir. Bunu gerçekleştirmek için antrenmanlarda çoğunlukla yüksek şiddetli, patlayıcı eforlar kullanılır. Kaslar arası koordinasyon için ise farklı kas gruplarının sinerjistik etkisi, sabitleyici kas-dokuların geliştirilmesi, antagonist kasların harekete yardımcı olması gibi faktörler önem kazanır. Bunların geliştirilmesi tamamen yapılan antrenmanla geliştirilmek istenen hareket süratine özgüdür ve antrenmanın hızına bağlı bu gelişmelerin diğer hareket hızlarına aktarımı söz konusu değildir. Kuvvet ve güç kazanımının sürat, çeviklik ve yön değiştirme hızına aktarımında geliştirilmek istenen harekete özgü antrenman planlanması önem kazanmıştır. Antrenman yüklenmesini yüksek tutarken aynı anda yüksek hızda hareketi gerçekleştirmek ve mümkünse geliştirilmek istenen hareketin mekanik olarak aynısını veya benzerini uygulamak temel amaç olmalıdır. Sporcuların antrenman motivasyonu ve devamlılığının sağlanması açısından da kendi sporlarına özgü hareketleri içeren antrenman uygulamalarının kullanımı daha uygun görünmektedir.

Ağırlık yelekleri vb. malzemelerin kullanımı ile ilgili bir önemli nokta, bu malzemelerin kullanımı ile artan yere temas süresinin sakatlık riskini arttırabilme olasılığıdır. Ancak koşu ve sürat antrenmanlarının ağırlık yelekleri vb. malzeme ile yapıldığı araştırmalarda ek ağırlıkların ağırlık merkezinin dikey yer değiştirmesini azaltmasının yer çekimine bağlı ivmelenmeyi düşürdüğü, bunun da dikey yer reaksiyon güçlerini azaltarak sakatlık riskini azalttığı gösterilmiştir. Gövdeye giyilen ağırlık yeleklerinin vücut ağırlığının %5-10 ve 15'i oranında olmasının enerji maliyetini sırasıyla %2.5, %4.2 ve %8.5 arttırdığı saptanmıştır. Bacaklara takılan ek ağırlıklarda ise 1 kg altı ağırlıklarda enerji maliyetindeki %5-10'luk artışlara karşın alt ekstremite kinematik analizi sonuçlarında bir farklılık bulunmamıştır.

Ağırlık yelekleri benzeri malzemelerin yıllık antrenman planlamasında genel hazırlıktan çok yarışma döneminde kullanımı uygun görünmektedir. Hazırlık döneminde klasik yöntemlerle geliştirilen kuvvet ve gücün sürat, çeviklik ve yön değiştirme-

ye aktarımında bu yöntemlerin daha etkili olduğu düşünüldüğünde yarışma döneminde kullanımı ön plana çıkmalıdır.

Ek ağırlıkların gövdede yelek şeklinde kullanımında vücut ağırlığının %30'u ve altındaki yükler, kol veya bacaklara takıldığında da %1'i ve altındaki yükler en uygun hareket mekaniği ve hızının sağlanabilmesi açısından uygun görünmektedir. Üst düzey sporcunun hareket hızı ile ilgili hisleri antrenman modifikasyonlarında önemli yer tutar. Hareket hızını azaltmaktansa gerektiğinde ek ağırlığı azaltmak tercih edilmeli, hareket hızı mümkün olduğunca yarışma hızlarına yakın tutulmaya çalışılmalıdır. Uyluğa takılan vücut ağırlığının %5'i kadar bir ek yük sprint sırasındaki ivmelenme fazı sırasındaki en yüksek hızı %2.3 ve maksimal hız evresinde ise yaklaşık %5 civarında düşürmektedir. Alt ekstremiteye takılan vücut ağırlığının 5'i ve altındaki ek yüklerle yarışma hızına yakın hızlarda sürat antrenmanı yapmak mümkündür.

Sürat ve çeviklik amacıyla ek yüklerin giyilebilir malzemeler yardımıyla kullanımında yük artımı çok hassas olduğundan, yük artışında kilogram yerine gram olarak artışlar planlanmalıdır. Yapılan çalışmalarda 100-200 gramlık yük artışlarının dahi hareket hızı ve beceride düşüşlere yol açabildiği gösterilmiştir. Uyluk üzerine takılan vücut ağırlığının %3'üne denk gelen sprint hareket mekaniği ve çıktısı üzerinde yüklenme etkisi yaratabileceği bilinmektedir. Yirmi metre sprint sırasında yere temas süresi %3-4.4, adım frekansı %3.4-3.6, dikey sertlik (vertical stiffness) %5.8-6.2 arasında anlamlı şekilde değişecek, 40 metre sprint söz konusu olduğunda ise yere temas süresi %8.9, fule hızı (stride velocity) ise %4.7 civarında bir aşırı yüklenmeye maruz kalacaktır.

Sürat ve çeviklik gelişimi için alt bacağa takılan ek yüklerle yapılan antrenmanlardaki yüklenmenin aşamalı artışına bir örnek vermek gerekirse; 1. ve 2. hafta diz altına 200 gram, kalflara 200 gram olmak üzere toplam 400 gramlık ek ağırlık kullanımı 3 ve 4. haftalarda diz altı için 400 grama çıkarılır, kalf-lar ise 200 gramla sabit tutulur. 5 ve 6. haftalarda bu kez diz altı 400 gram olarak sabit tutulurken, kalf-lara takılan ağırlık miktarı 400 grama çıkartılarak toplamda 800 gram ek ağırlık kullanılır. 7 ve 8. haftalarda ise diz altına takılan ağırlıklar 400 gramdan 600 grama çıkartılıp, kalf ağırlıkları sabit tutulur ve sonuç olarak yedi ve sekizinci haftalar

diz altında 600 gram ve kalflarda 400 gram olmak üzere toplam 1 kilogram ek ağırlıkla yapılan antrenmanlarla tamamlanır.

Ağırlık antrenmanları ve plyometrik antrenmanlar gibi geleneksel metodlara bir başka alternatif ise bel hizasından kancalarla doğrudan bele veya bir yelek benzeri kıyafete bağlanan ve üzerindeki ağırlıkları yerde sürükleyerek koşulan direnç kızağı (resisted sled) kullanılarak yapılan antrenmanlardır. Günümüzde sporcuya özel olarak hareket hızı düşüşünün mekanik-dijital olarak düzenlenebildiği 1080 Motion vb. teknolojik cihazlar da kullanıma sunulmuştur; ancak klasik yerde sürüklemeli kızak çekme modeli halen sıklıkla kullanılmaktadır. Kızağın üzerine konan ağırlığın artırılması yoluyla kızak çekme antrenmanlarında yük düzenlenebilir. Bu yöntemi kullanırken atletizm koşu sporcularında yük seçiminde sporcunun yarışması sırasındaki harekete biyomekanik olarak en yakın hareketi uygulayabilmesi açısından hız düşüşünün en az kayıpla olabilmesi için vücut ağırlığının kilogramı başına %10-12 civarında kızak yükleri kullanılmalıdır. Saha sporlarında yarışanlar için ise vücut ağırlığının kilogramı başına %20-30 civarında (yarışma sırasında dış etkilerle karşılaştıkları için) kızak yükleri ivmelenme gelişimi açısından önerilir. Sprinterlerde koşu tekniğinde bozulma olmadan fule uzunluğu ve koşu hızında düşüş vücut ağırlığının %16'sı ağırlığında kızak çekme sonrası görülmüştür. Sekiz hafta süresince vücut ağırlığının %13'ü ve %43'ü ile yapılan kızak çekme antrenmanlarına verilen cevapların karşılaştırıldığı bir çalışmada performans gelişimleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Antrenmanın yapıldığı zeminin özelliği de, kızakla olan sürtünmesi düşünüldüğünde, antrenman yükü için düşünülmesi gereken bir faktördür. Çim veya atletizm pisti veya toprakta yapılan kızak çekme antrenmanları birbirinden farklı mekanik ve metabolik yüklenmeler doğuracaktır.

Kızak çekme antrenmanları özellikle başlangıç ivmelenme gelişimi söz konusu olduğunda oldukça etkili bir metot olarak öne çıkmaktadır. Ancak 20 metre üzeri sprintlerde ve maksimum hız evresinde sağladığı gelişim oranı azalmaktadır. Kızak çekme antrenmanları ivmelenme gelişimi için yüksüz koşu antrenmanlarından daha etkili olabilirken, ortalama koşu hızı gelişimi açısından iki yöntem arasında belirgin bir farklılık yoktur.

Kızak çekme antrenmanlarının en uygun oranda gelişimi sağlayabilmesi için haftada 2-3 kez, 6-10 hafta süresince tekrarlanması önerilmektedir. Bundan daha kısa sürelerin (6 haftanın altında) gelişimin, nöromüsküler uyumun ve mekanik adaptasyonların tamamlanması için yetersiz olduğu düşünülmektedir. Her antrenman birimi başına kapsam 60-360 metre arasında değişmektedir. Kızak çekme antrenmanlarında birim başına antrenman kapsamı olarak en etkili kapsamın 160-360 metre arasında görüldüğü saptanmıştır. Antrenman verimliliği açısından ise çimde kızak çekme antrenmanlarının etkililiğinin atletizm pisti veya sert zemine kıyasla daha düşük olduğu göz ardı edilmemelidir. İvmelenme gelişimi için kızak çekme antrenmanlarının etkinliği gösterilmiş olmasına karşın, bu antrenmanların biyomekanik yapısı gereği maksimum hız evresinde gelişim için plyometrik antrenmanlar veya ağırlık yeleği gibi yöntemler daha uygun olacaktır.

İvmelenme Sürati, Sürat Bariyeri, Süratte Devamlılık Özelliklerini Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri

İvmelenme sürati gelişimi odaklı antrenmanlarda 10-50 metre arasındaki mesafelerde sprintlerin bloktan çıkış veya üç noktalı çıkış pozisyonundan başlangıçla uygulanması önerilir. Bloktan çıkışlar enerji maliyeti açısından ayakta çıkışlara göre daha az ekonomiktir. Sprint mesafe ve setlerinin düzenlenmesinde sporcunun seviyesi ve hazır bulunuşluk durumunu göz önünde bulundurmak gerekir. Performansta düşüşün önlenmesi açısından setler arasında tam dinlenme yapılmalıdır. İngiltere atletizm federasyonu elit sporcular antrenman sırasında daha yüksek hızlara (ve dolayısıyla antrenman şiddetine) ulaştığından genç sporculardan daha uzun dinlenme sürelerine ihtiyaç duyacağını bildirmiştir. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı eğilerek başlangıçlı 20 metrelik koşular ve set aralarında da 2 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 40 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 7 dakika dinlenme ile yapılmalıdır.

Maksimal sürat gelişimi hedeflendiğinde hareketli çıkışların kullanımı önerilmektedir. Mümkün olan en yüksek hıza ulaşarak, bu hızda düşüş yaşamadan en uzun mesafenin koşulmasının hedeflendiği bu antrenmanlarda performans seviyesi ve antrenman durumuna bağlı olarak maksimal hızın sürdürülebildiği mesafe 10 ila 30 metre arasında değişmektedir. Jog temposu bir koşudan hareketli bir şekilde çıkılan sprintlerde her ne kadar başlangıç ivmelenmesi bloktan çıkışa göre daha yavaş olacaksa da daha yüksek maksimal hıza ulaşılabilir veya aynı hıza ulaştığında daha az enerji harcayacaktır. Genç ve daha az tecrübeli sporcular 10 metre hareketli çıkış sonrası 20 metre sprint uygulamasında set aralarında 4 dakika dinlenme kullanabilirken, elit atletler 30 metrelik hareketli çıkış sonrası 40 metrelik sprintleri kullanabilirler. Elit atletlerin sürati 12 metre/saniye civarına çıkacağından aynı performansa yeniden çıkılabilmesi açısından yaklaşık 15 dakikalık dinlenmeler kullanmak gerekecektir.

Sprinte özgü dayanıklılık antrenmanında amaç maksimal sprint hızını en uzun süre sürdürebilme. Yüzde 95-100 şiddetinde 7-15 saniyelik koşular bu antrenman türünün temelini oluşturur. Setler arasında tam dinlenme vermek gereklidir. Maksimal hızda geçirilen her saniye için 1-2 dakika dinlenme vermek sık kullanılan bir uygulamadır. Antrenman performansı arttıkça ihtiyaç duyulan dinlenme süresi de artacaktır. Yüz metrelik sprintlerin 2-3 kez tekrarlandığı ve 10'ar dakikalık dinlenme araları kullanılan bir antrenman seansı genç ve daha az tecrübeli bir sporcu için uygunken üst düzey antrenmanlı, elit bir sporcu 4-6 setlik 150 metrelik sprintleri tekrarlar arasında 20-30 dakikalık dinlenme araları ile yapabilir.

İvmelenme, sürat ve süratte devamlılık gelişimi için önerilen antrenman parametreleri Tablo 4.1'de verilmiştir. (tempo koşuları çimde, spor ayakkabı giyilerek yapılacak, dirençli sprint antrenmanlarında ayakkabı seçimi opsiyonel, diğer antrenman türlerinde ise atletizm pistinde çivili ayakkabı kullanılarak antrenmanlar yapılacaktır.

Tablo 4.1 İvmelenme, sürat ve süratte devamlılık gelişimi için önerilen antrenman parametreleri.

Antrenman Türü	Mesafe (m)	Şiddet (%)	Dinlenme (dakika)	Toplam Antrenman Seansı kapsamı (metre)	Başlama tipi	Sonraki şiddetli antrenmana olan süre (saat)
İvmelenme	10-50	> 98	2-7	100-300	Blok /3 point /eğilerek	48
Maksimal sürat	10-30	> 98	4-15	50-150	20-40-m hareketli start	48-72
Sprinte özgü dayanıklılık	80-150	> 95	8-30	300-900	Ayakta start	48-72
Süratte devamlılık	60-80	90-95	2-4 (8-15)	600-2000	Ayakta start	48-72
Dirençli sprintler	10-30	80-95	3-6	50-200	3point /eğilerek	48
Yardımlı Sprintler	10-30	≤ 105	5-15	≤ 100	20-40-m hareketli start	48
Tempo	100-300	60-70	1-3	1000-2000	Ayakta start	24

Kaynak: Haugen vd., 2019'dan aktarılmıştır.

Süratte devamlılık kavramını 1970'lerin ortalarında dünya 200 metre rekortmeni Pietro Mennea'nın da antrenörlüğünü yapan ve daha sonraları Avrupa sprint okulunu da kuran Carlo Vittori ortaya atmıştır. Bu kavram 60-80 metrelik sprintlerin, sprintler arasında 2, seriler arasında ise 8 dakika arasındaki dinlenmeler ile yapıldığı antrenmanları kapsamaktadır. Sprintlerin hızı planlamanın başlangıç haftalarında maksimal süratin %90'ı civarında iken, hazırlık periyodunun sonlarına doğru %95'ler seviyesine çıkartılır. Toplam kapsam 600-800 metre (5 x 60 metre, 2 seri) iken periyodik olarak 1500-2000 metre (5 x 60 metre, 5 seri) seviyesine çıkar. Yarışma dönemine girilirken antrenman kapsamı bir miktar düşerken şiddet maksimale çıkarılır. Süratte devamlılık için uygun şiddetin %92-95 olduğu düşünülmektedir. Maksimal sprint hızlarına göre %90-95 aralığındaki sprint şiddetlerinin maksimal hız gelişimi üzerine olan etkisinin ivmelenme üzerine olandan daha fazla olduğu rapor edilmektedir.

Dirençli sprint antrenmanları tepe koşuları, kızak çekme veya giyilebilir malzemelerin (ağırlık yelekleri vb.) kullanımı ile uygulanabilir. Salonda uygulanan geleneksel kuvvet ve güç antrenman yöntemlerine göre dikey kuvvetlerin çalıştırılması ve güç üretiminde dirençli sprintler daha iyi sonuç vermektedir. Bu tür antrenmanlar hareket hızının düşüşüne göre hafif (<%10 hız düşüşü), orta (%10-15 hız düşüşü), ağır (%15-30 hız düşüşü) ve çok ağır (>%30 hız düşüşü) olarak sınıflandırılır. Yüzde 50 civarında hız düşüşü yaratacak yüklerin kullanımı da spor bilimciler tarafından tartışılırken İngiltere atletizm federasyonu hareketin biyomekanikini bozmayacak düşük yükler önerirken Jamaikalı elit sprinterlerin ağır yüklerle çalıştığı bilinmektedir. Elit atletlerde dirençli antrenmanların kullanımı ise yarışma döneminde azalmaktadır.

Yardımlı sprintler (yokuş aşağı koşu, motorize cihazlar, elastik bantla çekilerek koşular) maksimal sürat gelişimi için kullanılabilen yöntemlerdir. Bu antrenmanlarda özellikle adım frekansının yüksek olması gerektiği konusunda sporcular uyarılmalıdır. Bu antrenmanlarda ulaşılan supramaksimal hızlar artmış adım frekansı, azalmış yere temas süresi ve daha yüksek kalça açısı hızlarının bir sonucu olmalıdır. Yardımlı sprintlerle ilgili sakatlık riski dolayısıyla dikkatle kullanılması da önerilmektedir. Arkadan rüzgar

esen günlerde rüzgar destekli antrenmanlar bu riski bertaraf edebilecek pratik bir alternatif yöntem olarak önerilmektedir. Bazı sporcular ise bu yöntemleri ısınma rutinlerinin bir parçası olarak kullanmaktadırlar. Sprintler yardımcı olarak yapıldığından antrenmanın algılanan zorluğu daha düşük olacağından normal-yardımsız yapılan sprint antrenmanlarına göre antrenman kapsamını arttırmak önerilecek bir yaklaşım olabilir.

Kuvvet antrenmanı, buna bağlı güç gelişimi ve bunun sürat performansına aktarımı konusunda bir kuvvet-güç antrenman periyodunun hemen sonrasında sonuç beklemek yanıltıcı olacaktır. Aksine ağır kuvvet antrenmanı kısa vadede sprint performansını olumsuz etkileyebilir. Atletin vücut boyutları arttıkça ivmelenmesi gereken kütle artacak, bu büyük kütleli hareketlendirmesi için gereken enerji de bununla ilişkili olarak artacaktır. Ayrıca sürtünen yüzeyin (vücudun) boyutu arttığında koşu sırasındaki hava sürtünme direncini yenmek için kullanılan enerji de artacaktır. İvmelenme koşusu sırasında dikey güç üretimi konusunda voleybol oyuncularını en başarılı sporcu gruplarının arasında iken benzer vücut ağırlığına sahip halter ve powerlifting sporcuları belirgin şekilde daha düşük güç üretimi sergilemektedir. Dikey güç üretimi odaklı, yüksek şiddetli alt ekstremiteye yönelik kuvvet antrenmanı istenen antrenman adaptasyonunu sağlamak için tek başına yeterli olmazken, sprint ve orta şiddetli kuvvet antrenmanı ile kombine edildiği zaman en uygun sonuç elde edilir. Üst düzey sprinterlerde kuvvet ve güç antrenmanı hazırlık döneminde haftada 2-3 kez yapılmaktadır. Egzersiz seçimi genelden (skuat, silkme, koparma vb) özele (split skuat, tek bacak deadlift, lunge, tek bacak skuat vb.) doğru bir gelişim geçirir. Antrenman seanslarının yerlerinin planlanması antrenörden antrenöre değişebilmesine rağmen büyük çoğunluk kuvvet antrenmanlarını daha uygun metabolik koşullarda, en verimli şekilde yapabilmek için sürat antrenmanlarının yapıldığı günün ertesine yerleştirmektedir. Kuvvet ve güç gelişimi antrenmanı tipik olarak 4-6 hafta arasında sürer ve hipertrofi, maksimal kuvvet, patlayıcı güç geliştirici antrenman yöntemleri birbirini takip eder.

Kuvvet kazanımlarının patlayıcı güce dönüştürülmesinde sıklıkla kullanılan plyometrik antrenmanlarda bacak sertliğinin artırılmasına odaklanılması önemlidir. Dünya çapında sprinterlerin bacak sertliklerinin daha az başarılı sprinterlerden bariz şekilde daha üstün olduğu bildirilmektedir. İtalyan sprint okulunda ünlü antrenör Carlo Vittori, 1970'lerin rekortmen sprinteri Pietro Mennea'yı beline ağırlık kemeri bağlayarak dikey sıçrama ve sekmelerle çalıştırmış ve bu antrenmanlar sırasında yere temas süreleri asla 100 milisaniyenin üzerine çıkmamıştır. Bu temas süreleri maksimal hız evresinde elit sprinterler tarafından ulaşılan değerlere benzerdir. Mennea ayrıca ağırlık kemeri taktığı sırada yaptığı yardımcı sprintlere de programında yer vermiştir. Bu metotlar bacak sertliği gelişimi için ciddi bir uyarın sağlamakla birlikte mekanik ve metabolik yüklenmenin fazlalığı nedeni ile aşıl tendonu başta olmak üzere sakatlık riskine karşı dikkatli olmayı da gerektirir.

Tablo 4.2 Sürat gelişimi için kullanılan antrenman yöntemlerinin yıllık planlamadaki yerleri için örnek diziliş.

GÜN	HAZIRLIK DÖNEMİ- ERKEN EVRE	HAZIRLIK DÖNEMİ- ORTA EVRE	HAZIRLIK DÖNEMİ- GEÇ EVRE	SEZON ORTASI
Pazartesi	Tepe sprintleri	Dirençli sprintler	İvmelenme	İvmelenme ve maksimal sürat
Salı	Kuvvet (Hipertrofi)	Maksimal kuvvet	Patlayıcı kuvvet ve plyometrik	Plyometrik
Çarşamba	Tempo	Tempo	Tempo	Tempo
Perşembe	Süratte Devamlılık	Süratte Devamlılık	Maksimal sürat	Sprinte özgü dayanıklılık
Cuma	Kuvvet (Hipertrofi)	Maksimal kuvvet	Patlayıcı kuvvet ve plyometrik	Plyometrik
Cumartesi	Tempo	Tempo	Tempo	Tempo
Pazar	Dinlenme	Dinlenme	Dinlenme	Dinlenme

Kaynak: Francis, 2012'den aktarılmıştır.

Sporcunun performans kapasitesini belirleyen en önemli faktör yüklenme ve dinlenme arasındaki dengenin en uygun şekilde sağlanmasıdır. Uyku ve beslenme bu aşamada önem kazanan önemli faktörlerdir. Üst düzey sprinterlerde tempo koşuları (maksimal koşu hızının %60-70'i şiddetinde yapılan, 100-300 metre arasında mesafeli, aralarında kısa dinlenme süreleri bulunan koşular) yüksek şiddetli, vücudu metabolik anlamda zorlayan, özellikle de kas sertliğini artıran antrenmanlardan sonra sertleşmiş kasları rahatlatmak ve kardiyovasküler dayanıklılığı stimüle etmek için kullanılır. Sürati geliştirme odaklı antrenman planlarında kullanılan tempo koşuları yıllık planlamanın hazırlık döneminde antrenman seansı başına 2000 metrelik, yarışma döneminde ise 1000 metre civarında antrenman kapsamına sahip olmalıdır. Tempo antrenmanları benzeri aktif toparlanma modalitelerinin yanı sıra pasif yöntemlerden masaj, kompresyon kıyafetleri, soğuk su veya kontrast su uygulamaları, kryoterapi, hiperbarik oksijen terapisi ve elektromyostimülasyon kullanılabilir. Bu yöntemlerin etkinliği ile ilgili çeşitli görüşler vardır ve hiçbirisi henüz bilimsel olarak olumlu etkileri kanıtlanmış yöntemler değildir. Ancak sporcudan sporcuya değişen toparlanma destekleyici etki ki bu etki plasebo etkisi dahi olabilir, yoğun antrenman dönemlerinde toparlanmanın hızlandırılmasına yardımcı olabilir. Örnek bir aktif toparlanma antrenman seansında 10 dakikalık bir genel ısınmayı takiben 20 dakikalık özel ısınma, sonrasında 30 dakikalık spor branşına özgü veya yardımcı aktiviteler içeren düşük-orta şiddetli egzersizler ve soğuma evresinde 10 dakika statik esnetme yapılabilir. Antrenman sonrasında ise 10-20 dakika arasında 37-39 derece sıcaklıkta suya tüm vücut, 37-40 derecede sadece bacaklar veya 37-45 derecede el ve kollar daldırılır. Buna alternatif olarak 10-20 dakika tüm vücut masajı, 60 ila 140 derece arasında, %5-15 nem düzeyinde 30 dakika sauna, 4 dakika 37-44 derece, 1 dakika 7-20 derece arası sıcaklığa sahip kontrast su uygulaması (4-1 dk x 4 seri, toplam 20 dakika) veya 20 dakika 12-18 derece arası soğuk suya girme gibi yöntemler uygulanabilir.

Yoğun antrenmanları uygun bir planlama ve yüklenme-dinlenme döngülerini en iyi şekilde düzenledikten sonra hedef yarışmaya en üst dü-

zey performansla ulaşabilmek için taper dönemi hayati öneme sahiptir. Taper döneminde temel amaç yorgunluğun birikimli etkisini azaltırken kondisyon düzeyini ise korumaktır. Taper dönemi sonrasında yarışma performansında %2-3'lük bir gelişim hedeflemek önerilir. Ancak bu veri ve öneriler yüzme, koşu, bisiklet gibi dayanıklılık temelli bireysel sporcular için daha fazla geçerlidir. Elit sprinterler için daha küçük gelişimler beklemek yerinde olacaktır. Kuvvet ve güç temelli sporlarda etkili bir taper 2-3 hafta süren, antrenman kapsamında %40-60'lık düşüşler içerirken antrenman şiddetinin korunması veya az bir miktar düşürülmesi ile organize edilir. Üst düzey atletlerin taper planlarının etkinliğine benzer sonuçlar konuya ilişkin bilimsel literatürde de desteklenmektedir.

Taper döneminde antrenman kapsamının %50-90 arasında düşürüldüğü uygulamalar yüzme, koşu, bisiklet sporcularında gösterilmiştir. Üst düzey dayanıklılık sporcularında (bisiklet, koşu vb.) antrenman kapsamındaki %50-70'lik azaltmaların antrenmana uyumda herhangi bir kayba yol açmadığı ve mevcut performansın korunduğu veya daha da arttığı gözlenmiştir. Kapsamın gereken yüzdelerde daha az azaltıldığı orta kapsamlı taperlar sonrası ise performansın daha düşük olduğu rapor edilmiştir. Bilimsel literatürde taper dönemi için uygun kapsam azaltımı olarak %41-60 arasında değerler verilmektedir. Taper döneminde kapsamın ne oranda düşürüleceği noktasında taper öncesi kondisyon durumu da önemlidir. Taper öncesi dönemde antrenman yükü yüksek ise kapsam düşüşü yorgunluğun etkilerini azaltmak için %61-90 gibi bir aralıkta olabilir, bu durumda taper'ın süresini antrenman adaptasyonlarında kayba uğramamak adına bir miktar kısaltmak gerekebilir. Taper döneminde antrenman sıklığını da taper öncesi dönemin %80'inin altına düşürmemek gerekir. Taper süresi ile ilgili farklı görüşler vardır, 1-4 hafta arasında spor dalına ve sporcunun özelliklerine göre değişik süreler gözlenebilmekle birlikte 8-14 günlük taper süreleri hem önceki yoğun antrenman dönemine bağlı yorgunluğun azaltılması, hem de uzun süreli taper'ın olası detraining etkisinden korunmak için sıklıkla önerilmektedir.

Taper döneminden antrenmanın doğru planlanarak hedef yarışmada istenen verimin elde edilmesi çok önemlidir. Olimpik yüzücülerde Sydney 2000 olimpiyat şampiyonu ile 4. sırayı alan sporcu arasındaki farkın sadece %1.62, 3. ve 8. arasındaki farkın ise %2.02 olduğu düşünüldüğünde veya 2004 Atina olimpiyatlarında halterde birinci ve üçüncü arasındaki farkın ortalama %1.96 (erkeklerde %1.73, kadınlarda %2.21) olduğu göz önüne alındığında doğru zamanda zirve yapmak ve bununla ilişkili taper dönemini doğru planlamanın önemi ortaya çıkacaktır. Yüzücülerde yapılan bir çalışmada 2004 Sydney olimpiyat oyunları öncesinde yapılan 3 haftalık bir taper dönemi sonrasında %2.2'lik bir performans artışı rapor edilmiştir. Farklı performans parametreleri için farklı yüzdelerde değişimler ortaya çıkabilirken (Kassal kuvvet ve güç için %8-25, dinamik güç üretim kapasitesinde %8, izometrik kuvvette %3-8 arasında gelişmeler koşu, triatlon, bisiklet, yüzme gibi sporlarda saptanmıştır.), temel amaç taper sonrası yarışma performansında yaklaşık %3'lük bir artış yakalamaktır. Taper dönemi için yükün hızlı veya daha yavaş bir şekilde düşürüldüğü farklı yöntemler olmasına karşın her sporcunun fizyolojik ve teknik özelliklerine en uygun taper yönteminin tespiti önemlidir, çünkü farklı yollarla farklı sonuçlara ulaşıldığı birçok spor dalında gösterilmiştir. Taper için yükteki ani ve çok büyük düşüşlerden kaçınılmalı ve yük aşamalı olarak azaltılmalıdır. Bilimsel çalışmalar yükün aniden ve çok büyük miktarda düşürüldüğü taper modellerinde %1.2-1.5 arasında performans artışları saptarken, aşamalı yük düşüşü içeren taper modellerinde artışların %4 ve üzerinde olduğu saptanmıştır. Sporcu ve antrenörler temel kurallara uymak kaydıyla taper dönemlerini kendilerine en uygun şekilde düzenleyebilirler.

Tablo 4.3 Charlie Francis'in örnek taper modeli.

Yarışmaya Kalan Gün Sayısı	Yapılan Antrenman
10	Atletizm pistinde çivili ayakkabı ile, bloklardan çıkışlı 4 x 30 metre, tam dinlenme ile, 80-100-120-150 metre hareketli çıkışla sprintler, tam dinlenme ile
9	Çimde spor ayakkabı ile, 10 x 200 metre tempo koşuları, set aralarında 100 metre yürüyüş ile
8	Atletizm pistinde çivili ayakkabı ile, bloklardan çıkışlı 4 x 30 metre ve %95 şiddetinde 1 x 120 metre, tam dinlenme ile
7	Çimde spor ayakkabı ile, 2 x 10 x 100 metre tempo koşuları, set aralarında 100 metre yürüyüş ile
6	Atletizm pistinde çivili ayakkabı ile, bloklardan çıkışlı 4 x 30 metre ve %95 şiddetinde 1 x 150 metre, tam dinlenme ile
5	Antrenman yok
4	Atletizm pistinde çivili ayakkabı ile, bloklardan çıkışlı 4 x 30 metre ve %95 şiddetinde 1 x 80 metre, tam dinlenme ile
3	Çimde spor ayakkabı ile, 10 x 100 metre tempo koşuları, set aralarında 100 metre yürüyüş ile
2	Atletizm pistinde çivili ayakkabı ile, bloklardan çıkışlı, %95 şiddetinde 4 x 30 metre, tam dinlenme ile
1	Antrenman yok

Kaynak: Francis, 2012'den aktarılmıştır.

Charlie Francis antrenörlük yaptığı döneme damga vuran Sovyet sporcuların antrenörleri ile yaptıkları sohbetler sonrasında sporcularının taper modellemelerine yeni bir şekil vermiş ve bu model sonrasında sıklıkla örnek alınmıştır. Francis'in taper modelinde son yüksek şiddetli sprint antrenmanı yarışmadan 10 gün öncesinde yapılıyor ve sonrasında yarışmaya 8, 6, 4, ve 2 gün kala %95 hızda submaksimal koşular uygulanıyordu.

Dünya rekortmeni sprinterlerden Jamaikalı Asafa Powell'ın da antrenörlüğünü yapmakta olan Steve Francis ise hedef yarışmaya 10 gün kala antrenman kapsamının %30 düşürülmesini önermektedir. Taper döneminde yapılan antrenmanlar ise tamamen yarışılan spor dalına özgü olmalıdır. Yetiştirdikleri sprinterlerle bir döneme damga vuran Jamaika takımı sporcularını çalıştıran Stephen Francis ve Glen Mills'in antrenman yöntemlerine bakıldığında ise zaman zaman geleneksel, yeri geldiğinde de kendine has yöntemleri kullandıkları görülmektedir. Francis ekibindeki erkek sporcuların haftada 15 antrenman yaptıklarını, kadın sporcuların ise aynı antrenmanları %20 daha düşük kapsamlı yaptıklarını söylemektedir. Francis en üst düzeyde olan sporcularıyla antrenmana ekim ayı sonlarında başladıktan sonra yaklaşık 4 aylık bir genel hazırlık dönemi geçirdiklerini, süratte devamlılık türü antrenmanları ise mart ayından sonra yavaş yavaş programa ilave etmektedir. Nisan ve eylül dönemi hedef yarışmaların olduğu dönemdir. Kızak çekme antrenmanları Jamaikalı atletlerin planında önemli yer tutmaktadır. Yıllık antrenman planının yaklaşık 6 aylık bölümünde kızak çekme antrenmanları yer almaktadır. Asafa Powell yaklaşık 23 kilogram ağırlığında kızakla çalışmakta, kadın sporcular ise 11 kilogram ağırlığında kızakları kullanmaktadırlar. Bu ağırlıklar kızak çekme antrenmanları için spor bilimciler tarafından önerilen vücut ağırlığının %10'u ile çalışma önerilerinden daha yüksek miktarlardır. Çok yüksek hızlara çıkılabilen yardımcı sprintler ise sakatlık riskini artırdığı için Jamaikalı sprinterler tarafından kullanılmamaktadır. Francis'in kullandığı bir başka yöntem tepe koşularıdır. Başlangıçta 45 derece eğime sahip olan, sonrasında bir miktar eğimi azalan bir yokuşta toplam 150 metrelik bir antrenman kapsamında koşulan ve dinlenme evresinde 5 dakikalık yürüyüşle yeniden aşağı inilen antrenmanlar kullanılır.

Jamaikalı sprinterler Francis yönetiminde ağırlık antrenmanları sırasında koşu biyomekaniğine daha uygun olduğundan serbest ağırlıkları kullanıyor ve makinelerle nadiren çalışıyorlar. Özellikle split skuat, tek bacak deadlift, lunge, yukarı adımlama, tek bacak skuat gibi egzersizler sıklıkla kullanılıyor. Skuat yapılırken güvenlik açısından front-skuat tercih ediliyor. Özellikle alt

sırtın lomber bölge kasları sprint sırasında aktif olduğu için bu bölge kaslarının gelişimi üzerinde özellikle duruluyor. Sprint koşusu sırasında hamstringlere önemli ölçüde yük bindiğinden haftanın 4-5 günü hamstring çalışmaları yapılıyor. Kalça fleksörlerini güçlendirmek için 100-150 metre aralığında high knee egzersizleri uygulanıyor. Francis yaklaşık 80 kişiden oluşan sporcu grubunu performanslarına göre 5 gruba ayırıyor ve sonrasında antrenmanlarında iyi performans gösterenleri bir üst gruba veya performansı düşük olanları bir alt gruba kaydırıyor. Yıllık planda her 4 haftanın sonunda hafif bir dinlenme haftası, bu hafta içeriğinde performans testleri ile birlikte yapılıyor. Dinlenme-test haftasında farklı parametreleri ölçen 15-18 test günde 3 test olacak şekilde organize ediliyor. Kuvvet testlerinde 1TM yerine erkeklerde 80 kilogram (bench press için), kadınlarda 50 kilogram ağırlık ile yapılabilen maksimal tekrar sayısı ölçülüyor. Koşu testlerinde ise pazartesi sabahı 12 dakika koşu testi (Cooper), pazartesi öğleden sonra ise durarak uzun atlama ve dikey sıçrama testleri yapılıyor. Bunlar dışında 1000 metre zaman deneme ve bunun ertesi gününde 800 metre testi yapılıyor. Test mesafeleri 400 ve 300 metreye kısaltılıyor diğer günlerde. Sağlık topu fırlatma vb. diğer testler de bataryada yer alıyor. Durarak uzun atlama testinde erkekler için 2.90 metre, kadınlar için ise 2.50 metrelik mesafeler hedefleniyor.

Üst düzey atletlerde süratte devamlılık hedeflendiğinde ekstensif ve intensif interval antrenman türleri ön plana çıkmaktadır. Antrenman seansı başına 180 saniyeye kadar (100-1000 metre) kapsama sahip, 8-20 tekrarlı olarak uygulanan, dinlenme kalp atım hızının 125-130 arasında değiştiği 45-90 saniyelik dinlenme aralarında sahip, yarışma hızının %60-80'i aralığında hızlarda yapılan ekstensif intervaller önemli bir seçenektir. Yarışma döneminde ise antrenman seansı başına 13-180 saniyeye kadar (100-1000 metre) kapsama sahip, 4-12 tekrarlı olarak uygulanan, dinlenme kalp atım hızının 125-130 arasında değiştiği 90-180 saniyelik dinlenme aralarında sahip, yarışma hızının %80-90'ı aralığında hızlarda yapılan intensif intervaller kullanılabilir.

Tablo 4.4 Jamaikalı sprinterlerin hazırlık dönemi (Aralık ayı başına kadar) haftalık planı.

ANTRENMANIN GÜNÜ	SABAH ANTRENMANI	AKŞAM ANTRENMANI
Pazartesi	40 metre tepe koşuları Esneklik egzersizleri Abdominal çalışmaları	Ağırlık antrenmanı Plyometrik antrenman
Salı	Uzun süratte devamlılık 400-350 ve 300 metre koşular (en fazla 6 set, 400 metre koşucuları için ise 800-600-400 metre koşular) Abdominal ve sağlık topu çalışması	Form koşuları Teknik Driller
Çarşamba	Uzun tepe koşuları 250-200-150 metre koşular (400 metre koşucuları için 300 metre, en fazla 8 set))	Ağırlık antrenmanı
Perşembe	Dairesel antrenman Dayanıklılık drilleri Sağlık topu çalışması	Form koşuları Teknik Driller
Cuma	Kızak çekme çalışması Esneklik egzersizleri Abdominal çalışmaları	Ağırlık antrenmanı Plyometrik antrenman
Cumartesi	Ağırlık antrenmanı Süratte devamlılık veya 200 metre şiddetli tempo koşuları	Dinlenme
Pazar	Dinlenme	Dinlenme

Kaynak: Lee, 2011'den aktarılmıştır.

Jamaikalı atletler nisan sonunda yapılan Penn Relay yarışları için mart başından itibaren sentetik Mondo zeminde (zaman zaman çim) çalışmaya başlar, bu yarışmalar hedeflerden biri olduğundan ocak ayı ile birlikte tabloda gösterilen haftalık planda bazı değişiklikler yapılır. Pazartesi günleri süratte devamlılık, salı ve perşembeleri kızak çekme, eğer yarışma yoksa cumartesileri uzun tepe koşuları yapılırken, çarşamba ve cuma günleri antrenman programı değişmemektedir. Zirveleme stratejisi söz konusu olduğunda ise mayıs ayından başlayıp ağustos kapsayan geniş bir dönemde zirve performans sergileyecek bir plan düzenlenmektedir. Asafa Powell 2005 ve 2006 Temmuz'da 9.77 ve Eylül 2007'de 9.74 koşmuştur. Sherone Simpson aynı yıl içerisinde Ocak'ta 11.11 ve Ağustos'ta 11.03 koşmuştur.

İki zirveli bir yıllık plan önce indoor (salon) sezonu, sonrasında ise outdoor (pist) sezonuna hazırlanacak üst düzey atletlerde sıklıkla kullanılır. Bu planın ilk hazırlık dönemi, yaklaşık 3 ay süren, antrenman kapsamının yüksekte düşüğe ve antrenman içeriğinin genelden özele doğru evrildiği kendi içerisinde genel ve özel hazırlık olmak üzere iki evreye bölünür. Salon yarışmalarının yapıldığı tarihte performans zirvesine ulaşabilmek için bu dönemim yaklaşık 10 hafta öncesinden hazırlık döneminden ilk yarışma dönemine geçilir ve gerekli düzenlemeler buna göre yapılarak antrenman şiddetinde ve spora özgünlükte artışlar hedeflenir. Salon sezonu yarışmaları sonrasında 1-2 haftalık vücudun toparlanması istenen bir geçiş dönemi vardır, bu dönemin sonunda ise sağlıklı, dinlenik ve formda bir şekilde yaklaşık 2 ay sürecek 2. hazırlık dönemine başlanır. İlk hazırlık dönemine göre antrenman kapsamı daha düşük ve spora özgünlük daha yüksektir. İkinci yarışma periyodu ise outdoor sezonu için uygulanır ve ilk yarışma döneminden daha uzun, yaklaşık 14-16 hafta sürer. Pist sezonu da tamamlandıktan sonra yeni antrenman sezonu öncesi toparlanmanın sağlanması için 4-6 haftalık bir geçiş dönemi planlanır.

Ulusal şampiyona, milli takım seçme yarışları ve sonrasında hedef uluslararası yarış için zirve planlanan üç uçlu bir planda ise 2 aylık bir ilk hazırlık dönemi, sonrasında 6 haftalık kısa bir yarışma dönemi, bunu takiben çok kısa bir geçiş dönemi, arkasından 6 haftalık sadece spora özgü çalışılan 2. hazırlık periyodu, sonrasında 7-8 haftalık 2. yarışma periyodu ve yine kısa bir geçiş döneminden sonra 6 haftalık sadece spor dalına özgü antrenmanların kullanıldığı 3. Hazırlık dönemi, son olarak ise en üst düzey performansı hedeflendiği 8 hafta süren 3. yarışma dönemi planlanır. Son geçiş dönemi ise yeni sezon öncesi toparlanma için yaklaşık 1 aylık sürede düzenlenir.

Üst düzey bir sprinter için örnek bir antrenman seansı ise şu şekilde planlanabilir. Antrenmanın başında 3-5 dakika bir sürede antrenman hedefleri ve odaklanılması istenen noktalar sporcuya özetlenir. Sonrasında 20 dakikalık ısınma bölümü yaklaşık 1000-1200 metrelik orta şiddette bir koşu ile başlar. Duruma göre pasif ısınma sağlayan gereçler vb. giyilebilir. Koşu sonrasında kol rotasyonlarını içeren kalistenik egzersizler 8-10 tekrar her kol için ve üst vücut için tekrarlanır. Kalça esnekliğini uyaran 8-10 tekrardan sonra, ayak bileği aynı tekrarlarla esnetilir. Sonrasında bounding 4 x 20 metre olarak uygulanırken, hareketli çıkışla yapılan 40-60 metrelik sprintler 4 set olarak uygulanır. Isınma sonrası antrenmanın ana evresinde ise 6 x 30 metrelik, 1-2 dakika dinlenme ile yapılan sprintleri 3 x 120 metrelik süratte devamlılık koşuları takip eder. Sonrasında serbest ağırlıklarla 8-10 tekrarlı, orta şiddetli, 4 setlik bir güç antrenmanı eklenebilir. Soğuma evresinde ise 800 metre jogging, kalça fleksörlerine özel önem verilen 10-15 dakikalık esneklik uygulamaları ve 10 dakika masaj sonrası antrenman seansı tamamlanmış olur.

Yön Değiştirme ve Çeviklik Geliştirmeye Yönelik Antrenman Çeşitlemeleri

Koşu tekniği iyi olan, sıçrama ve yere iniş veya iki yana doğru reaksiyon verme süresi kısa olan sporcular yarışma içerisinde avantaj sağlayacaktır. Yön değiştirme ve çeviklik geliştirme amacıyla yapılan antrenmanlarda yapılan spor branşına özgü biyomekanik harekete mümkün olan en benzer hareketin yapılacağı alıştırmalar temel olmakla birlikte, bu antrenmanlarda verimliliğin sağlanabilmesi için sporcunun kuvvet ve güç özelliklerinin üst düzey olması gerektiği bilinmelidir. Ancak, daha öncede belirtildiği, gibi özellikle çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi söz konusu olduğunda harekete özgüllük sağlanmadan fizyolojik özelliklerin bu performanslara aktarımı sınırlı ölçüde olmaktadır.

Yön değiştirme hızı ve çeviklik gelişimi sürat ile yakından ilişkili olduğundan birbirinden ayrı olarak ele alınamaz. Üst düzeyde bir kuvvete sahip olmak sürat için önkoşul olduğundan, sürate özgü ve buna bağlı olarak çeviklik ve yön değiştirme hızı çalışmalarını da içine alan spora özgü antrenmanlara başlayabilmek için belli hazır bulunuşluk koşullarını yerine getirmek gerekir. Sürat, yön değiştirme hızı ve çeviklik antrenmanları organizmaya fizyolojik olarak yüksek bir yük bindireceğinden yüklenme-dinlenme döngülerini doğru bir şekilde düzenlemek önemlidir. Sürat ve çeviklik antrenmanlarından verim alınabilmesi için sporcunun fiziksel ve mental olarak maksimum performans sergilemeye hazır olması ve antrenmanlar sırasında da toparlanmalarına müsaade edecek ölçüde dinlenme aralarına sahip olması sağlanmalıdır. Bu antrenmanlar sırasında hareket tekniğinin en doğru şekilde uygulanması konusu da bir diğer önemli husustur. Antrenmanın ısınma bölümünden itibaren doğru hareket tekniğine odaklanılmalı ve en yüksek performansa ulaşılırken hareketin hedeflenen mekanik yapıda uygulanması için gereken önlemler alınmalıdır. Antrenman sırasında hareket tekniğinde yaşanan bozulmalar, dinlenme aralıkları veya antrenmanın genel kapsamı ile ilgili bir uyarın olabilir ve dikkatle takip edilmelidir.



Resim 4.1 Plyometrik uygulama.

Kuvvetin hareket hızına aktarımı-güç gelişimi temelli antrenmanlar, özellikle de plyometrik antrenmanlar, çeviklik üzerine yapılacak özel, kişiye özgü antrenmanlara metabolik-fizyolojik olarak sağlam bir temel oluşturmada etkilidir. Plyometrik antrenmanlar bu temeli oluşturmada sprint sırasındaki başlangıç ivmelenmesini geliştirmek ve bununla bağlantılı olarak yön değiştirme hızını artırmak, sprint sırasında ayağın yere temas ettiği kısa süre içerisindeki dikey itici güçleri en üst seviyeye çıkarmak, çeviklik için gerekli lokomotor hareketleri kolaylaştırmak, sprint esnasındaki yere temas süresini kısaltmak, yön değiştirme sırasında gerçekleşen ivmelenme ve yavaşlama arasındaki geçişin geliştirilmesine yardımcı olmak, sürat ve çeviklik hareketlerinin ekonomi ve verimliliğini artırmak gibi yollarla etkili olur. Plyometrik antrenmanlar da metabolik olarak yüksek bir yüklenme yaratacağı için dinlenik olarak yapılmalı ve antrenmanın başlarında yer almalıdır. Her tekrar öncesi 6-8 saniye aralığında kısa bir dinlenme ve setler arasında da 8-10 dakikalık uzun dinlenmeler yer almalıdır. Plyometrik antrenman uygulamasında çalışmalar 7 hafta boyunca, haftada 2 kez yapılan, orta şiddette, her antrenman seansında yaklaşık 100 sıçrama içeren, antrenmanlar arasında 72 saat dinlenme verilen ve tek bir sıçrama türüne odaklanmak yerine kombine olarak derinlik sıçramaları, dikey sıçramalar ve durarak uzun atlamalar içeren bir planlamanın yön değiştirme hızını olumlu etkilediğini göstermektedir. Antrenmanlara verilen cevabın cinsiyetler arasında farklılık gösterdiği çalışmalar olmakla birlikte genel kanı bu farkın önemsiz olduğu yönündedir.

Yarışmada sergilenen biyomekanik harekete olabildiğince yakın alıştırma içerikli bir antrenman planı, yön değiştirme ve çeviklik gelişimi için en iyi uyarıcı sağlayacaktır. Antrenman sırasında video kaydı yapılarak sporcuya performansı ve tekniği ile ilgili anında geri bildirim verilmesi, elit seviyede bir miktar daha az kullanılmakla birlikte kritik noktaları irdelemek yerinde olacaktır. Yön değiştirme tanımını zorlaştıran faktörlerden biri de yön değiştirmenin kinetik yapısının spor branşları arasında farklılıklar göstermesidir. Yetenek seçimi testlerinde elit ve elit altı sporcuları ayıran en önemli parametrelerden biri yön değiştirme hızıdır. Takım sporları gibi dinamik yön değiştirmeleri içeren sporlarda tek başına sürat antrenmanı gelişim için yeterli olmayacaktır. Benzer şekilde plyometrik

antrenmanlar, kuvvet-güç çalışmaları vb. özellikle sürat üzerine etkisi olan çalışmaların çeviklik ve yön değiştirmeye etkisi sınırlı kalmaktadır. Bununla birlikte tüm bu özelliklerin geliştirilmiş olması daha iyi bir çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi için bir temel oluşturduğundan, gelişimi için gerekli planlama yapılmalıdır. Çeviklik antrenmanlarında tıpkı maç sırasında olduğu gibi farklı rastgele uyarılar sağlanmalı ve sporcunun buna çabuk ve teknik-taktik açıdan da doğru tepkiyi vermesi için antrenman drilleri planlanmalı, gereken durumlarda antrenman durdurulup, gelişen durum analiz edilip, videolar üzerinde sporcuya izletilip alternatif çözümler de gösterilmelidir. Çeviklik ve yön değiştirme, algılama ve cevap vermeden bağımsız olarak değerlendirilemez. Sezgileri iyi olan, kendi vücudunun konumu ve takım arkadaşları ile rakip sporcuların saha içindeki durumlarının daha keskin bir biçimde farkında olan sporcular rakiplerinin de duruş ve hareketlerinden yapacakları çıkarımları maç içi performansları sırasında kendi lehlerinde kullanabileceklerdir. Çeviklik ve yön değiştirme becerilerinin mekaniği incelendiğinde sadece alt ekstremité gelişimine değil tüm vücut gelişimine odaklanılmalı ve antrenmana mutlaka algılama, sezinleme ve karar verme unsurları da dâhil edilmelidir. Doğru algılama ve doğru bir karar vermenin ardından gelen hareketin doğru uygulanmasında ise hem fizyolojik faktörler hem de hareket tekniğinin gelişmiş olması etkin olacaktır. Çeviklik antrenman yöntemlerinin araştırıldığı bilimsel çalışma sayısı oldukça sınırlıdır.

Çeviklik antrenmanlarının verimliliği açısından setler arası dinlenmeler tıpkı sürat çalışmalarında tam dinlenmeye imkân tanıyacak uzunlukta olmalıdır. Spor branşının ağırlıklı kullandığı enerji sistemlerinin yapısına uygun planlama yapılmalıdır. Fosfajen sistemin baskın olduğu sporlarda drill süreleri 5-10 saniye aralığında olabilirken, oksidatif sistemin daha baskın olduğu sporlarda ise drill süreleri daha uzun olabilir veya drilller arası dinlenme süreleri çok kısa olacak şekilde ayarlanabilir. Spora özgünlük ve bireye özgünlüğün temelinde sporcunun oynadığı pozisyonun gerekliliklerine en uygun drilller düzenlenmeli, tüm takıma aynı drillerin uygulanmasındansa bireysel ve bölgelere özgü drilller uygulanmalıdır. Örneğin, futbolda merkez savunma oyuncularına veya kanat savunma oyuncularının drilleri daha kısa (10-15 saniye), daha yüksek şiddetli olmalı ve hem reak-

siyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir. Aerobik enerji sisteminin baskınlığını daha fazla olduğu orta saha oyuncularını için ise 20-40 saniye arasında veya daha uzun süreli çeviklik alıştırmaları planlamalıdır.

Sürat, süratte devamlılık veya çeviklik antrenmanları metabolik, nöromusküler sistemler üzerine büyük yük bindirdiği ve koordinasyon elementlerini de içerdiğinden antrenman verimliliği açısından sporcu dinlenik bir durumdayken uygulanmalıdır. Örneğin bir dinlenme gününün ertesindeki sabah antrenmanında sürat antrenmanı yapılırken, aynı günün akşam antrenmanında ise süratte devamlılık veya kuvvet antrenmanı yapılabilir. Maksimum hız veya yüksek şiddetli bir çeviklik eforunun sergilenmesi için en uygun zaman ise öğleden sonra olacaktır. Sürat ve çeviklik antrenmanları kısa, yüksek şiddetli eforların 3-5 dakikalık dinlenmelerle bölüneceği şekilde düzenlenir. Yön değiştirme hızı gelişimi antrenmanlarında özellikle rastgele uyaranların verildiği teknolojik sistemler algı, reaksiyon ve karar verme unsurlarının hepsini aynı anda içerdiğinden, klasik yöntemlerden daha üstündür ve üst düzey takım ve sporcularda sıklıkla kullanılmaktadır. Yere yerleştirilen algılayıcıların üzerine sporcu bastığında rastgele şekilde yeni bir uyaran verilerek sporcunun istenen yere en hızlı şekilde gitmesi beklenir.

Çeviklik ve yön değiştirme antrenmanlarının verimini etkileyen bir diğer faktör, antrenman öncesi ısınmanın doğru yapılmasıdır. Kas içi ısının artırılması ve oksijen alımı ve ventilasyonun yükseltilmesi amacıyla yapılan genel ısınma, temel olarak maksimal oksijen tüketiminin %70'ine denk gelecek şiddette yaklaşık 10 dakika aerobik bir aktivite, ısınmanın bitişi sonrası yüksek şiddetli aktivite için ise en az 5 dakika dinlenme periyodu verilmeli ancak bu dinlenme süresi 15 dakikayı geçmemelidir. Isınma sonrası dinlenme

süresinin 5 dakikanın üzerine çıktığı ortamlarda vücut ve kas ısınıpı koruyabilmek için ısıtıcı giysiler vb. pasif ısınma gereçleri kullanımı önerilmektedir. Esnetme egzersizleri söz konusu olduğunda ise eklem hareket genişliğinin artırılması için dinamik esnetmelerin statik esnetmelere göre daha iyi bir yüksek şiddetli koşu performansına yol açtığı ve tercih edilmesi gerektiğini gösteren birçok bilimsel çalışma mevcuttur. Ancak sürat ve güç antrenmanlarında harekete katılımı sınırlı olan kas gruplarının esnetilmesinde halen statik esnetmeler belirli sınırlamalar dahilinde kullanılabilir. Örneğin, kalça fleksörlerinde antrenman öncesi olan bir gerginlik, pelvisin öne doğru eğilmesini ortaya çıkaracak, bu durumda lumbopelvik postürü değiştirerek core kaslarının aktivasyonunun azalmasına neden olacaktır. Böyle bir durumda statik esnetme yöntemleri ve diğer pasif yöntemlerle kalça fleksörlerinin rahatlatılması, lumbopelvik postürün düzeltilerek core kaslarının aktivasyonunu normal düzeye çıkartmaya yardımcı olacaktır. Statik esnetmenin tercih edildiği durumlarda orta şiddetli, rahatsızlık-ağrı hissedildiği noktada beklenen, 30 saniye ve altında sürelerde uygulanan uygulamalar tercih edilmeli ve antrenman başlangıcından önce en az 5 dakika dinlenme verilmelidir. Esnetme egzersizlerinin antrenman öncesinde yapılmasının performans ve sakatlıklara etkisi hakkında literatürde çelişkili sonuçlar bulunmaktadır. Bu tarz alıştırmaların antrenman sonunda uygulanması veya ayrı bir antrenman seansı olarak planlanmasının daha etkili olduğunu gösteren güncel çalışma sonuçları da dikkate alınmalıdır. Özellikle üst düzey sporcularda statik yöntemlerden ziyade dinamik esnetmeler, PNF (proprioceptive Neuromuscular Facilitation) ve eksantrik esnetmelerin kullanımına daha fazla yer verilmelidir.

Öğrenme Çıktısı

2 Yön değiştirme ve çeviklik geliştirmeye yönelik antrenman çeşitlemelerini yönetebilme

Araştır 2

Elit ve olimpik seviye sporcularda sürat, çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi için spor hareketine özgü antrenmanların önemini araştırınız.

İlişkilendir

Üst seviyede bir sürat, çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi ile nöromüsküler sistemin hazır bulunma durumunu ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Olimpik seviyede bir performans sergileyebilmek için taper döneminin doğru planlamasının önemini anlatınız.



Yaşamla İlişkilendir

Elit Sporçunun Yaşamı ve Ekip Çalışması-nın Önemi

Olimpik düzey sporda başarının elde edilebilmesi için harcanan emek, yapılan planlama ve sonucunda elde edilen başarının, sporçunun kendisi ve destek ekibinin (antrenör, kondisyoner, spor beslenmesi uzmanı vb.) ortak çalışması sonucu olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır. Bu kısımda uzun yıllar süren kariyerinde birçok başarılar kazanmış olan Trinidad Tobagolu atlet Ato Boldon ile atletizm ve sprinterlik üzerine yapılan ve bir spor dergisinde yayınlanan röportajı linkten okuyarak değerli bilgiler ve bakış açısı kazanılabilir.

Bayern Münih futbol takımının doktorluğunu uzun yıllar sürdürmüş olan Hans Müller Wohlfart'ın kliniğindeki ekibinde çalışan ve geçmişte aralarında Usain Bolt'un da bulunduğu birçok olimpik sporcuya bireysel antrenörlük yapmış olan Thomas Ott'un bir gazetemize vermiş olduğu röportaj da üst düzey performansa bir kondisyonerin bakış açısını anlamak bakımından faydalı olacaktır.

Kaynak: <https://www.socratesdergi.com/hiz-sanati-sprint-efsaneleri/>

<https://www.fanatik.com.tr/usain-boltun-antrenorunden-basarinin-sirlari-400501>

1

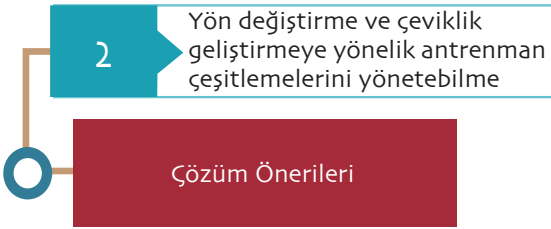
Elit ve olimpiik sporcuların, çeviklik ve yön değiştirme hızı yetilerinin geliştirilmesine yönelik karşılaşılabilecek olgu örneklerini analiz edebilme

Olgu Örnekleri

Sürat antrenmanları planlanırken, antrenman aktivitesinin süresi kullanılan enerji sistemini direkt olarak etkileyeceğinden, antrenman hedefini de değiştirebilir. Kısa süreli veya kısa mesafeli aktiviteler fosfajen enerji sisteminin baskın olduğu aktivitelerdir ve ivmelenme ve sürat gelişimi için ideal uyarı sağlarlar. İvmelenme antrenmanlarında 10-40 metrelik kısa sprintler kullanılırken, maksimum hız gelişimi için sprintlerin uzunluğunu 50-60 metre olması gerekir. Süratte devamlılık geliştirmek için ise sprint mesafeleri 80-150 metre aralığına kadar çıkar. Elit sprinterler 100 metre koşusu sırasında maksimum hızı 5-6 saniye içerisinde, yaklaşık 50 ila 60. metreler arasında ulaşırlar. Daha düşük seviye sprinterlerde ise maksimum hızı ulaşma 20-30. metreler arasında gerçekleşir. Sprintin süresi uzadıkça oksidatif enerji sisteminin etkinliği ve geliştirilmesi daha fazla önem kazanır ve buna göre de antrenmanların süre ve mesafesi düzenlenir.

Takım sporlarında ise elit sporcuları daha alt seviye oyuncularından ayıran en önemli faktörlerden biri, topla veya topsuz hareketler sırasında koşu mekanikleri ve tekniklerinin yüksek hareket hızlarında ve yön değiştirmelerin sıklıkla sergilendiği performans ortamında daha az bozulmaya uğramasıdır. Tenis veya hokey gibi ellerinde bir aparat tutan, veya futbol-basketbol-hentbol-voleybol gibi topla yapılan sporlarda koşu, yön değiştirme gibi hareketleri ellerinde (veya ayaklarında) bu aparat (veya top) ile yapan sporcuların özellikle çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi amacıyla yapacakları antrenmanlarda, özellikle de yıllık antrenman planının yarışma dönemi içerisinde, hareket mekaniklerine en uygun alıştırmalarla çalıştırılmaları mevcut fizyolojik özelliklerinin kendi sporlarına özgü performansa aktarımı konusunda en etkin yol olacaktır. Bu spor dallarında en uygun şekilde ivmelenme ve sürat gelişimi için sporun hareket mekaniklerine özgü alıştırmaların planlanması, özellikle de yarışma döneminde hayati önemdedir.

Yön değiştirme hızının tanımlama, ölçme ve antrene etmeyi zorlaştıran en önemli faktör; maç-yarışma sırasında ani gelişen uyarılara verilen reaksiyonları hızlı bir şekilde ve doğru teknikle karşılayarak gereken hamleyi (hızlanma, durma, dönme, adımlama, aldatma adımı vb.) gereken zamanda uygun şekilde yapma gereksinimlerini de içeren karmaşık yapısıdır. Bu parametrelerde gelişim sağlamak için en ideal durum, antrenmanlarda dijital olarak rastgele görsel veya işitsel veya ikisi bir arada uyarılar verecek teknolojilerden yararlanmak veya kişiye-spora özel geliştirilmiş antrenörün bu uyarıları sağlayacağı alıştırma drillerini bizzat planlamaktır. Karar verme süreçlerinin algılama, reaksiyon, karar alma ve kararı uygulama süreçleri üzerinde her spor dalı için ayrı ayrı müsabaka analizi yaparak; maç içi hareketlere uygun çeviklik-yön değiştirme hızı alıştırmaları, sporcuların mevkilerine özgü farklılıklar da göz önüne alınarak bireye özgü düzenlenmelidir.



Geleneksel antrenman yöntemleri olan serbest ağırlıklar veya makineler kullanılarak yapılan kuvvet-güç çalışmaları veya plyometrik çalışmalar halen güncelliğini korumakla birlikte (ve verimli bir sürat-çeviklik veya yön değiştirme antrenman planının uygulanması için gerek fizyolojik yeterliliklerin sağlanmasında önemli araçlar olduğu göz ardı edilmemelidir), özellikle hedef yarışmaya yaklaşırken yapılan sürat, süratte devamlılık, çeviklik veya yön değiştirme hızı antrenmanlarında dirence karşı çalışmalar yapılsa bile bunlar vücudun farklı bölümleri üzerine takılan ek ağırlıklar, paraşütler, yerde sürüklenen kızaklar vb. hareket mekaniğini mümkün olduğu ölçüde bozmayan ve spor dalına-gerçekleşen hızı özgü (veya yakın) yüklenmeleri sağlayabilen cihazların kullanımının daha da yaygınlaşması gerekmektedir. Benzer şekilde eksantrik kas kasılması odaklı antrenman planlarının (veya buna yönelik cihazların) elit düzey sporcularda kullanımının geleneksel yöntemlerden daha etkili olduğu da spor bilimciler tarafından bildirilmiştir.

Antrenman planlamasındaki en önemli noktalardan biri hedef yarış veya yarışlarda sporcunun en yüksek performansına ulaşabileceği şekilde yüklenme-dinlenme döngülerini koordine edebilmektir. Spor branşının özelliklerine ve sezon içerisindeki hedeflenen yarışların sayısına ve hangisinin en önemli görüldüğüne bağlı olarak, farklı yıllık periyodlar içerisinde özellikle hedef yarışlar öncesi taper dönemleri (10-14 gün arası) zirve performansın istenen dönemde ortaya çıkmasına yardımcı olacaktır. Taper uygulamaları konusunda yapılan araştırmalardan ortaya çıkan sonuçları özetlersek, öncelikle antrenman kapsamında (toplam mesafe veya süre) %40-60'lık bir düşüş aşamalı olarak gerçekleşmelidir. Antrenmanlarda tekrar sayıları azaltılmalı ve dinlenme araları tam dinlenme olacak şekilde değiştirilmelidir. Nöromüsküler açıdan zorlayıcı yeni tekniklerin öğrenilmesine bu dönemde ara verilmelidir. Bu uygulamalar sonucunda tüm fizyolojik sistemlerin süperkompansasyonu sağlanacak ve nöromüsküler sistemin hazır olma durumu optimize edilecektir. Antrenman şiddeti sürat-güç sporları için (özellikle ilk hafta) %-5-10, dayanıklılık temelli sporlar için ise %20-30 düşürüldükten sonra yarışmaya birkaç gün kala yeniden artırılmalıdır. Nöromüsküler sistemi aktive eden alıştırmaların kullanımı kısıtlanmamalı hatta teşvik edilmelidir. Bu sayede sinir-kassal uyum-uyarım en üst noktada tutulabilecek bu da sürat-patlayıcı performans için iyi bir hazır bulunuşluk sağlayacaktır. Toparlanma metodlarının kullanımı da ihmal edilmemelidir. Derin masaj, myofasyal gevşetme gibi yumuşak doku rahatlatma teknikleri kullanılabilir. Toparlanma döngülerinin yönetiminde kalp hızı değişkenliği takibi düzenli olarak yapılabilir.

Tablo 4.5. Farklı zirve sayılarına sahip yıllık antrenman planlarının organizasyonu.

Yıllık Plan Türü	Dönem için toplam hafta Sayısı	Evre başına hafta sayısı		
		Hazırlık	Yarışma	Geçiş
Tek uçlu	52	≥32	10-15	5
İki uçlu	26	13	5-10	3
Üç uçlu	17-18	≥8	3-5	2-3
Çok uçlu	52	15-18	22-30	7-8

Kaynak: Bompa ve Buzzichelli, 2019'dan aktarılmıştır.

Giyilebilir teknolojiler veya telefon uygulamaları yoluyla uyku kalitesi düzenli olarak takip edilmeli, gerektiği durumlarda uyku kalitesini artırıcı sıcak duş, beslenme düzenlemesi ve ergojenik destek seçenekleri değerlendirilmeli, psikolojik rahatlama için gereken hipnoz vb. uygulamaların kullanımı değerlendirilmeli, spor dalına ve kişinin yaşam alışkanlıklarına ve kan testi sonuçlarına göre eksiklerini gidereceği bir beslenme ve ergojenik yardım programı spor beslenmesi uzmanı gözetiminde sağlanmalıdır. Tüm bu uygulamalar yumuşak doku uyumu ve eklem hareketliliğini sağlar, nöromüsküler sistemin yarışmaya hazırlığını artırır, kendine güven ve uyarılmışlığı artırır ve yarışmada en yüksek performansın sergilenebileceği fizyolojik ve psikolojik ortamın düzenlenmesine katkıda bulunurlar.

1 Çeviklik ile ilgili aşağıdaki önermelerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Karmaşık ve geliştirilmesi de bir o kadar çok yönlü bir çalışmaya ihtiyaç duyulan bir performans parametresidir.
- B. İçerisinde reaksiyon zamanı, algılama ve karar verme unsurlarını da barındırır.
- C. Kuvvet üst düzeyde geliştirilmeden çeviklik gelişimi verimsiz olacaktır.
- D. Çeviklik teriminin farklı spor dallarının fizyolojik gereksinimlerine göre taşıdığı anlamlar ve performansa etkisi değişmez, tanımı her spor için sabittir.
- E. Sürat ve çeviklik gelişimi antrenmanı, yön değiştirme ile eş zamanlı olarak ele alınmalıdır.

2 Takım sporlarında çeviklik ve yön değiştirme hızı gelişimi için yapılan Plyometrik antrenmanların genel yapısı nasıl düzenlenir?

- A. En az 5-6 hafta süreli, haftada en az 2 gün, farklı sıçramaları içeren kombine alıştırmalar.
- B. En az 8-10 hafta süreli, haftada en az 2 gün, farklı sıçramaları içeren kombine alıştırmalar
- C. En az 4 hafta süreli, haftada en az 3 gün, bilateral sıçramaları içeren kombine alıştırmalar
- D. En az 12 hafta süreli, haftada en az 4 gün, unilateral sıçramaları içeren kombine alıştırmalar
- E. En az 3 hafta süreli, haftada en az 2 gün, unilateral sıçramaları içeren kombine alıştırmalar

3 Aşağıdaki kas kasılması türlerinden hangisi nörofizyolojik açıdan yön değiştirme hızı becerisi için en fazla önem taşır?

- A. İzometrik kasılma B. Eksantrik kasılma
- C. Konsantrik kasılma D. İzokinetik kasılma
- E. İzotonik kasılma

4 Tendon sertliği ve tendon enine kesit alanının sürat-çeviklik performansı ve sakatlık riski üzerine etkisi düşünüldüğünde, tendon yapılarının geliştirilmesinde kas kasılma türünü daha fazla uyaran antrenmanlardan özellikle tercih edilmesi gereken aşağıdakilerden hangisidir?

- A. İzometrik kasılma
- B. Konsantrik kasılma
- C. Eksantrik kasılma
- D. Eksantrik-konsantrik kasılma kombine
- E. İzotonik kasılma

5 Sprinterler için maksimum hız gelişimi açısından kullanımı daha etkin olduğu gösterilmiş antrenman metodu aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Plyometrik antrenman-ağırlık yeleği (ek ağırlıklar)
- B. Kızak çekme
- C. Tempo koşuları
- D. Tepe koşuları
- E. Titreşim

6 İvmelenme sürati antrenmanlarında elit sporcular ve daha düşük seviye sporcuların antrenman birimi farklılıkları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?

- A. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı eğilerek başlangıçlı 40 metrelik koşular ve set aralarında da 2 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 20 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 7 dakika dinlenme ile yapmalıdır.
- B. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı eğilerek başlangıçlı 20 metrelik koşular ve set aralarında da 2 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 40 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 7 dakika dinlenme ile yapmalıdır.
- C. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı blokdan çıkışlı 30 metrelik koşular ve set aralarında da 3 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 40 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 5 dakika dinlenme ile yapmalıdır.
- D. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı blokdan çıkışlı 50 metrelik koşular ve set aralarında da 4 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 20 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 5 dakika dinlenme ile yapmalıdır.
- E. Genç ve daha az tecrübeli bir sporcuda bir ivmelenme antrenmanı blokdan çıkışlı 20 metrelik koşular ve set aralarında da 1 dakikalık dinlenmeler ile planlanabilirken, elit bir sprinter 40 metrelik bloktan çıkışlı sprintleri set aralarında 2 dakika dinlenme ile yapmalıdır.

7 Elit sprinterler için maksimum hız gelişimi açısından yapılan bir sprint antrenmanının genel yapısı ve planlama şekli aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 10 metre hareketli çıkış sonrası 20 metre sprint uygulamasında set aralarında 15 dakika dinlenme
- B. 10 metre hareketli çıkış sonrası 20 metre sprint uygulamasında set aralarında 4 dakika dinlenme
- C. 30 metrelik hareketli çıkış takiben 40 metrelik sprintler, set aralarında yaklaşık 3 dakika dinlenme
- D. Eğilerek başlangıçlı çıkış takiben 40 metrelik sprintler, set aralarında yaklaşık 15 dakika dinlenme
- E. 30 metrelik hareketli çıkış takiben 40 metrelik sprintler, set aralarında yaklaşık 15 dakika dinlenme

8 Elit sprinterler için yarışma döneminde süratte devamlılık gelişimi açısından yapılan bir koşu antrenmanının genel yapısı ve planlama şekli aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 100-1000 metre arasında kapsama sahip, yarışma hızının %80-90'ı şiddetinde, 4-12 tekrarlı, setler arası 1.5-3 dakika dinlenme süresi
- B. 100-1000 metre arasında kapsama sahip, yarışma hızının %90-100'ü şiddetinde, 4-12 tekrarlı, setler arası 1.5-3 dakika dinlenme süresi
- C. 100-1000 metre arasında kapsama sahip, yarışma hızının %60-80'i şiddetinde, 4-12 tekrarlı, setler arası 1.5-3 dakika dinlenme süresi
- D. 100-1000 metre arasında kapsama sahip, yarışma hızının %80-90'ı şiddetinde, 12-16 tekrarlı, setler arası 3 dakika dinlenme süresi
- E. 100-1000 metre arasında kapsama sahip, yarışma hızının %80-90'ı şiddetinde, 4-16 tekrarlı, setler arası 6 dakika dinlenme süresi

9 Aşağıdakilerden hangisi takım sporlarında mevkiler arası fizyolojik gereksinimlerin farklılığı da göz önüne alındığında futbol örneğinde merkez savunma ve savunma kanat (bek) oyuncularının çeviklik alıştırma ile orta saha oyuncularının alıştırma arasında farklılıktır?

- A. Merkez savunma oyuncuları veya kanat savunma oyuncularının drilleri daha uzun (20-40 saniye) ve daha düşük şiddetli olmalı, orta saha oyuncuları için ise 10-15 saniyelik daha kısa alıştırma kullanılmalı ve hem reaksiyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir.
- B. Merkez savunma oyuncuları veya kanat savunma oyuncularının drilleri daha uzun (20-40 saniye) ve daha yüksek şiddetli olmalı ve hem reaksiyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir. Orta saha oyuncuları için ise 10-15 saniyelik daha kısa alıştırma kullanılmalıdır.
- C. Merkez savunma oyuncuları veya kanat savunma oyuncularının drilleri daha kısa (10-15 saniye), daha yüksek şiddetli olmalı ve hem reaksiyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir. Orta saha oyuncuları için ise 20-40 saniye arasında veya daha uzun süreli çeviklik alıştırma planlamalıdır.
- D. Merkez savunma oyuncuları veya kanat savunma oyuncularının drilleri daha uzun (20-40 saniye) ve daha yüksek şiddetli olmalı, orta saha oyuncuları için ise 10-15 saniyelik daha kısa alıştırma kullanılmalı, şiddet daha düşük olmalı ve hem reaksiyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir.
- E. Orta saha oyuncuları için drilleri daha kısa (10-15 saniye), daha yüksek şiddetli olmalı ve hem reaksiyon hem de hareketlenme zamanı egzersizlerini içermelidir. Merkez savunma oyuncuları veya kanat savunma oyuncuları için ise 20-40 saniye arasında veya daha uzun süreli çeviklik alıştırma planlamalıdır.

10 Aşağıdakilerden hangisi çeviklik ve yön değiştirme hızını geliştirmek için kullanılan yöntemlerden biri olan Plyometrik çalışmaların organizmaya temel etkilerinden biri **değildir**?

- A. Sürat ve çeviklik hareketlerinin ekonomi ve verimliliğini artırmak
- B. Sprint esnasındaki yere temas süresini kısaltmak
- C. Ayağın yere teması sırasında oluşan dikey itici gücü artırmak
- D. Çeviklik için gerekli lokomotor hareketleri kolaylaştırmak
- E. Aerobik kapasiteyi arttırmak

1. D

Yanıtınız yanlış ise “Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. A

Yanıtınız yanlış ise “Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. B

Yanıtınız yanlış ise “Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. C

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. A

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. B

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. E

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. A

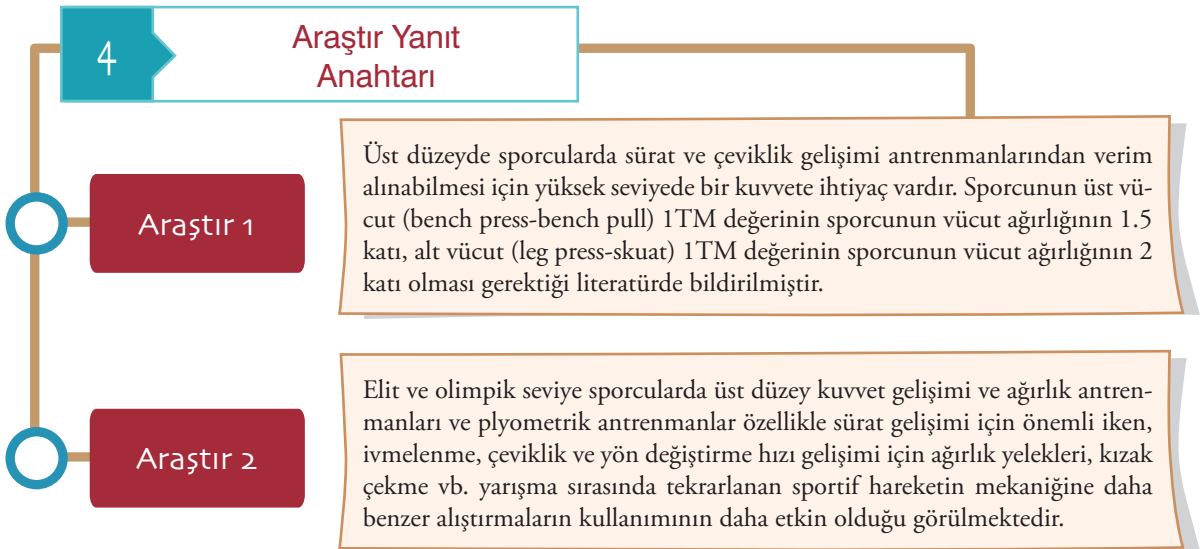
Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. C

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. E

Yanıtınız yanlış ise “Çözüm Önerileri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.



Kaynakça

- Bompa, T. ve Buzzichelli, C. (2019). *Periodization: theory and methodology of training*. USA: Human Kinetics.
- De Hoyo, M., Gonzalo-Skok, O., Sanudo, B., Carrascal, C., Plaza-Armas, J. R., Camacho-Candil, F. ve Otero-Esquina, C. (2016). Comparative Effects of in-Season Full-Back Squat, Resisted Sprint Training, and Plyometric Training on Explosive Performance in U-19 Elite Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 368-377.
- De Villarreal, E. S., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. ve Ramos-Veliz, R. (2014). Effects of dry-land vs. in-water specific strength training on professional male water polo players' performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(11), 3179-3187. doi:10.1519/JSC.0000000000000514.
- Dello Iacono, A., Ardigo, L. P., Meckel, Y. ve Padulo, J. (2016). Effect of Small-Sided Games and Repeated Shuffle Sprint Training on Physical Performance in Elite Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(3), 830-840.
- Feser, E. H., Macadam, P. ve Cronin, J. B. (2019). The effects of lower limb wearable resistance on sprint running performance: A systematic review. *European Journal of Sport Science*.
- Field, A. P., Gill, N., Macadam, P. ve Plews, D. (2019). Acute Metabolic Changes with Thigh-Positioned Wearable Resistances during Submaximal Running in Endurance-Trained Runners. *Sports (Basel)*, 7(8). doi:10.3390/sports7080187.
- Francis, C. (2012). *The Charlie Francis Training System*. USA: Amazon.
- Gamble, P. (2011). *Training for sports speed and agility*. USA: Routledge.
- Gil, S., Barroso, R., Crivoi do Carmo, E., Loturco, I., Kobal, R., Tricoli, V., . . . Roschel, H. (2018). Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 1923-1929. doi:10.1080/02640414.2018.1426346.
- Gil, S., Barroso, R., do Carmo, E. C., Loturco, I., Kobal, R., Tricoli, V., . . . Roschel, H. (2018). Effects of resisted sprint training on sprinting ability and change of direction speed in professional soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 1923-1929.
- Gjinovci, B., Idrizovic, K., Uljevic, O. ve Sekulic, D. (2017). Plyometric Training Improves Sprinting, Jumping and Throwing Capacities of High Level Female Volleyball Players Better Than Skill-Based Conditioning. *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(4), 527-535.
- Haugen, T., Seiler, S., Sandbakk, Ø. ve Tonnessen, E. (2019). The Training and Development of Elite Sprint Performance: an Integration of Scientific and Best Practice Literature. *Sports Med - Open* 5, 44 . <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0221-0>.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Fieseler, G., Bartels, T., Schulze, S., Delank, K. S., . . . Schwesig, R. (2017). Short-Term Effects of Combined High-Intensity Strength and Sprint Interval Training on Anthropometric Characteristics and Physical Performance of Elite Team Handball Players. *Sportverletzung Sportschaden*, 31(4), 231-239. doi:10.1055/s-0043-120884.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Tabka, Z., Shephard, R. J. ve Chamari, K. (2011). Effects of 8-week in-season upper and lower limb heavy resistance training on the peak power, throwing velocity, and sprint performance of elite male handball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2424-2433. doi:10.1519/JSC.0b013e3182030edb.
- Hermassi, S., Schwesig, R., Wollny, R., Fieseler, G., van den Tillaar, R., Fernandez-Fernandez, J., . . . Chelly, M. S. (2018). Shuttle versus straight repeated-sprint ability tests and their relationship to anthropometrics and explosive muscular performance in elite handball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(11), 1625-1634.
- Hermassi, S., Wollny, R., Schwesig, R., Shephard, R. J. ve Chelly, M. S. (2019). Effects of In-Season Circuit Training on Physical Abilities in Male Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(4), 944-957. doi:10.1519/JSC.0000000000002270.

- Kontochristopoulos, N., Bogdanis, G. C., Paradisis, G. ve Tsolakis, C. (2019). Effect of a Supplementary Periodized Complex Strength Training and Tapering Period on Postactivation Potentiation of Sport-Specific Explosive Performance in Adolescent National-Level Fencers. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000002967.
- Krommes, K., Petersen, J., Nielsen, M. B., Aagaard, P., Holmich, P. ve Thorborg, K. (2017). Sprint and jump performance in elite male soccer players following a 10-week Nordic Hamstring exercise Protocol: a randomised pilot study. *BMC Research Notes*, 10(1), 669. doi:10.1186/s13104-017-2986-x.
- Lee, J. (2011). *Insights to Jamaican sprinting success*. Stephen Francis & Glen Mills training philosophy. http://riggberger.dinstudio.se/files/Jamaican_Sprint_Secrets.pdf. Erişim 01 Nisan 2020.
- Loturco, I., Jeffreys, I., Kobal, R., Abad, C. C. C., Ramirez-Campillo, R., Zanetti, V., . . . Nakamura, F. Y. (2018). Acceleration and Speed Performance of Brazilian Elite Soccer Players of Different Age-Categories. *J Hum Kinet*, 64(1), 205-218.
- Loturco, I., Kobal, R., Kitamura, K., Cal Abad, C. C., Faust, B., Almeida, L. ve Pereira, L. A. (2017). Mixed Training Methods: Effects of Combining Resisted Sprints or Plyometrics with Optimum Power Loads on Sprint and Agility Performance in Professional Soccer Players. *Front Physiol*, 8, 1034. doi:10.3389/fphys.2017.01034.
- Loturco, I., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzi, A. F., Bottino, A., Kitamura, K., . . . Nakamura, F. Y. (2017). Jump Squat is More Related to Sprinting and Jumping Abilities than Olympic Push Press. *International Journal of Sports Medicine*, 38(8), 604-612.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Freitas, T. T., Alcaraz, P. E., Zanetti, V., Bishop, C. ve Jeffreys, I. (2019). Maximum acceleration performance of professional soccer players in linear sprints: Is there a direct connection with change-of-direction ability? *PLoS ONE*, 14(5). Retrieved from <Go to ISI>://WOS:000467843000036.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Abad, C. C. C., Rosseti, M., Carpes, F. P. ve Bishop, C. (2019). Do asymmetry scores influence speed and power performance in elite female soccer players? *Biology of Sport*, 36(3), 209-216.
- Loturco, I., Pereira, L. A., Kobal, R., Maldonado, T., Piazzi, A. F., Bottino, A., . . . Nakamura, F. Y. (2016). Improving Sprint Performance in Soccer: Effectiveness of Jump Squat and Olympic Push Press Exercises. *PLoS ONE*, 11(4), e0153958. doi:10.1371/journal.pone.0153958.
- Özbay, S., Ulupınar, S. ve Özkara, A. B. (2018). Sporda çeviklik performansı. *Ulusal Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 97-112.
- Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A. L., Orsi, R. C., . . . Loturco, I. (2018). Relationship between Change of Direction, Speed, and Power in Male and Female National Olympic Team Handball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(10), 2987-2994.
- Ramirez-Campillo, R., Alvarez, C., Gentil, P., Loturco, I., Sanchez-Sanchez, J., Izquierdo, M., . . . Granacher, U. (2018). Sequencing Effects of Plyometric Training Applied Before or After Regular Soccer Training on Measures of Physical Fitness in Young Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000002525.
- Ramos Veliz, R., Requena, B., Suarez-Arrones, L., Newton, R. U. ve Saez de Villarreal, E. (2014). Effects of 18-week in-season heavy-resistance and power training on throwing velocity, strength, jumping, and maximal sprint swim performance of elite male water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 1007-1014. doi:10.1519/JSC.0000000000000240.
- Saez de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G. ve Ramos Veliz, R. (2015). Enhancing performance in professional water polo players: dryland training, in-water training, and combined training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1089-1097. doi:10.1519/JSC.0000000000000707.
- Singh, J., Appleby, B. B. ve Lavender, A. P. (2018). Effect of Plyometric Training on Speed and Change of Direction Ability in Elite Field Hockey Players. *Sports (Basel)*, 6(4). doi:10.3390/sports6040144.

- Spinetti, J., Figueiredo, T., Willardson, J., Bastos de Oliveira, V., Assis, M., Fernandes de Oliveira, L., . . . Simao, R. (2019). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 42-49.
- Spinetti, J., Figueiredo, T., Bastos De Oliveira, V., Assis, M., Fernandes De Oliveira, L., Miranda, H., . . . Simao, R. (2016). Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 56(11), 1269-1278.
- Torres-Torrelo, J., Rodriguez-Rosell, D. ve Gonzalez-Badillo, J. J. (2017). Light-load maximal lifting velocity full squat training program improves important physical and skill characteristics in futsal players. *Journal of Sports Sciences*, 35(10), 967-975. doi:10.1080/02640414.2016.1206663.
- Turner, A. (2011). Defining, developing and measuring agility. *Prof Strength Cond*, 22, 26-28.
- Veliz, R. R., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G. G., Feito, J. ve Saez de Villarreal, E. (2015). Effects of in-competitive season power-oriented and heavy resistance lower-body training on performance of elite female water polo players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 458-465. doi:10.1519/JSC.0000000000000643.
- Zouhal, H., Abderrahman, A. B., Dupont, G., Truptin, P., Le Bris, R., Le Postec, E., . . . Bideau, B. (2018). Laterality Influences Agility Performance in Elite Soccer Players. *Front Physiol*, 9, 807. doi:10.3389/fphys.2018.00807.

Bölüm 5

Genel Antrenman Bilimi: Hareketlilik, Esneklik ve Koordinatif Yeti Antrenmanı IV

öğrenme çıktıları

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Kavramları ve Önemi

- 1 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon kavramlarını tanımlayabilme
- 2 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyonun önemini tartışabilme

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyonun Performansla İlişkisi

- 3 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon ile performans arasındaki ilişkiyi inceleyebilme

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması

- 4 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanını uygulama prensiplerine göre organize edebilme

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Sakıncalı Olduğu Durumlar

- 5 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanının sakıncalı olduğu durumları analiz edebilme

Anahtar Sözcükler: • Esneklik • Hareketlilik • Koordinasyon • Performans



GİRİŞ

Spor, ilk çağlardan beri insanların birbirleriyle ya da doğayla mücadele etmek için geliştirdikleri becerilerin barışçıl kurallarla sınırlanarak oluşan rekabet ortamında kendini kanıtlama ve üstünlük sağlama alanı olmuştur. Sportif performans göstergeleri, kimi zaman bir okçu gibi soğukkanlı, kimi zaman bir badmintoncu gibi hareketli ya da bazen bir ragbi takımı gibi bir bütün olarak yapılan sporun yarışma kriterlerine göre çeşitlilik gösterse de; kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik gibi çeşitli motor beceriler, farklı enerji sistemleri performans çıktısının ortaya çıkmasına aracılık eder. Günümüzde sporcular için oluşan her an meydan okumayı gerektiren zorlu müsabaka ortamı sporcuların kapasitelerini en üst seviyede zorlamalarını ve kullanmalarını gerektirmektedir. Bu da antrenman programlarının detaylı ve özenli hazırlanmasını, verimi sağlayacak tüm unsurların sürece dahil edilmesini zorunlu kılmıştır.

Esneklik, kasları ve eklemleri en geniş açı aralığında hareket ettirebilme yetisidir. Sınırlandırılmamış, tam bir eklem hareket genişliği sportif performans açısından önemli bir gösterge olmasının yanında günlük yaşamda da bir gerekliliktir. Gerdirmeye (esnetme) de bağ dokuları, kasları ve diğer dokuları uzatma sürecidir. Esneklik, hareketlilikle yakın anlamda kullanılır. Hareketlilik sadece kas uzunluğundan ziyade vücut bölümlerinin birbirleriyle ilişkisini kapsamasından dolayı esneklikten ayrılır. Örneğin, omuz ve gövde arasındaki ilişki, hareketlilik sorunu varsa zayıf omuz hareketliliği ya da zayıf gövde kontrolü olarak isimlendirilir.

Koordinasyon ise uzuv ya da motor beceri olarak fazla sayıda öğenin devreye girdiği bir yetidir. Koordinasyonu tanımlarken kasların uyumlu ve kusursuz işlemesiyle karmaşık hareketler üretilmesi sürecinden bahsedebiliriz. Kişi, özel bir hareketi akıcı ve hızlı bir şekilde sergilerse koordineli bir davranış ortaya koymuş olur. Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon birçok motor beceri gibi birbirine bağlı özelliklerdir. Bu beceriler, üst düzey performansın yakalanması sürecinde sürat, kuvvet, dayanıklılık gibi doğrudan verim göstergesi olabilen motor yetiler kadar dikkat çekici olmasa da sakatlıkların önlenmesi, verimin kusursuzlaştırılması amacıyla üst düzey antrenörler tarafından göz ardı edilmeden elit sporcuların antrenman süreçlerine dahil edilerek geliştirilmektedir.

ESNEKLİK, HAREKETLİLİK VE KOORDİNASYON KAVRAMLARI VE ÖNEMİ

Performansı geliştirme, sakatlıklardan korunma gibi temel sportif gereksinimleri sağlayabilmek için birçok branşta doğrudan yarışma kriteri göstergesi olmasa da önemli motor yetiler vardır. Bu başlık altında birbirine bağlı olan esneklik, hareketlilik ve koordinasyon kavramlarının tanımlanması, sınıflandırılması ve öneminden bahsedilecektir.

Esneklik

Eklemlerdeki yumuşak dokular, eklem hareket genişliğinin izin verdiği ölçüde uzayarak optimum hareketliliğe ulaşırlar. Tüm esneklik antrenmanlarının temel amacı belli eklemlerdeki hareket genişliğini (ROM) arttırmaktır. Yeterli esneklik, sağlıklı olmak ve iyi bir fiziksel uygunluğa sahip olmak için anahtar rolündedir. Esneklik herkes için önemlidir, ancak sporcular için önemi çok daha büyüktür; çünkü onların fiziksel iyi olma halleri ve performansları kaslarını geniş bir aralıkta hareket ettirebilmeleri ile doğrudan ilişkilidir. İyi planlanmış bir esneklik antrenmanında sporcular artan esnekliğin iki hayati konuda ödülünü alacaklardır:

- **Artan performans:** Etkili bir esneklik programı sporcuların güç, hız ve kas yenilenme sürelerinde gelişim, kas gerginliğinde azalma sağlayacaktır. Isınma süresince yapılan esneklik egzersizleri ise sporcuların mental ve fiziksel olarak oyuna hazırlanmalarını sağlar.
- **Azalan sakatlıklar:** Uygun şekilde gerdirmeye yapan sporcular daha az kas gerginliği, burkulma ya da aşırı kullanım sakatlıkları yaşarlar. Gerdirmeye ayrıca genel kas ağrısı, bel ağrısı ve spazmını azaltmaya yardımcı olur.

Esnekliği Etkileyen Faktörler

Esnekliğin bir başka tanımı da eklemlerin ve onlara bağlanan kasların mümkün olduğu kadar rahat hareket etmesidir. Bireyin ne kadar esnek olduğu, kimi kendi kontrolünde olan bazı faktörlere bağlıdır. Bunları şöyle sıralayabiliriz:

- **Eklem yapısı:** İnsan vücudunda birçok eklem vardır. Kiminde eklem hareket genişliği (ROM) diğerlerine göre daha fazladır. Örneğin, omuz eklemi en geniş hareket açısına

sahip olan eklemidir. Her yöne hareket eden omuz eklemiyle karşılaştırdığımızda, örneğin dirsek, sadece fleksiyon ve ekstansiyon yapar.

- **Yaş:** Esneklik yaşla beraber azalır. Bu durum kısmen fibroz bağ dokunun bozulması ile ilişkilidir.
- **Cinsiyet:** Kemik yapılarından dolayı kadınlar erkeklerden daha esnekler.
- **Bağ doku:** Fascia ve tendonlar gibi derin bağ dokular esnekliği sınırlandırabilir. Bu dokular gerilmeden sonraki uzun hallerini korumakta ve dinlenme uzunluklarına dönmekte zorlanabilirler. Zamanla bağ dokular su kaybederler ve tendonlardaki kolajen kalınlaşır ve esnekliğini kaybeder.
- **Kas büyüklüğü:** Büyük kas kütleleri esnekliği etkiler. Çok iri sporcularda esnetme rutinini tamamlamak zor olabilir. Örneğin, büyük göğüs kaslarına sahip olan bir sporcunun kollarını başının üzerinde esnetmesi zor olabilir. Bazı sporlarda kas kütlesi öncelikli öneme sahip olduğu için esneklikten fedakârlık yapılabilir.
- **Vücut ısısı:** Genel vücut ısısı ve özel vücut ısısı esnekliği etkiler. İyi bir ısınma esnekliği %20 etkileyebilir.
- **Günün farklı zaman dilimi:** En yüksek hareket genişliği sabah 10-11 ve öğleden sonra 16-17 arasında, en düşük de sabah erken saatlerde olur.
- **Hareketsizlik:** Hareketsiz bir yaşam tarzı esneklik düzeyini azaltacaktır.
- **Hidrasyon durumu:** Dehidre olmak esnekliği azaltır.

Esneklik Egzersiz Türleri

Esneklik ve gerdirmeye egzersizleri, kasın gerilme şekline bağlı olarak birkaç temel kategoriye ayrılır. En yaygın olan birkaç tanesi şunlardır:

- **Statik esneklik eklem hareket genişliği (ROM)** boyunca gerdirmeye açısının değişmemesi durumunu ifade eder. Cimnastikteki spagat hareketi buna örnek olarak gösterilebilir.
- **Balistik esneklik** genel olarak sallanma, sıçrama, geri sekme ve ritmik hareketle ilişkilidir. Balistik esnetmede hareket eden vü-

cudun ya da uzvun momentum ile ROM zorlanarak arttırılmaya çalışılır. Bu nedenle sakatlık riski daha yüksektir. Balistik gerdirmeye örnek olarak kolları yanlara sallayarak momentumla beraber ROM'un arttırılması gösterilebilir.

- **Dinamik ya da fonksiyonel esneklik**, eklem hareket genişliğinin bir fiziksel aktivite performansının normal ya da yüksek hızda sergilenmesi için kullanılmasını içerir. Balistik esnetmeden farklı olarak sıçramalar ya da düzensiz hareketler içermez. Dinamik ya da fonksiyonel esnetme doğrudan fiziksel aktivite ile ilgili esnetme sürecini kapsar ve sportif başarıyla en yüksek ilişkiye sahip esneklik türüdür.
- **Aktif esneklik**, bireyin destek almadan istemli olarak ulaşabildiği eklem hareket genişliğini ifade eder. Buna örnek olarak sporcunun bacağına yavaşça 100° açıyla yukarı kaldırarak orada tutması gösterilebilir. Aktif esneklik statik ya da dinamik olabilir.
- **Propiyoreseptif nöromusküler fasilitasyon (PNF)**, eklem hareket genişliğini arttırmaya yönelik bir diğer yöntemdir. PNF aslında rehabilitasyon amaçlı fiziksel terapi prosedürü olarak oluşturulmuş ve geliştirilmiştir. Günümüzde birkaç farklı PNF uygulaması spor hekimliği alanında uygulanmaktadır. PNF uygulamaları farklı şekilde isimlendirilmektedir. Burada iki ayrı yöntem sunulacaktır:
 - **Kasıl-gevşet tekniği**, sporcunun gergin (antagonist) kas grubu uzatılmış pozisyondayken başlar. Örneğin hamstring için yapılacaksa, kas gergin hale getirilir, ardından sporcunun direncine karşılık 6-15 saniye boyunca maksimum efordan daha az bir yüklenmeyle hamstring itilerek gerdirilir. Kasılma izometrik olduğu için kas boyunda değişiklik olmaz. Kasılmanın ardından yavaşça bacak esnetilerek hareket genişliğinin üzerine çıkarılır.
 - **Kasıl-gevşet-agonist-kasıl tekniği** ise gevşeme fazından sonra agonist kasın aktif kasılması haricinde kasıl-gevşet tekniğine benzer. Diğer teknikte verilen örneğe göre kuadriseps kası kasılır. Sonrasında prosedür tekrarlanır.

Esnetmenin Faydaları

Esnetme, sporcunun öğrenmesi, alıştırma yapması ve beceri gerektiren hareketleri uygulaması konusunda iyileştirme sağlar. Örneğin, yüksek atlamada binme tekniğini uygularken adduktörlerde, kasıkta ve hamstringde artırılmış esnekliğe ihtiyaç vardır. Esnetmenin sporcular için faydaları aşağıda sıralanmıştır:

- Sporcunun zihinsel ve fiziksel olarak daha fazla rahatlamasını sağlar.
- Vücut farkındalığını artırır.
- Eklem burulması ve kas gerilmesi riskini azaltır.
- Sırt sorunları yaşama riskini azaltır.
- Kas ağrısını azaltır.
- Kadın sporcularda ağırlı menstruasyon şiddetini azaltır.
- Kas gerginliğini azaltır.



Resim 5.1 Futbolda üst düzey koordinatif beceri isteyen bir hareket.

Koordinasyon

Esneklik, çoğu zaman hareketlilik olarak da tanımlanmaktadır. Esneklik geniş bir açıda eklemleri hareket ettirebilme yeteneği olarak da ifade edilmektedir. Başka bir deyişle, hareketleri büyük bir genlikte uygulama yetisidir. Spor yapmayan bir kişinin eklem ve kaslarının iş birliği ile yaptığı hareketlerin verimlilik düzeyinin; spor yapan kişinin verimlilik düzeyine göre genelde düşük olduğu bilinmektedir. Bunu etkileyen en önemli etkenlerden biri hareketliliktir. Esneklik; normal eklem ve yumuşak doku hareket genişliğinin (ROM) aktif ve pasif gerdirmelere tepkisidir. Esneklik serbest hareket genişliğini içermektedir.

Esnekliğin bir diğer anlatımı da eklemin bir hareket sırasında maksimal hareket ettirebilme kapasitesidir. Hareketin genişliği kavram olarak yerine tam oturmamıştır ve bazı araştırmacılar Range of Motion olarak almış, sonuçta da ROM kısaltması ortak özellik taşımıştır. Böylece çeşitli araştırmalar ve çalışmalar uygulanmış ve esnetme teknikleri geliştirilerek hedef ROM'da artış sağlamak olmuştur. Karmaşık bir motor yeteneği olan koordinasyon sadece yeni teknik ve taktiklerin kazandırılmasında ve mükemmelleştirilmesinde değil, alışılmamış durumlarda teknik ve taktik uygulamalarda da belirleyici bir role sahiptir. Ayrıca karmaşık hareketlerin üretilmesinde kasların mükemmel ve uyumlu işlevleri anlamına gelir. Değişik etkinlikler ve vücut hareketleri değişik koordinasyon hareketleri içerir. Bazı becerileri gerçekleştirmek için el-göz veya el-ayak koordinasyonu gerektirirken bazı beceriler için tüm vücut koordinasyonu gerekmektedir. Futbol topuna vurmak veya bir dartı hedefe fırlatırken el-göz ve el-ayak koordinasyonu, cimnastikte paralel bardaki performans ise tüm vücut koordinasyonu içerir.

Koordinasyon iki şekilde sınıflanabilir:

- **Genel koordinasyon;** bir kimsenin özel bir spor dalını göz önüne almadan değişik motor becerileri mantıklı ve uygun biçimde sergileme niteliğini kapsamaktadır. Çok yönlü gelişimle birlikte her sporcu yeterli genel koordinasyonu kazanmalıdır. Çok yönlü gelişim bir kimsenin spora başlamasıyla birlikte dikkate alınması zorunlu olduğu için, özel çalışmaların başlamasıyla genel koordinasyon çalışmaları aşamalı bir biçimde programdan kaldırılmalıdır. Böyle durumlarda genel koordinasyon özel koordinasyonun geliştiği özel yapıyı oluşturmaktadır.
- **Özel koordinasyon;** bir kimsenin belirli spor dallarındaki değişik motor becerileri çok çabuk, akıcı ve sürekli sergileyebilme yeteneğini yansıtır. Bu açıdan, özel koordinasyon motor becerilerin özelliğiyle yakından ilgilidir ve sporcuya yarışma ve antrenmanda etkin bir verim düzeyi için ek beceriler kazandırır. Özel koordinasyon spor yaşamı boyunca özel teknik öğelerin ve becerilerin birçok kere tekrar etmesinin sonucu olarak kazanılır. Bu bağlamda, cimnastikçi kendi spor dalında iyi bir koordinasyon düzeyine sahipken basketbolda koordinasyon düzeyi eksik olarak görünebilir.

Özel koordinasyon, belirli spor ya da spor dallarının özelliklerine göre, diğer motorik yetilerle bütünleşmiş olarak koordinasyon gelişimini de kapsamaktadır. Bu açıdan bir sporcu; slalom kayma, serbest stil yüzme ve engelli koşma gibi hızlı ritim ve tempoda bir beceriyi yapabildiği zaman sürat koordinasyonuna sahip olduğu söylenebilir.

Koordinasyonu Etkileyen Faktörler

Koordinasyon kalitesi ne kadar iyiye hareket o kadar uygun, zorlanmadan, isabetli ve kısa yoldan amacına ulaşır ve o kadar az enerji harcanır. Hareket akıcı ve estetik olur. Sakatlıklardan korunmak mümkün olur. Koordinasyonu belirleyen faktörler şunlardır:

- **Reaksiyon:** Bir veya birden çok uyarana karşı en kısa zamanda hareket etme özelliğidir. Başka bir tanımla, amaca uygun hareketi gerçekleştirmek için var olan ya da gelen uyarınlara algılayabilme ve gerekli cevapları verebilmelidir. Reaksiyon özelliği; optik, akustik ve propriyoreseptif olarak üç ayrı şekilde bulunur.
- **Oryantasyon:** Vücudun tümünün veya bir bölümünün kendini çevreleyen dış dünyaya karşı pozisyon değiştirmesidir. Örnek olarak, bir basketbol oyuncusunun topa birlikte öne doğru hareketinde rakibin müdahalesinde topu saklayacak davranışı sergileyebilmesidir. Oryantasyon özelliğinin büyük oranda antizipasyon ile ilişkisi bulunmaktadır.
- **Hareketi bağlama özelliği:** Parça parça hareketin ya da hareketlerin birbirine bağlanabilmesi özelliğidir. Cimnastikteki seri oluşturma çalışmaları buna örnek olarak gösterilebilir.
- **Hareketin iletimi özelliği:** Hareketin başlama ve bitirme süresi içinde, organ ve ekstremitelerin yer değiştirmesine hareketin iletimi özelliği denir. Hareketler arka arkaya giden bir yol izler.
- **Hareketin elastisite özelliği:** Hareketin amaca uygun şekilde, kassal gerilim ve frenlemesindeki dengeleme, hareketin başlangıcındaki ve bitirilişindeki elastikiyettir. Kas etkinliği ve bunu izleyen kas kasılması öyle bir şekilde koordine edilir ki yumuşak bir

frenleme ve akıcılık sağlansın. Bu özellik sporcunun hareket yönündeki akıcılığını ve temel pozisyona dönüşündeki çabukluğu gösteren bir yetidir. Buna örnek olarak hentbolda sıçrayarak atış esnasında savunma oyuncusuna karşı faul yapmadan atış sonrasında yumuşak bir şekilde yere inme aksiyonunu gösterebiliriz.

- **Alansal olarak uyum sağlama yeteneği:** Özellikle takım sporlarında sahayı gözlem sonucunda bulunduğu yerin, takım arkadaşının, rakibin ve topun mesafe olarak algılanması, ona göre uygun davranış üretebilme yeteneğidir.
- **Duyumsal olarak farkı ayırma yeteneği (kinestetik algılama):** Kas ve tendonlardaki reseptörler vasıtasıyla hareketlerdeki hassas farklılaşmayı ayırma ve derecelendirme yeteneğidir. Topa ne kadar sert vuracağı, rakibi tutarken hangi vücut bölgesine nasıl bir baskı uygulayacağı ya da sıçradıktan sonra yere inerken zarar görmeden dengesini sağlama becerilerini otomatik olarak yapabilmektir.
- **Tepki verme yeteneği:** Daha önce yapılan hareketler ve gelişen durumlardan alınan sinyallere karşılık olarak kısa sürede harekete cevap verip başlatılmasıdır. Bu karmaşık ya da basit uyarınlara karşı olabilir. Özellikle saha sporlarında bu uyarınlara genelde karmaşıktır ve cevaplar genelde görsel uyarınlara verilmektedir. Ancak farklı olarak mücadele sporların rakiple mesafe çok az olduğu için uyarana cevap konusunda propriyoreseptif özellikler daha ön plandadır.
- **Ritim yeteneği:** Hareketlerin belli bir ritim içinde yapılmasıdır. Kesik kesik, tutarsız bir şekilde yapılan hareket verimsiz olacaktır.
- **Denge yeteneği:** Farklılaşan durumlarda vücut ağırlık merkezinin değişmesi nedeniyle dengenin korunması veya yeniden sağlanması yeteneğidir. Çoğu spor müsabakasında statik değil dinamik bir denge söz konusu olduğu için hareketten harekete bir geçiş vardır. Bu geçişlerde vücut dengesini kaybetmek için ağırlık merkezini değişen şartlara uygun bir duruma sokmak gerekir. Bunun için de denge yeteneği koordinasyon sergilenmesi için önem kazanmaktadır.

- **Vücut ağırlığı:** Sporcunun ağırlığı koordinasyon becerisini etkileyen en önemli unsurlardandır. Sporcunun sahip olduğu vücut kütlesinin kaslarına oranı arttıkça koordinasyon becerisi de o derece sınırlı olacaktır. Koordinasyon için vücut kütle indeksine uygun bir ağırlık fiziksel koordinasyon kapasitesini en mükemmel seviyeye ulaştıracaktır. Yani kasların vücut ağırlığına oranı azaldıkça koordinatif hareketi gerçekleştirmek o kadar zorlaşır.
- **Boy uzunluğu:** Sporcunun branşına özgü olmak kaydıyla kısa, orta veya uzun olması koordinasyon yeteneğini göstermede önemli etkenlerden biridir.
- **Zaman ayarlaması:** Merkezi sinir sisteminin kapasitesi koordinasyon sağlamada önemlidir. Çünkü uyarana cevap verebilme yeteneği kasların kasılmasıyla mümkündür. Kasların kasılması için gerekli emirler merkezi sinir sisteminden gitmektedir. Bu emirleri hareketi gerçekleştiren tüm kasların doğru zamanda kasılarak ve gevşeyerek yerine getirmesi gerekmektedir.
- **Göz-kas koordinasyonu:** Koordinasyon gerektiren hareketlerde önce gözlem yapılarak hareketin ilgisi kurulur. Örneğin, futbolda uzun mesafeli atılan topun futbolcu tarafından takip edilerek vücudunun herhangi bir yeriyle kontrol edilip oyuna sokulması
- **Propriyoreseptif duyarlılık:** Vücudun duruşundan ve hareketinden haberdar olmak. Gözümüz kapalı da olsa burnumuza dokunabiliriz.
- **Hareketin sürati:** Sporcunun ilk hareketi ile bitiş hareketi arasında geçen süredir. Örneğin 100 metre yarışında sporcunun ilk çıkış ile bitiş çizgisi arasındaki süredir.

Hareketlilik, Esneklik ve Koordinasyonun Önemi

Esneklik kaybı nöromasküler kontrol kaybından kaynaklanan koordinasyonu bozuk hareketlere de neden olabilir. Çoğu bireyde fonksiyonel aktiviteler "normal" miktarda esneklik gerektirir. Ancak cimnastik, bale, dalış ve karate gibi bazı sportif aktiviteler, üstün bir performans sergileyebilmek için gelişmiş esnekliğe ihtiyaç duyar.



Resim 5.2 Bir esneklik geliştirme örneği.

Esneklik genellikle fiziksel aktivitelerde performansı arttırmak için gerekli görülür. Ancak literatüre bakıldığında esneklikle yükselen performans arasındaki ilişkiye dair yeterli kanıt yoktur. Yıllar boyunca yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde esnekliğin performansı yükselttiği söylenen çalışmalar kadar özellikle kuvvet, dayanıklılık, güç ve reaksiyon zamanı gibi özelliklerde düşüşe neden olduğunun kaydedildiği çalışmalar da vardır.

Hareketlerin sevk ve idaresinin sağlanması koordinatif özelliklere bağlıdır. Koordinatif özellikler, senso-motorik öğrenme yetisinin temelini oluştururlar. Koordinatif özelliklerin düzeyinin yüksekliği oranında yeni ve daha zor tekniklerin öğrenilmesi çabuk ve etkili olur. Teknik hareketlerin yapılışında üç farklı durum söz konusudur:

1. Hareketin yapılışındaki idare,
2. Hareketin yapılmasında değişen koşullara uyum sağlama,
3. Hareketin yapılmasında çözüm olasılıklarını bulma ve uygulamadır.

Koordinasyonu belirleyen çeşitli yeti ve özelliklerin öğrenilmesi ve alışkanlık haline gelebilmesi belli yaş dönemleri içerisinde olmaktadır. Reaksiyon özelliği 7 ve 8. yaşlardan itibaren gelişir ve bu süre 10-15. yaşa kadar devam eder. Oryantasyon özelliği için bazı kaynaklar 12-15 yaşlar arasını vermekle beraber 6. yaştan itibaren bu özelliğin şekillenmeye başladığı bilinmektedir. Ritim becerisi 6 yaşındabaşlar, 9 yaşlarında iyileşir ve 11-15 yaşları arasında en üst düzey gelişimini tamamlar. Denge çok küçük yaşlardan itibaren gelişmeye başlamakla birlikte sportif çalışmalara katılan çocuklar da 6 yaşlarında en aktif durumdadır. Genel geli-

şim dönemi olarak 9-12 yaşları verilmektedir. En ideal edinme ve öğrenme yaşları diyebileceğimiz bu koordinatif özellikler, yapılan sporla doğrudan ilgilidir. Küçük yaşlarda başlayan cimnastik ve bale eğitimi, çocuklarda bu özelliklerin daha hızlı ve kalıcı biçimde gelişmesini sağlamaktadır.

Spor oyunlarının genel olarak oyunlarla başlama zamanı sayılan 10-11 yaşlarında hemen hemen tüm koordinatif özellikler belli gelişim evrelerini tamamlamış durumdadır. Bu nedenle spor oyunları için yapılacak çalışmalarda, çocukların fiziksel ve motorsal özelliklerinin yanında onların koordinatif yetilerini de geliştirici ve koruyucu alıştırmaların seçimine dikkat etmek öncelikli gerekliliklerden birisidir.

İnsan vücudunun temel fonksiyonları, bir sırada ya da arabada otururken veya yüksek topuklu ayakkabı giyince kısmi kayıplara uğrar. Sakatlığa meyilli hale getirebilir veya koşu performansını ve verimini düşürebilir. İnsanların eklem hareket genişlikleri için bir alt sınır olmalıdır ve onların koşuya uygun mobilitateye sahip olup olmadıklarını görmek için testler uygulanır.

Bir koşucunun mutlaka yapabiliyor olması gereken şeylerden biri, ayak ve dizleri birleşik halde zemine kadar squat yapmak ve topuklarınız yerden hiç kalkmadan tekrar yukarıya kalkabilmesidir. Bunun anlamı, kalça ekleminizin hareket genişliği ve esnekliği normal seviyededir ve bileklerin hareket kabiliyeti, eklem hareket genişliği sınırının üzerindedir.

Ağırlık kaldıranlar için iki eklem hareket genişliği limiti uygulanabilir. Bir tanesi, baş üstü formunda düz squat ve front squat. Gövde dimdik olduğunda eklem hareket genişliği zirvedir. Bir dumbbell baş üstü squat yapmak eklem hareket genişliğinin kalitesi hakkında aydınlatıcıdır. Doğrusal squat yapmanın dışında baş üzeri hareketlerde görevli omuz mobilitasını test etmenin bir yolu daha vardır: 2 tane 20 kg.'lık dumbbell'i alın ve baş üzerinde dümdüz tutun. Dirsekleriniz düz olsun ve avuç içleriniz birbirine dönük olsun. Dumbbell'leri bir süre bu şekilde tutabilmelisiniz. Eğer dirsekler bükülür ya da sırtın formu bozulursa, test başarısız demektir. Dirseklerin bükülmesi baş üzeri hareket kabiliyetinde eksiklik olduğunun göstergesidir.

Öğrenme Çıktısı



- 1 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon kavramlarını tanımlayabilme
- 2 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyonun önemini tartışabilme

Araştır 1

Esnekliğin hangi alanlara katkısı vardır?

İlişkilendir

"Mobility vs Flexibility" adlı videoyu izleyerek hareketlilik (mobility) ve esneklik (flexibility) terimlerini kavramsal olarak ilişkilendiriniz. (Kaynak: https://www.youtube.com/watch?v=y_bNVO4MNHQ&t=50s)

Anlat/Paylaş

Kendi branşınızda koordinatif yetilerin geliştirilme yaşını arkadaşlarınızla tartışınız.

ESNEKLİK, HAREKETLİLİK VE KOORDINASYONUN PERFORMANSLA İLİŞKİSİ

Esnekliğin kuvvet antrenmanı üzerinde olumsuz etkisi olduğu sıklıkla söylenir. Örneğin, çok gelişmiş kaslara sahip kişilerin serbestçe hareket etme yetilerini eklem hareket genişliklerini tamamen kullanmalarına engel olacak kadar kaybettiklerini düşünme eğilimindeyizdir. Kimi zaman kişi o kadar şişkin hale gelir ki kasları eklem normal genişliğinde hareket etmesine engel olur. Doğru yapılmayan kuvvet antrenmanı hareketi kısıtlayabilir; ancak, ağırlık antrenmanı hareket genişliğinin tamamen kapsayacak şekilde doğru olarak yapılırsa esnekliği kısıtlamayacaktır. Düzgün uygulanan kuvvet antrenmanı muhtemelen dinamik esnekliği arttıracaktır ve özenli bir gerdirme programıyla kombine edildiğinde, çoğu atletik aktivitede başarı için gerekli olan güçlü ve koordine hareketlerin performansını artıracaktır. Her durumda yüksek hacimli bir ağırlık antrenmanı güçlü bir esneklik programıyla desteklenmelidir.

Hareketliliğin Performansla İlişkisi

Voleybol, basketbol, tenis, beyzbol gibi sporlar omzun geniş bir açıda kuvvet üretmesini gerektirdiği için omuz sakatlığının oluşmasında riskli sporlar olarak gösterilebilir. Hareketlilik çalışmalarının eksik kalması durumunda sakatlıklar oluşabilir ya da omuz eklemi maksimum hareket genişliğinde kullanılamaz ise performans konusunda sorun yaşanabilir. Omuz eklemi çok yöne hareket edebildiği için hareketlilik çalışmalarına en çok ihtiyaç duyan eklemlerden birisidir. Ayrıca bu tür sporlarda sporcular genelde dominant kollarını kullanma eğiliminde oldukları için vücudun her iki tarafına dengeli bir çalışma uygulanması zaman zaman gözden kaçırılabilir. Bir halterci için de kaldırış esnasında tam bir çöküş yapıp maksimum güç için ivmelenme sağlamak kalça ve dizin mobilitesi ile gerçekleşebilir.

Esnekliğin Performansla İlişkisi

Eklem sertliği, kas gerginliği ya da motor aktivite bozulması gibi nedenlerle eklem hareket genişliği kısıtlandıysa; vücut performans hedeflerini yerine getirmek için farklı bir telafi yöntemi bulmaya çalışacaktır. Örneğin, pull over hareketinin yeterli hareket

genişliğinde yapılmış olduğu yanılgısını yaratacak şekilde omurganın hiperekstansiyona gelmesi kısıtlı bir omuz fleksiyonuna yaygın bir cevaptır.

Bu durum antrenmanın ısınma ve esnetme kısmında antrenör hareketlerin formuna dikkat etmezse birçok genç yüzücü ve cimnastikçide görülür. Düzeltilemezse, bu hareket bozukluğu o sporcunun sinir sistemine entegre hale geldikçe onu değiştirmek çok zor olacaktır. Genç sporculardan sorumlu antrenörler gelişme çağında ortaya çıkabilen, sonradan düzeltilmesi zor olan bu özel esneklik kayıpları konusunda dikkatli olmalıdır. Bu özel durum genellikle iyi omuz esnekliği gerektiren sporlarda bel ağrısı ile ilişkilidir. Bu sorunu yaşayan sporcuda bel ağrısının hafiflemesi için gövde stabilizasyon antrenmanları yeterli olmayacak, normal omuz eklem hareketini genişliğini sağlamak gerekecektir.

Göreceli esneklik kavramı bu olguyu açıklar. Çoğu kişi için vücudun bazı bölümleri diğerlerine göre daha esnektir. Bu her zaman iyi bir şey değildir; daha kolay hareket etme eğilimindeki yapılar, özellikle de bu bölümlerin harekete katkısı aktivitenin doğal parçası değilse aşırı zorlanma sonucu sakatlanmaya karşı daha savunmasız olurlar. Fotoğrafta cimnastikçi omurgasının doğal duruşundayken yeterli omuz esnekliğinde görünüyor. Yaptığı sporda bir başka cimnastikçiyi doğrudan başının üzerinde tutacak şekilde kaldırabilmesi gerekir. Omuz esnekliği yetersiz olsa kollarını doğrudan yukarıya kaldırabilmesinin tek yolu da omurgasının zorlayıcı bir hiperekstansiyona gelmesi olacaktır. Bu da zamanla omurgada stres kırıklarına neden olabilir. Stabilitate çalışmalarının sakatlığa engel olabilmesi ancak omuz esnekliğinin yeniden sağlanmasıyla mümkün olur. Omuz sakatlığı halterde de en sık görülen spor sakatlıklarından birisidir. Omzun kuvvetini ve esnekliğini azaltarak haltercinin performansını kısıtlar.



Resim 5.3 Omuz esnekliği.

Koordinasyonun Performansla İlişkisi

Bir sporda performansı belirleyici faktörler arasında beceri ve çeviklik gibi bazı karmaşık özellikler vardır ve bunlar sportif performansı doğrudan etkileyebilmektedir. Beceri ve çeviklik özellikleri vücuda egemen olma anlamında çoğu kez eş anlamlı kullanılmaktadır. Çeşitli hareketlerin yapıları da bu kavramlar altında toplanmaktadır. Bir sopayı parmak üzerinde dengede tutma, hentbolda vücut aldatması ile rakibi geçme, judoda öne, yana yuvarlanmalar beceri ve çeviklik olarak isimlendirilmektedir. Spor bilimlerinde koordinasyon kavramı,

her türlü beceri, çeviklik gibi özellikleri içerisinde bulunduran bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır ve tekniği belirleyen en önemli faktör olmaktadır. Sportif performans yalnızca kondisyonel özelliklere ya da enerji metabolizmalarına bağlı olmayıp, aynı zamanda psiko-nörolojik süreçlere bağlı bir kavramdır ve bu süreçler koordinasyonu içerir. Sportif becerilerin öğrenilmesi, geliştirilmesi, belirli bir performans düzeyine ulaşabilmesi, ilgili tekniğin ince bir formdan amaca uygun şekilde akılcı, güvenli, çabuk ve bazen hoş gidecek tarzda yapılması koordinasyon kavramı ile belirginlik kazanır.



Öğrenme Çıktısı

3 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon ile performans arasındaki ilişkiyi inceleyebilme

Araştır 2

Omuz eklemine sakatlığa en yatkın yatkın eklemlerden birisi olmasının nedeni nedir? Potansiyel sakatlık için bir örnek veriniz.

İlişkilendir

“5 Tips For Faster Freestyle When You Lack Mobility” adlı videoyu izleyerek esneklik ve hareketlilik eksikliğinin yol açabileceği olası performans sorunlarıyla ilişkilendiriniz.
(Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=mqlD7Ud5dGQ>)

Anlat/Paylaş

Hareketlilik ve esnekliğin eksik olması durumunda performans probleminin üstesinden nasıl gelinebileceğini tartışınız.

ESNEKLİK, HAREKETLİLİK VE KOORDİNASYON ANTRENMANININ UYGULANMASI

Çalışmalar, esnekliğin genel bir özellik değil bölgesel olarak eklem ve eklem hareketine özgü olduğunu gösterdiğinden eklem hareket genişliği, vücuttaki her eklem göre farklılık gösterebilir. Örneğin bir sporcunun kalçası esnek, omzu gergin ya da sağ kalçası gergin, sol kalçası esnek olabilir. Esnekliği; vücut oranları, vücut yüzey alanı, deri kıvrımı ölçümleri ve vücut ağırlığı ile ilişkilendirme ile ilgili yapılan çalışmalar, tutarsız sonuçlar vermiştir. Yani morfolojik özelliklerle esneklik arasında belirgin bir ilişki kurulamamıştır.

Literatür tarandığında, esnekliğin belli bir grup spora olduğu kadar bir eklem, bir tarafa ve bir hızla göre sınıflandığı görülmektedir. Aynı sporcu grubunda bile eklem hareketleri, oyun içindeki pozisyon ve belli eklem hareketlerine göre farklılıklar olabilir. Örneğin beyzboldaki top fırlatıcının atış kolunun omuz dışı rotasyon esnekliği diğer omzuna göre daha yüksektir. Omuz dışı rotasyon esnekliğinin fazla olması da atış hızını arttıran bir özelliktir. Tenisçilerde yapılan bir çalışmada da dominant el bileği esnekliği, dominant omuz öne esnekliği ve dominant omuz içe rotasyon genişliğinin tenis servisi hızına doğrudan etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle eklem hareket genişliğini artırmaya yönelik antrenmanlar planlanırken sporcunun bireysel özellikleri ve yaptığı spora özgü ihtiyaçları dikkate alınmalıdır.

Gastrocnemius kasının esnekliği ile koşu hızı arasında da önemli derecede ilişki olduğu saptanmıştır. Bu da sprinterlerde gastrocnemius kasının esnekliğini artırıcı çalışmaların antrenman programına koyulmasının gerekliliğini göstermektedir. Bu çalışma planlanırken bu kas grubunun esnekliğinin fazla olmasının sürat konusunda bir avantaj sağladığı, ancak bu esnetme egzersizinin performans öncesi ısınmada yapılması durumunda olumsuz sonuç verebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Isınma

Egzersizlerden oluşan ısınma protokolü iyi planlanmış etkin bir antrenmandan hemen önce kalp atımını ve dolaşımı hızlandırmak için bir gerekliliktir. Isınma egzersizleri sporcuya zamanla dinlenmeden egzersize geçişi sağlar. Bu çalışmalar sporcuyu fiziksel olduğu kadar zihinsel olarak da yapacağı antrenmana hazırlayarak performansını yükseltip sakatlık riskini azaltacak şekilde özenle tasarlanmış olmalıdır. Fizyolojik olarak bir ısınma vücut sıcaklığını yükseltip kan akışını artırır.

Esnetme genelde antrenmanın bir parçası olan ısınma esnasında yapıldığı için sıklıkla hatalı bir şekilde ile ısınma ile aynı anlamda kabul edilir. Ek olarak statik ve pasif gerdirmeler vücut sıcaklığını artırmadığı ya da kan akışını hızlandırmadığından bu egzersizler ısınma olarak kullanılmaz. Aslında esnetmenin öncesinde ısınma yapılmalıdır, çünkü dokuların sıcaklığının artması bağ dokular ve kasların uzamasına yardımcı olur, böylece gerdirmeden kaynaklı sakatlık riskini azaltır.

Isınma protokolleri tipik olarak üçe ayrılır. Pasif ısınma vücut sıcaklığını sıcak duş, ısıtıcı pedler gibi harici yöntemlerle ıstımayı içerir. Genel ısınma en sık kullanılan yöntemdir. Aktivitenin kendisinde olmayan eklem rotasyonları, nazik dönüşler ve eğilmeler gibi çeşitli hareketlerle ısınılır. Bunu genellikle cimnastik, tempolu yürüyüş, koşu veya ip atlama takip eder. Bunda amaç kan akışını hızlandırmak, vücut merkez ısınıpı arttırmaktır. Özel ısınma, azaltılmış bir yoğunluk seviyesinde gerçekleştirilen, gerçek aktiviteyi taklit eden veya benzerlerini kullanan hareketleri içerir.

Isınmanın yoğunluğu ve süresi sporcunun fiziksel kapasitesine uygun olmalı ve içinde bulunulan koşullara göre ayarlanmalıdır. Genellikle sporcunun ısınması vücut sıcaklığını artırıp biraz terlete-

cek seviyede olmalı, ancak yorgunluğa neden olacak yoğunlukta olmamalıdır. Soğuk havalarda daha yoğun bir ısınma protokolü uygulanmalıdır.

İyi bir ısınmanın yararları:

- Vücut ve doku sıcaklığını yükseltir.
- Aktif kaslara kan akışını artırır.
- Kardiyovasküler sistemi harekete hazırlamak üzere kalp atım hızını yükseltir.
- Metabolik hızı artırır.
- Hemoglobinden oksijen dönüşümünü artırır.
- Sinir uyarımını arttırarak vücut hareketlerini kolaylaştırır.
- Karşılıklı sinirsel etkinliği artırır, böylece kasılma gevşeme döngüleri daha hızlı ve etkili olur.
- Kas gerginliğini azaltır.
- Bağ dokunun uzama kabiliyetini artırır.
- Sporcunun antrenmana psikolojik olarak hazırlanmasını sağlar.

Esnetme yaparken, yavaşça ve ritmik olarak nefes alınmalıdır. Esnemede nefes tutulmasına engel olmak için sesli olarak sayılmalıdır. Doğal nefes alışa engel bir durum hissediliyorsa esnetme pozisyonu nefes alış rahatlayana kadar düzeltilmelidir.

Esneklik Antrenmanı

Esneklik, bir eklemi ya da bir dizi eklemi hareket genişliği boyunca kolayca ve düzgünce hareket ettirebilme yetisi olarak tanımlanabilir. Esneklik, dizler gibi tek bir eklem hareketini ya da spinal vertebra gibi çok sayıda eklem beraber çalışarak gövdenin kolayca bükülmesi veya rotasyonunu sağlamasını ifade edebilir. Farklı esnetme yöntemleri uygulanabilir. Statik germe için öneriler:

- Germe egzersizleri 10-15 dakika sürecek bir ısınma periyodundan sonra yapılmalıdır.
- Nefes alma düzeni bozulmamalı, hareketler kontrollü bir hızda yapılmalıdır.
- Hareketler yaylanarak uygulanmamalıdır.
- Sıralamada öncelik büyük kas gruplarına verilmelidir.

Balistik yöntem için öneriler:

- Vücut esnek bir şekilde yaylanarak hareket eder ve kaslar sınır noktalarına ulaşacak şekilde eklem hareket genişliği kullanılır.

- Artan hızlarda uygulanacak yaylanma hareketleri balistik gerdirmede gereklidir. Sakatlanmalara ve ağırlara engel olabilmek için gerekli olan kas içiği aktivasyonu artırılır.



Resim 5.4 Bir PNF esnetme örneği.

PNF, hareket genişliğini arttırmak için oldukça etkili bir yöntemdir. PNF için öneriler:

- Öncelikle esnetilen kas gruplarında izometrik gerilme kullanılmalıdır.
- Statik germe kontrollü bir şekilde başlamalıdır.
- Partner kişinin ekstremitesine hareket genişliği sınırlarına kadar kuvvet uygularken, kişi (sporcu) bu dirence karşı koymalıdır.
- Birden fazla tekrarlar ve her birinde 6-10 saniye uygulanabilir.

Esneklik antrenmanı örneği:

Egzersiz Çeşidi: Statik veya PNF

Egzersiz Sayısı: 10-12

Egzersiz Sıklığı: Haftada en az 3 gün

Egzersiz Şiddeti: Hareket genişliğinin sınırlarına kadar

Germe süresi: 10-30 sn

Tekrar sayısı: 3-5

Süre: Her antrenman için en az 15-30 dakika

Antrenman Rutinine Esneklik Programının Eklenmesi

Bir esneklik antrenmanı, zaman içinde bir eklem veya eklem grubunun hareket aralığını kalıcı ve aşamalı olarak artıracak planlı, bilinçli ve düzenli bir egzersiz programı olarak düzenlenmelidir. Genel olarak antrenman, bir sporcunun gelişimini sağlamak ve gerekli hazırlık seviyesini ulaştırmak için çok yönlü bir süreçtir. Gerdirmeye egzersizleri sporcunun toplam antrenman programının sadece bir temel bileşenini oluşturur.



Resim 5.5 Quadriceps kası için bir gerdirmeye örneği.

Koordinasyon Antrenmanı

Koordinatif yetilerin geliştirilmesi için yapılacak antrenmanda dikkat edilmesi gereken ilkeler vardır. Bu ilkeler:

- Her bir koordinatif yeti değişik yaş dönemlerinde yoğun gelişmeler gösterir. Özellikle hızlı büyüme döneminde koordinatif özelliklerde geçici bozulmalar meydana gelir. Ancak bu bozulmaların düzeltilmesi için çalışmalar yapılmalıdır.
- Çok yönlü hareket deneyimi koordinatif yetilerin gelişmesinde etkilidir. Antrenmanlara branşa özgü koordinatif çalışmaların yanında genel koordinasyon geliştirici egzersizler de eklenmeli, özel koordinasyon becerilerine geçişe yardımcı olunmalıdır.

- Koordinatif yetiler için yapılacak antrenmanlar karmaşıklık, değişkenlik ve süreklilik ilkelerine uygun olmalıdır.
- Dolaşımsal yorgunluk hem sinir sistemi hem de koordinasyonu olumsuz etkileyen faktördür. Bu nedenle koordinasyon antrenmanı yorgun iken yapılmamalıdır. Çünkü koordinasyon içeren hareketlerin istedik sıra kadar istendik sürede yapılması da elzemdir.

Koordinasyon antrenmanları antrenörün antrenmanlar esnasında kullanacağı alıştırma dağarcığını tamamlamaya çalışması anlamına gelmemelidir. Uygulanacak olan teknik ve kondisyonel çalışmalara eklenecek olan koordinatif içerikli alıştırma hem teknik çalışmalarda verimi artırır hem de gözle görünür bir gelişme sağlar. Teknik ve taktik çalışmalarda yapılan değişiklikler koordinatif alıştırma yoluyla çoğaltılması yolunda bir gelişme kazandırır. Bu değişikliklere örnek olarak şu varyasyonları kullanabiliriz:

- Mesafe değiştirme,
- Duruş ve pozisyonlarla oynama,
- Top sayısını artırma,
- Rakip sayısını artırma,
- Kuvvette ayarlamalar,
- Hız değişiklikleri,
- Hedef sayısında değişiklikler,
- Oyun alanında değişiklikler.

Pratik Alıştırma Örnekleri

Üç ayrı koordinatif özellik için yapılabilecek alıştırma şöyle olabilir:

1. Oryantasyon için:

- Topu havaya at, öne takla at, topu yakala.
- Topu arkadaşının üzerinde havaya at, eşinin üzerinden atla, düşmeden önce topu yakala.
- Üç tenis topunu yere düşmeden tutmaya çalış.
- Durum değiştirme yetisi için:
- Aynı anda iki topla değişik ritimle yön değiştirerek top sürme,
- Gözler kapalı halde top sürme,
- Sağ ve sol elde birer top var, sıra ile topu aynı elle at, aynı elle tut.

2. Reaksiyon için:

- Araya konulmuş bir engel (büyük bir minder veya cimnastik minderi) üzerinden tenis oynama (eşler birbirini görmeyecek şekilde),
- Duvardan gelen topu tutma.
- İki oyuncu var. Birinin yüz duvara dönük olacak şekilde diğeri arkadan duvara topu atar. Yüzü duvara dönük olan topu tutmaya çalışır.

3. Denge için:

- İki oyuncu. Her biri birer sağlık topunun üzerine çıkarlar ve bu durumda hentbol veya basketbol topu ile paslaşmaya çalışırlar.
- Herhangi bir topu el üstünde, kolda, ensede, ayak üstünde yere düşürmeden tutmaya çalış.

Koordinatif Özellikler İçin Oyun Formları

Koordinatif özellikler için bazı oyunlar tasarlanabilir. Bir futbol takımı ile çalışıyorsanız, daraltılmış bir alanda iki topla futbol maçı oynatabilirsiniz. Aynı anda hem hentbol hem de futbol maçı yaptırabilirsiniz. Potası fazla olan bir salona sahipseniz dört potada basketbol maçı yaptırabilirsiniz. Buradaki ana düşünce, bilinen oyun formlarının kurallarında bazı değişiklikler yaparak zor koşullara uyum sağlamayı sağlayacak yaratıcılıkları sergilemektir.

Esneklik değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır:

- Goniometre ile hamstrik esneklik ölçümü,
- Standart otur- uzan esneklik testi,
- V- otur testisi esneklik testi,
- Bel koruyucu otur eriş testi.

Mobilite ile İlgili Antrenman Örnekleri

Harekete Hazırlık (HH), kelime anlamı olarak, insan vücudunu harekete hazırlamak anlamında kullanılmaktadır. HH drillerinde amaç; vücudun kuvvetlendirilmesi, fiziksel aktivite için sinir sisteminin hazır hale getirilmesi ve kor isısının artırılması için oluşturulan yenilikçi ve dinamik hareketleri içermektir. Aynı zamanda başlı başına bir antrenman yönetimi olup vücudun mobilitesi,

stabilitesi ve hareket modellerinin genel etkinliğinin artırılmasına katkıda bulunur. Buna bağlı olarak, HH modeli, fitness salonunda, sahada, oyun içinde, antrenmanın herhangi bir bölümün veya tamamına vücudu hazırlayan dört basamaklı bir sistem içermektedir. Birinci basamak, mini bantlar yardımıyla kalça kaslarının aktivite düzeyini artırmak; ikinci basamak, büyük kas gruplarının dinamik germe hareketleriyle mobilite ve stabilite düzeylerinin etkinleştirilmesi; üçüncü basamak, diz çekme ve küçük skipping hareketleriyle kalça, diz ve ayak bileğinde güç üretiminin sağlanması ve canlandırılması; dördüncü basamak ise nöral aktivasyon ve reaksiyon cevabının geliştirilmesidir. Bu dört basamaklı sistemde hareketler, tek yönlü hareket modeline odaklanmadan ziyade birleşik hareketlere odaklanmaya doğru bir sıralama içermektedir. Driller, başlangıçta basit ve yavaş hareketlerden giderek daha da karmaşık ve yüksek hızlı hareketlere doğru uygulanmaktadır. Böylece, bireylerin bağ, eklem ve kemik gibi sert dokularının ve aynı zamanda sinir sistemi gibi yumuşak dokularının daha etkili ve güvenli çalışmasına izin verir.

Bu yönetime örnek hareketler sunulmuştur:

- **Mobilite Çömelme (Mobility Squat):** Bacaklar omuz genişliğinde açık, ayak parmak uçları 35° dışa dönük. Sırt dik ve pelvik bölgesi nötral pozisyonda. Gövde öne doğru bükülür ve her iki el ayak parmak uçlarına doğru uzanır ve yakalar. Bu pozisyonda, kalça geriye doğru uzatılır ve kalça yavaşça derin çömelme pozisyonu durumuna getirilir. Sırt dik ve göğüs kafesi yukarı doğru itilir. 3-5 sn beklendikten sonra, her iki kol sırasıyla omuzdan fleksiyona getirilir ve ayağa kalkılır.
- **Kalça Köprü Pozisyonu (Hip Bridge):** Sırt üstü yatar pozisyonda, kollar gövdenin her iki yanında yere uzanır. Pelvik nötral pozisyonundadır. Her iki bacak dizden bükülü ve ayaklar topuklardan yere temas eder. Kalça yukarı kaldırılır ve diz, kalça ve omuz aynı seviyede sabit tutulur. Bu konumda sağ ya da sol bacak dizden 90° açıda bükülü, göğüse doğru çekilir ve ayak bileği dorsi fleksiyonundadır. 8-10 sn kadar beklenir ve diğer ayağa geçilir.
- **Yana Hamle (Side Lunge):** Ayakta dik pozisyonda ve bacaklar bitişiktir. Kişi, sağ ya da sol tarafa uygun hamle adımı atar ve bacak dizden bükülerek tüm vücut ağırlığı tek ayağın üstüne aktarılır. Her iki ayak parmak uçları frontal düzlemde. Daha sonra kontrollü bir şekilde başlangıç pozisyonuna dönülür ve ayak değiştirilerek diğer tarafa hamle adımı atılır.
- **Öne Hamle (Front Lunge):** Kişi ayakta dik pozisyonda ve bacaklar bitişiktir. Bir ayağını (tercihen sağ ya da sol) öne adım atarak bacaklar dizlerden yaklaşık 90° lik bükülme ile çömelme pozisyonuna geçilirken aynı anda her iki kol omuzlardan tam fleksiyona getirilir. Çömelme sırasında diz ayak parmak uçlarını geçmemelidir. Hareket tamamlandıktan sonra kontrollü bir şekilde tekrar vücut dik pozisyona getirilir.
- **Ters Hamstring Aktivasyonu (Inverted Hamstring):** Ayakta dik pozisyonda; vücut ağırlığı tek bacak üzerinde (sağ ya da sol) dengede tutulurken, gövde öne doğru yavaşça bükülmeye başlar, aynı anda diğer bacak geriye doğru uzatılarak yere paralel olacak şekilde kalçadan tam ekstansiyon pozisyonuna getirilir. Aynı anda ise her iki kol gövdeden uzaklaştırılarak yere paralel bir şekilde yanlara açılır. Denge ayağı, kontrolün daha iyi sağlanabilmesi için dizden hafifçe bükülü tutulur. Baş ve sırt düz bir konumdadır. Bu pozisyonda 3- 5 sn beklendikten sonra tekrar başlangıç pozisyonuna dönülür.
- **Öne Hamle+Dirsek İçeri Germe (Elbow to Instep Stretch):** Vücut dik pozisyonda iken (tercihen sağ veya sol) öne ileri bir adım atılır, bacak dizden 90° fleksiyona gelecek şekilde bükülür. Diğer bacak tam ekstansiyon pozisyonunda tutulur. Bu pozisyonda iken gövde içe kapanarak fleksiyona getirilir. Daha sonra, her iki kol, ayağın iç kısmına yakın olacak şekilde avuç içleri yere tam temas edecek pozisyonda yerleştirilir. Kollar gergin durumdadır. İç tarafta kalan kol dirsekten bükülerek dirsek ucu yere temas ettirilmeye çalışılır ve hemen ardından aynı kol dışa rotasyon yapacak şekilde gövdeden çevrilerek baş üstünden yukarı doğru uzatılır. 3-5 sn kadar bu pozisyonda kaldıktan sonra; kolun pozisyonu tekrar yerine getirilir. Gövde yukarı doğru kaldırılırken içeride kalan el ile ayak parmak ucu tutularak geriye doğru çekilir ve calfhamstring germe yapılır.

- **Tırtıl Yürüyüşü (IncWorm):** Bacaklar omuz genişliğinde açıktır. Gövde kontrollü bir şekilde öne doğru bükülür ve kollar yere doğru uzanır. Bacaklar gergin pozisyonundadır. Parmak uçları yere temas ettikten sonra gövde kollar üzerinde ileriye doğru uzanır. Hareket, gövde yere paralel oluncaya kadar devam eder. Gövde yerle paralel pozisyona geldiğinde 3-5 sn kadar beklenir. Daha sonra bacaklar gergin olacak şekilde ayak parmak uçlarından adımlayarak tekrar gövdeye yaklaştırılır.
- **Geriye Hamle+Ters Yönde Gövde Rotasyonu (Reversed Lunge with Opposite Rotation):** Kişi dik pozisyonda iken, bir ayağını (tercihen sağ ya da sol) geriye doğru açısı 90° olacak şekilde adım atar. Aynı anda, her iki kol göğüs hizasında gergin bir şekilde ileri doğru uzatılır. Duruş kontrolü sağlandıktan sonra, kollar gövdenin de yardımıyla diz üzerinden zıt yönde çevrilir.
- **Geriye Çapraz Hamle: (Crossover Back to Lunge):** Ayakta dik pozisyonda, bacaklar omuz genişliğinde açıktır ve eller pelvik bölgesinden destek alır. Dik pozisyonda iken, bir ayak (tercihen sağ ya da sol) geriye doğru çapraz hamle adımı atarak, önde kalan ayağın topuk hizasında olacak şekilde dizini 90° bükerek çömelir. Daha sonra tekrar başlangıç pozisyonuna geri döner.
- **T-Y-W Hareketi:**
 - **"T" Hareketinde;** Bacaklar omuz genişliğinde açık, dizler hafifçe bükülü ve gövde öne doğru 110° kadar eğik pozisyonundadır. Kollar bacakların arasında birbirine bitişik ve gergin durumdadır. Baş ve omurga aynı hizada, pelvik nötral pozisyonundadır. Kollar kontrollü ve gergin bir şekilde baş ve omuz hizasına gelecek şekilde yana doğru açılarak "T" şeklinde bir pozisyon alır ve akıcı olarak tekrar eder.
 - **"Y" Hareketinde;** Bacaklar omuz genişliğinde açık, dizler hafifçe bükülü ve gövde öne doğru 110° kadar eğik pozisyonundadır. Kollar bacakların arasında birbirine bitişik ve gergin durumdadır. Baş ve omurga düz, pelvik nötral pozis-

yondadır. Kollar kontrollü ve gergin bir şekilde yukarı ve dışa doğru kaldırılarak baş ve omurga hizasında "Y" şeklinde bir pozisyon alır ve akıcı olarak tekrar eder.

- **"W" Hareketinde;** Bacaklar omuz genişliğinde açık, dizler hafifçe bükülü ve gövde öne doğru 110° kadar eğik pozisyonundadır. Kollar baş üstünde gergin tutulur. Daha sonra kollar dirseklerden kontrollü bir şekilde bükülerek geriye doğru çekilir "W" şeklinde bir pozisyon alır ve akıcı olarak tekrar eder.



Resim 5.6 Koordinasyon için aletli bir çalışma.

Mobilite İçin Omuz Antrenmanı Örneği

Omuz eklemi en hareketli iki eklemden bir tanesidir. Özellikle iyi işleyen bir hareket sistemi, atletik performansın geliştirilmesi ve sakatlıkların önüne geçebilmek için omuz mobilitesi (hareketliliği) geliştirilmelidir.

Omuz ekleminde hareketlilik bozukluğu etrafındaki yapıların kinetik zincir boyunca kronik olarak kısa ve sıkı hale gelmesine neden olabilir. Sürekli olarak yapılan tekdüze (rotasyon içermeyen, kürek kemiğinin her açıda hareketinden yoksun..) vücut geliştirme hareketleri bunların başında gelir.

Omuz hareketliliğini artırmayı hedeflerken en büyük hata, omuz hareketliliğinde rol oynayan diğer eklemleri unutmaktır.

Esneklik ve eklem hareket sınırlamasının neden olduğu omuz ağrısı ve hareket fonksiyonunu iyileştirmek için bu 5 mobilite hareketini antrenmanın başında uygulayabilirsiniz:

1. **Shoulder Car:** Bu hareket, omuz eklemini en büyük dönme aralığı olan 180 derece boyunca çalıştırır. Sağlıklı dokuların yeniden biçimlenmesi, motor kontrol becerisi ve dinamik dengeleyici kasların katılımını artırır.
2. **Scapula Car:** Shoulder Car hareketine benziyor ancak bu sefer skapula (kürek kemiği) için yapılıyor. Kolunuzu göğüs kafesinizin hizasında tutarak başlayın. Gövdeniz hareket boyunca sabit kalmalı, bunun içinse kalça ve karın kaslarınızı sıkmalısınız. Ardından gövdeyi sabit tutarak kolunuzu öne doğru çekin, bu sırada kürek kemiğinizi hissedin, en öne gelince kürek kemiğini yükseltin ve tekrar başlangıca dönün.
3. **Torasik Cat Camel:** Omuzlar doğrudan torasik kafese takılır. Torasik omurganın etrafındaki yapılar sıkıysa bu, omzun sağlık ve tam hareketini engeller. Özellikle baş üstünde yapılan hareketlerde performansınız bozulur. Bu hareket, torasik omurganın etrafındaki yapıların harekete geçmesini sağlayacaktır.
4. **Dead Bug Floor Slider:** Bu hareket, göğüs kasları özellikle ön omuzu saran fibriller ve omuza dış rotasyon yaptıran kasları çalıştırır. Bu sırada nötr bir omurgayı korumak için core kaslarınızı da çalıştırmış olacaksınız.
Hareketi yaparken kollarınızı Y konumuna getirin, dirsekleri aşağı doğru sürün, kürek kemiklerini sıkın ve omuz kemerinizi bastırın. Hareket boyunca kollarınızla yere bastırın.
5. **Swimmers Hovers:** Yüzücülerinde bol bol kullandığı bir mobilite egzersizidir. Omuz eklemini tüm açılarda çalıştırır. Omuz döndürücü (rotator cuff), postural kaslar ve dinamik omuz stabilitesi ile ilgili hemen hemen her fibrili çalıştırır.

Omuz kaslarını sıkın ve dirsekleri olabildiğince yükseğe kaldırın. Kolları dirseklerden açın. Daha sonra kolları içeri doğru döndürün ve avuç içi yukarıya dönsün. Kollar gövdeye 45 derecelik bir açıyla ulaştığında, dirsekleri bükün ve mümkün olduğunca arkaya doğru yükseltin. Omuzları sıkıştırmaya ve dirsekleri kaldırmaya başlayarak hareketi tersine çevirin. Kolları düzleştirin ve kolları çevirip aşağı çevirin. Y pozisyonuna ulaştığınızda dirsekleri bükün ve ellerinizi başınızın arkasına koyun. En son dirseklerin yere değmesini sağlayın ve rahatlayın.

Programlama

Isınmanın bir bölümünde 10 dakika yapabilirsiniz. Tek başına bir egzersiz olarak 3-4 setlik çalışmalarla bile yapılabilir.

Her hareket kısıtlılığın kırılması için 2 set yeterlidir.

1. Hareket: (Shoulder Car) Kontrollü bir hızda her iki tarafa 4-5 tekrar.
2. Hareket: (Skapula Car) Her iki tarafa 10 tekrar
3. Hareket: 5 tekrar
4. Hareket: 15 tekrar
5. Hareket: 2-3 tekrar

Öğrenme Çıktısı

4 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanını uygulama prensiplerine göre organize edebilme

Araştır 3

Egzersiz dizayn ederken ısınmanın önemi nedir?

İlişkilendir

“Increase Squat Mobility Forever” adlı videoyu izleyerek hareketliliği sağlamak için oluşturabileceğiniz örnekler ilişkilendiriniz.

(Kaynak: <https://www.youtube.com/watch?v=BqF90pMpjb4>)

Anlat/Paylaş

Kendi branşınıza ait genel bir mobilite sorununu çözebilmek için nasıl bir yol izliyorsunuz? Arkadaşlarınızla tartışınız.

ESNEKLİK, HAREKETLİLİK VE KOORDİNASYON ANTRENMANININ SAKINCALI OLDUĞU DURUMLAR

Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon çalışmaları sporcuyla sakatlıklardan korumak, sporcunun performansını yükseltmek, hatta üst düzey sporcularda bile yeni beceriler edinmek için etkili olabilir. Herhangi bir geliştirici antrenman yapılırken çalışmanın amacına ulaşabilmesi için temel gereklilikleri yerine getirmek kadar, uygun olmayan durumlarda o antrenman ögesini kısıtlamak ya da çıkarmak da gerekebilir.

Yaşlanma Esnekliği Etkiler Mi?

Esneklik herhangi bir yaşta uygun antrenmanla geliştirilebilir, ancak gelişim oranı tüm sporcular için her yaşta aynı verimde olmayabilir. Yapılan çalışmalara göre genellikle küçük çocukların oldukça esnek olduğu, okul çağı boyunca puberteye kadar azaldığı, ardından ergenlik boyunca arttığı görülmektedir. Ergenlik sonrası esneklik bir süre sabit kalıp sonrasında düşme eğiliminde olur. Esneklik her ne kadar yaşla beraber azalsa da aktif bireylerde düşüş en alt düzeyde olur. Kronolojik yaşansa cinsel olgunlaşma ile ölçülen olgunlaşma seviyesinin alt ekstremitenin kuvveti ve esnekliğiyle daha yüksek ilişkili olduğu ortaya konulmuştur.

Yaşla beraber esneklik performansında olan düşüşten sorumlu olan temel faktör vücuttaki bağ dokularda meydana gelen belirgin değişimler iken ilginç bir durum da bağ dokulardaki dehidrasyondan kaynaklanan esneklik kaybının egzersizle geciktirilmesidir. Bunun kaynağı esnetmenin bağ dokuların arasında bulunan kayganlaştırıcı yağların üretimini uyarması, dolayısıyla da yapışıklıkları önlemesidir. Yaşlanmayla beraber oluşan ve esnekliği etkileyen diğer fiziksel değişimler de şunlardır:

- Artmış kalsiyum depoları,
- Bağ dokularda artan dehidrasyon,
- Bağ dokularda artan yapışmalar,
- Dokularda oluşan kimyasal değişimler,
- Kas fibrillerinin yağlı ve kolajen liflerle yer değiştirmesi.

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Çalışmalarının Yapılmaması Gereken Durumlar

Esnetme çalışmalarının sakatlıktan koruyucu olduğu ve birçok sporda performansı arttırdığı düşünülse de esnetme çalışmaları her derde deva olarak kabul edilmemelidir. Bazı sporcular için aşırı esneklik eklemlerin stabilizasyonuna engel olabilir ve bağlarda sakatlık riskini artırabilir. Aşırı esnetmeyle oluşabilecek bir diğer sorun da hipermobilitedir. Eklemlerin aşırı gevşek olması ve eklemlerin çoğunda hareket aralığının kabul edilen normları aşması durumunda hipermobilitenin olduğu söylenir. Buna karşılık, hipermobilité, propriyoreseptif keskinliği azaltan bir faktör olabilir ve bu da sporcunun akut veya kronik yaralanma riskini artırabilir. Bazı uzmanlar aşırı gevşek eklemlerin sporcularda erken kireçlenme gelişimine neden olabileceğini söylemektedir.

Esnetme ve hareketlilik ve koordinasyon çalışmalarının sınırlandırılmasıyla ilgili durumlar aşağıda verilmiştir:

- Bir kemik harekete engel oluyorsa,
- Yakın zamanda bir kemiğiniz kırıldıysa,
- Bir eklem içinde ya da çevresinde akut inflamasyon ya da enfeksiyon varsa,
- Osteoporozunuz varsa,
- Eklem hareketiyle beraber keskin akut ağrınız oluyorsa,
- Yakın zamanda bir burkulma ya da gerilme yaşadığınız,
- Eklem stabil durmuyorsa,
- Damar ya da ciltle ilgili bir rahatsızlığınız varsa,
- Eklem hareket genişliğinde fonksiyon kaybı ya da azalması varsa

esnetme yapılmamalıdır.

Her bir koordinatif yeti farklı yaş döneminde üst verim düzeyine ulaşabildiği için zamanlama önemlidir. Örneğin hızlı büyüme döneminde koordinatif özelliklerde bozulmalar oluşabileceği için bu dönemde verim almak için antrenman planlaması gruba özel, özenli yapılmalıdır. Bu durumda olan sporcular için driller daha kısa süreli uygulanmalıdır. Dolaşımsal yorgunluk hem sinin sistemi hem de koordinasyonu etkileyen faktör olduğu için koordinasyon antrenmanı yorgunken yapılmamalıdır.



Araştırmalarla İlişkilendir

Fonksiyonel Performans İçin Bir Analiz Yöntemi: FHA

Günümüzde antrenörler ve sporcular daha başarılı olabilmek adına performanslarını her geçen gün arttırabilmek için yoğun bir çalışma içerisine girmiştir. Bu yoğunluk, en fazla, spor branşının gerektirdiği fiziksel uygunluk antrenmanlarında görülmektedir. Çünkü sporcunun teknik ve taktik becerilerini sahada en iyi şekilde kullanabilmesi için iyi bir fiziksel uygunluğa ihtiyacı vardır (Özer, 2005). Fiziksel aktivite kapsamında değerlendirilmesi gereken Fonksiyonel Hareket Analizi (FHA) ise temel fonksiyonel hareket kalıplarında mevcut olan asimetri ve zayıf bağlantıların tanımlanması dolayısıyla olası yaralanmaların önceden tahmin edilebilmesi için kullanılan bir test bataryasıdır. Bu testi oluşturulan yedi farklı fonksiyonel hareket söz konusudur. Testin değerlendirmesinde; eklem hareket açıklığı, hareket asimetrisi, gövde gücü ve stabilizasyonu, denge, nöromusküler koordinasyon, esneklik ve dinamik esneklik özelliklerinin girişimsel olmayan, kolay ve ekonomik şekilde tespitleri sağlanmaktadır (Cook, 2003). Fonksiyonel hareket analizi maliyeti düşük, girişimsel olmayan, temel fiziksel hareketlerin seri halinde uygulanmasına olanak tanıyan bir yöntem olması açısından kolayca uygulanabilmektedir (Perry vd. 2012). Fonksiyonel hareket analizi, simetrik hareket uygulamalarını hareketin doğru ve etkili olarak uygulanma derecesini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla hareketler sırasında uygulanabilecek en yüksek kuvvet doğru bir şekilde uygulanabilmektedir. Yapılan antrenmanlarda vücudun sağ ve sol tarafının birlikte kullanılması ve bu sayede postür duruşunun sağlıklı gelişimi söz konusudur. Vücudun sağ ve sol tarafının dengeli olmadan

yaptığı hareketler ise vücudun simetrisini bozar ve uzun vadede omurga üzerinde rahatsızlıklara sebep olabilmektedir (Boyas&Guevel, 2011). Sporculara uygulanan bu test, sporcuların kısıtlılıklarını ortaya koyarak düzeltici egzersiz programları vasıtasıyla ortadan kaldırmak amacıyla uygulanmaktadır. Bilindiği gibi sporcuların, kas ve iskelet sistemindeki mevcut sıkıntıların giderilmesi, sporcuların daha az sakatlanmalarına ve bununla birlikte performanslarının artışına sebep olmaktadır. Buna göre, FHA yönteminin diğer bir amacı, sporcuların asimetrik yapılarının belirlenmesi, temel hareket kalıplarının kalitesinin değerlendirilmesi ve hareketi oluşturan yapıların stabilizasyon ve mobilizasyon durumlarının ortaya çıkarılmasıdır (Cook vd. 2006). Fonksiyonel hareket kavramı mümkün olduğunca çok eklem hareketine katılması prensibine odaklanmıştır. Çoklu eklem hareketleri içerisinde bütünleşen kas grupları hareket kalıplarını çok fonksiyonlu hale getirir. Uzmanlar, ayakların yere temas ettiği pozisyonda, makine yardımı olmadan yapılan hareketlerin karakteristik fonksiyonel hareketler olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca bu yöntem bireyin sakatlıklardan korunmasına, güç, kuvvet, denge, hareketlilik özelliklerini geliştirmeye yardımcı olmaktadır. Fonksiyonel hareket eğitimi bireylerin denge ve propriosepsiyon (vücut farkındalığı) yetilerini geliştirerek kendi vücut ağırlıklarını kullanmayı öğretmektedir. Sporcudaki fonksiyonel eksiklikler ışığında hazırlanan fonksiyonel antrenman ile kişi spor branşının gerekliliğine göre fonksiyonel yeterliliğe ulaşabilmektedir. bu yeterliliğe ulaşılması koordinasyonun geliştirilmesine bir altyapı da oluşturmaktadır. Branşın gerektirdiği fonksiyonel yeterlilik kişinin performansını olumlu yönde etkilemektedir (Cowen, 2010).

Öğrenme Çıktısı



5 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanının sakıncalı olduğu durumları analiz edebilme

Araştır 4

Yaşlılıkta esnekliği etkileyen faktörler nelerdir?

İlişkilendir

“How to: shoulder warm-up” adlı videoyu izleyerek sakatlıktan korunmak için yapılabilecek hareketlilik egzersizi örnekleriyle ilişkilendiriniz.
(Kaynak: [https://www.youtube.com/watch?vHowTo:ShoulderWarm-Up:IncreaseMobility & Injury Prevention!](https://www.youtube.com/watch?vHowTo:ShoulderWarm-Up:IncreaseMobility&InjuryPrevention!) = OENxC3bgA-Es)

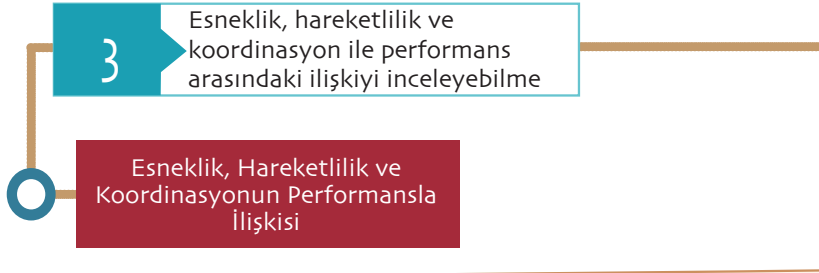
Anlat/Paylaş

Kısıtlama oluşturan örnek bir durumda alternatif antrenman planını arkadaşlarınızla tartışınız.



Esneklik, hareketlilik ve koordinasyonun geliştirilmesi öncelikle performansın yükselmesi ve sakatlıklardan kaçınma konusunda avantaj sağlar. Esneklik herkes için önemlidir, ancak sporcular için önemi çok daha büyüktür; çünkü onların fiziksel iyi olma halleri ve performansları kaslarını geniş bir aralıkta hareket ettirebilmeleri ile doğrudan ilişkilidir. Eklemdeki yumuşak dokular eklem hareket genişliğinin izin verdiği ölçüde uzayarak optimum hareketliliğe ulaşırlar. Esnekliğin bireyden bireye farklılık göstermesi birçok faktöre bağlıdır. Bunları şöyle sıralayabiliriz: eklem yapısı, yaş, cinsiyet, kas büyüklüğü, vücut ısı, günün saati, bağ doku durumu, hidrasyon durumu ve hareketsiz yaşam. Bu faktörlerinin kimi kişiyi kontrolündedir, kimi de genetik faktörler ve zamanla ilgilidir. İnsan vücudunun temel fonksiyonları, bir sırada ya da arabada otururken, veya yüksek topuklu ayakkabı giyince kısmi kayıplara uğrar. Sakatlığa meyilli hale getirebilir veya koşu performansını ve verimini düşürebilir. İnsanların eklem hareket genişlikleri için bir alt sınır olmalıdır ve onların koşuya uygun mobiliteye sahip olup olmadıklarını görmek için testler uygulanır. Bir koşucunun mutlaka yapabiliyor olması gereken şeylerden biri, ayak ve dizleri birleşik halde zemine kadar squat yapmak ve topuklarınız yerden hiç kalkmadan tekrar yukarıya kalkabilmesidir. Bunun anlamı kalça eklemizin hareket genişliği ve esnekliği normal seviyededir ve bileklerin hareket kabiliyeti, eklem hareket genişliği sınırının üzerindedir. Spor yapmayan bir kişinin eklem ve kaslarının iş birliği ile yaptığı hareketlerin verimlilik düzeyinin; spor yapan kişinin verimlilik düzeyine göre genelde düşük olduğu bilinmektedir. Bunu etkileyen en önemli etkenlerden biri hareketliliktir. Esneklik; normal eklem ve yumuşak doku hareket genişliğinin (ROM) aktif ve pasif gerdirmelere tepkisidir. Karmaşık bir motor yeteneği olan koordinasyon sadece yeni teknik ve taktiklerin kazandırılmasında ve mükemmelleştirilmesinde değil, alışılmamış durumlarda teknik ve taktik uygulamalarda da belirleyici bir role sahiptir. Ayrıca karmaşık hareketlerin üretilmesinde kasların mükemmel ve uyumlu işlevleri anlamına gelir.

Esneklik egzersizlerine statik, dinamik, aktif, PNF esnetmeler örnek olarak gösterilebilir. Hareketliliği yani mobilitayı geliştirebilmek için hareketleri tam hareket genişliğinde uygulamak iyi bir yöntemdir. Koordinasyon gelişimi ise branşa bağlı olarak değişim göstermekle beraber 6-15 yaş arasında önemli gelişim gösterir.



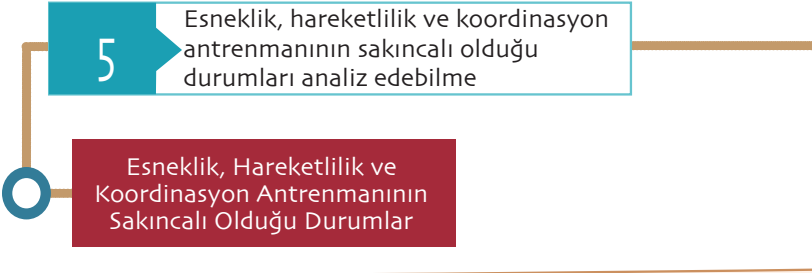
Yarışma sporlarının doğasında, performansı rakiplerin üzerine çıkarmak ve oyunun gereklerini yerine getirip kazanmak vardır. Bunu sağlayabilmek için sakatlıklardan sakınmak ve performansı yükseltecek devamlılığı sağlamak şarttır. Spor branşı bir ağırlık kategorisini gerektirmese bile optimum verimi alabilmek için gerekli fiziksel ve antropometrik gerekliliklere sahip olan sporcular rekabette öne çıkarlar. Omuz gibi çok hareketli bir eklemün öncelikli kullanıldığı sporlar hem sakatlığa daha açıktır hem de performansın en üst seviyeye çıkarılması için daha özenli bir destek çalışmasına ihtiyaç duyarlar. Destekleyici çalışmaları sadece vücudun dominant tarafına değil, iki tarafa da uygulamak gerekir. Spor bilimlerinde koordinasyon kavramı, her türlü beceri, çeviklik gibi özellikleri içerisinde bulunduran bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır ve tekniği belirleyen en önemli faktör olmaktadır. Eklem sertliği, kas gerginliği ya da motor aktivite bozulması gibi nedenlerle eklem hareket genişliği kısıtlandıysa vücut performans hedeflerini yerine getirmek için farklı bir telafi yöntemi bulmaya çalışacaktır. Genç sporculardan sorumlu antrenörler gelişme çağında ortaya çıkabilen, sonradan düzeltmesi zor olan bu özel esneklik kayıpları konusunda dikkatli olmalıdır. Bu özel durum genellikle iyi omuz esnekliği gerektiren sporlarda bel ağrısı ile ilişkilidir. Bu sorunu yaşayan sporcuda bel ağrısının hafiflemesi için gövde stabilizasyon antrenmanları yeterli olmayacak, normal omuz eklem hareketini genişliğini sağlamak gerekecektir. Hareketlilik, esneklik ve koordinasyon sporcunun performansının yükselmesi ve korunması için antrenmanının içinde her zaman bulundurması gereken çalışma örnekleridir.

4

Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanını uygulama prensiplerine göre organize edebilme

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması

Esneklik belli bir grup spora olduğu kadar bir eklem, bir tarafa ve bir hıza göre sınıflanabilir. Aynı sporcu grubunda bile eklem hareketleri, oyun içindeki pozisyon ve belli eklem hareketlerine göre farklılıklar olabilir. Bu nedenle eklem hareket genişliğini artırmaya yönelik antrenmanlar planlanırken sporcunun bireysel özellikleri ve yaptığı spora özgü ihtiyaçları dikkate alınmalıdır. Gastrocnemius kasının esnekliği ile koşu hızı arasında da önemli derecede ilişki olduğu saptanmıştır. Bu da sprinterlerde gastrocnemius kasının esnekliğini artırıcı çalışmaların antrenman programına koyulmasının gerekliliğini göstermektedir. Bu çalışma planlanırken bu kas grubunun esnekliğinin fazla olmasının sürat konusunda bir avantaj sağladığı, ancak bu esnetme egzersizinin performans öncesi ısınmada yapılması durumunda olumsuz sonuç verebileceği de göz önünde bulundurulmalıdır. Esnetme genelde antrenmanın bir parçası olan ısınma esnasında yapıldığı için sıklıkla hatalı bir şekilde ile ısınma ile aynı anlamda kabul edilir. Ek olarak statik ve pasif gerdirmeler vücut sıcaklığını artırmadığı ya da kan akışını hızlandırmadığından bu egzersizler ısınma olarak kullanılmaz. Aslında esnetmenin öncesinde ısınma yapılmalıdır, çünkü dokuların sıcaklığının artması bağ dokular ve kasların uzamasına yardımcı olur, böylece gerdirmeden kaynaklı sakatlık riskini azaltır. Esneme yaparken, yavaşça ve ritmik olarak nefes alınmalıdır. Esnemedede nefes tutulmasına engel olmak için sesli olarak sayılmalıdır. Doğal nefes alışa engel bir durum hissediliyorsa esneme pozisyonu nefes alış rahatlayana kadar düzeltilmelidir. Koordinasyon antrenmanları antrenörün antrenmanlar esnasında kullanacağı alıştırma dağarcığını tamamlamaya çalışması anlamına gelmemelidir. Uygulanacak olan teknik ve kondisyonel çalışmalara eklenecek olan koordinatif içerikli alıştırma, hem teknik çalışmalarda verimi artırır, hem de gözle görünür bir gelişme sağlar. Hareketlilik antrenmanı modeli, fitness salonunda, sahada, oyun içinde, antrenmanın herhangi bir bölümün veya tamamına vücudu hazırlayan dört basamaklı bir sistem içermektedir. Birinci basamak, mini bantlar yardımıyla kalça kaslarının aktivite düzeyini artırmak; ikinci basamak, büyük kas gruplarının dinamik germe hareketleriyle mobilite ve stabilite düzeylerinin etkinleştirilmesi; üçüncü basamak, diz çekme ve küçük skipping hareketleriyle kalça, diz ve ayak bileğinde güç üretiminin sağlanması ve canlandırılması; dördüncü basamak ise nöral aktivasyon ve reaksiyon cevabının geliştirilmesidir. Bu dört basamaklı sistemde hareketler, tek yönlü hareket modeline odaklanmadan ziyade birleşik hareketlere odaklanmaya doğru bir sıralama içermektedir. Driller, başlangıçta basit ve yavaş hareketlerden giderek daha da karmaşık ve yüksek hızlı hareketlere doğru uygulanmaktadır. Böylece, bireylerin bağ, eklem ve kemik gibi sert dokularının ve aynı zamanda sinir sistemi gibi yumuşak dokularının daha etkili ve güvenli çalışmasına izin verir.



5 Esneklik, hareketlilik ve koordinasyon antrenmanının sakıncalı olduğu durumları analiz edebilme

Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Sakıncalı Olduğu Durumlar

Antrenmanın amacı performansı en üst seviyeye çıkartıp mümkün olduğu kadar uzun bir süre o seviyede kalmasını sağlamaktır. Herhangi bir geliştirici antrenman yapılırken çalışmanın amacına ulaşabilmesi için temel gereklilikleri yerine getirmek kadar, uygun olmayan durumlarda o antrenman öğesini kısıtlamak ya da çıkarmak da gerekebilir. Antrenmanın sağlayacağı verim düzeyini etkileyen yaş, sakatlık durumu gibi birçok etmen vardır. Esneklik herhangi bir yaşta uygun antrenmanla geliştirilebilir, ancak gelişim oranı tüm sporcular için her yaşta aynı verimde olmayabilir. Yaşla beraber oluşan fizyolojik değişimler esneklik performansını azaltır. Ancak aktif kişilerde bu düşüş daha az olacaktır. Bazı sporcular için aşırı esneklik eklemlerin stabilizasyonuna engel olabilir ve bağlarda sakatlık riskini artırabilir. Aşırı esnetmeyle oluşabilecek bir diğer sorun da hipermobilitedir. Eklemlerin aşırı gevşek olması ve eklemlerin çoğunda hareket aralığının kabul edilen normları aşması durumunda hipermobilitenin olduğu söylenir. Bazı uzmanlar aşırı gevşek eklemlerin sporcularda erken kireçlenme gelişimine neden olabileceğini söylemektedir. Her bir koordinatif yeti farklı yaş döneminde üst verim düzeyine ulaşabildiği için zamanlama önemlidir. Örneğin hızlı büyüme döneminde koordinatif özelliklerde bozulmalar oluşabileceği için bu dönemde verim almak için antrenman planlaması gruba özel, özenli yapılmalıdır. Esnetme ve hareketlilik ve koordinasyon çalışmalarının sınırlandırılmasıyla ilgili durumlar; olası sakatlıklar, kaynağı belirsiz ağrılar ya da hareket kısıtlamaları ya da fonksiyon kayıpları olabilir. Böyle bir durum varsa egzersiz sonlandırılıp sorunun nereden kaynaklandığını anlayabilmek için uygun yol izlenmelidir.

1 Esneklik yumuşak dokuların eklem hareket genişliği sınırlarında normal kapasitesidir.

Yukarıdaki cümlede boş bırakılan yeri aşağıdakilerden hangisi doğru olarak tamamlar?

- A. Gerginlik
- B. Açılma
- C. Kasılma
- D. Dinamik
- E. Uzama

2 Omuz esnekliğinin eksik olması aşağıdakilerden hangisine neden olabilir?

- A. Omuzların genişlemesine
- B. Omurgaya yük binmesine
- C. Boyun fıtığına
- D. Daha yavaş koşmaya
- E. Dengenin bozulmasına

3 Aşağıdakilerden hangisi esneklik çalışması yapmaya engel durumlardan biri **değildir**?

- A. Osteoporoz olması
- B. Bir eklemde içinde akut inflamasyon olması
- C. Yakın zamanda bir burkulma yaşanmış olması
- D. Antrenman yorucu geçmiş olması
- E. Esnetilecek eklemde cilt problemi olması

4 Aşağıdakilerden hangisi yaşlılıkta esneklik performansını etkileyecek faktörlerdendir?

- A. Bağ dokularda artan esneklik
- B. Artmış kalsiyum depoları
- C. Görme yetisinin zayıflaması
- D. Cildin esnekliğini yitirmesi
- E. Gözlerin iyi görmemesi

5 Aşağıdakilerden hangisi esneklik çalışmasının ısınmadan sonra yapılmasının nedeni **değildir**?

- A. Doku sıcaklığını yükseltir.
- B. Sinir uyarımını arttırarak vücut hareketlerini kolaylaştırır.
- C. Bağ dokunun uzama gerginliğini arttırır.
- D. Aktif kaslara kan akışını arttırır.
- E. Genel vücut sıcaklığını artırır.

6 Aşağıdakilerden hangisi koordinatif yetileri geliştiren antrenman örneklerinden biri **değildir**?

- A. Üç tenis topunu yere düşmeden tutmaya çalışmak
- B. aynı anda iki topa değişik ritimle yön değiştirerek top sürmek
- C. Bir kolu ve bir bacağı aynı anda ters yönlerle çevirmek
- D. Gözler kapalı halde top sürmek
- E. Kaleye uzaktan şut çekmek

7 Aşağıdakilerden hangisi esnekliği etkileyen faktörlerden biri **değildir**?

- A. Günün farklı zaman dilimi
- B. Genel vücut ısısı
- C. Boy Uzunluğu
- D. Cinsiyet
- E. Yaş

8 Aşağıdakilerden hangisi statik germe için uygulama önerisi **değildir**?

- A. Germe 5-15 dakikalık ısınmanın ardından uygulanmalıdır.
- B. Hareketlere hızlı bir şekilde başlayıp verim artırılmalıdır.
- C. Öncelikle büyük kas grupları gerilmelidir.
- D. Hareketler yavaş yapılmalı ve nefes alınmaya devam edilmelidir.
- E. Hareket sabit bir dirence karşı yapılmalıdır.

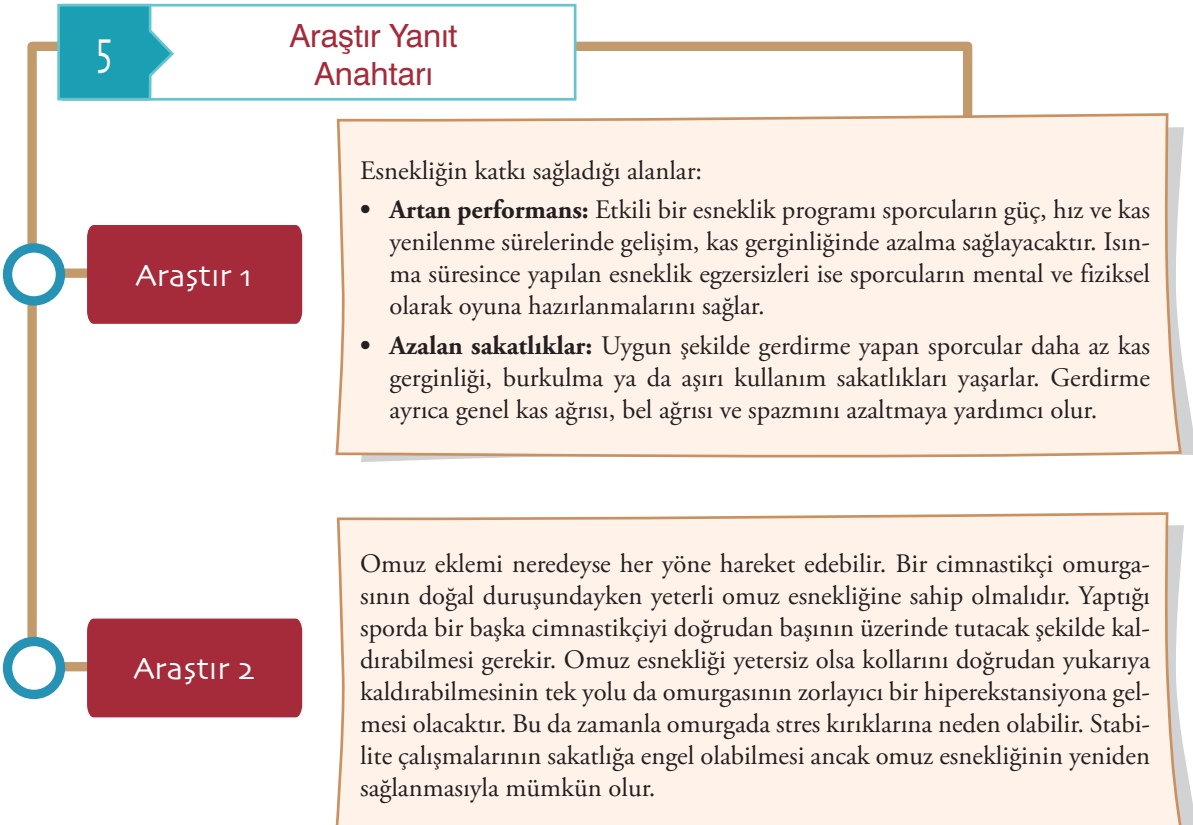
9 Esneklik antrenmanında aşağıdakilerden hangisi uygulanabilir?

- A. 10-30 saniyelik gerdirmeler
- B. Kuvvet çalışmaları
- C. Ayda bir antrenman
- D. Hareket genişliği sınırını %10'u kadar yüklenme
- E. Hareket genişliği sınırını aşma

10 Aşağıdakilerden hangisi koordinasyonu etkileyen faktörlerden **değildir**?

- A. Vücut yağ yüzdesi
- B. Göz-kas koordinasyonu
- C. Spor branşı
- D. Yanlış teknik hareket öğrenimi
- E. Ritim yeteneği

1. E	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Kavramları ve Önemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. E	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. B	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyonun Performansla İlişkisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. C	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Kavramları ve Önemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. B	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Sakıncalı Olduğu Durumlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. B	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. C	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Sakıncalı Olduğu Durumlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. A	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. C	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Antrenmanının Uygulanması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. C	Yanıtınız yanlış ise “Esneklik, Hareketlilik ve Koordinasyon Kavramları ve Önemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.



5

**Araştır Yanıt
Anahtarı****Araştır 3**

İyi bir ısınmanın yararları:

- Vücut ve doku sıcaklığını yükseltir.
- Aktif kaslara kan akışını artırır.
- Kardiyovasküler sistemi harekete hazırlamak üzere kalp atım hızını yükseltir.
- Metabolik hızı artırır.
- Hemoglobinden oksijen dönüşümünü artırır.
- Sinir uyarımını artırarak vücut hareketlerini kolaylaştırır.
- Karşılıklı sinirsel etkinliği artırır, böylece kasılma gevşeme döngüleri daha hızlı ve etkili olur.
- Kas gerginliğini azaltır.
- Bağ dokunun uzama kabiliyetini artırır.
- Sporcunun antrenmana psikolojik olarak hazırlanmasını sağlar.

Araştır 4

Yaşlanmayla beraber oluşan ve esnekliği etkileyen diğer fiziksel değişimler de şunlardır:

- Artmış kalsiyum depoları,
- Bağ dokularda artan dehidrasyon,
- Bağ dokularda artan yapışmalar,
- Dokularda oluşan kimyasal değişimler,
- Kas fibrillerinin yağlı ve kolajen liflerle yer değiştirmesi.

Kaynakça

- Aksoy, F. (2010). *Kuvvet, Sürat, Dayanıklılık ve Koordinasyon Drilleri*. Samsun: Erol Ofset.
- Alter, M. (1998). *Sport Stretch*. USA: Human Kinetics.
- Arnheim, D. D. ve Prentice W. E. (2011). *Principles of Athletic Training*. UK: McGraw-Hill Higher Education.
- Elphinston, J. (2008). *Stability, Sport, and Performance Movement: Great Technique without Injury*. USA: Lotus Publishing.
- Bompa, T.O. (2001). *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. (Çeviren: İ. Keskin ve B. Tuner) Ankara: Bağırhan Yayınevi.
- Bulgan, Ç., Başar, M. A. ve Turan, T. (2017). Egzersiz Öncesi Harekete Hazırlık: Önemi ve Örnek Uygulamaları. *Spormetre*, 15 (3), 101-108.
- Cengizhan, H. Ö., Eyuboğlu, E. (2017). Farklı Branşlardaki Müsabık Sporcuların Fiziksel Özellikleri ile Fonksiyonel Hareket Analizleri Arasındaki İlişki. *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)*, 3 (SI): 365-371.
- Taş, Z. (2018). *Uygulamalı Futbol Eğitimi*. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi
- Taşkıran, Y. (2016). *Klasik Antrenman Teorisi*. İstanbul: Ergun Yayınevi.

İnternet Kaynakları

sporsalbilgiler.com/omuz-hareketlilikini-nasil-artirabilirim.html

Bölüm 6

Elit ve Olimpik Düzeyde Performans Ölçme ve Değerlendirme II

öğrenme çıktıları

1 Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi

- 1 Sporda hareketin değerlendirilmesinde analiz yöntemlerini ayırt edebilme

2 Sprint ve Sıçrama Örnekleri

- 2 Kuvvet-hız profili analizine göre kuvvet-hız eğrisi antrenman bölgelerine yönlendirebilme

3 Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri

- 3 Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini açıklayabilme
- 4 Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini ilgili olduğu spor branşına uygulayabilme

Anahtar Sözcükler: • Performans • Hareketin Analizi • Kuvvet-Hız Eğrisi • Sprint ve Sıçrama Analizi • Nöro-Mekanik Değerlendirme • Kinesiyolojik Elektromiyografi



GİRİŞ

Sporcuların bireysel olarak hedefi müsabaka ya da yarışmada en üst performans seviyesine ulaşmaktır. Antrenörler olarak görevimiz, sporcuları bu seviyeye taşımak ve bunu yaparken de “minimum sakatlık optimum performans” mentalitesini ön planda tutacak şekilde antrenman planlarımızı organize etmektir. İster takım ister bireysel spor olsun, performans gelişimi tek başına yeterli olmamaktadır. Önemli olan aynı zamanda performansın sürekliliğinin sağlanması ve istikrarlı bir şekilde gelişiminin devam etmesidir.

Bilindiği üzere performansı etkileyen birçok iç (yaş, cinsiyet, fiziksel uygunluk, ırk, stres, motivasyon vb.) ve dış (irtifa, nem, sıcaklık, zemin vb.) faktör mevcuttur. Antrenörler olarak görevimiz bu değişkenleri göz önünde bulundurarak antrenman programlarımızı organize etmek ve kaliteli antrenman ortamını yaratmaktır. Aslında, kaliteli antrenman ve sporcunun yeteneği bizlere performansı vermektedir. Buradan da anlaşılacağı üzere kaliteli antrenman sürecini yönetmek için antrenman öğeleri olan şiddet, hacim, kapsam ve süre göz önünde bulundurularak planlamaların yapılması ve süperkompanzasyonun olmazsa olmazı olan yüklenme-dinlenme-yenilenme ve sonucunda istendik adaptasyon durumunu yaratmak gerekir.

Tüm bu süreçleri organize etmek ve değerlendirmek antrenörler için çok kolay olmamaktadır. Bilindiği üzere “ölçülemeyen hiçbir şey değerlendirilmez” bu bağlamda yapacağımız tüm antrenmanların takibinin (monitorizasyon) yapılması bireye ve mevkiye (takım sporlarında) özgü hale getirilmesi günümüz şartlarında oldukça önemlidir. Teknolojinin gelişmesiyle beraber günümüzde, antrenman takip cihazları bizlere ciddi kolaylıklar sağlamaktadır. Giyilebilir teknolojiler aracılığı ile birçok performans parametresi ölçülebilir, takip edilebilir ve antrenman yönlendirmeleri bu şekilde yapılabilir hale gelmiştir. Bilindiği üzere birçok spor branşında temel motorik özellikleri dayanıklılık, kuvvet, sürat, hareketlilik, çabukluk, çeviklik şeklinde ele alınmaktadır. Branştan branşa farklılık göstermekle beraber, tüm bu alt öğelerin temel ortak özellikleri mevcuttur. Bundan önceki bölümlerde motorik özellikler hakkında detaylı değer-

lendirmeler yapılmış olup bu bölüm kapsamında daha çok temel teknik değerlendirmelerin nasıl yapıldığı, bunlar hakkında takip araçlarının neler olduğu, biyomekaniksel değerlendirme araçları ve yöntemleri bu süreçte nasıl kullanıldığı konuları detaylandırılacaktır. Bu bağlamda, hemen hemen her branşın ortak ihtiyacı olan “sıçrama ve sprint” performansın nasıl değerlendirildiği, nasıl bireye özgü hale getirildiği, takibinin nasıl yapıldığı ve uygun antrenman yönlendirmesinin nasıl yapıldığı bilgiler verilecektir. Bunun yanı sıra, detaylı nicel analiz tekniklerinden biri olan Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerinin nasıl kullanılabileceği konusunda uygulama ve olgu örnekleri verilmeye çalışılacaktır.

PERFORMANSIN ÖLÇÜLMESİ VE HAREKETİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Sportif Performans, çok geniş kapsamlı bir kavramdır. Çünkü ortaya başarılı bir **performans** koyabilmek için sporcuların mücadele etmesi gereken birçok değişken vardır. Bu değişkenler fizyoloji, biyomekanik ve psikoloji gibi önemli bilim dalları ile alakalı olup birçok performans ölçüm yöntemi bulunmaktadır. Bu nedenle, bu başlık kapsamında tüm performans parametrelerine değinmek mümkün olmamakla beraber, antrenörlere uygulamada katkı sağlayacak ve farkındalık oluşturacak bazı konular aktarılmaya çalışılacaktır. Bu başlık altında; performans parametrelerinin neler olduğu, nasıl ölçüldüğü, günümüz ölçüm yaklaşımlarından sporcu ve performansın test ve monitörize (takip) edilmesi arasındaki farkların neler olduğu gibi konulardan bahsedilecektir. Takibinde, teknik bir becerinin analiz yöntemleri detaylandırılacaktır.

✓ Bir fiziksel aktivite sırasında, o fiziksel aktivitenin gerektirdiği fiziksel, fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik verime “**performans**” adı verilir. Bu verimin yarışma sırasında ortaya koyulabilme düzeyi ise performansın düzeyi hakkında bilgi verir.

Monitörizasyon ve Test Arasındaki Farklılıklar

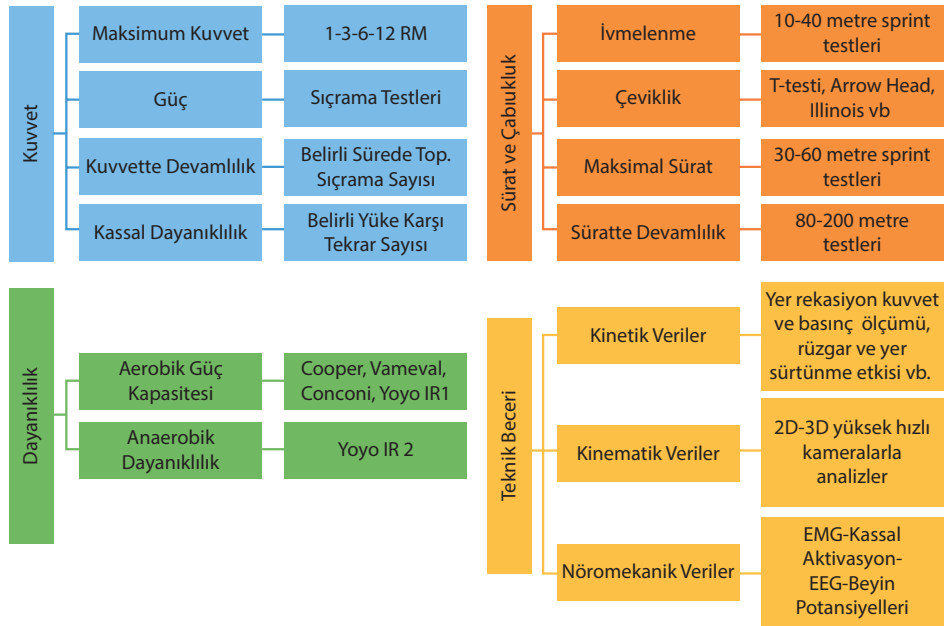
Sporcuların performans süreçleri hakkında bir değerlendirme yapabilmek için, öncelikle performansın sayısallaştırılarak anlamlandırılması gerekmektedir. Günümüzde teknolojik gelişmelerle beraber bir çok test ve ölçüm cihazı, kiti, aracı ve yöntemi geliştirilmiş olup sporda performans ölçümü ve değerlendirmesi için kullanılmaktadır. 1960'lı yıllardan günümüze bireysel ya da takım halinde sporcuların farklı performans parametrelerinin test edilme süreçleri önem kazanmış ve antrenörlere antrenman periyotlama süreçlerinde büyük katkılar sağlamıştır. Ancak, son zamanlarda performansın test edilme süreçleri yerine antrenman ve müsabaka takibi (monitorize edilmesi) daha ön plana çıkmaktadır. Aslında, her ikisinin de amaçları;

- Antrenman programının etkinliğini değerlendirmek,
- Sakatlık risklerini ortaya koymak,
- Yeteneği tanıma, seçme ve geliştirmek,
- Gelişimi takip etmek,
- Antrenman hedeflerini açıklamak ve planlamak,
- Sporcunun performansı hakkında değişimleri değerlendirmek,
- Antrenmanlarla meydana gelen veya gelmeyen adaptasyonları görmek,
- Sporcunun performansı hakkında objektif bilgiler elde etmek,
- Sporcunun kuvvetli ve zayıf yanlarını saptamak,
- Sporculara geri bildirim sağlamak,
- Sporcular arasında karşılaştırmak,
- Bireysel antrenman önerisinde bulunmak,
- Sporcuyu motive etmektir (McGuigan, 2017).

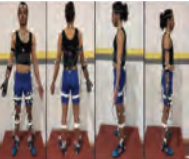
Ancak performansın test edilmesi ile takip edilmesi arasında çok önemli bazı farklılıklar vardır. *Test araçları*; yüksek maliyetli, zor taşınabilen ve uzun ölçüm sürecine sahipken, *takip araçları*; daha az maliyetli, taşınabilir, ve ölçüm kolaylığı sunmaktadır. Bu nedenle, test bir durum tespiti (kesitsel analiz) ifade ederken; takip, bir sü-

reci (boylamsal) ifade etmektedir. Örn; bir takım sporunda sporcuların izokinetik test sistemi ile kuvvet dengesizliğini ölçmek istediğimizde, hem maliyetli olması hem de zahmetli ve zaman almasından dolayı her hafta yapılabilecek bir ölçüm değildir. En fazla; sezon öncesi, hazırlık süreci sonrası, devre arası ve sezon sonu olmak üzere yılda 4 defa ölçüm yapılabilir. Bunun yerine, kuvvet ile ilgili bir takip değerlendirmesi yapmak istenirse, oyuncuların kasık abduktor kuvveti değerlendirmesi toparlanma sürecini takibi etmek amaçlı her hafta müsabaka sonrası yapılabilir (Light ve Thorborg, 2016). Hem performans gelişimi hem de yeni haftaya hazır bulunuşluğu hakkında bir değerlendirme yapılmış olur. Ayrıca bazı ölçüm araçları hem test hem de takip amaçlı kullanılabilir. Örn; dikey sıçrama ölçümü test amaçlı kullanıldığında yılda 4-5 defa, takip amaçlı olduğunda her hafta, haftanın ilk antrenmanı öncesi nörolojik toparlanma süreçleri hakkında bilgi sağlar. Yukarıda bahsedilen ortak özelliklerin yanında takip amaçlı yapılan ölçümlerin kullanılmasında öncelikli amaç “performans gelişimi sağlanırken, sakatlık riski minimize edilmeye” çalışılmasıdır.

Bazı performans parametreleri ve bu parametrelerin test edilme yöntemleri Şekil 6.1’de (Reiman ve Manske, 2009) takip araçları *içsel* ve *dışsal* yükler olarak Şekil 6.2’de (McGuigan, 2017) belirtilmiştir. Tüm spor branşları özelinde performans parametrelerini, test ve takip yöntemlerini burada detaylandırmak mümkün değildir. “Hareket ve Antrenman Bilimleri Modülü” kitaplarının ilgili bölümlerinde; kuvvet, sürat, çabukluk, dayanıklılık ile ilgili detaylı bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu başlık kapsamında daha çok kinematik, kinetik ve nöromekanik performans ölçümleri hakkında bazı spor branşları temelinde (okçuluk ve kano) performansın test ve takip edilmesi ve yorumlaması hakkında olgu örnekleri verilecektir. Günümüzde akıllı telefonlar aracılığı ile performans takip süreçlerini yönetebileceğimiz uygulamalarda geliştirilmiş durumdadır. Bu nedenle, hemen hemen tüm spor branşlarının ortak performans göstergelerinden olan “sprint ve sıçrama” becerilerinin, akıllı telefonlar aracılığı ile nasıl ölçüleceği ve değerlendirileceği hakkında detaylı bilgi sunulmaya çalışılacaktır.



Şekil 6.1 Sporda önemli performans parametreleri ve test yöntemleri.

İÇSEL YÜKLER			
Kalp Atım Hızı ve Değişkenliği Ölçümü  Kullanım Seviyesi Yüksek Güvenilirliği Orta-Yüksek Pratik Değeri Orta-Yüksek	Wellness Anketi ve Algılanan Zorluk Derecesi  Kullanım Seviyesi Yüksek Güvenilirliği Yüksek(Subjektif) Pratik Değeri Yüksek	Biyokimyasal Marker  Kullanım Seviyesi Düşük Güvenilirliği Orta Pratik Değeri Düşük	
DIŞSAL YÜKLER			
GPS Ölçümü  Kullanım Seviyesi Yüksek Güvenilirliği Orta Pratik Değeri Orta-Yüksek	Performans Ölçümleri  Kullanım Seviyesi Yüksek Güvenilirliği Orta Pratik Değeri Orta	Biyomekaniksel Ölçümler  Kullanım Seviyesi Düşük Güvenilirliği Orta-Yüksek Pratik Değeri Düşük-Orta	Biyometrik Ölçümler  Kullanım Seviyesi Düşük Güvenilirliği Orta-Yüksek Pratik Değeri Düşük-Orta

Şekil 6.2 İçsel ve dışsal yüklerin takibi.

Kinetik, Kinematik ve Nöromekanik Değerlendirme

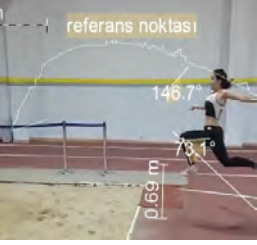
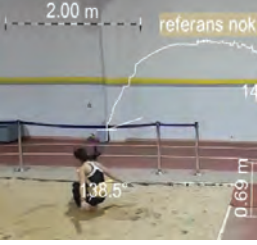
Teknolojik gelişmelerle beraber, sporcuların teknik becerilerinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi söz konusu olmuştur. Günümüzde özellikle sporcuların bireysel olarak sergiledikleri bir beceriyi değerlendirme süreçleri subjektif (öznel) ve objektif (nesnel) olmak üzere iki şekilde yürütülmektedir. Özellikle bireysel sporlarda tecrübeli antrenörler sporcularının teknikleri hakkında değerlendirmeyi kendi deneyimleri sonucu yapmayı tercih etmektedirler. Ancak, özellikle dinamik sporlarda oluşan hareketler çok hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir ve çıplak gözle tüm detayları yakalamak çok mümkün olmamaktadır. Bu durum, günümüzde teknik becerilerin daha detaylı bir şekilde incelenmesine olanak tanıyan teknolojileri kullanmak, sporcuların gelişimlerine ciddi katkı sağlamaktadır. Bu anlamda, antrenörlere katkı sağlayan çalışmalar spor biyomekaniği alanında yapılmaktadır.

İnsan Hareket Örüntülerinin İncelenmesindeki Üç Temel Yaklaşım

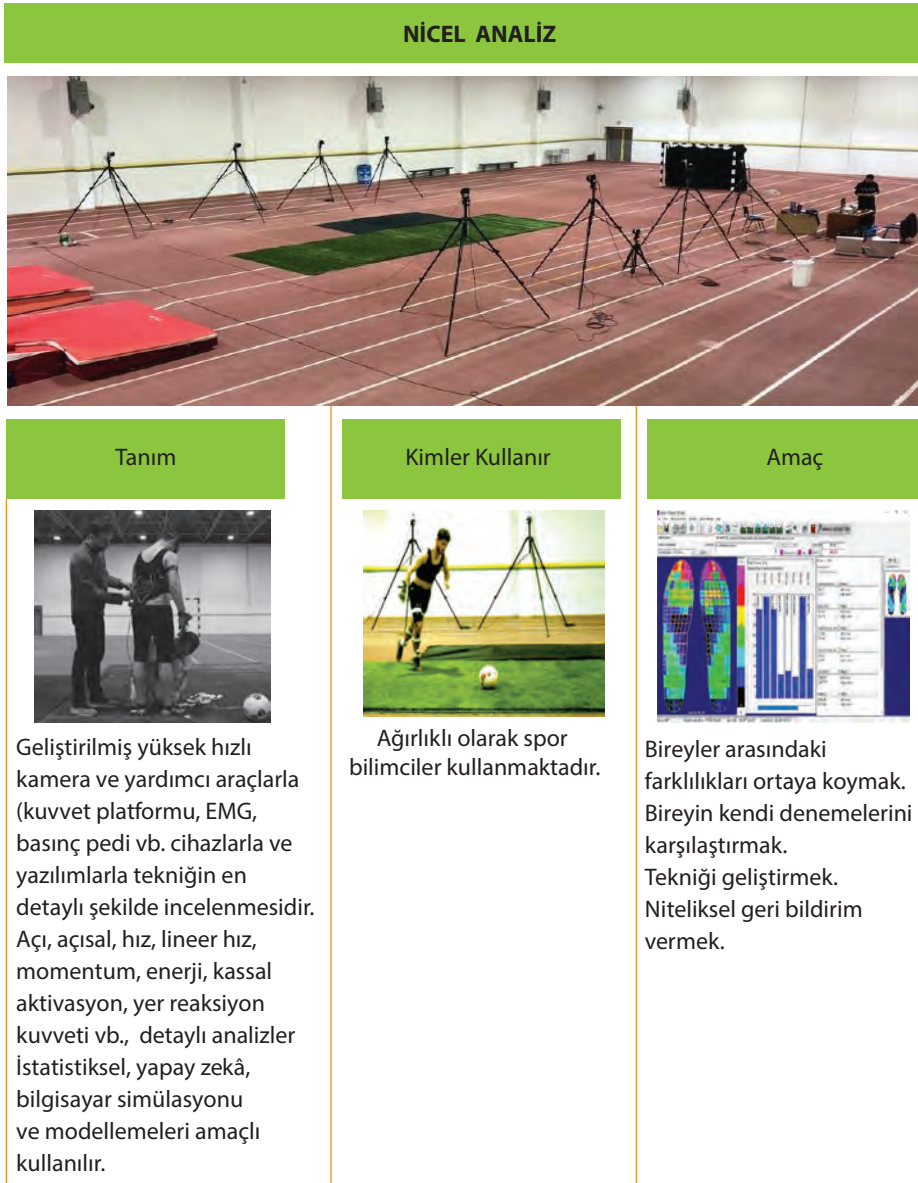
İnsan hareket örüntüsünün incelenmesinde üç temel yaklaşım mevcuttur: (i) *Nitel Analiz*, (ii) *Yarı Nicel Analiz* ve (iii) *Nicel Analiz*. Bu yaklaşımlar ile ilgili bilgiler Şekil 6.3, 6.4 ve 6.5'te özetlenmiştir (Bartlett, 2007; Payton ve Bartlett, 2008).

NİTEL ANALİZ		
		
Tanım	Kimler Kullanır	Amaç
 Video kaydı veya gözlem yoluyla değerlendirmelerin yapılması Hareketin sayısal değerlendirmesi yerine kendine odaklanır Yazılımlarla (siliconCOACH, kinovea, dartfish vb.) teknik değerlendirilir.	 Öğretmenler, antrenörler, sporcular, spor uzmanları	 Bireyler arasındaki farklılıkları ortaya koymak. Bireyin kendi denemelerini karşılaştırmak. Tekniği geliştirmek. Niteliksel geri bildirim vermek.

Şekil 6.3 Nitel analiz uygulama örnekleri.

YARI NİCEL ANALİZ		
		
Tanım	Kimler Kullanır	Amaç
 2D video kaydı yoluyla değerlendirmelerin yapılması Yazılımlarla (siliconCOACH, kinovea, dartfish vb.) teknik değerlendirilir Açı, mesafe, süre gibi basit sayısal değerleri tanımlamamıza yarar.	 Antrenörler, sporcular, spor uzmanları, spor bilimciler	 Bireyler arasındaki farklılıkları ortaya koymak. Bireyin kendi denemelerini karşılaştırmak Tekniği geliştirmek. Tekniğin uygulaması sırasında oluşan basit sayısal hesaplamalar için

Şekil 6.4 Yarı nicel analiz uygulama örnekleri.



Şekil 6.5 Nicel analiz uygulama örnekleri.

Niteliksel ve Niceliksel Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Bir tekniğin analizinde kullanılan iki yöntem arasında temel bazı farklılıklar mevcuttur. *Niteliksel analiz* gerçekleştirilen hareketi sayısal olarak tanımlamaz, sadece hareketin oluşma örüntüsünü inceler. Subjektif (öznel) antrenör değerlendirmesi ya da kamera çekimi ile elde edilen görüntü, bazı temel video analiz programları ile incelenebilir. Bu haliyle değerlendirildiğinde, pahalı ekipman gerektirmemesi (dijital kamera, telefon kamerası), saha temelli analiz olması, uzun sürmemesi nedeniyle sistematik uygulama kolaylığı sunması, antrenörler için kul-

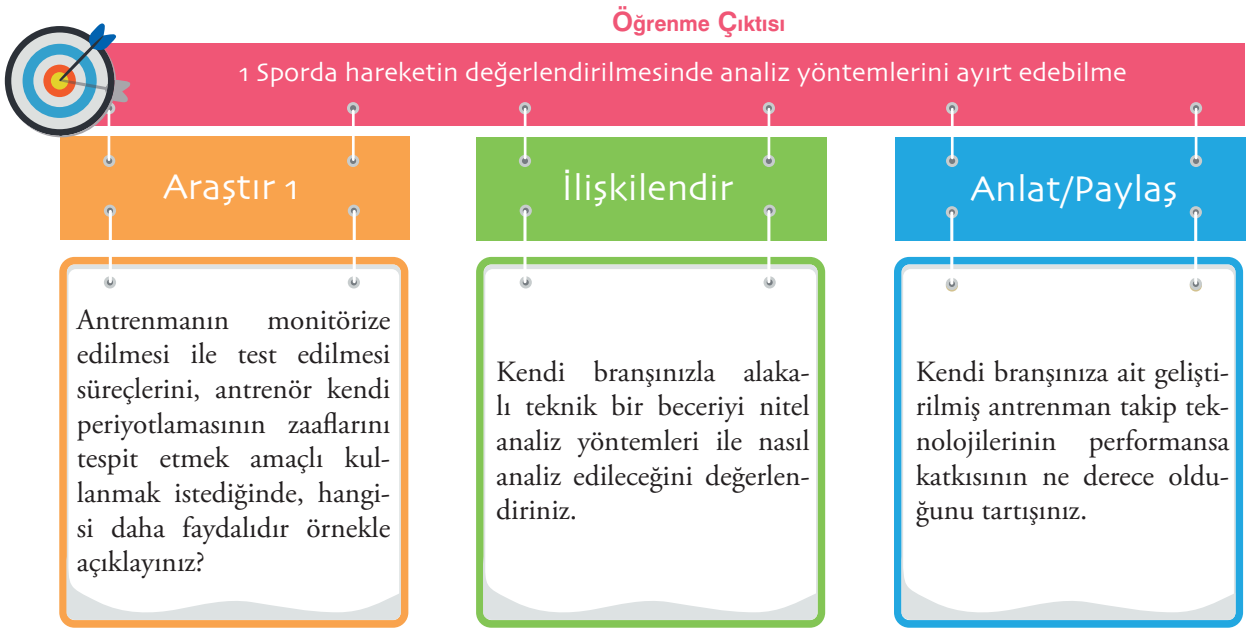
lanım kolaylığı sağlaması gibi özellikler niteliksel analizin avantajlı yönlerini oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, sadece görsel veri olmasından dolayı detaya inme şansını azaltması, ciddi anlamda antrenörün hareket bilgisi gerektirmesi de zayıf yönleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Cerrah ve diğ., 2015).

Niceliksel analizde ise daha detaylı sayısal değerlendirmeler yapılmaktadır. Bu analizler edinilen veriler itibarıyla daha objektif sonuçlar ortaya koyarken, değerlendirme sırasında sporcu üzerine yerleştirilmesi gereken bazı araç-gereçler nedeniyle ilgili spor branşının doğasını bir miktar değiştirmektedir. Bu durum ise özellikle ortaya konulan

bilimsel sonuçların geçerliliği konusunda soru işaretleri barındırmaktadır. Bunun yanı sıra, müsabaka şartlarında değerlendirmek birçok spor branşı için oldukça zordur. Nitel analizlerin aksine, bu analiz yaklaşımında bir alan uzmanı ile birlikte hareket ederek sürecin takip edilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, birçok biyomekaniksel verinin elde edilmesi, analizi ve analizlerin kendi içerisinde geçerlilik ve güvenilirliğini test edilebilmesi avantajlı yönleri olarak görülmektedir. Bunun aksine, çok pahalı cihazlar olması, kullanıcının bilgi düzeyi ile

doğru veri yorumlamasının paralellik göstermesi, daha çok laboratuvar testi olması, antrenör açısından kullanımı oldukça zor olması zaaf yönleri olarak karşımıza çıkmaktadır (Cerrah ve diğ., 2015).

Sonuç olarak, günümüzde antrenörler geliştirilen telefon uygulamaları aracılığı ile sporcularının temel teknikleri hakkında detaylı bilgi edinmek istiyorlarsa nitel ya da yarı nicel değerlendirmeleri kendileri organize edebilecekken, niceliksel analizleri bir uzman eşliğinden yapmaları gerekmektedir.



SPRİNT VE SIÇRAMA ÖRNEKLERİ

Nitel değerlendirme branş bazından antrenör uzmanlığı gerektirdiği için bu başlık kapsamında *yarı nicel* hareket değerlendirmesine örnek olabilecek “sprint ve sıçrama” hareketleri ile *nicel* değerlendirmeye örnek olabilecek “okçuluk ve kano” sporlarına ait temel tekniklerin farklı teknoloji ve teorik altyapı ile nasıl analiz edilip yorumlandığı hakkında değerlendirmeler yapılacaktır.

Kuvvet ve Güç Arasındaki Farklar

Rugby, futbol, voleybol, basketbol veya atletizm gibi birçok branşta da meydana gelen performans gelişim ihtiyacı, kuvvet ve kondisyon antrenmanlarındaki ilerlemeyle beraber, yüksek düzeyde kuvvet, güç ve hız çalışmalarına ilgiyi arttırmıştır (Cronin ve Sleivert, 2005; Cormie ve diğ., 2010). Güç kavramı çoğunlukla kuvvet ile karıştırılmaktadır. Bu iki terim arasındaki farklılığı ortaya koyabilmek için öncelikle tanımlarını iyi anlamamız gerekmektedir. Kuvvet, bir kas ya da kas grubunun belirli bir hızda ortaya çıkarabildiği döndürme etkisi olarak tanımlanmaktadır (Komi, 1992). Güç ise “birim zamanda yapılan iş ya da aktarılan enerji miktarı” şeklinde fizik kitaplarında tanımlanmaktadır (Komi, 1992). Bu tanımlar üzerinden sahadaki performansı yorumlamak bazen zor olabilmektedir. Örneğin güç tanımı çoğunlukla harcanan enerji (joule) miktarı üzerinedir ($Güç = \frac{iş}{süre}$) (Komi, 1992). Ancak biz sahada sporcuların antrenmanlarını yönetirken ya da performanslarını takip amaçlı ölçümler yaparken, gücü bu şekilde hesaplamaya çalışırsak detaylı analizlere ihtiyaç duyabiliriz. Kuvvet ve güç arasındaki farkı daha anlamlı bir şekilde

ortaya koyabilmek için bir örnekle anlatmaya çalışalım; dünyanın en güçlü adam yarışmasında A ve B sporcuları 350 kg'lık bir ağırlığı 10 metre mesafe taşımaları gerektiğini varsayalım. A sporcusu ağırlığı 6 sn.'de B sporcusu 8 sn.'de götürmüş olsun. "Hangi sporcu daha kuvvetlidir?" ya da "Hangi sporcu daha güçlüdür?" diye düşündüğümüzde, cevabı şu şekilde vermemiz gerekir. Kaldırılan ağırlık her iki sporcuda da eşit olduğu ve her iki sporcunun da ağırlığı 10 metre mesafe taşıyabildiğini düşündüğümüzde aslında her iki sporcuda aynı kuvvete sahiptir. Kuvvet tanımından da yola çıkacak olursak bunu anlamak çok da zor olmayacaktır. Ancak hangisi daha güçlüdür diye baktığımızda ikinci önemli parametre karşımıza çıkmaktadır. A sporcusu ağırlığı, B sporcusuna göre 2 sn. daha hızlı bir şekilde götürmüştür. Bu durumda aynı yükü daha hızlı bir şekilde taşıdığı için A sporcusu B sporcusuna göre daha güçlü olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere "Güç" kavramında ikinci bir formülizasyon ortaya çıkmıştır. (Güç = kuvvet x hız); bu hesaplama antrenörler tarafından antrenman uygulamalarına daha rahat bir şekilde aktarılacağından bölümün bundan sonraki konularında güç kavramı bu formül niteliğinde anlatılacaktır.

Kuvvet-Hız İlişkisi

Gücün, kuvveti en hızlı şekilde uygulama becerisi olduğunu bir önceki konu başlığında belirtmiştik. Bu bağlamda, "Güç, sporda performansa katkı sağlayan en önemli bileşenlerin başında, hareketin optimum güç çıktısı sağlanarak, akıcı (doğru teknik) bir şekilde gerçekleştirilmesidir." diyebiliriz. Bir hareketin bahsettiğimiz şekilde oluşabilmesi için, (1) nitelikli güç antrenmanları ve (2) doğru tekniğin uygulanması gerekmektedir. Bu bağlamda yapılan tüm çalışmalarının nihai hedefi, hareket sırasında (sıçrama, sprint, şut, servis vb.) patlayıcı gücü ortaya çıkarmaktır (Samožino ve diğ., 2012; Komi, 1992). Bu nedenle, son yıllarda spor bilimlerinde yeni antrenman uygulamaları, bireysel antrenman teknikleri, performans takip teknolojileri geliştirilmiştir. Bu başlık kapsamında, iki önemli performans göstergesi olan, "sıçrama" ve "sprint" becerilerinin, bireysel bazda nasıl ölçülebileceği, günümüz güncel bilimsel yaklaşımlarıyla nasıl antrene edilebileceği konularından bahsedilecektir. Burada aktarılmaya çalışılan tüm ölçüm ve antrenman uygulamaları hemen hemen tüm spor branşlarının

da ortak gereksinim olduğundan dolayı seçilmiştir. Unutulmamalıdır ki, branş bazında bazı farklılıklar söz konusu olsa da, buradaki öneriler tüm branşlara genellenebilecek düzeydedir.

Güç Antrenmanı Yaklaşımları

Güç geliştirmede kullanılan üç temel klasik antrenman yaklaşımı mevcuttur:

1. Yüksek şiddetli geleneksel direnç egzersizleri (maksimal bir tekrarın >%80),
2. Vücut ağırlığıyla yapılan pliometrik egzersizler ve
3. Sporcuların maksimal bir tekrarlarının %30-50'leriyle olabildiğince yüksek süratle yapılan dinamik (balistik) direnç antrenmanları, şeklinde sıralanabilir (Komi, 1992; s. 439).

Bilindiği üzere geleneksel skuat antrenmanları sıçrama becerisini artırır, fakat bu gelişim balistik skuat antrenmanlarındaki kadar yüksek değildir. Çünkü yüksek şiddetli (%80) klasik direnç egzersizi yapılırken konsantirik aşamada, harekette büyük oranda (%52) yavaşlama olduğu gözlemlenmiştir (Komi, 1992; s. 439). Pliometrik, fırlatma, göğüs itiş, olimpik kaldırışlar ve sıçrama skuat egzersizleri bu durumun aksine sporcuların tüm hareket boyunca hızlanabilmelerine ve yüksek güç çıktısı elde edebilmelerine imkân vermektedir.

Yüksek oranda kassal güç üretebilme kapasitesi birçok spor aktivitesi (sıçrama, sprint) ve performansın en önemli bileşenidir. Güç, üretilen kuvvetin hız ile çarpımı olmasından dolayı (güç=kuvvet*hız) bu bileşenleri anlamak istenilen güç kapasitesine ulaşmak için hayati öneme sahiptir (Komi, 1992; s. 439). Bu durumu da şu şekilde örneklendirebiliriz. İki sporcu aynı güç kapasitesine sahipken kuvvet ve hız değerleri önemli ölçüde birbirinden farklı olabilir. Örneğin, dikey sıçrama sırasında A ve B sporcularının her ikisinin de 35 cm sıçradığını düşünelim. Sıçrama sırasında ortaya çıkan güç; (1) *sporcunun kütlesini yukarı aktarabilme kuvvetine*, (2) *bunu yaparken hızına* bağlıdır. Ancak hangi sporcunun kuvvet çıktısı ya da hız çıktısının daha baskın olduğunu ancak test ettiğimizde anlayabiliriz. Sonuç olarak her ikisi de aynı yüksekliğe sıçramış olsa da, A sporcusu daha kuvvetli olduğu için, B sporcusu daha hızlı hareketi gerçekleştirebildiği için bu yüksekliğe ulaşmış olabilir. Bu ne-

denle sporcuların baskın ve eksik yönlerini tespit ederek, bu özelliklere yönelik bireysel antrenman yapmak öncelikli hedefimiz olması gerekir. Çünkü, sporcunun kuvvet veya hız değerlerinin birbirleriyle uyumsuz olması sıçrama, sprint gibi hareketlerde performansında azalmaya sebep olabilir. Bu nedenle kuvvet ve hız değerlerinin sadece güçten bağımsız (sıçrama yüksekliği, sprint süresi) bir şekilde ölçülerek sporcunun hangi parametresinde eksiklik olduğu tespit edilmelidir. Bu tespiti yapabilmek için sıçrama ve sprint sırasında “Kuvvet-Hız Profilleri”nin ortaya koyulması gerekir (Samozino ve diğ., 2012; Morin ve Samozino, 2016).

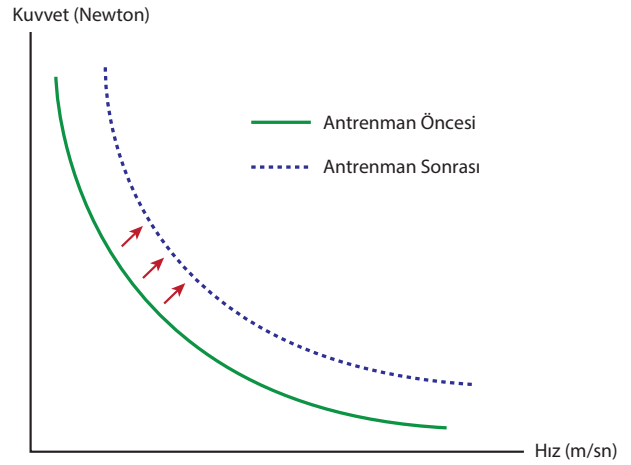
Kuvvet-Hız Eğrisi

Kuvvet Hız Profili (FVP) konusundan önce, Kuvvet-hız eğrisinin (F-V eğrisi) detaylandırılması konunun anlaşılması açısından önemlidir. F-V eğrisi, basit olarak kuvvet ve hız arasındaki ilişkiyi x-y grafiğinde göstermektedir. X-ekseni (yatay) hız değerini (çoğunlukla hareketin hız değeri metre/sn cinsinden) gösterirken, y-ekseni (dikey) kuvvet değerini (kasın ürettiği kuvvet miktarı, yere uygulanan kuvvet miktarı Newton/metre cinsinden) göstermektedir (Zatsiorsky, 2003).

FVP eğrisinde kuvvet-hız arasında ters ilişki vardır. Kuvvet değeri artarken karşılığında hız değeri azalmaktadır. Örn., 1TM *back squat* egzersizi sırasında yüksek kuvvet değeri gözlemlenirken hız değeri oldukça düşük olduğu görülecektir. Bu durumun aksine aktif sıçrama yapılırken hız değeri yüksek iken kuvvet değeri düşük olacaktır. Sonuç olarak kuvvet-hız arasında bir dengeleme söz konusudur. Bir hareket sırasında yüksek kuvvet uygulanıyorsa bunun karşılığı olarak düşük hız kaçınılmazdır (Brady ve diğ., 2017).

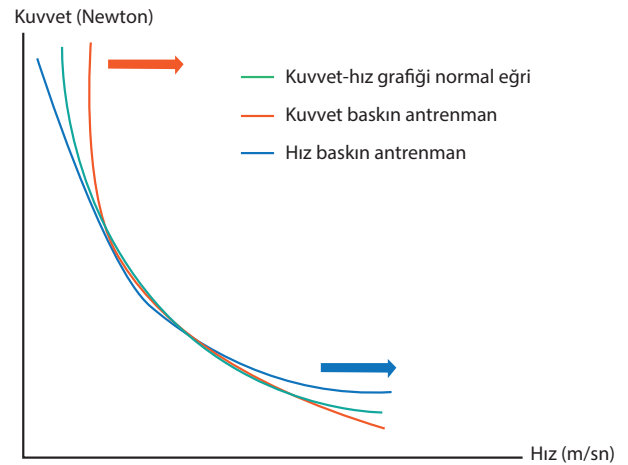
Bu ilişkiyi daha net bir şekilde ortaya koymak için biraz daha detaylandırılalım. Bahsedildiği üzere *güç* birçok spor branşı için performans açısından belirleyici bir etkidir. Bu nedenle sporcuların güç üretme kapasitelerini optimize etmek oldukça önemlidir. $Güç = kuvvet \times hız$ olmasından dolayı bu iki bileşenden birisinin artması direkt olarak gücün ve sporcuların patlayıcılığının artmasına sebep olmaktadır. Güç antrenmanları ile genellikle kuvvet-hız eğrisini sağa kaydırmak hedeflenir (Şekil 6.6) ve yüksek ağırlıkları yüksek hız değeriyle hareket ettirme becerisini geliştirmek amaçlanır. Kuvvet-hız eğrisinin sağa kayması ayrıca “kuvvet gelişim oranı”

kapasitesini de geliştirir. Bu oran bir sporcunun ne kadar hızlı kuvvet ürettiğini ifade eder. Sporcularda bu oran yüksek ise kısa zaman aralığında büyük kuvvet üretebilirler (Brady ve diğ., 2017, Samozino ve diğ., 2016).



Şekil 6.6 Etkili antrenmanlar sonrası kuvvet hız eğrisinin sağa doğru kaydırılması.

F-V eğrisinin sadece bir yönüne odaklı antrenmanlar yapılması performansın tek bir paradigma özelinde gelişmesine sebep olur. Yalnızca maksimal kuvvet yönlü bir antrenman programı kuvvet üretim kapasitesini artırırken kasın kasılma hız değerini düşürür. Kuvvet ve sürat antrenmanlarının tek tek uygulanmasına kıyasla kuvvet ve güç antrenmanlarının kombine bir şekilde uygulanması atletik performansı daha fazla geliştirmektedir.

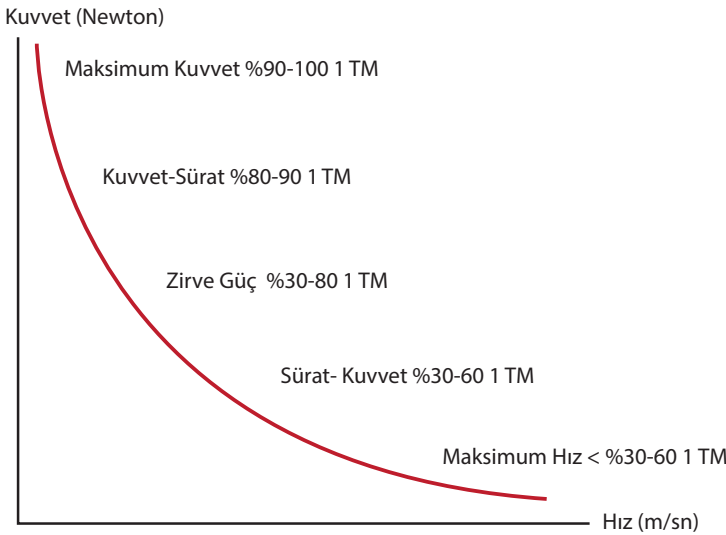


Şekil 6.7 Kuvvet hız grafiğinin kuvvet baskın ve hız baskın antrenmanlara cevabı.

Şekil 6.7'den anlaşılacağı gibi eğer daha çok kuvvet baskın antrenman uygulanırsa, yeşil renkli ok yönünde kuvvet eğrisini sağa doğru ötelemiş olurken diğer uç kısmı hız kapasitesinde kayıplar yaşanır. Tam tersi şekilde hız baskın antrenmanlar yaparsak kırmızı ok yönünde hız eğrisini sağa doğru kaydırmış olurken kuvvet kapasitesinde kayıplar yaşanır (Samoizino ve diğ., 2014). Bu durumda antrenör olarak bilinmesi gereken iki tane önemli nokta mevcuttur:

- **Soru (1):** Sporcunun hangi tür antrenmana ihtiyacı olduğunu nasıl test ederim?
- **Soru (2):** Kuvvet ve hız baskın antrenman türleri nelerdir?
Bu soruların cevapları aşağıda açıklanmıştır:
- **Cevap (1):** Aslında buradaki amaç, hangi performans parametresinde bu değerlendirmenin yapılmak istendiğidir. Bu durum aslında sporcunun bireysel ihtiyacının belirlenmesine bağlı olarak değişmektedir. Bunu anlamanın da en iyi yolu doğru test protokolü ile performans değerlendirmesini yapmaktır. Bununla alakalı daha çok spor bilimcilerin kullandığı bazı yöntemler mevcuttur. Ancak antrenörlerin büyük bir kısmı sporcuların atletik profillerini belirlemek için bu pahalı laboratuvarlara sahip değildir. Bu nedenle antrenörler olarak sizlere bu yöntemler hakkında detaylı bilgi aktarmak yerine, sahada kullanabileceğiniz maliyeti düşük ve pratik telefon uygulamalarından bahsetmek daha uygun olacaktır. Bu sebeple sprint ve sıçrama sırasındaki kuvvet-hız eğrisi analizinde de açıklayacağımız üzere kuvvet hız ilişkisini geçerliliği ve güvenilirliği bilimsel çalışmalarda ortaya konulmuş Myjump (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2015) ve Mysprint (Balsalobre-Fernández ve diğ., 2017) uygulamaları ile tespit edilebilir. Uygulamalarda ölçümlerin nasıl yapılacağı detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Bu nedenle uygulamaların kullanım şekillerinden çok teorik olarak nelere dikkat edilmesi konusunda bilgi paylaşılmaya çalışılacaktır. Bu uygulamalar antrenörlere kuvvet-hız profili oluşturma konusunda kolaylık sağlamaktadır. Antrenörler uygulamalar sayesinde sporcuların anlık kuvvet ve hız eksiklerini takip edebilmekte ve egzersiz programlarını en optimal F-V profilini oluşturma yönünde değiştirebilmektedir.
- **Cevap (2):** Hangi tür antrenman yapılacağına karar vermek için öncelikle FVP grafiğini detaylı bir şekilde inceleyip anlamak gerekir.

F-V Eğrisi Antrenman Bölgeleri



Şekil 6.8 Kuvvet hız eğrisi antrenman bölgeleri.

Bir sporcunun üretebildiği maksimal kuvvet ve maksimal hız değeri aralığına kuvvet-hız bölgesi denir. Bu aralık %30 hız değerinin altında ürettiği 1 RM ile, %30 altı kuvvet gerektiren ancak %100 hareket hızı gerektiren sprint arasındadır (Reyes ve diğ., 2017; Brady ve diğ., 2017).

Egzersizler şiddet ve türlerine göre kuvvet-hız eğrisinde çeşitli kategorilere ayrılmıştır (Şekil 6.8). Bu kategorilerde verilen örnek hareketleri, video görsellerine internet üzerinden daha rahat ulaşılabilmesi için İngilizce olarak verilmiştir. *Science for sport* internet sayfasında yer alan bu bölgeler ve hareket önerileri aşağıda özetlenmiştir (<http-1>).

Maksimal Kuvvet

Maksimal kuvvet, basit bir ifadeyle bir hareket özelinde üretilebilen maksimal kuvveti ifade etmektedir.

Örnek Hareket: *SSB box squat, floor press, swiss bar bench press, sumo deadlift, pin pulls*

Kuvvet-Sürat

Kuvvet-Sürat antrenmanları ne zirve güç antrenmanları ne de zirve kuvvet antrenmanları olarak tanımlanabilir. Bu antrenmanlar maksimal kuvvet ve güç antrenmanlarının tam ortak noktası olarak ifade edilebilir. Hızdan çok kuvvete dayalı antrenmanlardır. Kuvvet-sürat bölgesinde hedef maksimal hız üretmekten ziyade, olabildiğince kısa sürede olabildiğince yüksek kuvvet üretmektir. Bu sebeple kuvvet-sürat bölgesi maksimal kuvvet bölgesine göre daha düşük kuvvet üretmekte fakat daha yüksek hız değerine sahiptir.

Örnek Hareket: Olimpik kaldırış çeşitlemeleri, *snatch pulls, clean pulls, pulls from blocks, jerks vb.*

Zirve Güç

Bu egzersiz türü en kısa zamanda olabildiğince fazla kuvvet üretmeye dayalıdır. Güç bölgesi, kuvvet-hız ve hız-kuvvet bölgeleri arasında en kısa zaman aralığında mümkün olan en optimal kuvvet üretme kapasitesini ifade eder.

Örnek Hareket: *hang clean, clean from deck, push press, jump squats, bench press throw vb.*

Hız-Kuvvet

Kuvvet-hız'la karşılaştırıldığında zaman aralığının daha kısıtlı olmasından dolayı zirve kuvvet değerinin daha düşük olması beklenir. Kuvvet-hız bölgesine göre nispeten daha yüksek hız değerine sahiptir.

Örnek Hareket: Yavaş gerilme-kısalma döngüsü içeren hareketler: *counter movement jump, single leg hurdle jumps, heiden broad jumps, cannon-ball chasers, med ball throws, weighted jumps, resisted sprints, prowler pushes*

Maksimal Hız

Bir hareketin maksimal hız değerini veya kasın kasılabilir bileşenlerinin en yüksek süratle kasılmasını ifade eder. 100 metre sprint sporcuların ürete-

bildikleri en yüksek hareket hız değerini gösteren bir örnek olarak verilebilir.

Örnek Hareket: Hızlı gerilme-kısalma döngüsü içeren pliometrik antrenmanlar: *hops, box jumps, bounds, sprints, band assisted jumps and sprints.*

Görüldüğü üzere yapılan testler sonrası kuvvet-hız eğrisini (Şekil 6.7) sağa doğru bireysel ihtiyaçlar doğrultusunda kaydırmak gerekir. Bu nedenle ister detaylı biyomekaniksel ölçümlerle olsun, ister basit telefon uygulamaları ile olsun, oyuncuların bireysel ölçümleri yapıp, sezon içerisinde takiplerinin ayda minimum bir olacak şekilde takip edilmelidir. Ölçüm sonuçlarına göre yukarıdaki antrenman bölgeleri göz önünde bulundurularak, eğri eşit miktarda sağa doğru kaydırılarak optimum güç gelişimi sağlanmalıdır. Bu sırada maksimalin hangi yüzdesi, hangi hareket seçileceği yukarıda verilen öneriler doğrultusunda periyotlanıp uygulanabilir. Burada daha verimli sonuçlar elde edebilmek için, “contrast”, “combine”, “thriphasic” ve PAP (post activation potantiation)” antrenman yöntemleri kullanılabilir.

Sıçrama

Bir insanın optimal dikey (vertikal) sıçrama performansı gösterebilmesi için en kısa zaman aralığında vücut kütlelerini mümkün olan en yüksek hız değeriyle yukarı doğru ivmelendirmesi gerekmektedir (Samozino, 2012). Bu durumu test etmek için bahsedildiği üzere birçok test bulunmaktadır. Ancak sonuç olarak yapılan analizler sonrasında ortaya bir grafik çıkmaktadır. Bu grafikte dikey sıçrama için FVP oluşturulurken ortaya var olan profil ve olması gereken (bilimsel çalışmalarla geliştirilen regresyon denklemi) hesaplanan optimal profil olmak üzere 2 profil üst üste bir grafikte çizilmektedir (Telefon uygulamaları ölçüm protokolü takip edildiğinde otomatikman ölçerler). Var olan profil sporcunun o anki kuvvet-hız değerlerini ifade ederken optimal profil dikey sıçramanın artması için gerekli olan profili ifade etmektedir. Var olan ve en uygun olduğu tahmin edilen kuvvet-hız profili arasındaki farka F-v imbalance (Fvimb) denilmektedir (Samozino, 2012, 2014; Morin ve Samozino, 2016). Bu ölçüm sonucunda FVP'ye bağlı olarak eğrinin yönü ve oranı belirlenerek, ortaya çıkan farkın kuvvet mi yoksa hızdan mı kaynaklandığı bulunmaktadır. Bu bağlamda eksik kalan noktalara F-V eğrisi çerçevesinde müdahale edilerek, F-v

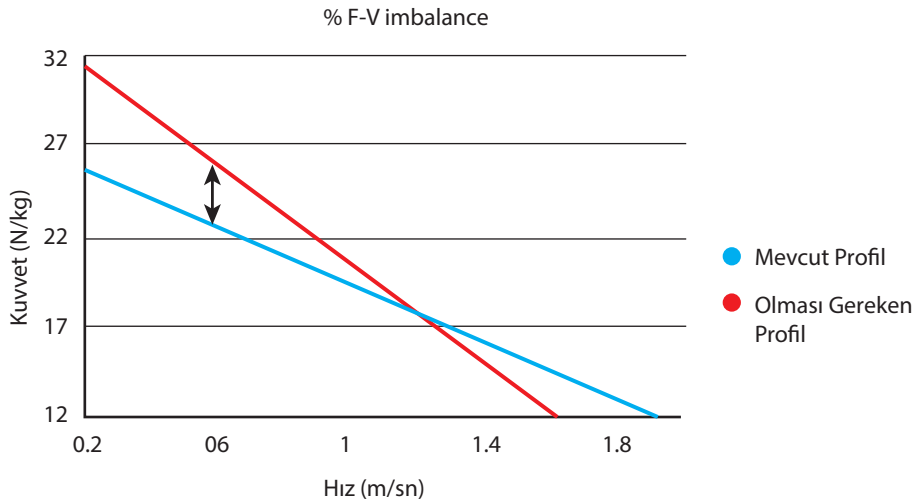
imbalance oranının azaltılmaya, maksimum güç (Pmax) arttırılmaya ve sonucunda da dikey sıçrama performansı arttırılmaya çalışılmalıdır.

Mevcut ve Optimal FV Profili

Yapılan ölçümler sonucu kişinin mevcut F-v değeri tespit edilir, test sonuçlarına göre olması gereken F-v değeri regresyon denklemi sonucu bulunur (Şekil 6.9) ve her ikisi arasındaki F-v imbalance oranı belirlenerek eksik yönler ortaya konur (Morin and Samozino, 2016; Samozino ve diğ., 2014).

F-v imbalance değeri tespit edildikten sonra F-V eğrisinde hedeflenen bölgeye uygun organize edilen direnç antrenmanlarının dikey sıçrama performansını arttırmada önemli olduğu görülmektedir. Yakın zamanda 84 katılımcıyla yapılan bir çalışmada, katılımcıların hem kuvvet hem de hız yetersizliği olmak üzere ayrı ayrı F-v imbalance değerleri çıkarılmıştır. Çalışmaya göre katılımcılar kendi içerisinde gruplara ayrılmıştır. Hız yetersizliği olanlara kuvvet ağırlıklı antrenman, kuvvet yetersizliği olanlara hız ağırlıklı antrenman yaptırılmıştır. Kontrol grubuna da kuvvet-hız eğrisine göre zirve güç niteliğinde antrenman yaptırılmıştır. Tüm gruplara 9 hafta boyunca yetersiz olduğu değerler doğrultusunda yetersizliklerini gidermek için hedeflenen direnç antrenmanları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda hem kuvvet hem de hız yetersizliği olan sporcuların dikey sıçrama yüksekliğinin önemli ölçüde

arttığı görülmüştür. Kontrol grubunun sonuçları ise oldukça değişkenlik göstermiştir. Sonuç olarak eksikler bireysel olarak ortaya konup bireye özgü antrenman yapmak, herkese aynı nitelikte antrenman yapmaktan çok daha sağlıklı sonuçlar doğurmaktadır (Reyes ve diğ., 2017). Bu çalışmada göstermektedir ki FVP antrenörler tarafından sporcuların bireysel ihtiyaçları doğrultusunda kullanılabilir. Yukarıdaki çalışmalar sıçrama ve sprint üzerine yoğunlaşmış olsa da “bench press fırlatma” gibi balistik hareketler de FVP kapsamına girmektedir. Rugby oyuncularında yapılan araştırmada defans ve forvet oyuncularının kuvvet-güç-hız değerleri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda forvet oyuncularında daha güçlü ve kuvvetliken, defans oyuncularının hız değerleri daha yüksek bir eğilimde olduğu görülmüştür. Bu tarz ölçümler sonucunda antrenörler hangi pozisyondaki oyuncusuna hangi antrenman programını uygulayacağı konusunda spesifik bilgi edinerek zayıf yönlerini geliştirme fırsatı yakalayabilir. Ayrıca sporcuların verileri antrenörler tarafından oluşturulan kuvvet-güç-hız skalasına yerleştirilerek hem zayıf yönlerini anlık olarak görmeleri sağlanmış olur hem de yetersiz oldukları performans parametrelerini geliştirmeleri yönünde bir rekabet ortamı yaratılarak kendilerini geliştirmeleri için motive edilmiş olurlar. Ayrıca sporcular objektif veriler doğrultusunda takım içerisinde nerede olduklarını anlık olarak görebilir ve kendilerini de değerlendirebilirler (McMaster ve diğ., 2016).



Şekil 6.9 F-V imbalance yüzdesi, mevcut ve olması gereken profil.

Sprint

Sprint performansının FVP değerlendirilmesi sıçramaya oranla biraz daha farklıdır. Sıçrama mekaniksel olarak yeri itme kuvvetine karşı, yerin verdiği tepki sonucu vücudumuzu kütleli olarak yukarı doğru vektörel yönde hareket ettirmektedir (McBride ve diğ., 2010). Ancak sprintte, vücudumuzu kütleli olarak bir noktadan bir noktaya en hızlı şekilde hareket ettirmemiz söz konusudur. Bu durumda yeri itme anında ortaya çıkan dikey ve yatay kuvvetlerin bileşkesi sonucu yatayda bir hareket vektörü oluşur (Cross ve diğ., 2015, 2017). Bu nedenle yapılan analizler oluşan kuvvet yatay mı dikey ağırlıklı mı olmakta onu tespit etmeye yöneliktir. Çünkü dikey kuvvet baskın olduğunda yatayda hareket etmek kısıtlanırken, yatay kuvvet baskın olduğunda sprint performansına önemli ölçüde katkı sağlar.

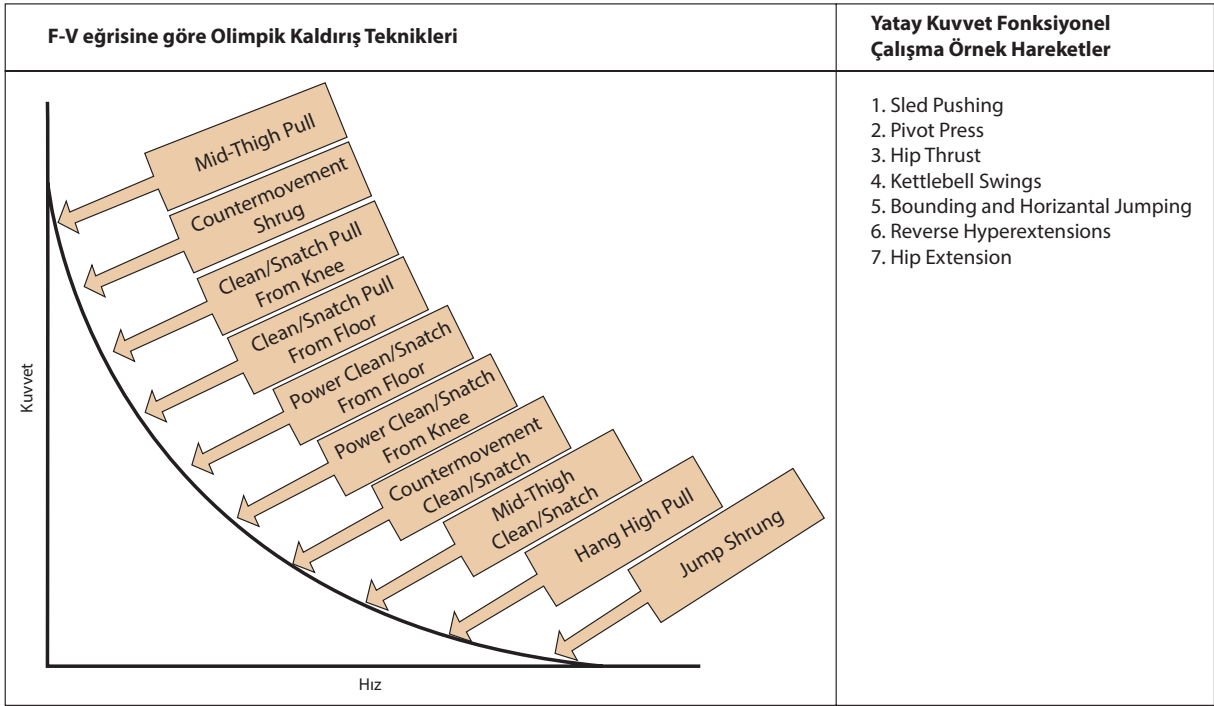
Dikey (Vertikal) ve Yatay (Horizontal) Kuvvet

İvmelenme kabiliyeti, maksimal hıza ulaşmak ve bunları devam ettirebilmek düz koşullarda önemlidir. Dikey kuvvet üretimi maksimal hız boyunca zirve yapmasına rağmen ileri doğru hareket edebilmek için yatay kuvvete de ihtiyaç vardır. Burada sprint için F-V profili anlamak, horizontal kuvvetin önemini bilmek gerekir. Bu sebeple üretilen horizontal kuvvet miktarı sprint becerisi için en önemli faktördür. 30 metre sprint koşusunda üretilen horizontal kuvvet eğrisi 30 metrenin ilk 1,5-2. dk. larında zirve değere ulaşır ve sonrasında düşer (Cross ve diğ., 2017; Samozino ve diğ., 2016.) Sprint boyunca uygulanan yatay kuvvet dikey kuvvete bölünerek yatay kuvvet eğrisinin ne

kadar azaldığı tespit edilebilmektedir. Horizontal kuvvetin azalması kuvvet oranının (decrease in ratio of force) düşmesi olarak tanımlanmaktadır. Horizontal kuvvetin düşüşü tamamen engellenemese de azaltmaya yönelik antrenmanlar yapılabilir (Samozino ve diğ., 2016). Daha öncede bahsettiğimiz üzere kullanımı kolay bazı telefon uygulamaları (Mysprint) ile bu değerlendirmeler bireysel bazda yapıp, sezon içerisinde planlamaya uygun olarak takip edilebilir.

Dikey ve Yatay Kuvvet Antrenmanının Önemi

Back Squat, Deadlift ve Olimpik Kaldırışlar vb. dikey doğrultuda yapılan hareketlerin sporcu performansına olan etkisi tartışılmaz ki günümüzde çoğu atletik performans uzmanının kuvvet ve güç gelişim antrenman programında yerini almaktadır. Belli kuvvet alt yapısına sahip sporcularda dikey doğrultuda yapılan çalışmaların sprint, çeviklik ve yapılan branşın fiziksel gerekliliklerine olumlu yönde transfer edilebilmesi literatürde yapılmış çalışmalar tarafından şüphesiz şekilde desteklenmektedir (Cronin ve diğ., 2007; Comfort et al., 2013). Fakat daha ileri düzey sporcularda yatay doğrultuda yapılan çalışmaların sprint, çeviklik ve yapılan branşın fiziksel gerekliliklerine olan transfer ediliminin daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Reyes ve diğ., 2017, Soriano ve diğ., 2015). Durum böyle ise özellikle alt ekstremita kuvvet/güç gelişimi için seçtiğimiz hareketlerin diz baskın/kalça baskın durumlarını göz önüne aldığımız gibi dikey ve yatay doğrultuda olma durumlarını da aklımızın bir kenarında tutmalıyız (Şekil 6.10).



Şekil 6.10 F-V eğrisi Olimpik kaldırış teknikleri.

Kaynak: Suchomel ve diğ., 2017.



Öğrenme Çıktısı

2 Kuvvet-hız profili analizine göre kuvvet-hız eğrisi antrenman bölgelerine yönlendirebilme

Araştır 2

Bir sporcunun sıçrama performansı geliştirilmek istendiğinde, nasıl bir süreç takip edilmelidir?

İlişkilendir

Hız baskın antrenman, kendi branşınızla alakalı hangi tür becerilere katkı sağlar ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Kendi branşınızda bir sporcunun yatay yada dikey kuvvet aktarımına ihtiyaç olduğunu tespit ettiğinizi varsayalım, branşınıza özgü hangi fonksiyonel kuvvet/güç/hız antrenmanlarını yaptınız tartışınız.

NÖRO-MEKANİK DEĞERLENDİRMEDE BAZI UYGULAMA VE OLGU ÖRNEKLERİ

Bölümün bu başlığı altında nicel analiz örneği olarak okçuluk ve durgunsu kayak branşlarına ait nöro-mekanik yöntemlerle nasıl değerlendirildiği hakkında detaylı bilgi sunulacaktır.

Sportif Performansın Nöro-Mekanik Yöntemlerle Değerlendirilmesi

“Antrenman ve Hareket Bilimleri V” kitabı içerisinde yer alan “Elit ve Olimpik Düzeyde Performans Ölçme ve Değerlendirme” bölümü altında değinilmesini gerekli bulduğumuz önemli konulardan bir tanesi de sportif performansın nöro-mekanik yöntemlerle değerlendirilmesidir. Bölümümüzün bu başlığını okurken, kitabın 7. bölümü olan “Spor Biyomekaniği III” altında yer alan “Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG)” başlığını da okumanız faydalı olacaktır.

Elit ve olimpik düzeyde performansın analizi, yorumlanması ve raporlanmasının yöntemlerinden bir tanesi de sporcunun ilgili branşı sergileyişi sırasında kassal aktivasyon (kasın devreye girmesi) ve inhibisyon (kasın devreden çıkması) örüntülerinin değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme türüne literatürde “**kassal aktivasyon stratejisi**” adı verilmektedir. Burada kastedilen hareketin oluşum aşamalarında hangi kas aktif yada ne seviyede aktif veya hangi kas devreden çıkıyor değerlendirmesinin yapılmasıdır. Bu bilgi bize kas içi, kaslar arası (agonist – antagonist kaslar), ekstremiteler arası (sağ uyluk – sol uyluk veya sağ bacak – sol bacak) koordinasyon bilgisinin değerlendirilmesi anlamı taşımaktadır.

✓ **Kassal Aktivasyon Stratejisi;** üst düzey bir sportif becerinin sergilenişi sırasında hangi kas yada kas gruplarının devrede olduğu kas yada kas gruplarının devreden çıktığının değerlendirilmesidir.

Kassal aktivasyon stratejilerinin zamana bağlı değişiminin incelenmesinin yanı sıra ilgili kas ya da kas gruplarında ateşleme frekansında bir değişim olup olmadığı da incelenen konular arasında yer almaktadır. Kasın ateşleme frekansında meydana gelen düşüşün yorgunlukla ilintili olduğu ve gerek merkezi sistemlerin ve gerekse periferik yapılar ve özellikle de kas yorgunluğu hakkında bilgi verdiği ifade edilmektedir. Her bir motor birimin ateşleme frekansı, kasılma miktarının artmasıyla artış gösterir ve yeni bir motor ünite ateşleme yapıncaya kadar bu durum devam etmektedir (Küçük ve ark., 2012). Merkezi Sinir Sistemi (MSS) kas kuvvetini iki yöntemle kontrol eder; (1) *devreye giren motor*

ünite sayısı ve (2) *motor ünitelerin ateşleme frekansıdır* (Farina ve ark., 2002). Sonuç olarak, bu yüzden yüzeysel Elektromiyografi (yEMG) sinyalinde gözlenen genlik (büyüklük) ve frekans (yoğunluk) etkileyen en önemli iki mekanizma, motor ünitelerin katılım oranı ve onların ateşleme frekansısıdır.

Buradan hareketle, bu kısımda literatürde farklı spor branşlarına yönelik olarak, hem kassal aktivasyon stratejilerinin ve hem de ateşleme frekansının (yorgunluğun) değerlendirildiği çalışmalardan olgular sunulacaktır. Bu olgu sunumlarında, hem takım ve hem de bireysel sporlara yer verilerek antrenörlük eğitimi programında yer alan tüm branşlara yönelik çıkarımlar yapılabilmesine yardımcı olunmaya çalışılacaktır. Bunun yanı sıra, 5. Kade-me antrenör adaylarımızın kendi branşlarında bu türden bir değerlendirme yapmak istediklerinde ne tür yöntemler izlenebileceği konusunda bilgi sahibi olmaları sağlanmaya çalışılacaktır.

Zamana Bağlı Değişimin İncelendiği Araştırma Örnekleri

Zamana bağlı değişimlerin incelendiği araştırmalar EMG sinyalinde gözlenen genlik (büyüklük) değerlerinin zaman içerisindeki değişimlerin incelendiği araştırmaları kapsamaktadır. Bu kısımda verilecek örnekler, literatürde yer almış çalışmaların bir derlemesi şeklinde olacaktır.

Okçuluk Örneği

Okçuluk sporu incelendiğinde, tipik tonik bir boyun refleksi dışında çoğunlukla statik bir spordur. Özellikle okçuluk performansını etkileyen en önemli süreçler olan çekiş, tam çekiş, nişan alma ve bırakış fazlarında gözlenen hareketler büyük önem taşımaktadır. Tam çekiş ve nişan alma aşamalarında klasik yayla atış yapan sporcular aynı zamanda “klikir” adı verilen özel bir yapının altından oku geçirecek bırakışlarını gerçekleştirmeye çalışırlar. Dolayısıyla klikir’in düşmesinden hemen önce ve kısa süre sonrasının incelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Okçuluk performansının değerlendirilmesi sırasında yoğun olarak ele alınan konuların başında ok atışı sırasında ortaya konulan kassal aktiviteilerinin incelenmesi gelmektedir (Resim 6.1). Ok atma hareketinin tanımlanmasına yönelik bu araştırmalarda, bir ok atışı sırasında aktif olarak görev alan kas yada kas grupları farklı araştırmacılar tarafından klikir’in düşüşüyle bağlantılı olarak incelenmiştir (Ertan, 2013).



Resim 6.1 Okçuluk performansının yüzeyel Elektromiyografi kullanılarak değerlendirilmesi çalışmalarından bir örnek.

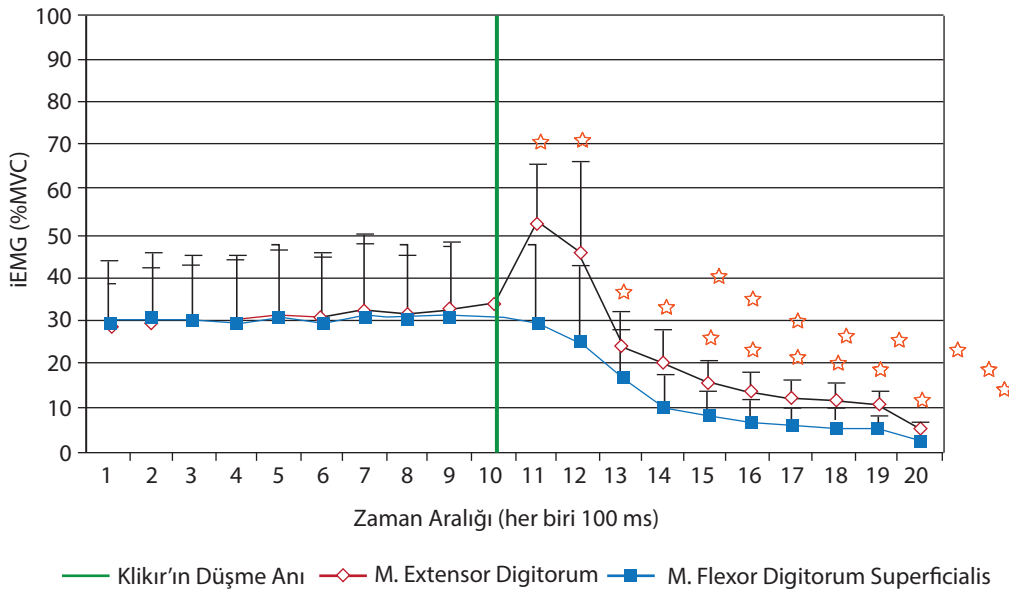
Kaynak: Prof.Dr. Hayri Ertan arşivindendir.

Ön Kol Kaslarının Kasılma-Gevşeme Stratejilerinin İncelenmesi: Okçular yüksek puan atabilmeleri için kirişi bırakmaları esnasında ön kol kaslarını uygun bir şekilde kasıp gevşetmelidirler. Ertan ve arkadaşları (2003) yaptıkları araştırmada ok atışı sırasında ön kol kaslarının kasılma gevşeme stratejilerini incelemişlerdir. Çalışmaya üst düzey (n = 10), orta düzey ve (n = 10) ve yeni başlayan (n = 10)

olmak üzere toplam 30 okçu katılmıştır. Bu araştırma da “Flexor digitorum superficialis” (MFDS) ve “Extensor digitorum” (MED) kaslarının EMG aktiviteleri incelenmiştir. Bu araştırmaya ilişkin bulgular Şekil 6.11, 6.12 ve 6.13’te verilmiştir.

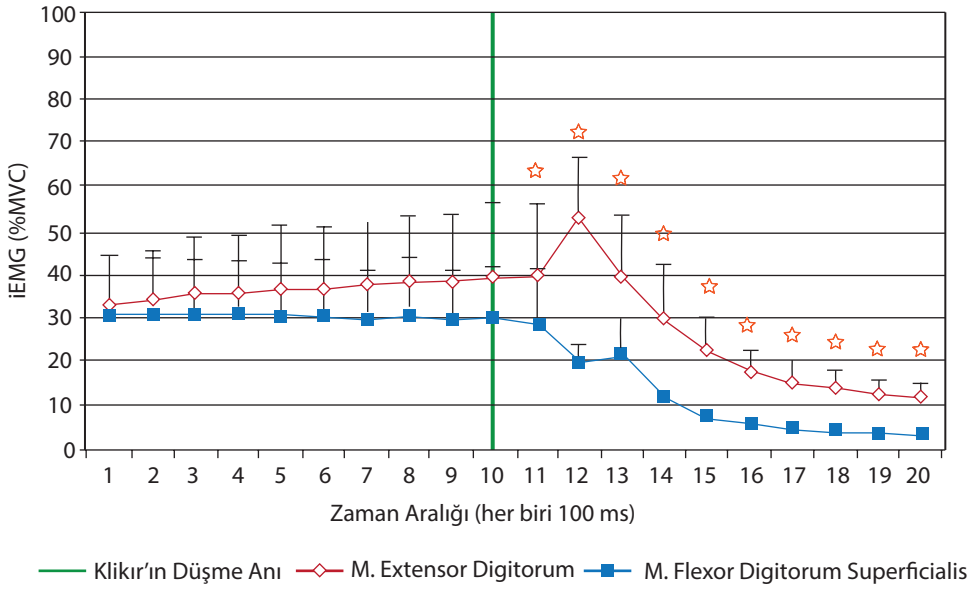
Şekil 6.11’de ön kol kaslarından MED ve MFDS’nin klikir’in düşmesinden 1000 ms öncesi ve 1000 ms sonrası aktivasyon değerleri görülmektedir. Klikir’in düşmesinden önceki süreçte bu iki ön kol kasının yaklaşık eşit düzeyde kasıldığı (izometrik kasılma) görülmektedir. Klikir’in düşmesinden yaklaşık 100 ms sonra MED kasında bir kasılma görülmektedir. MFDS kası ise sönümlenerek gevşemesini sürdürmektedir (Ertan ve ark., 2003).

Şekil 6.12 incelendiğinde, Şekil 6.11’de ortaya konulan üst düzey okçulara ait verilerden bir miktar farklılaşma olduğu görülebilmektedir. Üst düzey okçularda klikir’in düşmesi öncesi sergilenen izometrik kasılma ortadan kalkmış MED kasının daha fazla kasıldığı görülmektedir. Klikir’in düşmesiyle üst düzey sporcularda yaklaşık 100 ms sonra ortaya konulan kassal tepki orta düzey sporcularda yaklaşık 200 ms sonra ortaya çıkmıştır. Ayrıca klikir’in düşmesiyle birlikte MED kasında bir kasılma ve MFDS kasında ise bir gevşeme gözlenmektedir. Üst düzey okçularla kıyaslandığında orta düzey okçuların klikir’in düşüşüne karşı ortaya koydukları tepkinin daha geç ortaya çıktığı görülmektedir (Ertan ve ark., 2003).



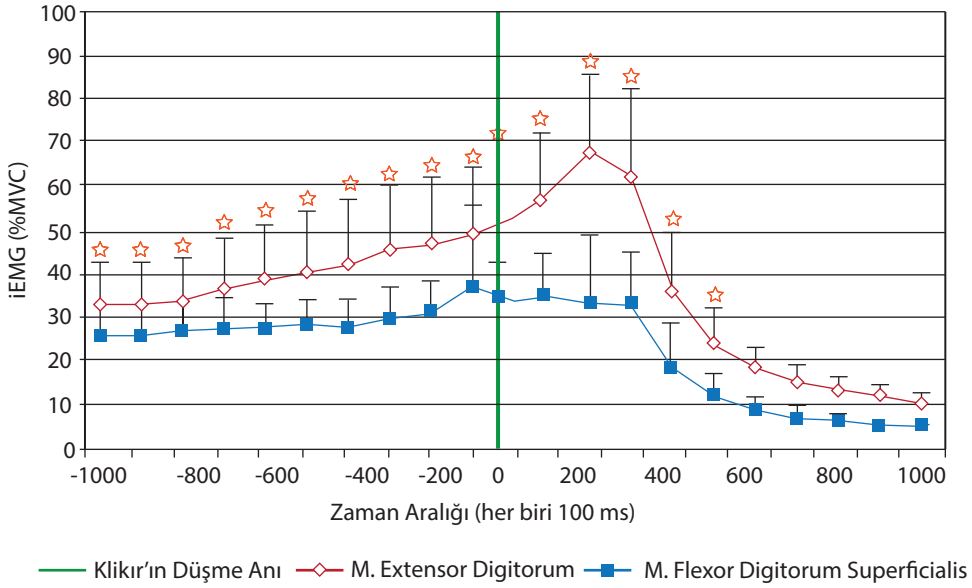
Şekil 6.11 Toplam 10 üst düzey (5 kadın ve 5 erkek) okçuya ait iEMG verileri (*MED ve MFDS kasları arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlı farklılık).

Kaynak: Ertan ve ark., 2003’ten uyarlanmıştır.



Şekil 6.12 Toplam 10 orta düzey (5 kadın ve 5 erkek) okçuya ait iEMG verileri (*MED ve MFDS kasları arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlı farklılık).

Kaynak: Ertan ve ark., 2003'ten uyarlanmıştır.



Şekil 6.13 Toplam 10 yeni başlayan (5 kadın ve 5 erkek) okçuya ait iEMG verileri (*MED ve MFDS kasları arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlı farklılık).

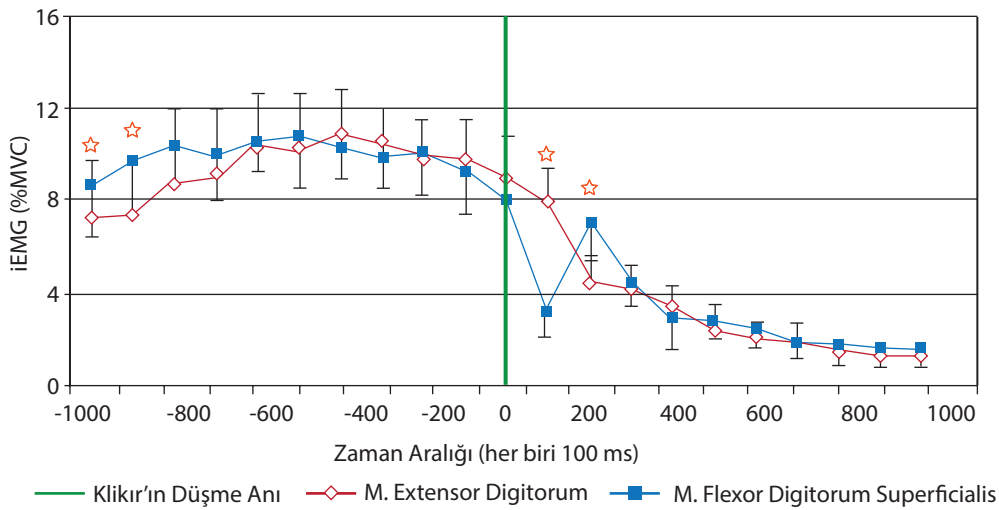
Kaynak: Ertan ve ark., 2003'ten uyarlanmıştır.

Şekil 6.13 incelendiğinde ise orta düzey okçularda klikir'in düşmesi öncesi ortaya çıkan iki kas arasındaki farklılık daha da artmıştır. Üst ve orta düzey okçularda olduğu gibi klikir'in düşmesiyle birlikte MED kasında bir kasılma ve MFDS kasında ise bir gevşeme gözlenmektedir. MED kasındaki tepe EMG aktivasyonu orta düzey okçularda olduğu gibi yaklaşık klikir'in düşmesinden 200 ms sonra ortaya çıkmaktadır. Üst ve orta düzey okçularla kıyaslandığında yeni başlayan okçuların klikir'in düşüşüne karşı ortaya

koydukları tepkinin daha geç ortaya çıktığı ve kendi maksimal istemli kasılmalarının yüzde değerinin de diğer gruplara oranla daha yüksek olduğu görülmektedir (Ertan ve ark., 2003).

Yukarıda verilen şekillerde görüleceği gibi araştırmaya katılan tüm okçuların klikir'ın düşüşünden sonra MED kaslarını aktif olarak kastıkları ve MFDS kaslarını kademeli olarak gevşettikleri gözlenmektedir.

Ertan ve arkadaşları (2011) yaptıkları olgu çalışmasında bir elit okçunun ön kol kaslarında ki aktivasyon değerlerini incelemişlerdir. Çalışmaya dahil edilen elit okçunun yukarıda belirtilen üç gruptan hem klikir'ın düşmesinden önce ve hem de sonra daha farklı bir kassal aktivasyon stratejisi sergilediği gözlenmiştir (Şekil 6.14). Klikir'ın düşmesinden önce her iki kas grubunda birbirine denk kasılma sergilemiştir. Buna ek olarak, kasılma düzeyi açısından diğer okçularla kıyaslandığında kendi maksimal istemli kasılmalarının daha düşük yüzdesiyle her iki kas grubunu devreye soktuğu görülmüştür.



Şekil 6.14 Bir elit okçuya ait iEMG verileri (*MED ve MFDS kasları arasında 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel anlamlı farklılık).

Kaynak: Ertan ve ark., 2003'ten uyarlanmıştır.

Elit okçunun kassal aktivasyon stratejileri klikir'ın düşmesinden sonra incelendiğinde en önemli farkın ortaya çıktığı görülmektedir. Diğer okçu gruplarından farklı olarak elit okçunun MED kasını aktif olarak kasmadığı, kirişin bırakılması için sadece MFDS kasını gevşettiği gözlenmektedir. Bu durumda kirişi serbestlemek için parmakları aktif olarak açmaya çalışmak yerine parmaklarını gevşeterek kirişin parmakları açarak ilerlemesine izin vermektedir. Bu durumun puanları düşürücü bir etken olduğu düşünülen kirişin yatayda yaptığı salınımı azaltacağı yorumu yapılabilecektir (Ertan ve ark., 2011).

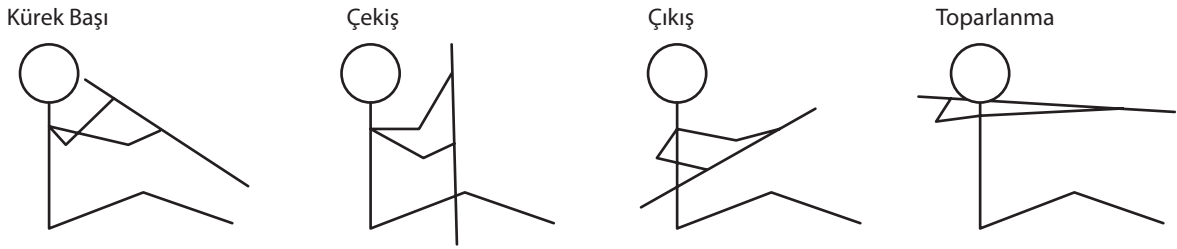
Bu bulgulardan hareketle, okçuların performans düzeyi arttıkça ön kol kaslarında özel bir kasılma gevşeme stratejisi geliştirdikleri görülmektedir. Bu stratejinin en ileri düzeyinin klikir'ın düşmesinden sonra MED kasının aktif olarak kasılmaması ve MFDS kasının ise ani olarak gevşetilmesiyle kirişin ileri doğru hareketiyle oku itmeye başlamasıdır. Tüm atış boyunca EMG verilerinin altında kalan alanın azalmasının da önemli bir performans göstergesi olarak kullanılabileceği ortaya konulmaktadır (Ertan ve ark., 2005).

Durgunsu Kayak Örneği

Kano sporcuları durgunsu kano yarışlarında kendilerine işaretçilerle ayrılmış engelsiz ve düz bir parkurda yarış mesafesi boyunca yarışlar (Begon, ve Colloud, 2008). 200m, 500m ve 1000m mesafelerde organize edilen yarışmalarda temel amaç yarışma mesafesini en kısa sürede kat etmek ve varış çizgisini rakiplerden önce geçebilmektir (Micheal vd., 2009).

Ertan ve ark., (2017) tarafından yürütülen araştırma projesi ve bu projenin çıktısı olacak şekilde Eren Kaya'nın (2018) yüksek lisans tez çalışması ve Kaya ve ark., (2017) tarafından yayınlanan makale kapsamında Durgunsu Kayak sporun bazı Nöro-Mekanik değerlendirmeler yapılmıştır.

Bahsedilen araştırmalara temel oluşturacak şekilde durgunsu kayak sporunda kürek çekiş hareketi dört fazdan oluştuğu ifade edilmiştir; (1) *kürek başı, kürek palasının suya teması ile başlar ve kürek palasının tamamen suya girmesi ile sonlanır*, (2) *çekiş, kürek palasının tamamen suya gömülmesi ile başlar ve sudan çıkmaya başlaması ile sonlanır*, (3) *çıkış, çekiş fazının sonu ile başlar ve kürek palasının sudan tam olarak çıkması ile sonlanır* ve (4) *toparlanma, kürek palasının sudan tam olarak çıkması ile başlar ve sonraki kürek çekişi için diğer kürek palasının suya girişi ile sonlanır* (Kaya ve ark., 2017) (Şekil 6.15).



Şekil 6.15 Kayak sporunda kürek çekiş hareketinin fazları.

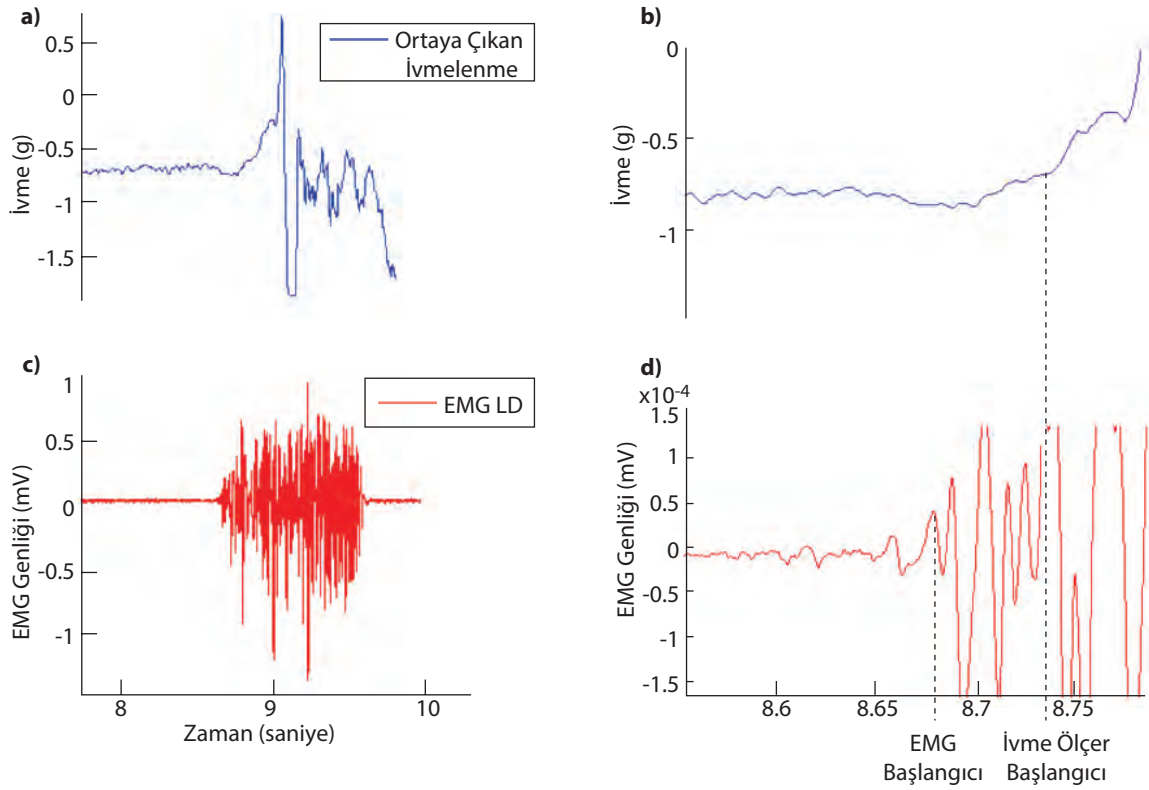
Kaynak: Kaya ve ark., 2017.

Kayak sporuna ilişkin yukarıda verilen araştırma girişimlerinin temel amacı, yüzeysel (Kinesiyolojik) EMG ile kürek çekiş hareketi esnasında oluşan kas eksitasyon (kasılma) ve inhibisyonlarının (gevşeme) analizi yapmaktır. Durgunsu kayak kürek çekişi esnasında, sporcunun özellikle üst ekstremité kaslarına yerleştirilen EMG elektrotları ile kas eksitasyon ve inhibisyonları gerçek zamanlı olarak kayıt altına alınmıştır. EMG verisinin yanı sıra, kürek palasına etki eden kuvvetlerin de incelenmesi amaçlanmıştır. EMG ve kuvvet ölçüm verileri eş zamanlı olarak analog-dijital çevirimi ile dijital ortamda kayıt altına alınmıştır (Resim 6.2). Bu veriler, bazı algoritmalar ile dijital ortamda işlenerek hareketin fazlarında (kürek başı, çekiş, çıkış, toparlanma) analize hazır hale getirilmiştir (Şekil 6.15).



Resim 6.2 Durgunsu Kayak sporunda yürütülen çalışmalardan bir görüntü.

Kaynak: Prof.Dr. Hayri Ertan'ın kişisel arşivinden



Şekil 6.16 Durgunsu Kayak sporunda yürütülen çalışmada ortaya konulan ilk bulgular.

Kaynak: Kaya ve ark., 2017.

Şekil 6.16 incelendiğinde “a” ile gösterilen akselerometre ve “c” ile gösterilen EMG verileri bulunmaktadır. EMG verisi kassal aktivasyonun başlama anını gösterirken, akselerometre verisi bu kassal aktivasyon sonucu ortaya çıkan hareketin başlama anını (kinematik çıktı) göstermektedir. Şeklin ağ tarafında ise aynı veri grubunun gerçek zaman değerlerini tespit etmek üzere belli oranda genişletildiğini görmekteyiz (Şekil 6.16: b ve d). “EMG onset” olarak ifade edilen ve ilk kassal aktivasyonun görülme anı ile “Accelerometer onset” olarak gösterilen mekanik çıktı arasında geçen süre **“Electromechanic Delay (EMD)”** olarak tanımlanmıştır.

✓ **Electromechanic Delay (EMD) (Elektromekanik Gecikme);**
İlk kassal aktivasyonun görülmesiyle ilk mekanik hareketin ortaya çıkması arasında geçen süre olarak tanımlanır.

Durgunsu kayak sporunda elektromekanik gecikmeyi farklı kas gruplarında incelediğimizde Tablo 6.1’de verilen durum ortaya çıkmaktadır.

Tablo 6.1 Kadın ve Erkek Durgunsu kayak sporcularında Latissimus Dorsi (LD), Posterior Deltoideus (PD) ve LD'den PD'nin çıkartılarak elde edilmiş değerlerini görmektedir. Zaman verileri (mili saniye) Ortalama±Standart Sapma olarak ifade edilmiştir.

Katılımcılar	EMD		
	LD	PD	LD - PD
Erkek	51,25±3,01	37,25±3,57	14,00±2,61
Kadın	61,13±2,94	49,37±4,43	11,75±4,46

Kaynak: Kaya ve ark., 2017.

Tablo 6.1 incelendiğinde Durgunsu Kayak sporcularında kürek palasının suya girişi sonrasında Posterior Deltoideus kasının Latissimus Dorsi kasından daha önce devreye girdiği ve hareketin doğası gereği bu iki kas grubu arasında Tablo 6.1'de verildiği miktarlarda elektromekanik gecikme farklılıkları olduğu saptanmıştır.

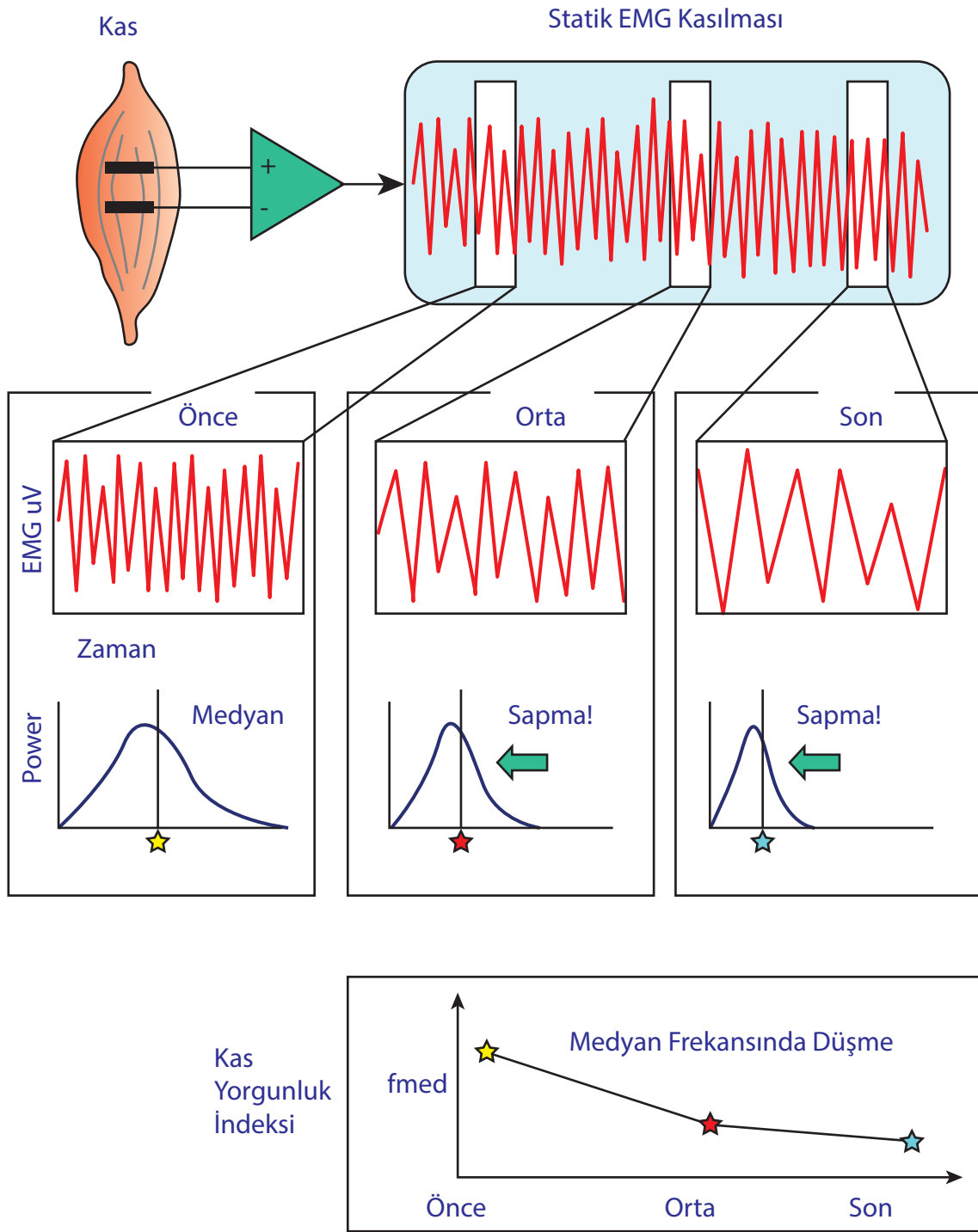
Yukarıda paylaşılan ve Kaya ve ark. (2017) tarafında yürütülen çalışmanın bulguları, Durgunsu Kayak sporcularının yaptıkları spor branşına özgü olarak ortaya çıkan nörolojik adaptasyonu da ortaya koymaktadır. Erkek sporcularda yaklaşık 14 ms ve kadın sporcularda 11 ms gecikmeyle iki kas grubunu devreye sokmaları önemli bir motor öğrenme başka bir deyişle kassal aktivasyon stratejisi olarak görülmektedir.

Frekans Boyutunda Yapılmış Araştırma Örnekleri

İnsan organizmasında oluşan kassal yorgunluğu değerlendirmek üzere EMG kullanılmaktadır. Daha önce belirtildiği üzere egzersiz süresi uzadıkça kasın ateşleme frekansında azalma gözlenmektedir.

Herhangi bir kasılma sırasında bütün motor birimler devreye girmezler. Motor ünitelerin farklı eşik değerlerine sahip olması bunun en önemli nedenidir. Motor ünitelerin bir kısmı daha düşük kuvvet üretimi gerektiren aktivitelerde (ince motor beceriler gibi) devreye girerken, bazıları da yüksek kuvvet gerektiren becerilerde (kaba motor beceriler gibi) devreye girerler. Bu nedenle, her motor ünite ayrı ateşleme frekansına da sahiptir. Bazı motor üniteler 8-12 Hz gibi bir frekans değerine sahipken ve daha az kuvvet üretimi gerektiren aktivitelerde devreye girerken, bazı motor üniteler ise 500 Hz seviyesine kadar yükselen ateşleme frekansı değerlerine sahip olabilirler. 8-12 Hz değerlerinden başlayıp 500 Hz değerlerine kadar varabilen EMG frekans bandının orta değeri (ortanca değer veya medyan) yaklaşık olarak 80 Hz değerleri seviyesindedir.

Sportif becerilerin sergilenişi sırasında yorgunluk değerlendirilmek istendiğinde EMG verilerinin frekans boyutunda değerlendirilmesi söz konusu olmaktadır. Egzersizin başında EMG frekans spektrumu 8-12 Hz değerlerinden başlayıp 500 Hz düzeylerine ve ortanca değerin is 80 Hz seviyelerinde olduğu görülürken, egzersizin devam ettirilmesine bağlı olarak ortanca değerin (medyan) sola doğru yaklaştığı yani 80 Hz değerlerinin altına indiği görülmektedir (Şekil 6.17).



Şekil 6.17 Kasal yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan medyan frekansında azalmanın gözlemlendiği yöntemin şematik gösterimi.

Kaynak: Konrad 2005'ten uyarlanmıştır.



Yaşamla İlişkilendir

Sakatlık Takibi, Takibi ve Önlenmesinde EMG Kullanımı

Sporcu sakatlıklarının önemli bir bölümünü kas sakatlıkları oluşturuyor. Özellikle futbolda milyonlarca dolarlık değere sahip profesyonel oyuncuların kas sakatlıklarını dünyanın küçük bir EMG cihazıyla önleyen Neurocess girişimi dünyaya açılıyor.

Profesyonel sporcularda sıkça görülen kas sakatlığının önüne geçmek mümkün. Geliştirdikleri ağa bağlı EMG cihazıyla kas sakatlıkları oluşmadan ölçülebilir verilerle önlenmesini sağlayan Neurocess girişimi özellikle profesyonel sporcuların sağlıklı bir şekilde spor hayatına devam etmesini sağlıyor. Geçtiğimiz yıl 250 bin dolar melek yatırım desteği alan girişim bu yatırımı yurtdışına açmak için kullanılabilecek. Özellikle İngiliz futbol kulüplerinin yanı sıra Türkiye'den de kulüpler çözümü kullanıyor.

Kaynak: <https://www.sabah.com.tr/ekonomi/2020/01/31/milyonluk-ayaklar-sakata-gelmesin>

Öğrenme Çıktısı



3 Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini açıklayabilme
4 Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini ilgili olduğu spor branşına uygulayabilme

Araştır 3

Kinesiyolojik Elektromiyografinin sportif performans değerlendirmede kullanım yöntemleri nelerdir?

İlişkilendir

Performans çıktısının değerlendirilmesinde Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerinin ne ölçüde ve ne şekilde kullanılabilir olduğunu kendi spor branşınızla ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Kendi spor branşınızda gözlenen bir hareket örüntüsünü (yüzmede serbest kol çekişi, voleybolda smaç kolu hareketi, basketbolda faul atışı, tekvandoda ap-çegi tekniği vb) aşamalarına ayırarak hangi aşamada hangi kas ve kas grupları devreye girmekte ve hangi kas ya da kas grupları devreden çıkmaktadır sorusunu tartışınız.

1

Sporda hareketin değerlendirilmesinde analiz yöntemlerini ayırt edebilme

Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi

Sportif performans ölçümleri anlık durumu tespit etmek için ya da bir süreci değerlendirmek için yapılır. Anlık durum tespitlerinin yapıldığı ölçümler test araçları (yüksek maliyetli, zor taşınabilen ve uzun ölçüm sürecine sahipken ile yapılırken) bir süreç ölçümü takip araçları (Daha az maliyetli, taşınabilir ve ölçüm kolaylığı sunmaktadır.) ile yapılır. Sporda önemli olan performans parametreleri, dayanıklılık, kuvvet, sürat çabukluk ve teknik becerilerdir. Bu parametrelerin hepsi farklı ölçüm araçları ile değerlendirilmektedir. Bunların arasında, teknik bir becerinin değerlendirilmesi; nitel, yarı nicel ve nicel yöntemlerle gerçekleştirilmekte olup her bir yöntemin kendine ait avantaj ve dezavantajları mevcuttur.

2

Kuvvet-hız profili analizine göre kuvvet-hız eğrisi antrenman bölgelerine yönlendirebilme

Sprint ve Sıçrama Örnekleri

Sporda önemli olan iki performans parametresi sprint ve sıçrama, alt ekstremité güç kapasitesi ile alakalıdır. Ortaya çıkan performans yatayda ve dikeyde kuvvet aktarımının ne kadar hızda gerçekleştirildiğine bağlı olarak değişmektedir. Bu performans durumunu tespit edebilmek için bilimsel olarak ortaya konmuş, kuvvet-hız profili analizi yapabilen maliyeti düşük geçerliliği-güvenilirliği ortaya konmuş telefon uygulamaları kullanılabilmektedir. Ölçümler sonucunda kişinin test değeri ile olması gereken değerler karşılaştırılarak F-V imbalance oranı ortaya çıkarılabilmektedir. Bu orana göre sporcunun bireysel olarak kuvvet mi yoksa hız ile alakalı eksiğini var tespit edildikten sonra, kuvvet hız eğrisindeki hareket bölgelerine göre antrenman yönlendirmeleri yapılabilmektedir. Burada hangi tür hareketler hangi şiddette yapılacak kuvvet-hız eğrisine göre organize edilmelidir.

3

Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini açıklayabilme

4

Nöro-Mekanik değerlendirme yöntemlerini ilgili olduğu spor branşına uygulayabilme

Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri

Nöro-mekanik değerlendirme kavramı içerisinde en etkili kullanılan araçlardan bir tanesi Kinesiyolojik yada Yüzeysel Elektromiyografi (yEMG) ölçümleridir. Merkezi sinir sisteminin hedef organlara gönderdiği elektro potansiyellerin ölçülüp anlamlandırılması amacıyla kullanılan yEMG bir çok farklı uygulama örneklerine sahiptir. Okçuluk örneğinde olduğu gibi anlatılan kassal aktivasyon (kasılma) ve inhibisyon (gevşeme) stratejilerinin incelendiği ve ilgili spor branşının performans kriterleri ile ilişkilendirilmesi söz konusu olabilir. Durgunsu Kayak sporu örneğinde ayrıntılı olarak anlatılan Elektromekanik Gecikmenin değerlendirilmesi de söz konusu olabilir. Bu örneklerin bir çok spor branşına uyarlanması söz konusu olabilmektedir. yEMG'nin kullanım alanlarından birisi de frekans boyutunda yapılan ve sporcunun kassal yorgunluk düzeyi hakkında bilgi veren boyutudur. Kasın ateşleme frekansının kriter alındığı bu yöntemde medyan frekansında ki azalma bir kassal yorgunluk kriteri olarak kullanılabilir.

1 Aşağıdakilerden hangisi içsel yükler arasında **yer almaz**?

- A. Kalp atım hızı
- B. Kan markerları
- C. Toplam katedilen mesafe
- D. Algılanan Zorluk Derecesi
- E. Wellness Anketi

- 2 I. Nitel Analiz
II. Yarı Nitel Analiz
III. Yarı Nicel Analiz
IV. Nicel Analiz

Yukarıda verilen yöntemlerden hangileri insan hareket örüntülerinin incelenmesinde kullanılmaktadır?

- A. I ve IV
- B. I, II ve IV
- C. I, II ve III
- D. I, III ve IV
- E. II, III ve IV

3 1TM'nin %80-90 aralığında yapılan F-V eğrisi antrenmanı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Maksimum Kuvvet
- B. Kuvvet-Sürat
- C. Zirve Güç
- D. Sürat Kuvvet
- E. Maksimum Sürat

4 $\dot{W} = \text{Kuvvet} \times \text{hız}$

Yukarıda verilen formülde “?” işareti yerine aşağıdakilerden hangisi gelmelidir?

- A. Sürat
- B. Enerji
- C. Kinematik
- D. Güç
- E. Yükseklik

5 Kuvvet-hız profili analizinin temel amacının en doğru verilme şekli aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Sporcuların bireysel analizleri yapılarak, V-P imbalance yüzdesi oluşturmak.
- B. Zirve güç antrenmanlarına karar vermek.
- C. Olimpik kaldırış tekniklerine karar vermek.
- D. Test ölçüm aracı olarak kullanmak.
- E. Takip ölçüm aracı olarak kullanmak.

6 Aşağıdakilerden hangisi sprint performansını geliştirmek için kullanılır?

- A. Dikey kuvvet aktarımı sağlayan hareketler
- B. Yatay kuvvet aktarımı sağlayan hareketler
- C. Diyagonal kuvvet aktarımı sağlayan hareketler
- D. Dikey hız antrenmanları
- E. Diyagonal hız antrenmanları

7 “Agonist” kelimesinin anlamı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Devreden çıkan kas
- B. Ön grup kas
- C. Arka grup kas
- D. Devreye giren kas
- E. İnce kas

8 Bir fiziksel aktivite sırasında, o fiziksel aktivitenin gerektirdiği fiziksel, fizyolojik, biyomekanik ve psikolojik verimi aşağıdakilerden hangisi ifade eder?

- A. Performans
- B. Kinetik
- C. Enerji
- D. Monitörizasyon
- E. Kinematik

9 İnsan organizmasında iskelet kaslarda görülebilecek en düşük frekans aşağıdakilerin hangisinde doğru bir şekilde verilmiştir?

- A. 450 – 500 Hz
- B. 350 – 449 Hz
- C. 150 – 349 Hz
- D. 50 – 149 Hz
- E. 8 – 12 Hz

10 İnsan organizmasının iskelet kasında yorgunluk oluştuğunda frekans boyutlu değerlendirmede aşağıdaki parametrelerden hangisinde azalma görülür?

- A. Standart sapma değerinde
- B. Aritmetik ortalama değerinde
- C. En sık tekrarlanan değer (mod) frekansında azalma
- D. Tepe değer frekansında
- E. Ortanca değer (medyan) frekansında

1. C

Yanıtınız yanlış ise “Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. D

Yanıtınız yanlış ise “Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. B

Yanıtınız yanlış ise “Sprint ve Sıçrama Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. D

Yanıtınız yanlış ise “Sprint ve Sıçrama Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. A

Yanıtınız yanlış ise “Sprint ve Sıçrama Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. B

Yanıtınız yanlış ise “Sprint ve Sıçrama Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. D

Yanıtınız yanlış ise “Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. A

Yanıtınız yanlış ise “Performansın Ölçülmesi ve Hareketin Değerlendirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. E

Yanıtınız yanlış ise “Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. E

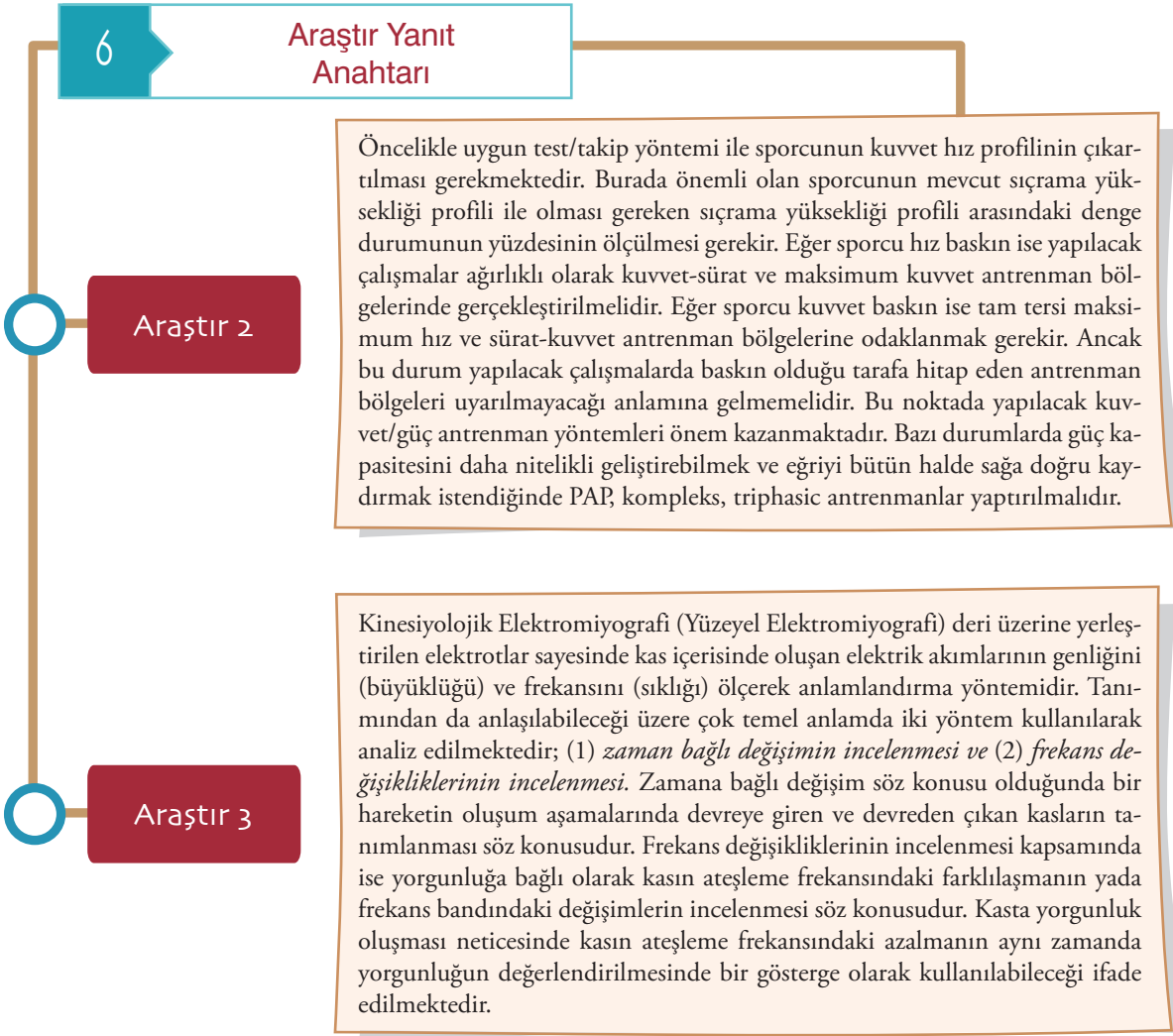
Yanıtınız yanlış ise “Nöro-Mekanik Değerlendirmede Bazı Uygulama ve Olgu Örnekleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Testler genellikle maliyeti yüksek, zaman alan ve yılın 4 farklı zamanında durum tespiti amaçlı kullanılan, monitörizasyon kullanımı kolay, zaman almayan her antrenman ve müsabaka süresince yada sonrasında veya her hafta uygulanabilen ölçüm yöntemleridir. Bu anlamda sezon öncesi hazırlık dönemi başlamasını takiben yapılan testler sonucu bir periyotlama yapıldığını varsayalım. Müsabaka dönemi başlamadan tekrardan aynı testler yapılarak performans gelişimi ve sporcuların durumunu tespit etmek isteyelim. Elimizdeki sporcu sayısının %90'ı gelişim göstermiş %10 unda istendik durum oluşmadığında, kendi periyotlamamız hakkında şu şekilde düşünebiliriz. Sporcuların büyük bir çoğunluğu gelişim göstermiştir. Bazı sporcular sakatlık, bireysel eksiklik, farklı sebeplerden dolayı antrenmansızlık durumu vs. den dolayı gelişim sağlayamadı. Bu bir şekilde antrenör olarak kişiyi tatmin edebilir. Ancak farklı bir senaryo ortaya koyarsak; sporcuların 40'ından gelişim var %60'ından istendik durum oluşmadı. Bu durumda sporcuları değil kendimizi sorgulamamız gerekir. Ancak 1 aylık hazırlık süreci geçtiğinden ve müsabakalar başlayacağından çok geç kalınmış olunur. Bu nedenle sporcuların günlük ve haftalık takiplerinin yapılacağı teknoloji ve ölçümleri kullanmak hem sorunu erken tespit etmek hem de bireysel nitelikte eksiklere göre antrenman organizasyonu yapmak açısından önemlidir.



Kaynakça

- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M. ve Lockey, R.A. (2015). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sport Science*, 33(15), 1574-1579.
- Balsalobre-Fernández, C., Agopyan, H. ve Morin, J. B. (2017). The validity and reliability of an iPhone app for measuring running mechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 33(3):222-226.
- Begon, M., Colloud, F. ve Lacouture, P. (2008). Measurement of contact forces on a kayak ergometer with a sliding footrest seat complex. *Sports Engineering*, 11(2), 67-73.
- Bartlett, R. M. (2007). *Introduction to Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns*. London: Routledge.
- Brady, C., Comyns, T., Harrison A. ve Warrington G. (2017). Focus of Attention for Diagnostic Testing of the Force-Velocity Curve. *Strength and Conditioning Journal*, 39(1):57-70.
- Cerrah, A. O., Şimşek, D. ve Ertan, H. (2015). Hareketin Kinematik Çözümlemesi: Futbolda Topa Vuruş Örneği. *Korkut Yalıtıkaya X. Klinik Nörofizyoloji Sempozyumu*. (s. 31 – 42). Palme Yayıncılık, Turkey.
- Comfort, P., Stewart, A., Bloom, L. ve Clarkson, B. (2013). Relationships between strength, sprint, and jump performance in well-trained youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(1):173-177.
- Cormie, P., McGuigan, M. R. ve Newton, R. U. (2010). Adaptations in Athletic Performance after Ballistic Power versus Strength Training. *Med Sci Sports Exerc*, 42(8):1582-1598.
- Cronin, J. ve Sleivert, G. (2005). Challenges in Understanding the Influence of Maximal Power Training on Improving Athletic Performance. *Sports Med.*, 35(3):213-234.
- Cronin, J., Ogden, T. ve Lawton, T. (2007). Does increasing maximal strength improve sprint running performance? *Strength and Conditioning Journal*, 29(3):86-95.
- Cross, M. R., Brughelli, M., Brown, S. R., Samozino, P., Gill, N. D., Cronin, J. B. ve Morin, J. B. (2015). Mechanical properties of sprinting in elite rugby union and rugby league. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(6):695-702.
- Cross, M. R., Brughelli, M., Samozino, P., Morin, J. B. (2017). Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A Narrative Review. *Sports Medicine*, 47(7), 1255-1269.
- Ertan, H. (2013). *Okulda Kasal Aktivasyon*. Ankara: Pelikan Yayınları, Ankara.
- Ertan, H., Kentel, B., Tümer, S. T., Korkusuz, F. (2003). Activation Patterns in Forearm Muscles during Archery Shooting. *Human Movement Science*, Vol. 22, 37 - 45.
- Ertan, H., Kaya E., Bayram, İ., Şimşek, D. ve Cerrah, A. O. (2017). *Durgunu Kayak Sporunda Kürek Palası Alanı ve Kürek Boyu Değişikliklerinin Nöro-Mekanik Yöntemlerle Değerlendirilmesi*. Eskişehir: Eskişehir Teknik Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 1704S098.
- Ertan, H., Soylu, A. R., Korkusuz, F. (2005). Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(2): 222-227.
- Ertan, H., Knicker, A. J., Soylu, R. A. ve Strüder, H. K. (2011). Individual variation of bowstring release in high level archery: a comparative case study. *Human Movement*, 12(3), 273-276.
- Farina, D., Fosci, M. ve Merletti, R. (2002). Motor unit recruitment strategies investigated by surface EMG variables. *Journal of applied physiology*, 92(1), 235-247.
- Küçük, H., Tepe, C. ve Eminoğlu, İ. (2012). Amyotrofik Lateral Skleroz (ALS) Hastalığının Destek Vektör Makinesi ile Teşhisi Diagnosis of Amyotrophic Lateral Sclerosis (ALS) with Support Vector Machine. *ELECO '2012 Elektrik - Elektronik ve Bilgisayar Mühendisliği Sempozyumu*, 29 Kasım - 01 Aralık 2012, Bursa.

- Kaya, E., Bayram, İ., Cerrah, A. O. ve Ertan, H. (2017). Motion Adaptive Electromechanical Delay Measurement: Flatwater Kayak Stroke Implication. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 9(2).
- Komi, P. V. (Ed.). (1992). *Strength and power in sport* (pp. 169-179). Oxford: Blackwell scientific publications.
- Konrad, P. (2005). *The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1(2005), 30-5.
- Light, N. ve Thorborg, K. (2016). Adductor Squeeze Testing In Soccer: Precision, Torque Production & Implications For Screening. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22).
- McBride, J. M., Kirby, T. J., Haines, T. L. ve Skinner, J. (2010). Relationship between relative net vertical impulse and jump height in jump squats performed to various squat depths and with various loads. *Int J Sports Physiol Perform*, 5(4):484-96.
- McGuigan, M. (2017). *Monitoring training and performance in athletes*. USA: Human Kinetics.
- McMaster, D. T., Gill, N. D., Cronin, J. B. ve McGuigan, M. R. (2016). Force-Velocity-Power Assessment in Semiprofessional Rugby Union Players. *J Strength Cond Res*, 30(4):1118-26.
- Morin, J. B., Edouard, P. ve Samozino, P. (2011). Technical ability of force application as a determinant factor of sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(9):1680-1688.
- Micheal, S. J., Smith, R. ve Rooney, B. K. (2009). Determinants of kayak paddling performance. *Sports Biomechanics*, 8(2), 167-179.
- Payton, C. J. ve Bartlett, P. M. (2008). *Biomechanical Evaluation of Movement in sport and exercise*. USA: Routledge.
- Reiman, M. P. ve Manske, R. C. (2009). *Functional Testing in Human Performance*. USA: Human Kinetics.
- Reyes, P. J., Samozino, P., Brughelli, M. ve Morin, J. B. (2017). Effectiveness of an individualized training Based on Force-Velocity Profiling during Jumping. *Frontiers in Physiology*, 7, 677.
- Samozino, P., Rejc, E., Di Prampero, P. E., Belli, A. ve Morin, J. B. (2012). Optimal force-velocity profile in ballistic movements—altius: citius or fortius? *Med. Sci. Sports Exerc.* 44, 313-322.
- Samozino, P., Rabita, G., Dorel, S., Slawinski, J., Peyrot, N., Saez de Villarreal, E. ve Morin, J. B. (2016). A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 26(6), 648-658.
- Samozino, P., Edouard, P., Sangnier, S., Brughelli, M., Gimenez, P. ve Morin, J. (2014). Force-velocity profile: imbalance determination and effect on lower limb ballistic performance. *International Journal of Sports Medicine*, 35(6):505-510.
- Soriano, M. A., Jiménez-Reyes, P., Rhea, M. R. ve Marín, P. J. (2015). The Optimal Load for Maximal Power Production During Lower-Body Resistance Exercises: A Meta-Analysis. *Sports Med*, 45, 1191-1205.
- Suchomel, T. J. ve Sole C. J. (2017). Power-Time Curve Comparison between Weightlifting Derivatives. *Journal of Sports Science Medicine*, 16(3): 407-413.
- Zatsiorsky, V. M. (2003). Biomechanics of strength and strength training. *Strength and power in sport*, 3, 439-487.

■ İnternet Kaynakları

http-1: scienceforsport.com

Bölüm 7

Spor Biyomekaniği III

öğrenme çıktıları

Biyomekanik ve Spor

- 1 Biyomekanik bilim dalını, sporda kullanım amaçlarını ve kullanılan analiz yaklaşımlarını tanımlayabilme

İnsan Vücudunun Katı Cisim Olarak Modellenmesi ve Hareket Analizi

- 4 İnsan vücudu modelinin nasıl oluşturulduğunu açıklayabilme
- 5 Model kullanarak hareketle ilgili bileşenleri hesaplayabilme

Katı Cisimler Mekaniği ve Kütle Merkezi

- 2 Katı cisimler mekaniğinin biyomekanik alanında kullanımını kavrayabilme
- 3 Katı cisim modellemesi ve kütle merkezi arasındaki ilişkiyi açıklayabilme

Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG)

- 6 Kinesiyolojik Elektromiyografi'yi (EMG) tanımlayabilme
- 7 Kinesiyolojik Elektromiyografi'nin (EMG) spor ve spor bilimleri alanında kullanımını tanımlayabilme

Anahtar Sözcükler: • Kuvvet • Hareket • Mekanik • Biyomekanik • Kinetik • Kinematik • Elektromiyografi (EMG)



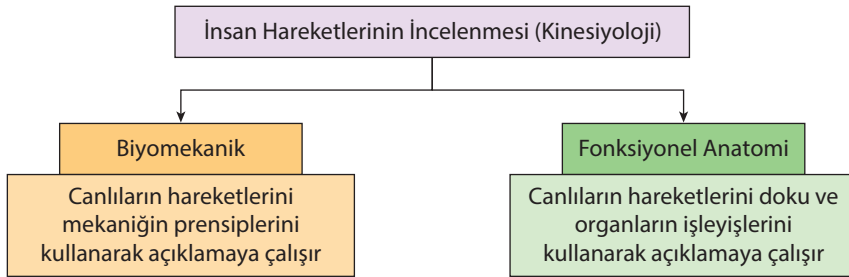
GİRİŞ

Kitabımızın bu bölümünde biyomekanik bilim dalını açıklayarak sporcuların hareketlerini analiz ederken sıkça kullanılan insan vücudunun katı cisim olarak modellenmesi yöntemine değineceğiz. Bu bölümü tamamladığınızda tüm modelleme teknikleri ile ilgili derinlemesine bilgiye sahip olamayabilirsiniz. Ancak sportif performansı değerlendirmede kullanılan hareket analizinde insanın neden modellenmesi gerektiğini ve modelleme için önemli olan kütle merkezinin nasıl hesaplandığı konusunda önemli bilgileri kazanacaksınız. Böylelikle sizler de 2 boyutlu bir insan modelini oluşturabilecek ve bu model üzerinde kütle merkezlerinin konumunu hesaplayabileceksiniz. Bununla birlikte, bölüm içerisinde verilen kinetik ve kinematik ile ilgili değişkenleri kullanarak bu alanda çeşitli hesaplamalar yapabileceksiniz.

BIYOMEKANİK VE SPOR

Yunanca “yaşam” anlamını taşıyan ‘Biyo’ (βίος) kelime kökü, eğer bir bilim dalı isminin (ör: kimya, fizik) önünde kullanılıyorsa (ör: biyokimya, biyofizik) o bilim dalının yaşamla ya da yaşayan varlıklarla ilgilendiğini gösterir. Buradan yola çıkarak **biyomekaniği**, kuvvetlerin yaşayan varlıklar ve hareketleri üzerindeki etkilerini mekaniğe ait prensipleri kullanarak inceleyen bilim dalı olarak tanımlamak mümkündür. Spor ve egzersiz alanında biyomekaniğin temel odağı insandır ve çalışma alanları, sportif faaliyetlerde performansa katkı sağlamak için kullanılır.

✓ Canlı hareketlerini mekaniğe ait prensipleri kullanarak açıklamaya çalışan bilim dalına **biyomekanik** denir.



Şekil 7.1 İnsan hareketlerini inceleyen bilim dalları.

Biyomekaniğin Spor Alanında Kullanımı

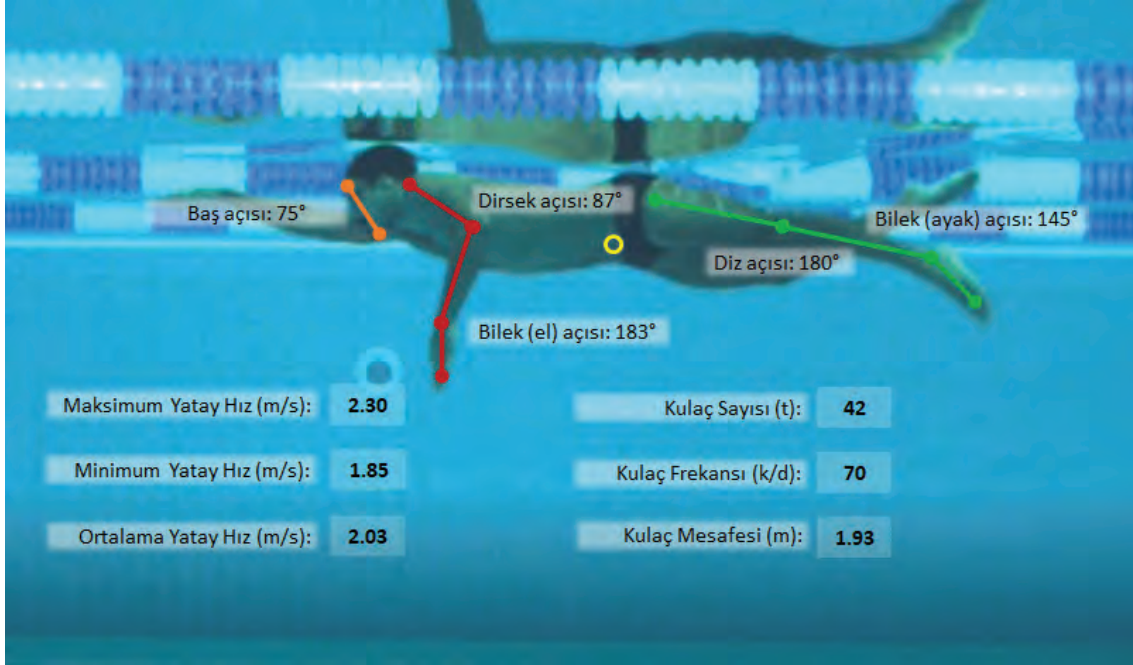
Alanda faaliyet gösteren bilim insanları, teknisyenler, antrenörler, fizyoterapistler, kondisyonerler ve dahası; biyomekanikten teknik ve taktiğin geliştirilmesi, performans sırasında ve rehabilitasyonda kullanılan malzeme kalitesinin ve etkinliğinin artırılması, antrenmanlarda verimin artırılması, sakatlığın önlenmesi ve rehabilitasyon sürecinin beklenen sürede ve sağlıklı tamamlanması gibi amaçlara ulaşmak için faydalanırlar. Sportif performansa katkı sağlamak amacıyla biyomekanikten yararlanmak, çoğunlukla çok disiplinli çalışmalar gerektirir. Hareketi incelemek amacıyla toplanan verinin uzman değerlendirmesi olmadan performansa doğrudan katkı yapması beklenmemelidir. Örneğin, bir 100 m koşucusunun müsabakadaki 30-60 m arasındaki ortalama hızını arttırmak isteyen antrenörün, biyomekanik alanında çalışan bir bilim insanından yardım istediğini düşünelim. Bu istek doğrultusunda, video kamera ile kayıt altına alınan görüntülerden adım frekansı ve adım uzunluğu değerleri hesaplanmış olsun. Elde edilen sonuçların sporcunun performansına katkı sağlayabilmesi, konunun uzmanları (antrenör, teknik direktör vb.) tarafından doğru yorumlanarak hedefe yönelik antrenman programlarının oluşturulmasında kaynak olarak kullanılması ile müm-



dikkat

Harekete dair ölçüm sonuçlarının alanda yansımaları görebilmek, uzman kişilerin sonuçları yorumlamasına ve ileriye yönelik çözüm üretmesine bağlıdır.

kün olacaktır. Eğer konu uzmanları, belirtilen mesafede hızlanmanın (pozitif ivmelenmenin) sürdürülebilmesi için adım frekansının artırılacağı görüşünde iseler sporcunun çabukluğunu geliştirmeye yönelik antrenmanlarında değişikliğe, adım uzunluğunun artırılacağı veya azaltılacağı görüşünde iseler sporcunun tekniğinde değişikliğe gidebilirler.



Resim 7.1 Bir yüzücünün performans analizi.

Biyomekanikte Analiz Yaklaşımları

Sporcuların performanslarının analiz edilmesi için **kalitatif (nitel)** ve **kantitatif (nicel)** yaklaşımlar tercih edilebilir. Daha çok gözlem yoluyla, verilerin sayısallaştırılmadan kullanıldığı kalitatif yaklaşımlara spor alanlarında sıklıkla rastlamak mümkündür. Bir antrenörün ya da eğitmenin, sporcusunun performansını gözlemlerken teknik hataları tespit etmesi ve bu hataları düzeltmek için sporcusuna performans sırasında veya sonrasında geri dönüt vermesi, kalitatif yaklaşımın tekniği geliştirmek için kullanılmasına verilecek örneklerden biridir. Kantitatif yaklaşımlarda ise durum biraz daha farklıdır. Sporcunun performansının kantitatif yaklaşımlar kullanılarak analiz edilmesi için mutlaka bir ölçüm yapılması ve incelenecek değişkenin (ör: eklem açısı, yer tepki kuvveti) sayısallaştırılması gerekmektedir. Daha çok kapalı/açık alan laboratuvar ortamları ve sofistike ölçüm ekipmanları gerektiren kantitatif yaklaşım, performansla ilgili değişkenler hakkında araştırmacılara daha detaylı bilgi sunmakla beraber, kuvvet ya da moment gibi gözle görülemeyen değişkenlerin de analizlerde kullanılabilir olmasını sağlar.

✓ Gözlem yoluyla elde edilen verilerin sayısal değerler kullanılmadan analiz edilmesine **kalitatif yaklaşım**, bir ölçüm sonucu elde edilen sayısal verilerin analiz edilmesine **kantitatif yaklaşım** denir.

Mekanik ve Biyomekanik İlişkisi

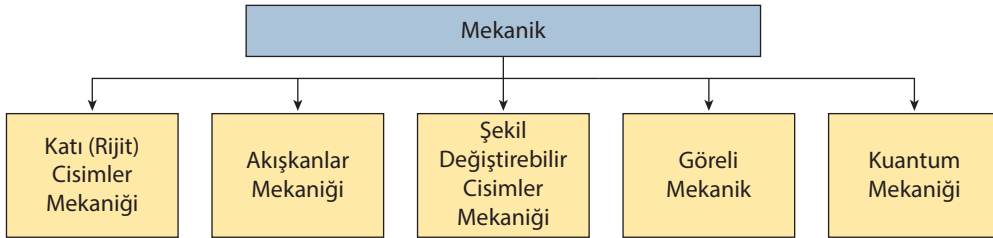
İnsan hareketlerini açıklamada sayısal değerler ve matematiksel hesaplamalar kullanıldığında biyomekanikğin mekanik ile olan ilişkisi daha çok hissedilebilir hale gelir. Akışkanlar, şekil değiştirebilir cisimler ve katı (rijit) cisimler mekaniği prensiplerinin biyomekanik ile ilişkili çalışmalarda sıklıkla kullanıldığını görmek mümkündür. Hava ve su gibi akışkanların oluşturduğu direnç ve kaldırma kuvvetlerinin sportif

performans üzerindeki etkilerinin incelenmesi akışkanlar mekaniğinin konusudur. Örneğin, bir koşucunun veya bir yüzücünün performansları sırasında karşılaştığı hava direncinden ya da suyun kaldırma kuvvetinden nasıl etkilendikleri akışkanlar mekaniği prensipleri kullanılarak analiz edilebilir. Şekil değiştirebilir cisimler mekaniği ise, bir cisme kuvvet uygulandığında o cismin şeklinde meydana gelen değişimleri ve hareketini inceler. Koparma kaldırışının ayağa kalkış fazında ağırlığın etkisi nedeniyle sporcunun radius ve ulna (ön kol kemikleri) kemiklerinde meydana gelen deformasyonlar, şekil değiştirebilir cisimler mekaniği prensipleri kullanılarak analiz edilebilir. Katı cisimler mekaniğinde cisimlerin herhangi bir kuvvetin etkisiyle şeklinin değişmeyeceği kabul edilir veya meydana gelen şekil değişikliği hesaplamalarda göz ardı edilir. Katı cisimler mekaniği prensipleri, şekil değiştirebilir cisimler ve akışkanlar mekaniği prensipleri ile kıyaslandığında spor biyomekaniğinde en sık kullanılır. İnsan vücudunu oluşturan dokuların yapısal özelliklerine bakıldığında dokuların, mukavemet ya da dokulara etki eden kuvvetlerin büyüklüğü gibi değişkenlere bağlı olarak şekil değiştirebileceği bir gerçektir. Bu yönüyle şekil değiştirebilir cisimler mekaniği prensipleri biyomekanik alanında kullanılmaya daha uygun gibi görünse de insanın morfolojik yapısındaki muazzam kompozisyon, matematiksel hesaplamaları oldukça komplike hale getirmektedir. Bu nedenle biyomekanik alanında çalışanların büyük bir bölümü hatalara sebep olabilecek zorlu ve çoklu hesaplamalardan kaçınmak ve daha hızlı sonuç almak adına vücut parçalarını, hatta bazen vücudun tamamını tek bir katı cisim olarak kabul ederek matematiksel hesaplamalarını katı cisimler mekaniği prensiplerini kullanarak yaparlar.



dikkat

Biyomekanik analizlerde şekil değiştirebilir cisimler mekaniği prensipleri yerine katı cisimler mekaniği prensiplerinin daha fazla kullanılmasındaki temel amaç, komplike matematiksel hesaplamalardan kaçınarak hata olasılığını düşürmek ve hızlı sonuç alabilmektir.



Şekil 7.2 Mekanik bilim dalının alt dalları.

Öğrenme Çıktısı



1 Biyomekanik bilim dalını, sporda kullanım amaçlarını ve kullanılan analiz yaklaşımlarını tanımlayabilme

Araştır 1

Biyomekaniğin sporda malzeme geliştirme ve malzeme seçimi üzerindeki etkileri nelerdir?

İlişkilendir

Biyomekanik bilim dalının kullanım alanlarından sporcunun teknik kapasitesinin geliştirilmesini seçtiğiniz bir spor dalı ile ilişkilendirip neler yapabileceğinizi yorumlayınız.

Anlat/Paylaş

Bir sporcunun spor hayatı boyunca biyomekanik bilim dalı ile hangi durumlarda karşılaşabileceğini tartışınız.

KATI CİSİMLER MEKANİĞİ VE KÜTLE MERKEZİ

Katı cisimler mekaniği, klasik mekanik prensiplerinin kullanıldığı bir alandır; statik ve dinamik olmak üzere ikiye ayrılır. Statik durağan ya da sabit hızla hareket eden cisimlerin, dinamik ivmelenen cisimlerin mekaniğini inceleyen alanlardır. Dinamik, kinetik ve kinematik olmak üzere ikiye ayrılır. Kinematik cisimlerin hareketini ve hareketle ilgili değişkenleri kuvvetten bağımsız olarak inceler. Bunun yanında kinetik, kuvvetin harekete olan etkisini inceler. Etik değerler nedeniyle insan vücudu içerisine kinetik ve kinematik değişkenleri ölçmeye yönelik cihazların yerleştirilmesi mümkün değildir. Bu nedenle ölçümler, harici cihazlar ile yapılmaktadır. İnsan hareketlerinin analizinde kinematik ve kinetik veriler ayrı ayrı kullanılabilir gibi birlikte de kullanılabilir. Bir yüzücünün çıkış bloğu üzerinde sergilemiş olduğu performansın uçuş mesafesi üzerindeki etkisinin iki boyutta incelendiği, verilerin toplanması için havuz kenarına bir kameranın, çıkış platformunun

üzerine de bir kuvvet platformunun yerleştirildiği bir çalışma düşünelim. Burada uçuş mesafesini belirleyen kinematik değişkenler yüzücünün kütle merkezinin çıkış anındaki açısı ve hızı, kinetik değişkenler ise platform yüzeyinde oluşan ve yüzücünün kütle merkezine etki eden bileşke tepki kuvvetinin yönü ve büyüklüğüdür. Bununla beraber yüzücünün çıkış anındaki kütle merkezinin konumu kinetik ve kinematik değişkenler kullanılarak yapılacak hesaplamalar için ihtiyaç duyulan ortak değişkendir. Örnekten de anlaşılabileceği gibi kütle merkezinin konumu doğru hesaplanabilmesi hem kinematik hem de kinetik analizler için büyük önem taşımaktadır.



dikkat

Biyomekanik analizlerde ileriye ve geriye yönelik kestirimler yapabilmek için kinematik ve kinetik verilere ihtiyaç duyulur. İki veri tipinin beraber kullanımı kestirimleri güçlendirir.



Resim 7.2 İnsan Vücudunun Modellenmesi.

İnsanın Kütle Merkezinin Bulunması ve Katı Cisim Olarak Modellenmesi

Kütle merkezi bir cismin ya da cisimlerden oluşan bir sistemin kütesinin ya da ağırlığının etrafında eşit olarak dağıldığı nokta olarak tanımlanabilir. Katı cisimler mekaniği prensipleri kullanılarak yapılan hesaplamalarda vücut bölümlerinin sabit bir kütle merkezine sahip olduğu ve hareketi oluşturan kuvvetlerin bu merkezlere etki ettiği varsayılır. İnsan vücudunun bölümlerine ait kütle merkezlerinin biliniyor olması kinetik ve kinematik değişkenlerin hesaplanmasını kolaylaştırır.

✓ Kütle merkezi

Bir nesneye veya nesnelerden oluşan bir sisteme göre tanımlanan bir konumdur. Bu konum, sistemin tüm parçalarının kütlelerine göre ağırlıklandırılmış ortalaması kullanılarak bulunur.

İnsan vücudunun belirgin bir şeklinin olmaması ve vücut bölümlerinin birbirlerine bağlandığı alanların kesin bir ayırım noktası olmaması vücut bölümlerinin hacimlerinin, kütlelerinin ve kütle merkezlerinin bulunmasını zorlaştırır. Araştırmacılar bu probleme farklı ölçüm araçları ve yöntemleri kullanarak cevap bulmaya çalışmışlardır. Su taşıma, fotogrametri, reaksiyon tahtası, çabuk bırakma, mekanik titreşim, X ışınları ile görüntüleme, manyetik rezonans ile görüntüleme gibi birçok farklı yöntem insan vücudunu anlayabilmek ve

kütle merkezlerini hesaplayabilmek için kullanılmıştır. Kadavra çalışmaları insan vücudunun bölümlerinin ve tamamının kütle merkezlerinin bulunmasında büyük rol oynayan öncül çalışmalardır.

Kadavra çalışmalarında araştırmacılar vücut bölümlerini kendi belirledikleri anatomik noktalardan vücuttan ayırarak çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. On dokuzuncu yüzyılda başlayan bu çalışmalarda Harless (1860) ve Braune ve Fischer (1889) vücut bölümlerini (alt bacak, üst kol vb.) eklemlerinden (diz, dirsek vb.) ayrılarak bu bölümlerin kütlelerini, kütle merkezlerinin yerlerini ve kütlelerinin vücutun tamamına oranını bulmuşlardır. Ardından Dempster (1955) daha önce belirtilen değişkenler ile birlikte vücut bölümlerinin yoğunluklarını ve eylemsizlik momentlerini hesaplamıştır. Dempster (1955) bu çalışmasında vücut bölümlerinin birbirinden ayrıldığı yerleri bölüm uçlarındaki (proksimal ve distal) eklemlerin dönme noktaları olarak belirlemiştir. Bu yöntem anatomik referans noktalarının belirlenmesinde halen altın standart olarak kabul edilmektedir. Clauser ve Ark. (1969), vücut bölümlerinin antropometrisiyle ilgili mevcut bilgileri desteklemek ve daha doğru tahminlerde bulunabilmek üzere tasarlanmış bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmada her bir vücut bölümü için hacim, kütle ve kütle merkezi hesaplarının yapılmasıyla birlikte;uzunluk, çevre ve genişlik gibi antropometrik veriler de toplanmıştır. Elde edilen verilerden, canlı bireylerde vücut bölümlerinin eylemsizlik parametrelerini belirlemek için çeşitli regresyon eşitlikleri oluşturulmuştur. Aşağıdaki tabloda farklı bilim insanları tarafından belirlenmiş vücut bölümlerinin kütlelerinin genel kütleyle oranlarını ve vücut bölümlerini kendilerine ait kütle merkezi konumları verilmiştir.

Tablo 7.1 Farklı bilim insanları tarafından belirlenen vücut bölümlerine göre kütle oranları ve kütle merkezi konumları.

Vücut Bölümü	Bölüm Kütlesinin Vücut Kütlesine Oranı				Kütle Merkezinin Proksimale Uzaklığı			Kütle Merkezinin Distale Uzaklığı		
	Dempster	Hall	Clauser	De Leva	Dempster	Clauser	De Leva	Dempster	Clauser	De Leva
El	0.0060	0.0065	0.0065	0.0061	0.5060	0.1802	0.7900	0.4940	0.8198	0.2100
Ön kol	0.0160	0.0180	0.0161	0.0016	0.4300	0.3896	0.4574	0.5700	0.6104	0.5426
Üst kol	0.0280	0.0324	0.0263	0.0027	0.4360	0.5130	0.5772	0.5640	0.4870	0.4228
Ayak	0.0145	0.0143	0.0147	0.0013	0.5000	0.4485	0.4415	0.5000	0.5515	0.5585
Baldır	0.0465	0.0475	0.0435	0.0433	0.4330	0.3705	0.4459	0.5670	0.6295	0.5541
Uyluk	0.1000	0.1050	0.1027	0.1416	0.4330	0.3719	0.4050	0.5470	0.6281	0.5905
Gövde	0.4970	0.4684	0.5070	0.4346	0.4950	0.3803	0.5514	0.5050	0.6197	0.4486
Baş	0.0810	0.0820	0.0728	0.0694	1.0000	0.4642	0.4024	0.0000	0.5358	0.5976

Kişinin boyu, ağırlığı ve cinsiyeti bilindiğinde bahsedilen oranlar ve konumlar kullanılarak vücudun bölüm uzunlukları ve bölümlerin kendine ait kütle merkezlerinin konumu hesaplanabilir. Vücudun tüm bölümlerinin katı cisim kabul edilmesiyle de vücudun genel kütle merkezi hesaplanabilir. Aslında ortaya çıkan şey, kişinin belirtilen değişkenlerini yansıtan bir modelidir. Bölüm yapısının ve hareketlerinin birbirinden bağımsız incelenmesi, bölümlerin birbiriyle etkileşiminin incelenmesi, bölüm hareketlerinin kütle merkezinin hareketi üzerindeki etkilerinin incelenmesi gibi daha birçok nedenle biyomekanik araştırmalarda modellere sıkça başvurulur.

İnsan vücudunun modellenmesinde kadavra çalışmalarını matematiksel modelleme çalışmaları izlemiştir. Matematiksel modellemelerde temel amaç canlı bireylerin kişiye özgü modelini oluşturabilmektir. Matematiksel modellemelerde kadavra çalışmalarından elde edilen anatomik noktalar, oranlar ve konumlarla birlikte kişiden alınan antropometrik ölçüm sonuçları kullanılarak bireylere özgü modeller oluşturmak mümkündür.

Bu yöntem kullanıldığında genellikle katı silindirik cisimlerden oluşan ve kütlelerin silindirlere eşit dağıldığı varsayılan bir insan modeli oluşturulur. Silindirik modelleri yaratan öncü bilim insanlarından biri Hanavan'dır. Aşağıda resmedilen modelde görüldüğü üzere Hanavan (1964) modeli 15 bölümden oluşur. Hatze (1980) daha sonraki yıllarda modeli geliştirerek, 17 vücut bölümünü içeren ünlü insansı modeli oluşturmuştur. Bununla birlikte Hatze'nin modelinde bölümlere ait eylemsizlik değişkenlerinin hesaplanabilmesi için kişiye 242 adet direkt antropometrik ölçüm uygulanması gerekmektedir.



dikkat

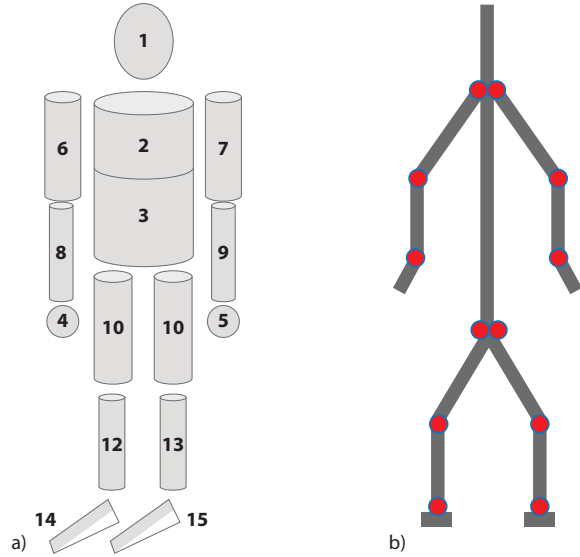
Kadavra çalışmalarından elde edilen veriler ışığında regresyon hesaplamaları kullanılarak canlı insanda vücut bölümlerinin kütleleri ve kütle merkezlerinin konumlarının hesaplanması mümkündür.

Analizlerde kullanılmak üzere hazırlanacak her modelin 3 boyutlu ve silindirik yapıda olmasına gerek yoktur. Daha önce de belirtildiği gibi model kütle merkezini temsil eden tek bir noktadan oluşabileceği gibi, 2 boyutlu çöp adam model ya da sadece ayaklar ve gövdeden oluşan bir model olabilir. Modelleme çalışmalarında dikkat edilmesi gereken şeylerden biri oluşturulacak modelin gerçekliği yansıtmada başarılı olması ve mümkün olduğunca basit olmasıdır. Modelin ne kadar komplike olacağını belirleyen araştırmacının ilgisi ve hareketin karakteridir. Örneğin, araştırmacı bir kule atlayıcının serbest düşüşünü incelemek isterse sporcunun vücudunu tek bir katı cisim gibi modelleyebilir ve vücudun kütle merkezinin hareketini inceleyebilir. Bunun yanında araştırmacı aynı sporcunun vücut bölümlerinin oluşturduğu momentin vücut kütle merkezi üzerindeki etkilerini incelemek istiyorsa vücudu birbirine bağlı katı cisimlerden oluşan bir sistem olarak modellemelidir. Hubbard ve Trinkle (1985) yüksek atlama branşında kullanılmak üzere 11 katı cisim ve bunları birbirine bağlayan 10 eklemden oluşan bir insan modeli geliştirmiştir. İnsan vücuduyla kıyaslandığında çok basit olan bu modelde her bölüm için 3 doğrusal ve 3 açısal kinematik hesaplamasının yapılması yeterli olmaktadır. Ancak hareketin her anı için 66 hesaplama gerektiren bu model sadece kütle merkezi için 6 hesaplama gerektiren tek noktadan oluşan modele göre oldukça komplikedir.



dikkat

İnsan vücudu modellenirken modelin olabildiğince sade ancak hareketi açıklamada yeterli olması önemlidir.



Şekil 7.3 İnsan vücudunun modellenmesinde kullanılan farklı model tipleri.

İnsan modellerinin oluşturulması amacıyla son zamanlarda bilgisayar teknolojisi ve çeşitli görüntüleme teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır. Görüntü tabanlı ölçüm sistemleri, üç boyutlu tarayıcılar, dual enerji x-ışını absorptiometrisi, manyetik rezonans (MR) görüntüleme teknikleri gibi yöntemler bu modellerin oluşturulmasında çok sayıda antropometrik ölçüm yapılmasının önüne geçerek araştırmacılara büyük kolaylık sağlamaktadır. Her yöntemin olduğu gibi bu yöntemlerinde kendilerine has avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin, bir bireyin vücudunun tamamının MR ile görüntülenmesi çok ayrıntılı ve hassas sonuçlar vermekle beraber oldukça uzun bir ölçüm süreci gerektirir ve modeli oluşturulan kişi için MR görüntüleme cihazı içerisinde kırıdamadan geçirilecek saatler anlamını taşır.

Kütle Merkezinin Önemi

Bilindiği gibi *kütle* bir cismin değişmeyen madde miktarıdır. *Ağırlık* ise kütleden farklı olarak bir cisme etki eden yer çekimi kuvvetinin büyüklüğünü ifade etmektedir. Yerçekimi küçük

cisimlerde cismin her noktasına eşit miktarda etki eder ve bu cisimlerde yerçekiminin etki ettiği nokta kütle merkeziyle aynı noktadır bu nedenle kütle merkezi yerine zaman zaman ağırlık merkezi ya da yerçekimi merkezi terimlerinin kullanıldığını da görürüz.

Eğer kütle merkezine herhangi bir kuvvet etki etmezse hareket meydana gelmez. İlk bakışta söylenen mantıksızmış gibi görünmektedir. Ancak anatomik duruşta tamamen sabit (hareketsiz) durduğumuzu varsayalım (İnsanın ayakta durması sadece kendi çabası ile tamamen sabit durması mümkün değildir.). Bu durumda kütle merkezi de sabittir ve konumunda bir değişiklik olmaz. Kafamızı sadece 1 derece öne doğru eğdiğimizde *kinetik zincir* yani kuvvetin vücut bölümleri üzerinde meydana getirdiği sıralı etki nedeniyle vücudun kütle merkezinin yeri değişir ve kütle merkezi için hareket söz konusu olur. Örnekten anlaşılacak bir diğer şey ise, insanda kütle merkezinin vücut bölümlerinin konumlarına göre değişeceğidir.

Sporcular için kütle merkezinin hareketini kontrol edebilmek çok önemlidir. Gerekğinde kütle merkezinin hızı artırılabilir ya da azaltılabilir. Kütle merkezinin sportif performans ile ilişkisini açıklamaya yardımcı olabilmek için sayısız örnek verilebilir; ancak konunun anlaşılabilmesi için şu örnekleri inceleyelim: Cimnastikte halka branşı, devirli ve durağan hareketlerden oluşur. Sporcuların yüksek puan alabilmeleri için kütle merkezi hareketlerini çok iyi kontrol edebilmeleri gerekir. Devirli hareketlerden durağan hareketlere geçişlerde kütle merkezinin ivmesini çok hızlı bir şekilde pozitiften negatife geçirebilmeli ve yavaşlayabilmelidirler ki gereken zamanda istenilen pozisyonda hareketsiz durabilsinler. Bir diğer örnekte potadan dönen topu yakalamaya çalışan bir basketbolcu ele alalım. Basketbolcu kütle merkezini ne kadar hızlı ve doğru yönde topun gidiş yönüne doğru hareket ettirebilirse ribaundu alma şansı o kadar yüksek olur. Bu durum sadece karada yapılan sporlar için değil yüzme ve kano gibi suda yapılan sporlar için de geçerlidir. Bu spor branşlarında da sporcular yerçekimi kuvvetinin değil ama su direncinin üstesinden gelerek kütle merkezlerini istedikleri yöne doğru hareket ettirebilmelidir.

Hareketin Modellenmesi

Teorik bir çalışma için kağıt üzerinde insan modeli oluşturmak ve çeşitli girdiler ile bu modelle hareket kazandırmak mümkündür. Ancak spor alanında araştırmacılar daha çok gerçek performanslar ile ilgilenir. Bu nedenle analizi yapılacak kişinin kendine ait bir modelinin oluşturulması ve sergilediği sportif performansın bu modelle eşleştirilmesi gerekir. Günümüzde dinamik insan modelinin oluşturulabilmesi ve hareketin analizi için birçok cihaz ve yazılım kullanılmaktadır. Kinetik değişkenlerin ölçülmesinde en sık kullanılan ölçüm cihazları, kuvvet platformları ve basınç pedleridir. Kinematik değişkenlerin hesaplanmasında kullanılacak verilerin toplanmasında ise video kameralar, küresel konumlama sistemleri (GPS) ve eylemsizlik sensörleri gibi cihazlardan yararlanılmaktadır. Bu cihazlarından elde edilen veriler alana özgü geliştirilmiş yazılımlar yardımıyla işlenir ve süreç sonunda kişinin kendi modeli üzerinden performansı değerlendirilebilir hale gelir.

Bilgisayarların sahip olduğu yüksek işlem yapabilmek kapasitesi dinamik modeller oluşturulmasına önemli ölçüde katkı sağlamaktadır. İki veya üç boyutlu insan modellerin oluşturulabildiği bu yazılımlar, sahip oldukları güçlü algoritmalar ile hareketin anlık kesiti içerisinde kinematik ve kinetik değişkenler hakkında bilgi verebilmekte, geriye ve ileriye yönelik kestirimlerde bulunabilmektedir. Genel olarak ileriye yönelik kestirimlerde girdi hareketi oluşturan kuvvet, çıktı hareketken; geriye yönelik kestirimlerde girdi hareket, çıktı ise hareketi oluşturan kuvvettir (Zatsiorsky, 2002). İnsan hayatının riske atılamayacağı araç güvenliği simülasyonlarında, çok tekrarlı denemelerin yapılamayacağı protez uzuvların geliştirme sürecinde, animasyon filmlerin yapımında örneklerini görebileğimiz bilgisayar yardımıyla modelleme yöntemine günümüzde spor alanında oldukça fazla yer verilmektedir. Yazılım ve donanım firmaları modellerin ve hesaplamaların gerçeği daha iyi yansıtması ve ekipmanların kabiliyetlerinin artırılması konusunda yoğun çaba sarf etmektedirler.

Kullanılan yöntem fark etmeksizin insan anatomisinin ve hareketinin modellenmesi, spor alanında faaliyet gösteren insanlara hareketi anlamada

büyük avantaj sağlar. İdeal deneysel çalışmalarda bir değişkenin diğer değişkenler üzerindeki etkisi deneme yanılma yöntemi ile birçok defa denenerek test edilebilir. Ancak sportif performansların analiz edildiği durumlarda fazla sayıda deneme yapmak mümkün olmayabilir. Örneğin bir haltercinin tekniğinde değiştirilmesi gereken bir unsurun genel kaldırma performansına olan etkisinin araştırılması için halterciden büyük ağırlıkları tekrar tekrar kaldırmasının istenmesi mümkün değildir. Bununla birlikte, haltercinin tekniği parçalara ayrılacak ve her bir değişkenin bir başka değişken üzerindeki etkisi araştırılmak isteniyorsa yine haltercinin hareketine ait bir modele ihtiyaç duyulur.

Katı Cisim Modellerinde Hesaplama Yöntemleri

İnsan vücudu katı cisim olarak modellendikten sonra klasik mekanik alanında kullanılan yaklaşımlar ile hareket modellenenebilir. Bu nedenle öncelikle hareketi açıklamada kullanılacak eşitlikler seçilmelidir. Biyomekanik alanında en sık kullanılan eşitlikler; Newton-Euler, Lagrange, Kane ve D'Alembert eşitlikleridir. Hareketi modellemeye ya da analize başlamadan önce hareketle birlikte görülen kavramların ve terminolojinin çok iyi bilinmesi gerekir. *Hareket* bir cismin zaman içerisinde yerinin veya yönünün değişmesidir. Gerek günlük hayatımızda gerekse sportif faaliyetlerde sergilediğimiz hareketler büyük ölçüde 2 veya 3 boyutlu hareketlerdir. Eğer kişi ön kolunun kütle merkezini sadece dirsek ekstansiyonu ya da fleksiyonu yardımıyla tek düzlemde hareket ettiriyorsa bu hareket 2 boyutlu harekete örnektir. Harekete omuz abduksiyonu ve adduksiyonu da eklenirse ön kolun kütle merkezinin hareketi 3 boyutlu bir hareket olacaktır.

Newton'un Hareket Yasaları biyomekanik alanı için oldukça önemlidir. Bu yasalar ile kuvvet ve hareket arasındaki neden-sonuç ilişkisi tanımlanabilir. Newton bu üç yasasında kısaca şunları söyler: 1. Eylemsizlik Yasası: Bir cisim üzerine dengelenmemiş bir kuvvet etki etmediği sürece cisim durmaktaysa durmaya, hareket halindeyse hareketine sabit hızda ve yön değiştirmeden devam eder; 2. İvmelenme Yasası: ismin ivmesi kendisine etki eden kuvvet ile doğru, cismin ivmesi kütlesi ile ters orantılıdır; 3. Etki-Tepki Yasası: Bir cisme kuvvet

uygulandığında o cisim zıt yönde ve eşit miktarda tepki kuvveti üretir.

Newton'un Hareket Yasalarından da anlaşılabilir gibi hareketin oluşumu için bir cismin kendisine etki eden en az bir kuvvetten etkilenmesi gerekir. Cisme etki eden kuvvet ya da kuvvetler oluşacak hareketin karakterini belirler. Kuvvetler genellikle doğrusal, eğrisel, açısal hareketleri ortaya çıkarır. Doğrusal ve eğrisel hareket doğrusal kinematik konusudur. Bununla birlikte insan hareketlerinin doğası düşünüldüğünde çoğu zaman hareketler karma olarak ortaya çıkar. Bu üç hareket türünün bir araya gelerek oluşturduğu hareket türüne de genel hareket denir.

Kuvvet

Basitçe çekme ve itme olarak tanımlayabileceğimiz, duran bir cismi hareket ettiren, hareket halindeki cismi durduran, cismin yönünü ve şeklini değiştiren etkiye *kuvvet* denir. Hayatımız boyunca bedenimiz farklı kuvvetlere maruz kalır. Bir harekete başlamamızı, sonlandırmamızı, yön değiştirmemizi sağlayan şey kuvvettir. Hatta kuvvete dengeye durduğumuz postürümüzü koruduğumuz, yani hareket etmediğimiz zamanlarda da ihtiyaç duyarız. Kuvvetin büyüklüğü Newton (N) ile ifade edilir. Bir Newton 1 kilogramlık kütleyle sahip olan bir cismi 1m/s^2 ivmelendiren kuvvete eşdeğerdir. Vektörel bir büyüklük olması nedeniyle kuvveti ifade ederken sadece büyüklüğüne yer veremeyiz. Örneğin, atletizmdeki atmalar branşlarını düşünelim. Tüm branşlarda sporcular ellerindeki objeyi (çekiç, disk, cirit ve gülle) daha uzağa atmak için kuvvet uygularlar. Burada objenin yer değiştirmesini belirleyen sadece uygulanan kuvvetin büyüklüğü değil, aynı zamanda uygulanan kuvvetin yönüdür. Bu nedenle kuvvet ifade edilirken büyüklüğü ve yönü beraber verilir. Kuvvetin harekete olan etkisini belirleyen diğer iki faktör ise kuvvetin etki noktası ve etki çizgisidir.



dikkat

Vektörel değişkenlerin büyüklüğü ile birlikte yönünün belirtilmesi gerekir.

İç ve Dış Kuvvetler

İnsan vücudunun morfolojik sınırı baz alındığında, kuvvetleri iç ve dış kuvvetler olarak ikiye ayırabiliriz. Kasların tendonlara çekme kuvveti uygulayarak kemikleri hareket ettirmesi iç kuvvetlere örnek olarak verilebilir. Ancak Newton'un Hareket Yasalarından da hatırlayacağımız gibi, her kuvvet hareket meydana getirmez. Dolayısıyla kaslarımızın hareketi oluşturması için öncelikle kemiklerimiz üzerindeki dengelenmiş kuvveti ortadan kaldıracak bir kuvvet üretmesi gerekir. Bununla birlikte üretilen iç kuvvetlerle insanların bir objenin ya da kendi kütle merkezinin konumunu değiştirmesi mümkün değildir. Bunları yapabilmek için dış kuvvetlere ihtiyaç vardır. Atmalar branşı ile ilgili örneğimize geri dönelim. Sporcunun iç kuvvetlerle gülleri hareketlendirecek kuvveti ürettiğini ancak güllenin üretilen kuvveti tamamen emdiğini ve bir tepki kuvvetinin ortaya çıkmadığını düşünelim. Bu durumda güllenin hareket etmesi mümkün olmayacaktır. Güllenin hareket edebilmesi için güllenin de uygulanan kuvvetin zıt yönünde ve aynı miktarda kuvvet uygulaması gerekmektedir. İnsanın kütle merkezini hareket ettirebilmesi için aynı koşulların sağlanması gerekir. En temel hareketlerden olan yürüyüşü ele alalım. Öncelikle vücuttaki birçok kas etkileşim içerisinde bir bileşke kuvvet üretir, sonrasında üretilen bu kuvvet kemikler (yumuşak doku göz ardı edilirse) vasıtasıyla zemine uygulanır ve son olarak zeminde oluşan tepki kuvvetinin etkisiyle vücudun kütle merkezi yer değiştirir. Oluşan kuvvetin büyüklüğü ve yönünün tayin ettiği şekilde yürümeye başlayabilir, hızlanabilir, yavaşlayabilir, durabilir ve yön değiştirebiliriz. Dünyamızın kütle çekim kuvvetinin insan bedenine etkisi olarak tanımlanan yerçekimi, vücudumuza etki eden bir diğer önemli dış kuvvettir.

Sportif performanslar sırasında en çok karşılaşılan dış kuvvetler, temas kuvvetleridir. Bu kuvvetler iki cismin birbiriyle olan teması neticesinde ortaya çıkar. Birbirine temas eden cisimler katı ya da akışkan olabilir. Bir koşucunun yerle teması iki katı cismin birbirine temasına, bir yüzücünün suyla teması bir katı cisimle bir akışkan cismin temasına örnek olarak verilebilir. Temas kuvvetleri normal temas kuvvetleri ve sürtünme kuvvetleri olarak ikiye ayrılır. Cisimlerin yüzeyine dikey olarak etki eden kuvvetlere normal temas kuvvetleri, cisimlerin yüzeyine paralel etki eden kuvvetlere sürtünme kuvveti denir. Bir güreşçi kütle merkezini yukarıya

ya da aşağıya doğru hareketlendirmek için dikey kuvvetleri kullanırken rakibini itebilmek veya çekebilmek için minder ile ayakkabısı arasındaki sürtünme kuvvetinden yararlanır.



dikkat

İç ve dış kuvvetlerin birlikte hareketi oluşturması Newton'un 3. Hareket Yasası ile açıklanabilir.

Doğrusal Kinetik

Hareketin doğrusal mı yoksa açısal mı olacağına belirleyen önemli bir faktör, kuvvetin etki ettiği noktadır. Eğer kuvvet ya da kuvvetler cismin kütle merkezine etki ediyorsa cisme doğrusal ya da eğrisel bir hareket kazandırabilir. Hareketin yönü ise cisme etki eden kuvvetin etki çizgisi ile belirlenir. Etki çizgisi kuvvetin etki yönündeki düz bir çizgi olarak kabul edilir. Eğer etki çizgisi tek bir eksene paralel bir kuvveti temsil ediyorsa hareket etki çizgisi yönünde yani tek boyutlu olarak görülür. Buna karşın etki çizgisi birden fazla eksende ortaya çıkan bir bileşke kuvveti temsil ediyorsa ise o zaman bileşenlerine ayrılarak cisme her eksende ne kadar kuvvetin etki edeceği bulunabilir. Hareket aynı zamanda kuvvetin büyüklüğü, kuvvetin etki süresi ve cismin kütlesi gibi değişkenler ile de doğrudan ilişkilidir.

Atalet cisimlerin o anki hareketlerini koruma eğilimleridir. Cismin ataleti cismin kütlesiyle doğru orantılıdır. Cismin kütlesi ne kadar büyükse o cisme hareket kazandırmak, hızlandırmak, yavaşlatmak ya da yönünü değiştirmek o kadar zordur. Örneğin 60 kg ağırlığındaki bir bar, dikey olarak yukarı doğru hareket ettirilmek isteniyorsa bu bara yerçekiminin 588.6 Nm kuvvet uyguladığı unutulmamalıdır. Öyleyse Newton'un Birinci Hareket Yasası gereği sporcunun bu barı kaldırmak için bu kuvvetin üzerinde bir kuvveti yerçekimi kuvvetinin aksi yönünde bara uygulaması gerekir.

Newton'un İkinci Hareket Yasasına bir başka açıdan bakacak olursak bir cismin ivmesinin (bkz. Doğrusal Kinematik) uygulanan kuvvetle doğru, cismin kütlesi ile ters orantılı olduğunu görürüz. Bilindiği gibi birçok sporcu iyi bir performans sergileyebilmek için ya sporda kullanılan ekipmanın (gülle, cirit, top vb.) ya da kendi kütle merkezinin ivmesini performansın gereklilikleri doğrultusunda değiştirebilmelidir. Örneğin, bir güllenin,

kurallar gereği güllenin kütlelerini değiştiremeyeceğinden, gülleyi daha uzağa atabilmek için gülleye uyguladığı kuvveti arttırması gerekir ya da bir uzun atlamacı, daha uzağa atlamak istiyorsa kas kuvveti kaybı yaşamadan kütlelerini azaltması gerekebilir. Bu noktada bir başka önemli faktör ise kuvvetin cisme ne kadar süreyle uygulandığıdır. Kuvvetin büyüklüğü ve etki süresinin çarpımından *itmeyi* elde ederiz. Yukarıdaki gülle örneğine geri dönecek olursak, güllecinin gülleyi daha ileri atabilmesi için yapabileceği bir diğer şey ise hızı ve kuvveti azaltmadan gülleye uyguladığı itme kuvvetinin süresini arttırmak olabilir.

Her ektinin aynı büyüklükte bir zıt etki oluşturması da (Newton'un Üçüncü Hareket Kanunu) sportif performans açısından oldukça önemlidir. İç- dış kuvvetler ve Newton'un İkinci Hareket Yasasını birlikte ele alarak örneğimizi inceleyelim. Bir voleybolcunun bulunduğu noktadan dikey olarak bloğa yükselmesi gerekiyorsa voleybolcu ilk olarak kasları ile kuvvet üretecek ve bu kuvveti yere uygulayacaktır. Yer de kendisine aynı miktarda bir tepki kuvveti uygulayacaktır. Ancak yerin (yerküre) kütleleri voleybolcunun kütlelerine oranla çok büyük olduğu için voleybolcunun yerkürenin kürenin hareketinde değişikliğe sebep olması mümkün değildir. Bu nedenle, kendisi etki kuvvetlerinin yönünde hareketlenecek, yani yukarı sıçrayabilecektir.

Açısal Kinetik

Doğrusal kinetik bölümünde yer verilen Newton'un Hareket Yasalarının açısal hareketleri açıklamak için de karşılıkları bulunmaktadır. Açısal hareketlerde kuvvetin döndürme etkisi olan moment ya da tork oldukça önemlidir. Tork eşitliği bizlere temel olarak bir cismin döndürülebilmesi için ne kadar kuvvet uygulanması gerektiğini gösterir. Kasların eklemlere açısal hareketler yaptırması sonucunda hareket edebildiğimizi düşünürsek, torkun insan hareketlerini açıklamada oldukça önemli bir kavram olduğunu anlayabiliriz. Doğrusal kinetik konusundan hatırlayabileceğiniz gibi cisimlerin hareketlerini koruma eğilimleri vardır. Aynı eğilim açısal hareketler için de geçerlidir. Cisimlerin bu eğilimine açısal atalet ya da eylemsizlik momenti denir ve eylemsizlik momenti yüksek olan cisimleri yavaşlatmak ya da hızlandırmak oldukça zordur. Eylemsizlik momentini etkileyen değişkenler, cismin kütlesi ve uygulanan kuvvetin

cismin dönme eksenine olan uzaklığıdır. Eylemsizlik momentini daha iyi anlamak için çekic atma branşına inceleyelim. Bilindiği gibi erkeklerde çekicinin kütlesi 7.26 kg'dır ve özellikle bu spora yeni başlayan genç sporcuların çekice dairesel hareket kazandırması oldukça zordur. Çekicinin kütlesini 3 kg'a düşürüldüğünü düşünelim. Şimdi çekice dairesel hareket kazandırmak daha kolay olacaktır, değil mi? Eylemsizlik momentini düşürmek için sporda sıklıkla yapılan hareketlerden birisi de uzuvları gövdeye yaklaştırmaktır. Bu hareketi buz patencilerin, cimnastikçilerin, kule atlamacıların dönme hareketini çok daha kolay ve hızlı bir şekilde yapabilmek için kullandıklarını görebiliriz. *Açısal momentum* ise doğrusal momentumun açısal karşılığıdır. Doğrusal momentum iki değişkenden yani cismin kütlesi ve hızından etkilenirken, açısal momentum cismin eylemsizlik momentinden ve açısal hızından etkilenir.

Doğrusal Kinematik

Doğrusal hareket bir cismi oluşturan tüm parçaların aynı yöne doğru aynı zamanda ve aynı mesafede hareket etmesini ifade eder. Bir başka deyişle hareketin yörüngesi düzdür. Eğrisel hareket doğrusal harekete çok benzemekle beraber hareketin yörüngesi bir eğri ya da yay şeklindedir. Sportif performans sırasında görebileceğimiz doğrusal hareket için vücudundaki bölümleri (bacaklar, kollar vb.) sabit tutarak düz bir çizgi üzerinde kayan bir buz patencinin ağırlık merkezinin hareketi örnek verilebilir. Eğrisel harekete ise bir uzun atlamacının sıçrama tahtasından havalandıktan yere düşene kadar geçen süredeki kütle merkezinin hareketi örnek verilebilir. Doğrusal ve eğrisel hareketi açıklamak için en sık kullanılan tanımlayıcılar mesafe, yer değiştirme, sürat, hız ve ivmelenmedir. *Mesafe* bir cismin zaman içerisinde kat ettiği toplam yoldur, yani konumundaki toplam yer değiştirme miktarıdır. Yer değiştirme bir cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki farktır. Sürat ve hız çoğu zaman birbirinin yerine kullanılsa da *süratin* bir cismin birim zamanda aldığı yolu ifade eden, yönü olmayan sayısal bir büyüklük; *hızın* ise bir cismin birim zamanda yaptığı yer değiştirmeyi ifade eden vektörel bir büyüklük olduğu unutulmamalıdır. *İvmelenme* ise bir cismin zaman içerisinde hızında görülen değişimdir. Günlük hayatta kullandığımız yavaşlamanın karşılığı cismin hızının birim zamanda azalması yani negatif ivmelenmedir.

Açısal Kinematik

Bir cismin sabit bir eksen etrafında dönerek hareket etmesine *açısal hareket* denir. Açısal hareket cismin kendi eksenine ya da bir dış eksen çevresinde hareket etmesiyle oluşabilir. Türkçe alan yazında açısal hareket dairesel ya da çembersel hareket olarak da yer almaktadır. Cimnastikçinin uzun asılıştaki barfiks barı çevresinde yaptığı dönüşler cismin bir dış eksen çevresinde dönüşüne, burgu ya da toplu salto ise cismin kendi eksenine etrafında dönüşüne örnek olarak verilebilir. Doğrusal hareket başlığı altında tanımlanan yer değiştirme, hız ve ivmelenme açısal olarak da ifade edilebilir. Açısal yer değiştirmeyi anlayabilmek için cismin sabit bir eksene bir çizgi ile bağlı olduğunu düşünmek gerekir. Cisim bu eksen etrafında hareket ettikçe çizginin ilk ve son konumu arasında açısal fark meydana gelecektir. Bu fark *açısal yer değiştirme*dir. *Açısal hız*, birim zamandaki gerçekleşen açısal yer değiştirme, *açısal ivme* ise birim zamanda açısal hızda meydana gelen değişimdir.

Öğrenme Çıktısı



2. Katı cisimler mekaniğinin biyomekanik alanında kullanımını kavrayabilme
3. Katı cisim modellemesi ve kütle merkezi arasındaki ilişkiyi açıklayabilme

Araştır 2

Spor bilimleri alanında insan modellerinin oluşturulmasında görüntü tabanlı analiz sistemlerinin sıklıkla kullanılmasının sebeplerini araştırınız.

İlişkilendir

İnsan modelini oluştururken kullanılan yöntemlerin kendilerine özgü avantajlarını ve dezavantajlarını değerlendiriniz.

Anlat/Paylaş

Farklı tip modellerin oluşturulmasındaki temel gerekçeyi paylaşınız.

İNSAN VÜCUDUNUN KATI CİSİM OLARAK MODELLENMESİ VE HAREKET ANALİZİ

Bu başlık kapsamında insan vücudunun katı cisim olarak modellenmesi, vücut bölümlerinin ve vücudun tamamının kütle merkezinin hesaplanmasını anlatılacaktır. Bunlarla birlikte, kinetik ve kinematik veriler kullanılarak biyomekanik analizlerin nasıl yapıldığına dair örnekler verilecektir.

Örnek 1. Kütle Merkezlerinin Bulunması

180 cm ve 80 kg kütleyle sahip bir bireyi katı cisimlerden oluşan bir sistem olarak modelleyerek kişinin kütle merkezinin konumunu hesaplayalım. Öncelikle bölümlere ait kütle merkezlerinin hesaplanmasında hangi oranları kullanacağımıza ve modelimizin 2 ya da 3 boyutlu mu olacağına karar vermemiz gerekir. Sonrasında sırasıyla her bir bölümün kütlelerinin hesaplanıp, kütle merkezinin konumunun bulunması gerekir. Son olarak da vücudun bölümlerine ait kütle, kütle merkezi koordinatları kullanılarak vücudun genel kütle merkezinin yeri hesaplanır.

Verilenler:

Kişinin Boyu: 180 cm

Kişinin Kütlesi: 80 kg

İstenenler:

Kişinin vücut bölümlerine ait kütleleri (kg)

Kişinin vücut bölümlerine ait kütle merkezlerinin 2 boyutta konumları (cm)

Kişinin vücuduna ait kütle merkezinin 2 boyutta konumu (cm)

Hesaplama:

Örnek modelimizi Clauser tarafından belirlenen oranları kullanarak 2 boyutlu olarak oluşturalım. Clauser'ın oranlarına göre hesaplamalarımızı yaptığımızda vücudun bölümlerine ait kütleleri aşağıdaki gibi buluruz:

$$\text{Elin kütlesi} = 80 * 0.0065 = \mathbf{0.52 \text{ kg}}$$

$$\text{Ön kolun kütlesi} = 80 * 0.0161 = \mathbf{1.29 \text{ kg}}$$

$$\text{Üst kolun kütlesi} = 80 * 0.0263 = \mathbf{2.11 \text{ kg}}$$

$$\text{Ayağın kütlesi} = 80 * 0.0147 = \mathbf{1.18 \text{ kg}}$$

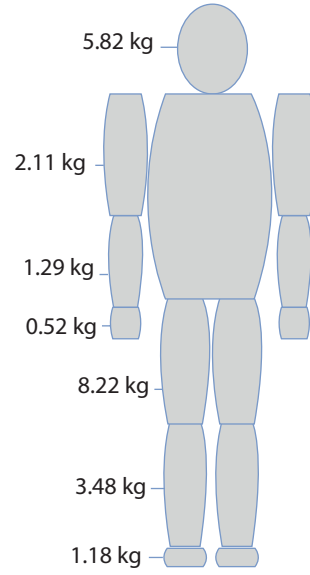
$$\text{Baldırın kütlesi} = 80 * 0.0435 = \mathbf{3.48 \text{ kg}}$$

$$\text{Uyluğun kütlesi} = 80 * 0.1027 = \mathbf{8.22 \text{ kg}}$$

$$\text{Gövdenin kütlesi} = 80 * 0.5070 = \mathbf{40.56 \text{ kg}}$$

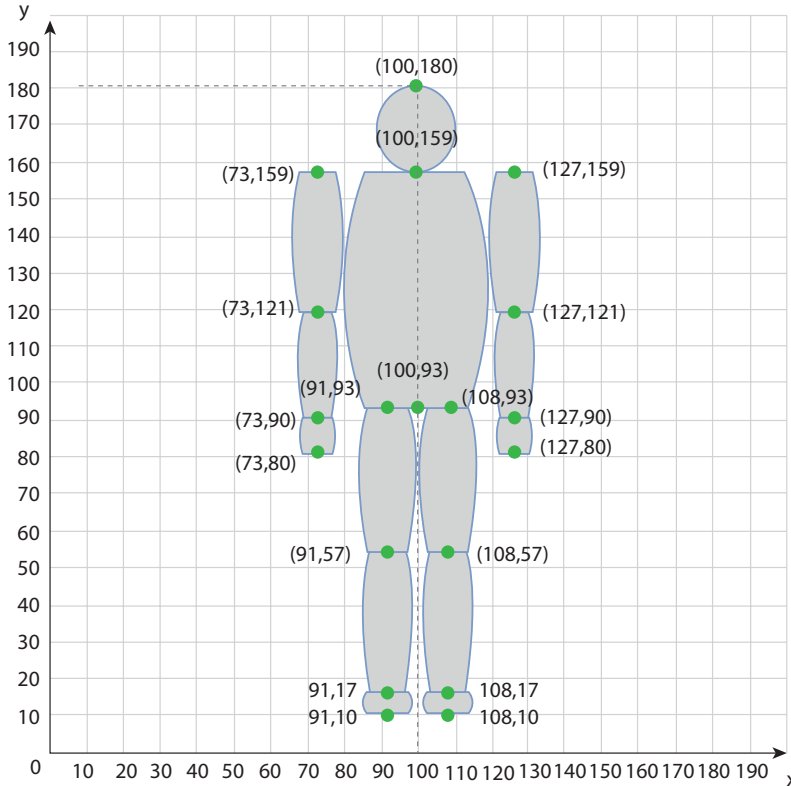
$$\text{Başın kütlesi} = 80 * 0.0728 = \mathbf{5.82 \text{ kg}}$$

Bununla birlikte, baş ve gövde dışındaki tüm vücut bölümlerinden 2 adet olduğunu unutmamak gerekir. Elde ettiğimiz kütleleri üzerine yerleştirdiğimizde modelimiz aşağıdaki gibi olacaktır.



Şekil 7.4 Vücut bölümlerine ait kütlelerin insan modeli üzerinde gösterimi.

Ardından oluşturduğumuz bu modeli Kartezyen koordinat sistemi üzerine yerleştirelim ve referans noktalarının koordinatlarını işaretleyelim. Referans noktaları olarak vücut bölümlerinin proksimal ve distal uçları işaretleyeceğiz. Bu işlem, kişinin kaydedilmiş görüntüsünü kullanarak bilgisayar ortamında milimetrik hassasiyetle yapılabilir. Bunun için kişinin görüntüsü hareket analizi yazılımlarından birisi ile açılarak görüntü üzerinde referans noktalar işaretlenmelidir. Kişinin üzerine yerleştirilecek işaretleyiciler (marker) araştırmacıya yardımcı olacaktır. Biz örneğimizde koordinat sistemi üzerinde gördüğümüz noktaları işaretleyeceğiz.



Şekil 7.5 Vücut bölümlerinin proksimal ve distal uçlarının insan modeli üzerinde gösterimi.

Şimdi Clauser'ın belirlemiş olduğu oranları kullanarak vücut bölümlerinin kütle merkezlerini bulalım. Kütle merkezinin koordinatlarını her iki eksende bulmamız gerekiyor. Ancak bu modelde vücut bölümlerinin yere dik olması ve bölümlerdeki madde dağılımının homojen kabul edilmesi nedeniyle yer çekiminin vücut bölümleri üzerinde oluşturduğu kuvvet çizgisinin vücut bölümlerinin tam ortasından geçtiği varsayılmıştır. Bu nedenle bölümlerin kütle merkezini hesaplarken sadece y eksenindeki koordinatlarını kullanacağız.

Kütle Merkezi (KM) = Vücut bölgesinin proksimal ucunun y eksen koordinatı - ((Vücut bölgesinin proksimal ucunun y eksen koordinatı - Vücut bölgesinin distal ucunun y eksen koordinatı) * KM'in proksimale olan uzaklığı)

$$\text{Baş}_{KM} = 180 - ((180 - 159) * 0.4642) = 170.25 \text{ cm}$$

$$\text{Gövde}_{KM} = 159 - ((159 - 93) * 0.3803) = 133.90 \text{ cm}$$

$$\text{Uyluk}_{KM} = 93 - ((93 - 57) * 0.3719) = 79.61 \text{ cm}$$

$$\text{Baldır}_{KM} = 57 - ((57 - 17) * 0.3705) = 42.18 \text{ cm}$$

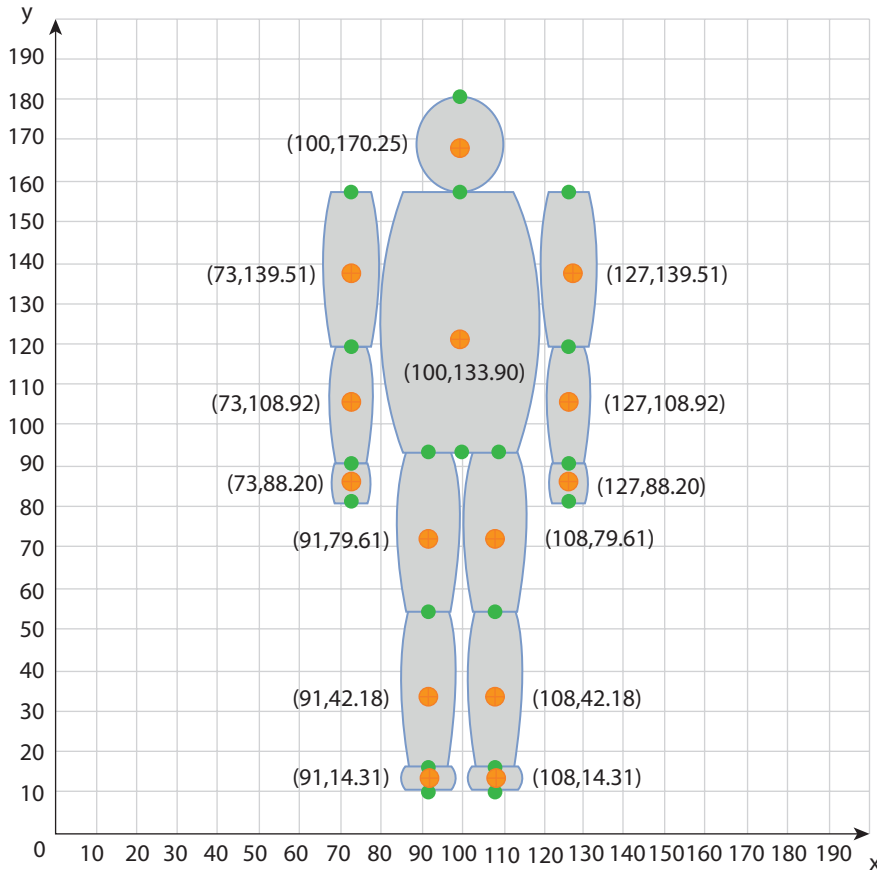
$$\text{Ayak}_{KM} = 17 - ((17 - 11) * 0.4485) = 14.31 \text{ cm}$$

$$\text{Üst Kol}_{KM} = 159 - ((159 - 121) * 0.5130) = 139.51 \text{ cm}$$

$$\text{Ön Kol}_{KM} = 121 - ((121 - 90) * 0.3896) = 108.92 \text{ cm}$$

$$\text{El}_{KM} = 90 - ((90 - 80) * 0.1802) = 88.20 \text{ cm}$$

Hesapladığımız vücut bölümlerine ait kütle merkezlerini koordinat sistemi üzerine yerleştirelim.



Şekil 7.6 Vücut bölümlerine ait kütle merkezlerinin insan modeli üzerinde gösterimi.

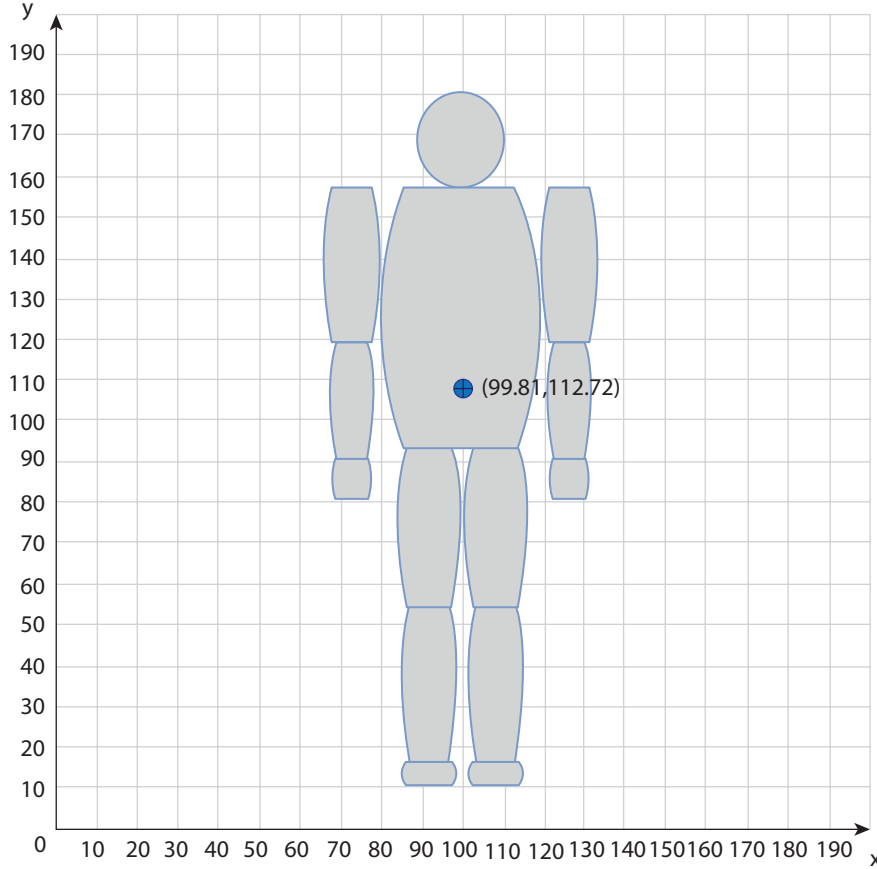
Son olarak, vücuda ait bölüm kütlelerini ve kütle merkezlerinin konumlarını kullanarak vücudun genel kütle merkezini hesaplayalım ve hesaplamalarımızın ardından kütle merkezimizi modelimizin üzerine yerleştirelim.

$$y_{KM} = (m_1 * y_1 + m_2 * y_2 + ...) / M$$

$$y_{KM} = 112.72 \text{ cm}$$

$$x_{KM} = (m_1 * x_1 + m_2 * x_2 + ...) / M$$

$$x_{KM} = 99.81 \text{ cm}$$



Şekil 7.7 Vücudun ağırlık merkezinin insan modeli üzerinde gösterimi.

Böylelikle bir insanı katı cisim olarak modelleyerek tüm vücut bölümlerinin ve genel kütlelerinin merkezini hesaplamış olduk. Ancak bu kısma kadar yapılan modelleme çalışması sadece insanın 2 boyutlu statik bir modelinin oluşturulmasıdır.

Örnek 2. Kinetik değişkenleri kullanarak kinematik değişkenleri bulmak

İnsan vücudunu yukarıdaki gibi tek bir noktadan oluşan bir cisim gibi modellediğimizi düşünelim. Bu tip bir model kullandığımızda iç kuvvetlerin bu noktadan üretildiği, dış kuvvetlerin ise bu noktaya etki ettiği varsayılır. Bu örneğimiz için bir koşucuyu ele alalım. 60 kg kütleyle sahip bir atletin koşarken öndeki ayağının yere teması anında yerin koşucuya dikey ekseninde 1850 N büyüklüğünde bir tepki kuvveti uyguladığını düşünelim. Koşucunun kütle merkezine yerçekimi ve belirtilen kuvvetlerden başka bir kuvvetin etki etmediğini varsayalım ve sporcunun bu koşullardaki dikey ivmesinin ne olacağını hesaplayalım.

Verilenler:

$$\text{Kişinin Kütlesi} = 69 \text{ kg}$$

$$\text{Yer Tepki Kuvveti} = 1850 \text{ N}$$

İstenen:

Kişinin kütle merkezinin dikey eksenindeki ivmesi (m/s^2)

Hesaplama:

Öncelikle bilinen yerçekimi ivmesini ($9.81 m/s^2$) kullanarak kişinin ağırlığını (W) hesaplayalım.

$$W = 60 * 9.81 = 588.6 N$$

Sonrasında kuvvet = kütle * ivme ($F = m * a$) formülünü kullanarak kişinin kütle merkezinin dikey eksenindeki ivmesini (a_y) hesaplayalım.

$$F_y = m * a_y$$

$$F_y = (R_y - W) = m * a_y$$

(R = Kütle merkezine etki eden bileşke kuvvet)

$$1825 - 588.6 = 60 * a_y$$

$$a_y = 1236.4 / 60 = 20.61 m/s^2$$

Elde ettiğimiz sonuç bizlere koşucunun kütle merkezinin yerle temas ettikten sonra yerçekimi ivmesinin yaklaşık 2 katı bir değer ile aksi yönde, dikey düzlemde ivme kazandığını gösteriyor. Bunun anlamı koşucunun kütle merkezinin yere teması öncesinde gerçekleşen aşağı doğru hareketinin son bulup, sporcunun kütle merkezinin yukarıya doğru hareketlenmesidir.

Örnek 3. Ters Dinamik Hesaplamaları ile Net Eklem Momentinin Bulunması

Bir sporcunun bacağına uyluk bölgesini 4.80 kg kütleli, katı bir silindir olarak modelleyelim. Bölgenin kütle merkezinin proksimalden 0.20 m, distalden 0.25 m uzaklıkta olduğunu varsayalım. Uyluk bölgesi 4 m/s^2 hızla dikey eksen ve 2 m/s^2 hızla yatay eksende hızlanmaktadır. Dizde görülen moment -10 Nm'dir ve diz kalça ekleminden 25 cm aşağıda durmaktadır. Aynı zamanda uyluk bölgesinin kütle merkezine yatay eksen 20 N ve dikey eksen 50 N büyüklüğünde kuvvetler etki etmekte ve eklemde -3 rad/s^2 açısal ivme oluşmaktadır. Verilen modeli ve bilgileri kullanarak kalça eklemine etki eden net kuvvetleri ve kalça eklemindeki net eklem momentini bulalım.

Verilenler:

Kişinin bacağına kütle: 4.8 kg

Kütle merkezinin konumu: 0.20 m-0.25 m

Kütle merkezinin yataydaki ivmesi: 2 m/s^2

Kütle merkezinin dikeydeki ivmesi: 4 m/s^2

Kütle merkezine yatayda etki eden kuvvet: 20 N

Kütle merkezine dikeyde etki eden kuvvet: 40 N

Diz eklemindeki moment: -10 Nm

Kalça eklemine ivmesi: -3 rad/s^2

İstenenler:

Kalça eklemine etki eden net kuvvetler (N)

Kalça eklemindeki net moment (Nm)

Hesaplama:

Kalça eklemine etki eden net kuvvetlerin hesaplanması

Öncelikle x ekseninde kalça eklemine etki eden toplam kuvveti bulalım.

$$\sum F_x = m * a_x \text{ formülünü kullanarak;}$$

$$20 + x = 4.8 * 2$$

$$x = 9.6 - 20$$

$$x = -10.4 N \text{ olarak bulunur}$$

Sonrasında Y ekseninde kalça eklemine etki eden toplam kuvveti bulalım.

4.8 kg kütleli bir cisme yerçekimi 47 Nm kuvvet ($W = m * 9.81$) uygulayacaktır.

$$\sum F_y = m * a_y \text{ formülünü kullanarak}$$

$$50 - 47 + y = 4.8 * 4$$

$$3 + y = 19.2$$

$$y = 16.2 N \text{ olarak bulunur}$$

Kalça eklemindeki net momentin hesaplanması

Kütle merkezinin konumu için verilen uzunluklardan (0.20 m, 0.25 m) uyluk bölgesinin uzunluğunun yaklaşık 0.45 m olduğunu hesaplayabiliriz. 0.45 m uzunluğunda ve 4.80 kg ağırlığındaki katı bir cismin eylemsizlik momenti (I) $I = m * R^2$ formülünü kullanarak yaklaşık 1 $kg \cdot m^2$ olarak hesaplanacaktır.

Net Momenti hesaplamak için;

Moment (M) = Eylemsizlik Momenti (I) * Açısal İvme (α) ve

Moment (M) = Kuvvet (F) * Kuvvet Kolu Uzunluğu (d) formüllerini kullanacağız.

$$M = M \Rightarrow I * \alpha = F * d$$

$$1 * (-3) = (50 * 0.45) + (20 * 0.25) - (47 * 0.20) - (10) + (x)$$

$$-3 = (22.5) + (5) - (9.4) - (10) - (x)$$

$$-3 = 8.1 + x$$

$$x = -11.1 Nm \text{ olarak bulunur.}$$

Öğrenme Çıktısı



4 İnsan vücudu modelinin nasıl oluşturulduğunu açıklayabilme
5 Model kullanarak hareketle ilgili bileşenleri hesaplayabilme

Araştır 3

Bir antrenörün temel matematik ve temel fizik bilgilerine sahip olması kendisine ne gibi avantajlar sağlar?

İlişkilendir

Biyomekanik ve fizik ile ilgili kaynakları kullanarak kendi örneklerinizi oluşturunuz

Anlat/Paylaş

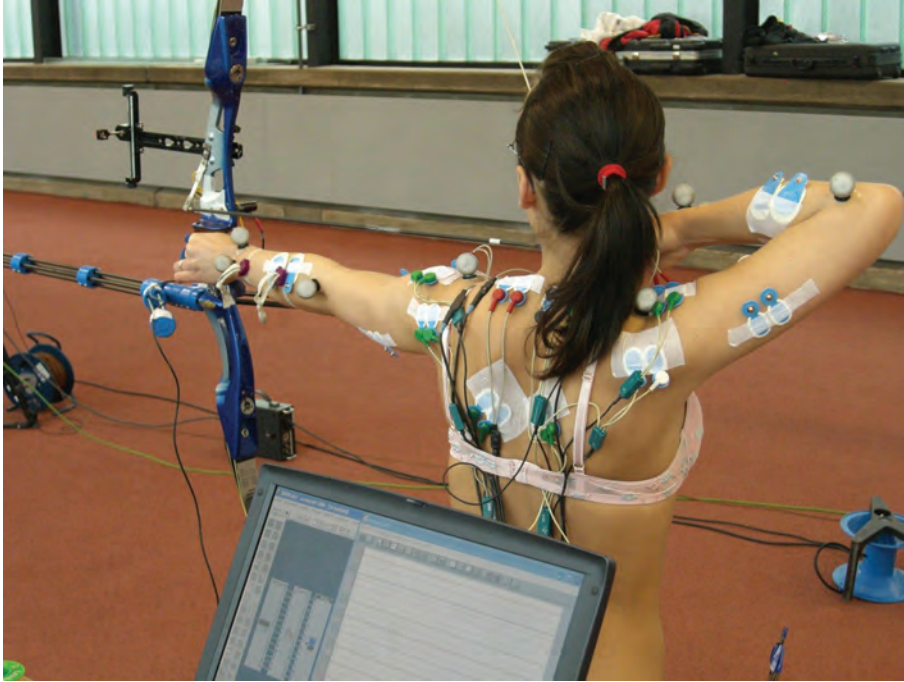
Hareketi oluşturan kinetik ve kinematik değişkenlere örnekler veriniz.

KİNESİYOLOJİK ELEKTROMİYOGRAFI (EMG)

Elektromiyografi kısa kullanımı ile *EMG*, kas içerisindeki elektrik akımlarını ölçüp anlam çıkarmaya yönelik bilim ve çalışma alanına verilen isimdir. “Elektro” elektrik akımı, “myo” kas ve “grafi” ise grafik-leştirme kelimelerinin karşılığı olarak kullanılır. EMG’nin çok temel düzeyde ele alındığında iki farklı türü vardır: (1) *Klinik EMG* ve (2) *Kinesiyolojik EMG* (Resim 7.3). Bu kısımda biz sadece Kinesiyolojik EMG üzerinde duracağız ve EMG’nin klinikte kullanılmasıyla ilgili hiçbir boyuta değinmeyeceğiz. Ayrıca burada anlatılacak bilgiler tamamen yüzeysel elektrot kullanımına dayalı bilgi ve bulguları içerecektir. İğne elektrot kullanımı ile ilgili hiçbir bilgi, uygulama yöntemi ve sonuca değinilmeyecektir.

✓ Elektromiyografi (EMG)

Kinesiyolojik (yüzeysel) elektromiyografi kas içerisindeki elektrik akımlarını belli oranlarla büyütürken ölçüp yorumlama anlamına gelmektedir (Cerrah ve ark., 2010a)



Resim 7.3 Kinesiyolojik Elektromiyografi ölçüm uygulamalarından bir örnek.

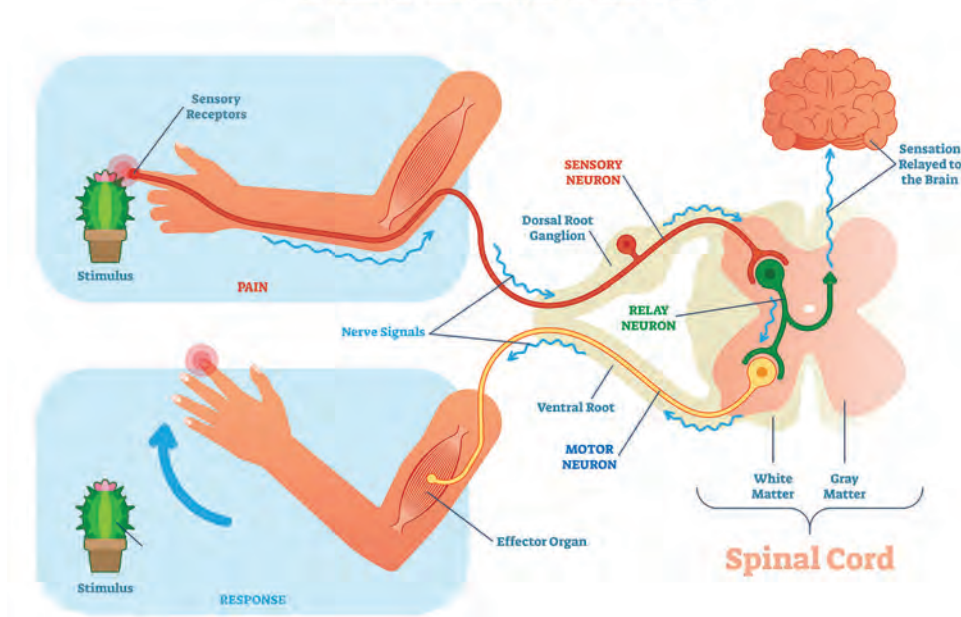
Kaynak: Ertan, 2013.

Bilindiği üzere insan organizmasında iletişim çoğunlukla elektrik akımları şeklinde oluşur. Duyu organlarıyla (reseptörler; koku, tat alma, görme, işitme ve dokunma ve basınç) dış dünya algılanır ve bu algılamalar duyu sinirleri aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletilir. Duyu sinirleri çevresel bölgelerden (perifer) omuriliğe çoğunlukla arka kısımdan giriş yaparlar. Gelen bu bilgilere çok hızlı cevap verilmesi gerekli ise elektrik akımı şeklinde gelen bu bilgiler üst merkezlere gitmeden omurilik seviyesinde cevap oluşturulur. Bu türden tepkilere “**refleks** davranışlar” adı verilir. Refleks davranışlar normal kasal aktivitelere göre daha hızlı oluşurlar. Örneğin elimize bir diken battığında hızla çekmemiz buna verilecek örneklerden biridir (Resim 7.4).

✓ Refleks

Uyarana karşı ortaya çıkan, hareket, salgı gibi tepkiler biçiminde kendini gösteren, istem dışı sinir etkinliğine verilen isim.

REFLEX ARC



Resim 7.4 Refleks arki.

Merkezi sinir sistemimize duyu sinirleri aracılığıyla ulaşan bilgilere istemli bir tepki verilmesi durumunda, merkezi sinir sistemi içerisinde üst merkezlere (beyin) ulaşır. Beyne ulaşan bu bilgiler ilgili beyin bölgelerinde işlenerek motor tepki oluşturmak üzere alt merkezlere (omurilik) elektrik akımı şeklinde bilgi iletilir. Omurilik seviyesinde kasılması istenen kas ya da kas gruplarına “kasıl” emri iletilir. Kasılma emrinin iletileceği kasın aksi yönünde bulunan kasa (antagonist) ise “gevşeme” emri iletilir. Hem tek bir eklem hareketinin yerine getirilmesi, başka bir deyişle bir kasın kasılması (**agonist**) ve zıt yönlü kasın gevşemesi (**antagonist**) şeklinde oluşan bir hareketin hem de çok eklemlili ve çok fazla kasın devreye girip çıktığı durumları düşündüğümüzde EMG ile değerlendirme yapmanın ne kadar önemli olduğunu anlayabiliriz.

✓ Agonist

Hareketin oluşması sırasında çoğunlukla boyu kısalan ve eklem hareketinin oluşmasını sağlayan kas ya da kas grubuna verilen isim,

✓ Antagonist

Hareketin oluşması sırasında çoğunlukla boyu uzayan kas yada kas grubuna verilen isimdir.



dikkat

Eksantrik kas kasılmalarında agonist kas boyu uzayacak şekilde kasılır. Yukarıda verilen agonist kas tanımı sadece konsantrik kasılmalar için geçerlidir.

Aksiyon Potansiyeli

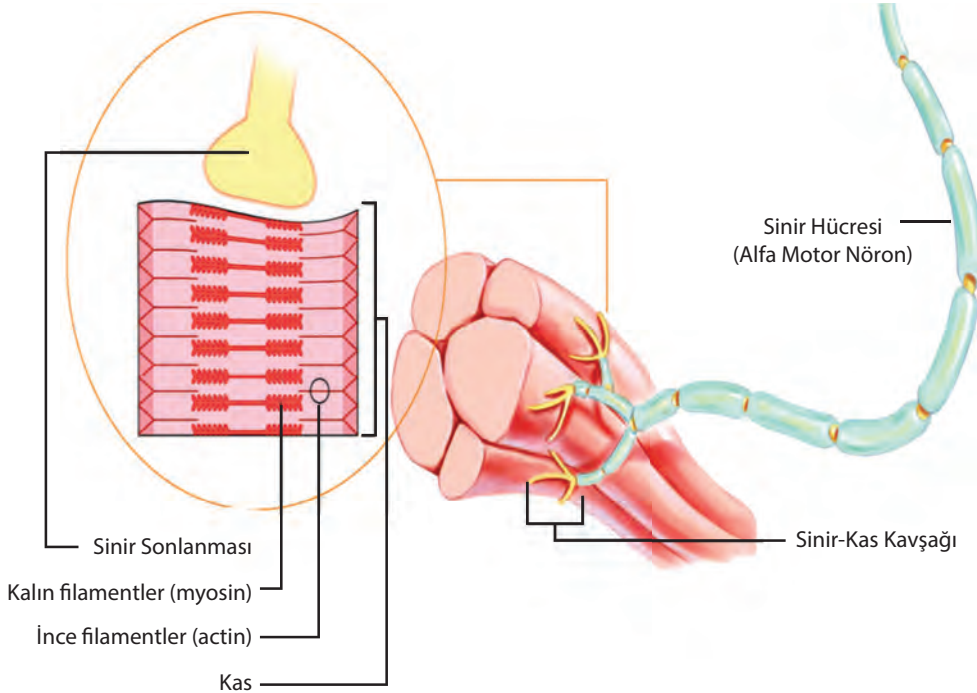
Duyu sinirleri aracılığıyla merkezi sinir sistemine ulaştıktan sonra motor tepkinin oluşması için ilgili kas ya da kas gruplarına emir iletilmesi, elektro potansiyeller şeklinde oluşmaktadır ve milivolt (mV) olarak ölçülmektedir. Bu akım, alfa motor nöron aracılığıyla ilgili kasa ulaşınca kadar elektrik akımı şeklinde ilerler. Sinir hücresi ile kasın birleşme noktası olan sinir-kas kavşağına ulaştığında ise elektrik akımı bir dizi kimyasal tepkimeye neden olmaktadır. Kas hücresinin dinlenik durumundan çıkarak yaklaşık -70 mV'luk seviyeden +30 mV'luk seviyeye doğru yükselmesi depolarizasyon olarak isimlendirilmektedir. Uyarı ortadan kalktığında ise tekrar dinlenik durumuna hatta daha altına kadar inmesine ise repolarizasyon adı verilmektedir. Dolayısıyla, merkezi sinir sisteminden elektrik akımı şeklinde başlayan uyarı sinir-kas kavşağına ulaştığında bir dizi kimyasal tepkimeye neden olmaktadır. Bu tepkimelerin ardından ise kas içerisinde yeniden bir elektrik akımı oluşmaktadır. Kas içerisinde oluşan bu elektrik akımları kasın yaklaşık olarak orta bölgesinden her iki ucuna doğru ilerlemekte ve tamamen fizyolojik bir süreç olan kas kasılmasının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Sonuç olarak, merkezi sinir sisteminden başlayarak kas kasılmasına kadar geçen tüm işlem basamakları elektro-kimyasal süreç olarak isimlendirilmektedir.

✓ Aksiyon Potansiyeli

Bir hücrenin elektriksel zar potansiyelinin kısa bir süre içinde aniden yükselmesi ve azalmasıdır.

İskelet Kasının Yapısı

Bildiğiniz üzere kas kasılabilen en küçük üniteler olan liflerden oluşmaktadır. Her bir lif kendi içerisinde aktin ve miyozin çapraz köprülerini içermektedir. Aktin ve miyozin elementlerinin birbiri üzerine geçmesi sonucunda kas boyu kısalmakta böylece eklem hareketi oluşmaktadır. Her bir lifin etrafını saran bir zar yapı vardır ve bu zara "endomizyum" adı verilmektedir. Kas liflerinin bir araya gelmesiyle kas demeti oluşmakta ve bu demetleri saran zar yapı ise "perimizyum" olarak isimlendirilmektedir. Kas demetlerinin birleşimi sonucunda ise kasın kendisi oluşmakta ve kasları dışından saran ve kasın en üst katmanını oluşturan zar yapıya "epimizyum" adı verilmektedir. Tüm kası ise "fascia" adı verilen bir zar yapı sarmalamaktadır (Şekil 7.8).



Şekil 7.8 Çevresel (periferal) sinir sistemi organizasyonu.

Kaynak: http-1'den uyumlandırılmıştır.

Tamamı elektrokimyasal potansiyel olarak adlandırılan bu sürecin; (1) *sinir hücresi* ve (2) *kas üzerindeki hareketi* elektro potansiyeller olarak adlandırılmaktadır. Devreye giren kas lifi sayısı arttıkça elektro potansiyelin voltaj değeri olarak büyüklüğü de artmaktadır. Potansiyeldeki bu artış aynı zamanda ilgili eklem bölgesinde üretilen kuvvet miktarını da artırmaktadır. Dolayısıyla, EMG genliğindeki artış (amplitude artışı) belli oranda üretilen kuvvetinde göstergesi durumundadır (Ayrıntılı bilgi için Cerrah ve ark., 2010b makalesini inceleyebilirsiniz).

Spor ve Spor Bilimlerinde EMG Kullanımı

Daha önce de kısaca vurgulandığı gibi EMG sinyali;

1. merkezi kontrol stratejileri,
2. sinir hücresi boyunca ilerleyen sinyalin sinir-kas kavşağına ulaşması,
3. sinir-kas kavşağında kimyasal bir seri tepki-meye neden olması,
4. kas hücresi üzerine geçerek bu hücrelerin elektriksel aktivasyonu,
5. devreye giren lif yada motor ünite sayısı,
6. kasın ürettiği kuvvet miktarı ve
7. karmaşık biyomekaniksel olaylar zinciri gibi konular hakkında bilgi vermektedir (Cerrah ve ark., 2010a).

Cerrah ve ark. (2010a) EMG'yi kasların kasılmasını sağlayan elektriksel aktivitenin izlendiği ve yorumlandığı bir çalışma alanı olarak tanımlamaktadırlar. Diğer tüm disiplinlerde olduğu gibi spor bilimleri alanında da çok yaygın olarak kullanılmaya devam edilmektedir. Bazı durumlarda birincil araştırma aracı, bazen de diğer ölçüm yöntemleri ile elde edilen bulguları destekleyici yöntem olarak kullanılmaktadır. Kassal kasılma gevşeme stratejileri, yorgunluğun değerlendirilmesi vb. konular direkt kullanıma örnek teşkil ederken, hareket analizi sırasında (kinematik değerlendirme) destekleyici bilgi sağlayabilmektedir (Cerrah ve ark., 2010a).

Herhangi bir spor branşında performans değerlendirilmesi söz konusu olduğunda EMG'de kullanılabilecek araçlardan birisidir. EMG'nin spor ve spor bilimleri alanındaki kullanım amaçları Ertan ve ark. (2005) tarafından şu şekilde maddelenmiştir:

1. **Teknik gelişimin değerlendirilmesi:** Sporcunun belli bir hareket ya da beceriyi sergileyişi sırasında ortaya koyduğu kassal aktivasyon değerleri belli zaman aralıklarıyla tekrarlı olarak alınır. Böylece zaman içerisinde bir gelişme olup olmadığı takip edilebilir.
2. **Uygun antrenman programlarının oluşturulması:** EMG bulguları antrenmanın yönlendirilmesinde de etkili bir araç olarak kullanılabilir. İstendik kasılma gevşeme örüntülerinin sergilenip sergilenmediğinin gözlenmesi antrenmanın yönlendirilmesine önemli katkı sağlayabilecektir.
3. **Sporcunun gelişiminin takip edilmesi:** Bireysel olarak ta sporcunun gelişiminin takip edilmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılabilmektedir.
4. **Yetenek seçimi ve yönlendirilmesi:** Bir spor branşında ihtiyaç duyulan türden kassal aktivasyon değerlerine sahip bireylerin tespiti ve yönlendirilmesi boyutuyla da kullanılabilecek bir ölçüm aracıdır (Ertan ve ark., 2005).

Sportif performansın değerlendirilmesinde EMG'nin kullanım yöntemleri aşağıdaki şekilde sınıflanabilmektedir:

1. *Verili bir kas ya da kas grubunun zamana bağlı değişimini incelemek;*
 - a. **Zamana Bağlı Genlik Değerlendirmesi:** Herhangi bir sportif becerinin sergilenişi sırasında belli kas ya da kas gruplarının hangi aşamada nasıl devreye girdiği ya da devreden çıktığına yönelik incelemeler yapmaya imkan tanımaktadır. Tanımlanmış olan kassal aktivasyon verilerinin ilgili spor branşıyla olan ilişkisini ortaya koymak bilimsel bilgi ile branş bilgisinin birleştiği en önemli boyutu teşkil etmektedir.

Örnek: Ertan ve arkadaşları (2003) yaptıkları çalışmada ok atışı sırasında çekiş kolu kaslarının klikir'in düşmesi öncesi ve sonrasında nasıl kasılıp gevşediğini incelemişlerdir. Üst düzey okçuların klikir'in düşmesinin yaklaşık 100 ms sonrasında önkol parmak ekstansör kaslarının aktif olarak kasıldığını ve fleksörlerin ise gevşediğini ortaya koymuşlardır. Gene Ertan ve arkadaşlarının üst düzey bir okçunun atışını değerlendirdikleri çalışmada

grup ortalaması olarak sunulan bulguların aksine bu sporcunun ekstansör kaslarını aktif olarak kasmadıklarını, sadece fleksör kaslarını gevşettiklerini ortaya koymuşlardır (Ertan ve ark., 2011). Böylece ok atışı sırasında ekstansör kasılma ve fleksör gevşeme stratejilerini tanımlamışlardır. Kirişin yatayda yaptığı salınımın azalacağını öne sürerek fleksör gevşeme stratejisinin okçuluk performansı açısından daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

- b. **Kasların Aktivasyon Zamanlamasının İncelenmesi:** Bir hareketin oluşması sırasında hangi kasın ne zaman aktif yada dinlenim durumunda olduğunun tespiti için de EMG bulguları kullanılabilir.

Örnek: Konrad (2005) yaptıkları çalışmada yürüyüşün tüm safhalarında hangi kasların ne zaman devreye girdiği ve devreden çıktığı tanımlanmıştır. Daha ayrıntılı bilgi için Konrad (2005) kitabını edinmenizi öneririz.

- c. **Kuvvetin Değerlendirilmesi:** İskelet kaslarının aktivasyon derecesi ile kuvvet arasında yüksek oranda bir korelasyon ortaya konulması nedeniyle EMG'nin

kuvvetin değerlendirilebilmesinde de kullanılabileceği ifade edilmektedir.

Örnek: Cerrah ve ark. (2010b) yaptıkları derleme çalışmasında kasta meydana gelen aktivasyon derecesi hakkında bilgi veren EMG'nin kas kuvveti ile yüksek oranda korelasyon gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Ancak bu korelasyonun ortaya çıkabilmesi için kontrollü denemeler yapılması gerektiği ve kas uzunluğunun, ısısının, yorgunluğunun ve kas dokusunun elastik özellikleri, tendon ve ligament yapılarının göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır.

2. *Kas ya da kas gruplarını frekans boyutunda değerlendirmek;*

EMG sinyalinin ateşleme frekansının değerlendirilmesiyle yorgunluk göstergesi olarak kullanılabileceği yönünde çok sayıda bilimsel araştırma bulunmaktadır. Dolayısıyla, EMG yorgunluk indeksi olarak kullanılabilmektedir.

Örnek: Komi ve Tesch (1979) tarafından yapılan ve bu alanda temel kaynaklar arasında yer alan çalışmada EMG'nin yorgunluk göstergesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymuşlardır.

Öğrenme Çıktısı



6 Kinesiyolojik Elektromiyografi'yi (EMG) tanımlayabilme
7 Kinesiyolojik Elektromiyografi'nin (EMG) spor ve spor bilimleri alanında kullanımını tanımlayabilme

Araştır 4

Kasılma türleri (eksantrik, konsantrik, izometrik, izo-kinetik) nelerdir?

İlişkilendir

Kasılma türlerini branşınız ile ilişkilendiriniz.

Anlat/Paylaş

Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG) teknolojisinde yaşanan gelişmelerin spor bilimleri açısından önemini arkadaşlarınızla paylaşınız.



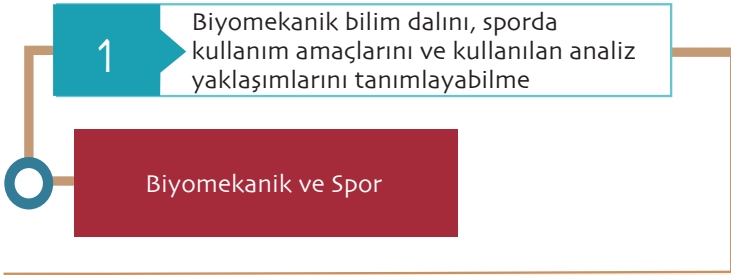
Yaşamla İlişkilendir

Kasılma Türleri ve Spor Branşları Arasındaki İlişki

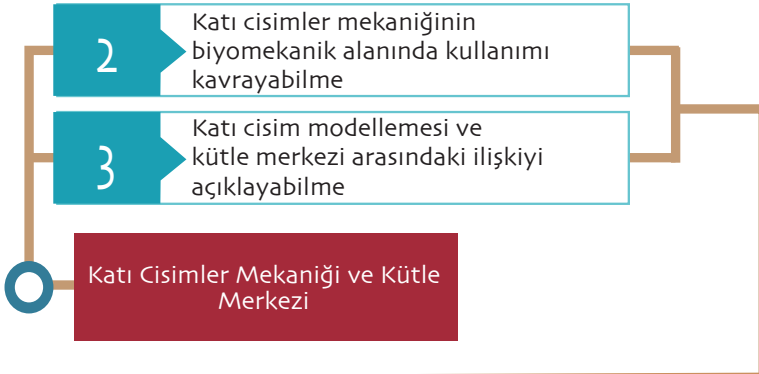
Bütün spor branşlarında kasılma-gevşeme döngüsünün örneklerini görmekteyiz. Birçok sportif beceri izotonik ve izometrik kasılma örüntüleri içerir. Örneğin, voleybol branşında smaç hareketinde sporcu sıçrama hareketi gerçekleştirirken yerden ayrılma anında izotonik kasılmanın konsantrik fazında kasılmalar oluşmaktadır. Yani hareket yerçekiminin aksi yönünde ve sıçrama hareketinde etkin görev alan bacak kaslarının boyu kısalmakta (agonist) bu kasların zıt yönünde bulunan kaslar (antagonist) gevşeyerek boyları uzamaktadır. Smaç hareketinin sonlanmasının ardından yere konma anında sıçrama hareketinde etkin görev alan kaslar bu sefer hareketin sonlandırılmasında boyları uzayacak şekilde kasılma sergilemektedirler. Örneğin smaç sıçraması sırasında yerden ayrılma anında Rectus Femoris kası konsantrik kasılarak hareketin oluşmasına katkı sağlarken boyu kısalmaktadır. Yere konma anında gene aynı kas hareketin sonlandırılmasında görev alırken boyu uzamaktadır (eksantrik kasılma).

İzometrik kasılmalarda eklem hareket açıklığı değişmeden hem agonist ve hemde antagonist kaslar kasılmaktadır. Bu kasılma türüne en güzel örnek okçuluk branşında görülmektedir. Okçu ak atışının tam çekiş ve nişan alma aşamasına geldiğinde çok küçük eklem hareket açıklığında oluşan değişiklikler dışında eklem hareketi görülmemektedir. Bu haliyle, izometrik kasılmaya çok iyi bir örnek oluşturmaktadır. “Kliker’in” düşmesinin ardından okçu bırakış fazına geçerken tekrar konsantrik kasılma ortaya çıkmaktadır.

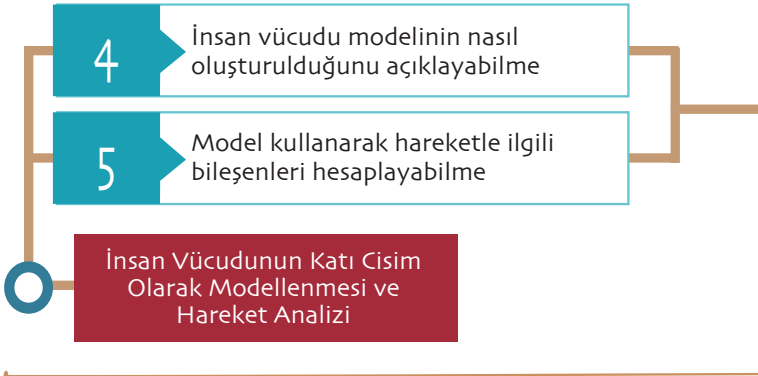
Bu tür örnekleri birçok spor branşında görebilmekteyiz. Siz değerli antrenörlerimizden isteğimiz, antrenörlüğünü yaptığınız branşınızda, seçtiğiniz bir hareket örüntüsünü fazlarına (aşama) ayırınız ve hangi aşamada ne türden bir kasılma gerçekleştiğini anlamaya çalışınız.



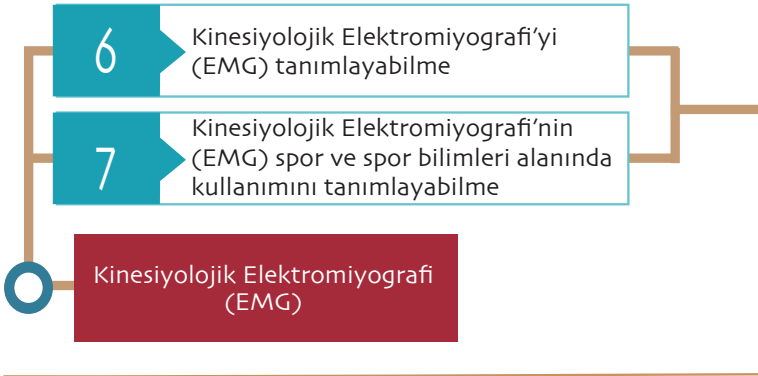
Biyomekanik, canlıların hareketlerini mekanik prensipler kullanarak inceleyen bilim dalıdır. Biyomekanik; teknik ve taktiğin geliştirilmesi, performans sırasında ve rehabilitasyonda kullanılan malzeme kalitesinin ve etkinliğinin artırılması, antrenmanlarda verimin artırılması, sakatlığın önlenmesi ve rehabilitasyon sürecinin beklenen sürede ve sağlıklı tamamlanması gibi amaçlara ulaşmak için faydalanırlar. Biyomekanik alanında analiz yapabilmek için kalitatif ve kantitatif yaklaşımlar kullanılabilir. Kalitatif yaklaşımlarda sayısal değerler kullanılmazken, kantitatif yaklaşımlarda bir ölçüm ve bu ölçümlerden elde edilen sayısal değerlere ihtiyaç vardır.



Kıta cisimler mekaniği, klasik mekanik prensiplerinin kullanıldığı, mekaniğin alt dallarından birisidir. Statik ve Dinamik olmak üzere ikiye ayrılır. Statik durağan ya da sabit hızla hareket eden cisimlerin, dinamik ivmelenen yani hareket eden cisimlerin mekaniğini inceleyen alanlardır. Dinamik, kinetik ve kinematik olmak üzere ikiye ayrılır. Kinematik cisimlerin hareketini ve harekete bağlı değişkenleri kuvvetten bağımsız olarak inceler. Kinetik, kuvvetin harekete olan etkisini inceler. İnsan vücudu kıta cisim olarak modellenip vücut bölümlerini ve vücudun kütle merkezleri belirlendiğinde hareketin analizi, ileriye ve geriye yönelik kestirimler için gerekli matematiksel hesaplamalar daha kolay yapılabilir hale gelir.



Model kullanılarak harekete ait kinetik ve kinematik bileşenleri hesaplayabilmek mümkün hale gelir. Model ile hareketin gerçekleşme süreci içerisinde elde olmayan verilerin hesaplanması mümkün hale gelirken, elde olan veriler ile de harekete dair ileriye ya da geriye yönelik kestirimlerde bulunulabilir.



İnsan organizmasında görülen elektrik akımlarını ve özellikle bu elektrik akımlarının son çıktısı olan kas içerisindeki akımları ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. 5. Kademe antrenör adayı, EMG'nin spor ve spor bilimleri alanında nasıl kullanıldığı konusunda ayrıntılı bilgiye ulaşabilir.

Kinesiyolojik Elektromiyografi spor ve spor bilimleri alanında farklı amaçlarla kullanılmaktadır. Kullanım amaçları;

1. Teknik gelişimin değerlendirilmesi,
2. Uygun antrenman programlarının oluşturulması,
3. Sporcunun gelişiminin takip edilmesi ve
4. Yetenek seçimi ve yönlendirilmesi olarak ifade edilmiştir.

1 Aşağıdakilerden hangisi biyomekaniğin spor-
da kullanım amaçları arasında **yer almaz**?

- A. Tekniğin ve taktiğin geliştirilmesi
- B. Mental dayanıklılığın artırılması
- C. Sakatlığın önlenmesi
- D. Rehabilitasyon süresinin kısaltılması
- E. Doğru malzeme seçimi

2 Antrenörün sporcusuna verdiği geri dönütlere
göre aşağıdakilerden hangisinde sporcunun hareketi
analiz edilirken kantitatif yaklaşım kullanılmıştır?

- A. Engeli geçmek için daha yukarıya sıçramalısın
- B. İlk engeli geçerken engele yakın olmalısın
- C. Engeli geçmek için daha geriden sıçramalısın
- D. Engeli geçerken dizini daha yukarıya çekmelisin
- E. İlk engele yaklaşırken adım sayını 9'dan 8'e in-
dirmelisin

3 İnsan hareketlerinin incelenmesinde mekani-
ğin alt dallarından hangisi en sık kullanılır?

- A. Akışkanlar mekaniği
- B. Şekil değiştirebilir cisimler mekaniği
- C. Katı cisimler mekaniği
- D. Göreli mekanik
- E. Kuantum mekaniği

4 Aşağıdakilerden hangisi insan modelinin
oluşturulması için kullanılan yöntemlerden ya da
araçlardan biri **değildir**?

- A. Üç boyutlu tarayıcı
- B. Dual enerji x-ışını absorptiometrisi
- C. Manyetik rezonans görüntüleme
- D. Hidrostatik tartım
- E. Antropometrik ölçümler

5 Kinematik ile ilgili verileri toplamaya yarayan
ölçüm aracı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Kuvvet platformu
- B. Elektromiyografi
- C. Basınç Pedi
- D. Görüntü yakalama cihazları
- E. Elektroensefalografi

6 Yüzücülerin dönüş sırasında dizlerini karın-
larına doğru çekmesinin nedeni aşağıdakilerden
hangisidir?

- A. Eylemsizlik momentini azaltmak
- B. İvmeyi azaltmak
- C. Sürtünme kuvvetini arttırmak
- D. Dikey kuvveti arttırmak
- E. Momentumu arttırmak

7 Aşağıdakilerden hangisi kas lifini saran zar
yapıyı ifade eder?

- A. Epimizyum
- B. Perimizyum
- C. Endomizyum
- D. Fascia
- E. Miyozin

8 Aşağıdakilerden hangisi eklem hareket açıklı-
ğının sabit kaldığı kasılma türünü ifade eder?

- A. Konsantrik kasılma
- B. Eksantrik kasılma
- C. İzotonik kasılma
- D. İzometrik kasılma
- E. İzokinetik kasılma

9 Aşağıdakilerden hangisi kinesiyojik
EMG'nin kullanım amaçları arasında **yer almaz**?

- A. Teknik gelişimin değerlendirilmesi
- B. Uygun antrenman programlarının oluşturul-
ması
- C. Sporcunun gelişiminin takip edilmesi
- D. Yetenek seçimi ve yönlendirilmesi
- E. Kas-iskelet hastalıklarına teşhis koymak

10 Aşağıdakilerden hangisi kinesiyojik
EMG'nin kullanım yöntemleri arasında **yer almaz**?

- A. İğne elektrot kullanarak değerlendirmek
- B. Zamana bağlı genlik değerlendirme yapmak
- C. Kasların aktivasyon zamanlamasını incelemek
- D. Kuvveti değerlendirmek
- E. Kas yada kas grubunu frekans boyutunda de-
ğerlendirmek

1. B	Yanıtınız yanlış ise “Biyomekanik ve Spor” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. A	Yanıtınız yanlış ise “Katı Cisimler Mekanik ve Kütle Merkezi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. E	Yanıtınız yanlış ise “Biyomekanik ve Spor” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. C	Yanıtınız yanlış ise “Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. C	Yanıtınız yanlış ise “Biyomekanik ve Spor” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. D	Yanıtınız yanlış ise “Kinesiyolojik Elektromiyografi (EMG)” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. D	Yanıtınız yanlış ise “Katı Cisimler Mekanik ve Kütle Merkezi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. E	Yanıtınız yanlış ise “Spor ve Spor Bilimlerinde EMG Kullanımı konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. D	Yanıtınız yanlış ise “Katı Cisimler Mekanik ve Kütle Merkezi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. A	Yanıtınız yanlış ise “Spor ve Spor Bilimlerinde EMG Kullanımı konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Spor branşına özgü üretilen malzemelerin sportif performansa katkı sağlaması veya sporcu yaralanmalardan koruması beklenir. Performansa katkı sağlayan malzemelere verilebilecek en iyi örneklerden biri yüzücülerin kullandığı mayolardır. 2000’li yılların başında dünyaca ünlü mayo firmaları mayo üretiminde biyomekanik araştırmaları sıkça kullanmaya başladılar. Sporcuların 3 boyutlu modellerini oluşturup su direncinin vücudun hangi noktalarında yoğun olarak ortaya çıktığını hesaplayarak bu noktalarda mayoların vücudu daha iyi sarmasını sağladılar. Bununla birlikte, belirlenen noktalara poliüretan tabakalar yerleştirilerek bu bölgelerdeki sürtünme katsayısını azalttılar. Sonuç olarak çok kısa süre içerisinde yüzme tarihinde görülmemiş miktarda dünya rekoru kırıldı. Ancak poliüretan tabakalar içeren mayolar 2010 yılından itibaren yasaklandı. Uluslararası Yüzme Federasyonu (FINA) mayoları yasaklama gerekçesi olarak yüzme sporundaki başarının sporcunun fiziksel performansına bağlı bir spor dalı olmasını istediklerini belirtti. Yaralanmalardan ya da sakatlıktan korunmak için de doğru malzeme kullanımı çok önemlidir. Futbolcular antrenmanlar ve maçlar sırasında zeminde kaymayı önleyici ve top kontrolünü daha iyi yapabilecekleri ayakkabıları tercih ederler ve ayakları çoğu zaman bu ayakkabıların içerisinde. Son zamanlarda futbolcuların ayak tabanını sağlığını korumak için kişiye özel tabanlıklar kullandıkları bilinmektedir. Bu tabanlıkların üretiminde kinetik ölçümlerden yararlanılır ve kişinin ayağının bir modeli oluşturularak ayakta dururken veya koşarken ayağın hangi noktalarının yere daha fazla basınç uyguladığı hesaplanır. Bu hesaplamalardan yola çıkılarak üretici firma kişiye özgü tabanlıkları üretir ve sporcunun ayağı daha homojen basınç dağılımı sağlayan tabanlık ile korunmuş olur.

7

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 2

Görüntü tabanlı analiz sistemleri canlıların hareketlerinin incelenmesi amacıyla yüzyılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Zaman içerisinde bu sistemler hem donanım (yüksek hızlı çekim yapan kameralar, kuvvet platformu ile eş zamanlı çalışan sistemler vb.) hem de yazılım (çoklu hesaplamalar, gelişmiş arayüzler vb.) açısından oldukça geliştirildiler. Günümüz teknolojisi ile birlikte artık bu sistemler ölçüm sırasında neredeyse ölçümle eş zamanlı olarak sonuçları verebilmektedir. Son 30-40 yıl içerisinde bu sistemler yazılımları içerisinde hazır insan modelleri barındırmaya başladılar. Bu modeller ölçümü yapılan kişiler ile eşleştirildiğinde kişiye özel kinetik ve kinematiğe dair sonuçlar araştırmacının komplike hesaplamalar yapmasına gerek duyulmadan yazılım aracılığı ile elde edilebilir hale gelmiştir. Ayrıca bu sistemlerin birçoğu sahada yani laboratuvar dışında kullanım imkanı sunduğundan performansı gerçek ortamında analiz etme imkanı sunmaktadır. Alanda uzun süredir yaygın olarak kullanılıyor olmaları ve bahsedilen diğer avantajları nedeniyle görüntü tabanlı analiz sistemleri biyomekanik analizler ve modelleme çalışmalarında sıklıkla kullanılmaktadır.

Araştır 3

Sporda başarılı bir performans sporcunun psikolojisini ve fizyolojisini etkileyen birçok faktöre bağlıdır. Bununla birlikte sporcunun psikolojik ya da fizyolojik durumu ne olursa olsun hareketi gerçekleştirebilmek için kuvvet üretmeli ve bu kuvveti cansız bir cisme (top, sırık, yay vb.), yüzeye (katı, plastik, elastik, akışkan vb.) ya da bir canlıya (rakibe, ata vb.) uygulamalıdır. Eğer antrenör kuvvetin kaynağını ve neye sebep olabileceğini temel matematik ve fizik bilgilerini kullanarak hesaplayabiliyor ise sporcusunun potansiyelini daha iyi kullanma şansına sahiptir. Diğer bir yandan bu sebep sonuç ilişkisinin matematiksel karşılığı bilindiğinde antrenör sporcusuna açıklamalı geri dönütler verebilecek ve sebebi bilinmediği halde doğru kabul edilen yanlışlardan uzaklaşacaktır.

Araştır 4

Kas kasılması kendi içerisinde farklı türlere sahiptir: İzotonik kasılma olarak adlandırılan kasılma türünde eklemler dinamik olarak hareket etmektedir. İzotonik kasılmalar iki alt başlık içermektedir: (1) Konsantrik ve (2) Eksantrik. Eklem hareket açısının azalması şeklinde ve çoğunlukla yerçekimine zıt oluşan kasılma türlerine konsantrik, eklem hareket açıklığının artması ya da yerçekimi yönünde oluşan kasılma ise eksantrik kasılmalar adı verilir. İzometrik olarak ortaya çıkan kasılma türlerinde eklem hareket açıklığında bir değişiklik ortaya çıkmaz. Örneğin kolumuzu bir duvara yaslayarak itmeye çalıştığımızda oluşan kasılma türü izometrik'tir. İzokinetik kasılmalar ise özel geliştirilmiş araçlarla yapılan kasılma türleridir. Bu türden kasılmalarda eklem sabit açısal hızla hareket ettirilmesi söz konusudur.

Kaynakça

- Braune, W. ve Fischer, O. (1889) *The centre of gravity of the human body as related to the German infantryman*. ATI 138 452. Leipzig: National Technical Information Service.
- Cerrah, A. O., Ertan, H. ve Soylu, A. R. (2010a). Spor Bilimlerinde Elektromiyografi Kullanımı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 43-49.
- Cerrah, A. O., Ertan, H. ve Soylu, A. R. (2010b). Elektromiyografi ile kuvvetin değerlendirilmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Neurology*, 5(3), 160-166.
- Clauser, C.E., McConville, J. T. ve Young, J. W. (1969) *Weight, volume, and COM of segments of the human body*. AMRL-TR-69-70. Ohio: Aerospace Medical Research Laboratory, Wright-Patterson Air Force Base.
- Dempster, W. T. (1955) *Space requirements of the seated operator*. WADC-TR-55-159. Ohio: Wright Air Development Center, Wright-Patterson Air Force Base.
- Ertan, H., Soylu, A. R. ve Korkusuz, F. (2005). Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(2), 222-227.
- Ertan, H. (2009). Muscular activation patterns of the bow arm in recurve archery. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 357-360.
- Ertan, H., Kentel, B., Tümer, S. T. ve Korkusuz, F. (2003). Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human movement science*, 22(1), 37-45.
- Ertan, H., Knicker, A., Soylu, R. ve Strüder, H. (2011). Individual variation of bowstring release in high level archery: a comparative case study. *Human Movement*, 12(3), 273-276.
- Ertan, H. (2013). *Okçulukta Kasal Aktivasyon*. Pelikan Yayınları, Ankara.
- Hanavan, E. P. (1964) *A mathematical model of the human body*. AMRL-TR-64-102. Ohio: Aerospace Medical Research Laboratories, Wright-Patterson Air Force Bas
- Harless, H. (1860). *Die statischen Momente der menschlichen Gliedmassen*. Abhandl Mathematische Physikalischen Classe Konigl Bayerischen Akad Wissenschaft, 8: 69-96, 257-294.4
- Hatze, H. (1980) A mathematical model for the computational determination of parameter values of anthropomorphic segments. *Journal of Biomechanics*, 13(10): 833-843.
- Konrad, P. (2005). The abc of emg. *A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1(2005), 30-5.
- Komi, P. ve Tesch, P. (1979) EMG frequency spectrum, muscle structure, and fatigue during dynamic contractions in man. *Eur J Appl Physiol*, 42:41-50.
- Zatsiorsky, V. M. ve Zaciorskij, V. M. (2002). *Kinetics of human motion*. Human Kinetics.

İnternet Kaynakları

app.emaze.com/@AITQZQWW#5, Erişim tarihi: 30.03.2020.