



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

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

Öğrenme çıktıları

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

Bölüm Özeti

Bölümün kısa özetini gösterir.

Sözlük

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 Öğrendi 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

Spor ve Sağlık Bilimleri I

Editör

Doç.Dr. Gülsün GÜVEN

Yazarlar

Arş.Gör. Göktuğ ŞANLI

Prof.Dr. Yaşar TATAR

Doç.Dr. Selda UZUN

BÖLÜM 1

BÖLÜM 2

Doç.Dr. Gülsün GÜVEN

BÖLÜM 3

Doç.Dr. Fırat AKÇA

BÖLÜM 4

Doç.Dr. Nihan KAFA

BÖLÜM 5

Prof.Dr. Rüştü GÜNER



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
GENÇLİK VE SPOR BAKANLIĞI



ANADOLU
ÜNİVERSİTESİ

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 4072

AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 2854

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.

Grafik Tasarım ve Kapak Düzeni

Prof.Dr. Halit Turgay Ünalın

Öğretim Tasarımcısı

Öğr.Gör.Dr. Seher GÜLENÇ

Dil ve Yazım Danışmanı

Öğr.Gör.Dr. Nilay Girişen

Ölçme Değerlendirme Sorumlusu

Öğr.Gör. Günnur Tuba TÜRKSAVAŞ

Grafiker

Ayşegül Dibek

Gülşah Karabulut

Dizgi ve Yayına Hazırlama

Gizem Dalmış

Yasin Özkır

Handan Atman

Gül Kaya

Yasin Narin

SPOR VE SAĞLIK BİLİMLERİ I

E-ISBN

978-975-06-3906-7

Bu kitabın tüm hakları Anadolu Üniversitesi'ne aittir.

ESKİŞEHİR, Eylül 2020

3496-0-0-0-2009-V01

İçindekiler

BÖLÜM 1

Spor Anatomisi ve Kinesiyoloji I



Giriş	3
İnsan Vücudunun Yapısal Organizasyonu	3
Hücre	3
Doku	4
Organlar ve Sistemler	11
Anatomik Terimler ve Kavramlar	12
Anatomik Duruş	12
Düzlemler	12
Eksenler	13
Pozisyon ve Hareket ile İlgili Terimler	13
Hareket Sistemini Oluşturan Yapılar ve Fonksiyonları	17
Aktif Hareket (Kas) Sistemi	17
Pasif Hareket (İskelet) Sistemi	22
İnsan Vücudunun Bölümleri	25

BÖLÜM 2

Spor Fizyolojisi I



Giriş	35
Spor Fizyolojisine Giriş ve Canlı Kavramı	35
Canlı Organizmanın Özellikleri	35
İnsan Vücudunun Yapısal Organizasyonu	37
İnsan Vücudunun İşlevsel Organizasyonu	41
Hücre Yapısı ve Organizasyonu	43
Hücrenin Kimyasal Yapısı	43
Hücrenin Fiziksel Yapısı	44
Enerji Sistemleri	51
Enerji, İş ve Güç Kavramları	52
ATP Üretme Mekanizmaları	52
Dinlenme ve Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri	57
Dinlenimde Enerji Sistemleri	57
Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri.....	57

BÖLÜM 3 Sporda Beslenme I



Giriş	69
Beslenme Kavramı ve Önemi	69
Enerji Sistemleri ve Enerji Kaynakları	71
Organizmadaki Enerji Kaynakları ve Metabolizması	71
Egzersizde Kullanılan Enerji Sistemleri	72
Karbonhidratlar ve Metabolizması	73
Karbonhidratlar ve Sınıflanması	74
Karbonhidrat Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi	75
Proteinler ve Metabolizması	77
Proteinler ve Sınıflanması	77
Protein Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi	78
Yağlar ve Metabolizması	79
Yağlar ve Sınıflanması	79
Yağların Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi	80
Vitaminler ve Mineraller	81
Vitaminler ve Sınıflandırılması	81
Vitaminlerin Metabolizmadaki Yeri ve Egzersizdeki Önemi	81
Mineraller ve Sınıflandırılması	84
Minerallerin Metabolizmadaki Yeri ve Egzersizdeki Önemi	84
Su ve İçecekler	87
Suyun Vücuttaki Oranları ve İşlevleri	87
Egzersize Bağlı Sıvı Kaybı ve Önlenmesi	88

BÖLÜM 4 Sporcu Sağlığı ve İlk Yardım I



Giriş	99
Sağlık Kavramı ve Sporda Sağlık Organizasyonu	99
Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler	100
Spor Yaralanmalarının Önlenmesi	101
Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi	103
Sahada Sporcunun İlk Yardım Açısından Değerlendirilmesi	105
Spor Yaralanmalarında İlk Yardım	106
Sahada Bulundurulacak İlk Yardım Gereçleri	106
Spor Yaralanmalarında Ön Tedavi	107

BÖLÜM 5 Doping Mücadele I



Giriş	117
Doping ve Doping Mücadele	117
Doping Yasaklanma Nedenleri	117
Doping Mücadeleden Sorumlu Kuruluşlar	117
Dünya Doping Mücadele Kuralları ..	118
Doping Mücadele Kural İhlalleri	119
Yasaklılar Listesi	120
Herhangi Bir Madde veya Yöntemin Yasaklılar Listesi'ne Alınma Süreci	121
Yasaklılar Listesi Sınıflaması	121
Besin Destek Ürünü Kullanımı Güvenli Midir?	122
Doping Kontrol İşlemleri	122
Doping Kontrolü Yapmaya Yetkili Kuruluşlar	123
Doping Kontrol İşleminin 11 Basamağı	123
Kan Örneği Alım İşlemi	125
Örneklerin Saklanma Süreleri	125
Sporcuların ve Antrenörlerin Doping Mücadele Görev ve Sorumlulukları	126
Sporcuların Görev ve Sorumlulukları ...	126
Antrenörlerin Görev ve Sorumlulukları	126

Önsöz

Sevgili Öğrenciler,

İnsan vücudu, doğası gereği düzenli ve sürekli hareket etmek ihtiyacındadır. Bu nedenle bireyin sağlıkla ilişkili ve psikolojik açıdan uygun durumda olması, faaliyetlerini sürdürmesi için egzersiz ve spora katılım ihtiyacını artırmaktadır. Ayrıca multidisipliner bir alan olan egzersiz ve sporun birçok alt disiplini kapsayan sağlıkla ilişkisi gün geçtikçe daha fazla önem kazanmaktadır. Profesyonel anlamda baktığımızda antrenman ise sporcunun sağlığına dikkat ederek, performansı en üst düzeye çıkarmak için, planlı ve programlı çalışmalarıdır. Günümüzde egzersiz, spor ve antrenman programlarının planlanması, yürütülmesi ve geliştirilmesinde bilimin rolü de göz önünde bulundurularak ülkemizin geleceği olan sporcuların yetiştirilmesinde en önemli görevi üstlenen antrenörlerimizin de profesyonel gelişimlerinin desteklenmesi gerekmektedir.

Bu konu kapsamında spor ve sağlık bilimleri modülü birinci kademe kitabı, spor ve sağlık ile ilgili güncel bilgilere ulaşmak isteyen spor bilimleri alanındaki tüm profesyonellere yönelik olarak her bölümün alan uzmanları tarafından hazırlanması ile oluşturulmuştur. Spor ve Sağlık Bilimleri Modülü birinci kademe kitabı; Spor Anatomisi ve Kinesiyoloji, Spor Fizyolojisi, Sporda Beslenme, Sporcu Sağlığı ve İlk Yardım, Doping Mücadele bölümlerini içermektedir. Bu doğrultuda birinci bölümde insan vücudunun yapısal organizasyonu, anatomik terimler ve kavramlar, hareket sistemini oluş-

turan yapılar ve fonksiyonları anlatılmıştır. İkinci bölümde ise canlı kavramı, hücre yapısı ve organizasyonu, enerji sistemleri ve dinlenimde, egzersiz sırasında kullanımları örneklerle sunulmuştur. Üçüncü bölümde beslenme, enerji sistemleri ve kaynakları, karbonhidrat, yağ, protein metabolizmaları, vitaminler ve mineraller, sıvı kaybı ve alımı uygulamaya dönük olarak anlatılmıştır. Kitabımızın dördüncü bölümünde sporda sağlık organizasyonu, spor yaralanmalarında etkili faktörler, önlemler ve ilk yardım konuları değerlendirmelerle birlikte incelenmiştir. Beşinci bölümde ise doping mücadelesi kapsamında yasaklılar listesi, sporcuların ve antrenörlerin görev ve sorumlulukları, doping kontrol işlemleri konularına yer verilmiştir.

Kitabın oluşturulmasında işbirliği ve dayanışma içerisinde çalıştığımız tüm arkadaşlarıma ve eserlerinden yararlandığımız değerli meslektaşlarımıza ayrıca kitabın yayınlamasında emeği geçen herkese çok teşekkür ediyorum. Ortaya çıkan kitabın, antrenör adayları ve antrenörlerin yanı sıra spor bilimleri alanındaki tüm profesyonellere önemli bir katkı ve destek sağlaması dileğiyle...

Editör

Doç.Dr. Gülsün GÜVEN

Ülkelerin her alanda olduğu gibi spor alanında da uluslararası düzeyde rekabet edebilirliği ve yeniliklerwe 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 tartışmasızdır. 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

Spor Anatomisi ve Kinesiyoloji I

öğrenme çıktıları

İnsan Vücudunun Yapısal Organizasyonu

1 İnsan vücudunu oluşturan temel anatomik yapıları ve fonksiyonel organizasyonlarını tanımlayabilme

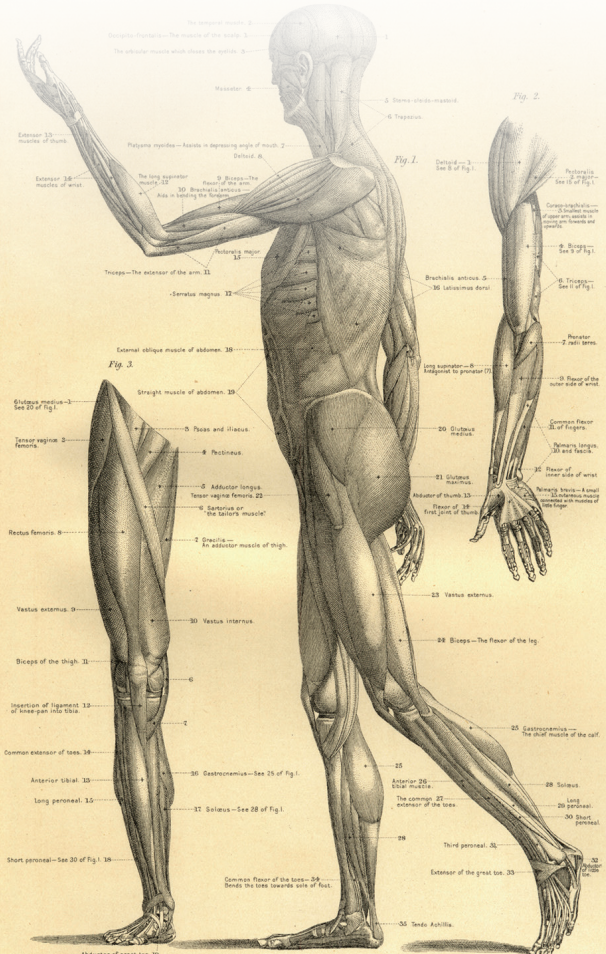
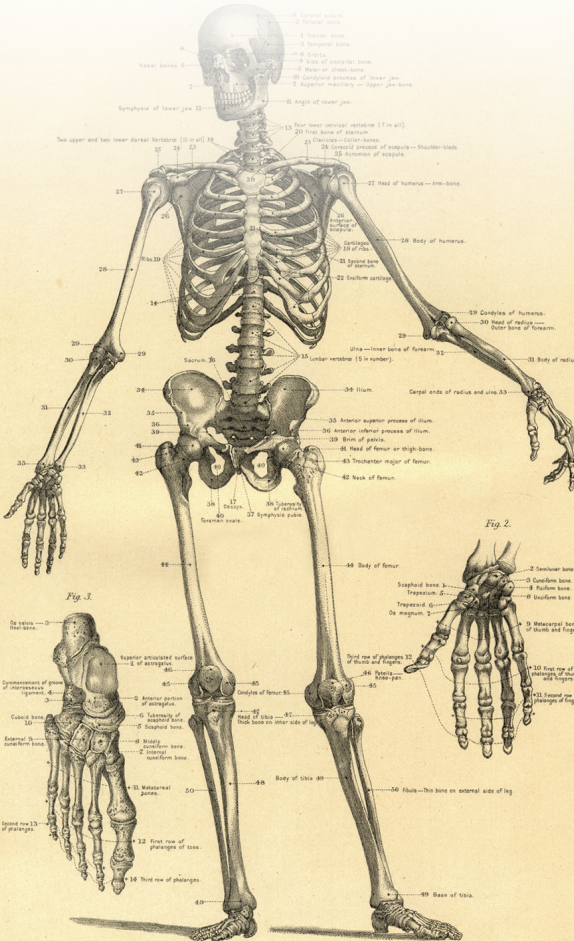
Hareket Sistemini Oluşturan Yapılar ve Fonksiyonları

3 Hareket sistemini oluşturan temel yapıların fonksiyonlarını açıklayabilme

Anatomik Terimler ve Kavramlar

2 İnsan vücudundaki anatomik yapıların konumlarını ve hareketlerini tanımlayan terimleri açıklayabilme

Anahtar Sözcükler: • Doku • Kas • Düzlemler • Hareket



GİRİŞ

Anatomi terimi, eski Yunanca “ana” (içinden) ve “tome” (-Temnein) (kesmek) kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. Buradaki kesme, parçalara ayırma anlamına gelmektedir. Latince anatomi teriminin karşılığı “dissection” kelimesidir.

Anatomi genel anlamıyla, vücut şekil ve yapısını, mikroskopik ve makroskopik yapılar arasındaki yapısal ve fonksiyonel ilişkileri inceleyen bilim dalıdır. Anatomi öğreniminde yapıların izole olarak öğrenilmesinden ziyade, fonksiyonlarının ve diğer yapılarla ilişkilerinin birlikte öğrenilmesi, bütün halinde kolay anlaşılmasını kolaylaştıracaktır.

İNSAN VÜCUDUNUN YAPISAL ORGANİZASYONU

İnsan vücudunun yaşam süreçleri, çeşitli yapısal organizasyon seviyelerinde düzenlenir. Bunlar kimyasal, hücresel, doku, organ, organ sistemi ve organizma seviyelerini içerir. Yüksek organizasyon seviyeleri daha düşük seviyelerin bir araya gelmesinden oluşturulur.

Hücre

“Canlı” denilen olgu hücrenin varlığına dayanır. Özetle hücre şu özelliklere sahiptir:

1. Yapının temel birimidir; hücreler sırasıyla dokuları ve organları oluşturur. ,
2. Çoğalmanın ve büyümenin temel birimidir; sinir hücreleri dışındaki bütün hücreler ikiye bölünerek çoğalabilir.
3. Fonksiyonun temel birimidir; bedenin herhangi bir işlevini yerine getirmek için (örneğin besin maddelerinin bağırsaklardan emilmesi) hücre düzeyinde fonksiyonel bir organizasyon vardır.

Hücresel yapı taşları ikiye ayrılır (Tablo 1.1):

Tablo 1.1 Hücrenin Yapı Taşları.

Organeller	Supramoleküler Kompleksler
Nukleus	Ribozom
Mitokondrium	Mikrotubulus
Golgi aygıtı	Sentriyol
Endoplazmik retikulum	Enzim kompleksleri
Lizozom	
Peroksizom	

Yüksek organizmalarda hücre büyüklüğü 10-50 mikrometre arasında değişmektedir.

Ancak istisnalar da vardır; örneğin bazı nöronların akson uzunluğu 1 m olabilir. Aslında tipik bir hücre yoktur. Ancak her hücrede nukleus ile sitoplazma kolayca ayırt edilir. Sitoplazma, hücrenin bütün organellerini barındıran, hücre zarı ile çevrili amorf bir maddedir. Hücreyi **plazmalemma (hücre zarı)** adlı bir membran çevreler. Supramoleküler komplekslerin ise bir membranı yoktur.

✓ **Plazmalemma (hücre zarı):** Hücre sitoplazmasını çevreleyen ince, yarı geçirgen membran.

Aslında hücre “açık” bir sistemdir ve çevresindeki dış ortam ile sürekli ilişki içindedir. Ancak hücre zarı, hücre ile dış ortam arasında bir sınır oluşturarak, hücre içinde özgül bir ortam yaratır. Hücre içindeki membran sistemleri de aynı amaca hizmet ederler; farklı fizyolojik ve biyokimyasal süreçlerin cereyan edebileceği özerk bölümler yaratırlar.

Doku

Benzer yapısı olan, aynı işlev ve farklılaşmayı gösteren hücreler birliği ile bu hücrelerin ürettikleri maddelere doku adı verilmektedir. Doku, hücre veya organ gibi kendi içinde bir bütün oluşturmaz. Sadece organizmanın kısmi bir yapı ve işlev malzemesini teşkil eder. Bütün organlar çeşitli dokuların bir araya gelmesiyle oluşur.

Dört ana doku tanımlanmıştır:

1. Epitel dokusu
2. Bağ ve destek dokusu
3. Kas dokusu
4. Sinir dokusu

Epitel Dokusu

Epitel dokusu, vücudun iç ve dış yüzeylerini örten dokudur. Ayrıca salgı bezlerinin işlevinde ve duyuşsal algılamada önemli rol üstlenirler. Üç şekli vardır.

Yüzey Epiteli

Yüzey epiteli bedenın iç ve dış yüzeylerini kaplar. Hücreler birbirine doğrudan bitişiktir. Yüzey epiteli kendisini taşıyan bağ dokusundan bir bazal lamina ile ayrılır. Hücrelerin komşuluk ilişkisine göre üç tip yüzey epiteli ayırmak mümkündür:

Tek tabakalı yüzey epiteli: Sadece bir tek hücre tabakası yüzeyi kaplar.

Çok tabakalı yüzey epiteli: Hücreler, örneğin deride olduğu gibi birkaç tabaka oluştururlar.

Çok sıralı yüzey epiteli: Burada yine tek bir hücre tabakası mevcuttur. Ancak hücreler değişik büyüklükte olduklarından nükleusları birkaç sıra olarak gözüktür.

Salgı Bezi Epiteli

Salgı bez epiteli uzmanlaşmış epitel hücreleri tarafından oluşturulur. Görevi çeşitli maddelerin sentezi ve sekresyonudur (salgılamaya ve boşaltım). Bez epiteli hücresi iki kutuplu olarak organize olmuştur. Hücrenin kan damarlarına yakın bazal kısmı sekresyon ürünü için gerekli ham maddeleri toplarken, nükleus ile hücre yüzeyi arasında kalan sitoplazmada salgılanacak ürün membranlarla çevrili olarak depolanır. Ürünlerini bedenın iç veya dış yüzeyine boşaltan bezler; *ekzokrin* (ter, tükürük,

gözyaşı bezleri gibi dış salgı bezleri), kan dolaşımına boşaltanlar *endokrin* bez (hipofiz, tiroid gibi iç salgı bezleri) olarak adlandırılır .

Duyu Epiteli

Bu tür epiteller özgül uyarıların beden tarafından algılanması ve merkezi sinir sistemine iletilmesi için uzmanlaşmışlardır. İç kulakta hareket duyusunu algılayan makula epiteli bir örnektir.

Bağ ve Destek Dokusu

Bağ ve destek dokusu bütün bedene yayılmış ve çeşitli işlevleri olan bir dokudur. Kemik; kırık ve tendon şeklinde bedene sağlamlık verir, bağ dokusu olarak bütün organların zeminini oluşturur. Bağ dokusunun bazı hücreleri bağışıklık süreçlerinde önemli bir rol oynar. Ayrıca bağ dokusunda su depolanır.

Bağ ve destek dokusu; embriyonal, retiküler, yağ ve asıl bağ dokusuyla destek dokusu olmak üzere beş bölümde ele alınır.

Embriyonal Bağ Dokusu

Embriyonal bağ dokusu, doğumdan önce çeşitli başka dokular farklılaştığından sadece embriyoda bulunan bir dokudur.

Retiküler Bağ Dokusu

Retiküler bağ dokusu dalak, lenf düğümü ve kemik iliği gibi organların iskeletini oluşturur. Retikulum hücreleri ve retiküler lifler üç boyutlu narin bir ağ yapısı meydana getirirler.

Yağ Dokusu

Yağ hücreleri, trigliserid şeklinde yağ depolayabilmektedir. Depolanması gereken yağ miktarı arttıkça hücrelerin hacmi artar. Bu işlevi gören yağ dokusu “depo yağı” olarak adlandırılır. Depo yağı ayrıca bedenın ısı izolasyonunu da sağlar. Depo yağından ayrı olarak bedende bir de “yapı yağı” bulunur. Burada yağ hücreleri retiküler ve kollajen lifler ile sarıdır. Bu şekilde basınca karşı elastik bir yastık oluşur. Bu tür basınç yastıkları el içinde ve ayak tabanında bulunur. Ayrıca çeşitli beden boşlukları ile organ yataklarının doldurulmasında yapı yağı önemlidir.

Asıl Bağ Dokusu

Asıl bağ dokusu amorf (şekilsiz) bir temel madde ile farklı yapı ve işlevi olan, birbirlerine bağlı liflerden oluşmaktadır. Amorf temel madde polisakaritlerden ve proteinlerden oluşur. Amorf temel madde ile liflerin sentezi **fibroblast'lar** (bağ dokusunun hücresi) tarafından gerçekleştirilir. Fibroblastların yanı sıra, bağ dokusunda bağışıklık sistemine ait hücreler de bulunur. Üç çeşit bağ dokusu lifi vardır:

✓ **Fibroblast:** Hücresi bağ dokusunun temel yapılarının sentezlenmesinden sorumludur.

Mekanik gerilim ile uyarılmasının ardından kollajen, retiküler ve elastin fibrilleri, *glycosaminoglycan*ların sentezini başlatırlar. Ayrıca doku hidrasyonu ve sertlik gibi mekanik özelliklerin düzenlenmesinde de görev alırlar.

Kollajen lifler: Beyazımsı kollajen lifler elektron mikroskopunda çizgili bir görünüm verirler. Boyunun ancak %8'i kadar esneyebilen kollajen lifler gerilmeye karşı çok dirençlidirler. 1 mm² çapındaki kollajen lifi 10-20 kg'lık bir ağırlığı taşıyabilmektedir.



dikkat

Kollajen fibrillerinin mekanik özellikleri yaş, cinsiyet, hormonal farklılıklar ve antrenman ile farklılık gösterebilir.

Elastin lifler: Kalın tabakalar hâlinde dizildiklerinde hafif sarı renktedirler. Kollajen liflerden farklı olarak düzensiz bir ağ yapısı oluştururlar. Elastin lifler uzunluklarının %150'si kadar gerinip bırakıldıklarında yine başlangıç uzunluklarına dönerler. Ancak bu gerinme noktasında, yani uzunluklarının %150'sinde gerilme gücünü başka yapılara aktarabilmektedirler. Kısacası elastin liflerin bir "sertleşme" uzunluğu vardır. Elastik özelliklerinden dolayı bu lifler mekanik enerji depolayabilirler. Bu nedenle akciğer, kan damarları ve elastik kıkırdak gibi "elastik" özellikleri olan organ ve dokularda sıklıkla bulunurlar.

✓ **Gerinim:** Yapının, yük altında, yük uygulanmadan önceki duruma kıyasla ne oranda uzadığını ifade eder.

Bütün dokularda elastin ile kollajen lifler sıkı ilişki içindedir. Kollajen lifler elastik liflerin aşırı gerilmesini önlerler. Elastin lifler de dinlenme durumunda kollajen lifleri dalgalı hâle getirerek ani yüklenmeler için bir gerilme payı yaratırlar. Ancak dokudan dokuya kollajen/elastik lif oranı değişir.

Retiküler lifler: İnsandaki en ince ve narin liflerdir. Karaciğer, lenf düğümleri, bezler ve kemik iliğinde bol miktarda bulunurlar. Epitel dokusu ile bağ dokusu arasındaki sınırı oluşturan "bazal lamina" bir glikoprotein tabakası ile retiküler liflerden oluşur. Retiküler lifler bir bakıma kollajen liflerin son uzantısıdır. Ancak retiküler lifler gerilme ve bükülmeye karşı elastik bir yanıt verirler.

Asıl bağ dokusunun "sıkı" ve "gevşek" olmak üzere iki türü vardır. Gevşek bağ dokusu insandaki en yaygın doku türüdür. Bütün organların yapısına katkıda bulunur. Sıkı bağ dokusunda amorf temel madde ile fibroblastlar, gevşek bağ dokusuna oranla daha az miktarlarda bulunurlar. Ancak kollajen lif miktarı fazladır. Yüksek gerilme kuvvetlerine maruz kalan beden bölgelerinde, örneğin ligamentlerde bulunurlar.

Destek Dokusu

Destek dokusunun üç şekli vardır:

Tendon dokusu: Tendonlar, kas kuvvetini kemik ve eklemlere aktaran yapılardır. Tendona etki eden kuvvet yönünde birbirine paralel olarak dizilmiş kollajen lifler, tendon dokusunun gerilmeye karşı olağanüstü direncini yaratırlar. Kollajen lifler arasında kalan fibroblastlar yer azlığı nedeniyle kanatsız bir şekil alırlar: sitoplazma uzantıları bir kanat gibi kollajen liflerin arasına girer. Kollajen lifler bağ dokusu ile çevrilerek daha büyük demetler şeklinde paketlenirler.

Kıkırdak dokusu: Kıkırdak dokusu, bütün bağ ve destek dokularında olduğu gibi hücrelerden (kondrosit), amorf temel maddeden ve liflerden oluşur. Hiyalin, lifli ve elastik kıkırdak olmak üzere üç çeşit kıkırdak dokusu vardır. Ancak her üç kıkırdak dokusunda da "kondromlar" bulunur. Kondromlar, bir veya daha çok kondrosit tarafından

oluşturulan, bir kapsül ile çevrili kıkırdak alanlarıdır. Kıkırdak dokusu gerilmeden çok basınca karşı dirençlidir. Kondrom kıkırdak dokusunun “basınca karşı elastik özellikler gösteren temel birimi”dir.

Kıkırdak dokusunda kan damarı ve sinir yoktur. Beslenme ya kıkırdak dokusuna komşu kan damarlarından veya eklem sıvısından difüzyon ile olur. Kıkırdağa uygulanan basınç difüzyonu hızlandırır.

1. **Lifli kıkırdak:** Hücreler arasında görece az miktarda amorf temel madde ve çok sayıda paralel dizilmiş kollajen lif bulunur. Kondrom ve kondrositlerin sayısı da azdır. Lifli kıkırdak özellikle vertebralar arasındaki diskler ile diz eklemindeki menisküslerin yapısını oluşturur. Lifli kıkırdak, kollajen lif sayısı arttıkça tendon dokusuna benzemeye başlar (disklerin dış kısmı).
2. **Hiyalin kıkırdak:** Hiyalin kıkırdakta kondrositlerin sayısı lifli kıkırdağa oranla çok artmıştır. Hiyalin kıkırdağın özellikle basınca karşı olan direnci (1 mm² hiyalin kıkırdak 1.5 kg taşıyabilir) hem çok sayıda bulunan kondromlara hem de kollajen liflerinin kendine özgü dizilişine bağlıdır. Hiyalin kıkırdak bedenin bütün eklem yüzeylerini kaplar.
3. **Elastik kıkırdak:** Elastik kıkırdakta kollajen liflerinin yanı sıra elastik liflerden oluşan bir ağ mevcuttur. Bu nedenle sarı kıkırdak olarak adlandırılır. Elastik kıkırdak (kulak kıkırdağında olduğu gibi) bükülebilir. Elastik lif ağının dışında elastik kıkırdağın yapısı aynen hiyalin kıkırdağa benzer.

Kemik dokusu: Kemik dokusu insan bedeninin en sağlam dokusudur. Basınca karşı sağlamlığı kıkırdak dokusundan yaklaşık 10 kat daha fazladır. Bunun nedeni kemiğin organik temel maddesi içine anorganik bileşimlerin; %85 oranında kalsiyum fosfat, %10 oranında kalsiyum karbonat ve %5 oranında magnezyum ve alkali tuzların yerleşmesidir. Bunun yanında kemik dokusunun organik bileşimi olarak *osteoid* (amorf temel madde) ve kollajen lifler bulunur. Kemik dokusu hücresi osteosit olarak adlandırılır.

Yuvarlak kemikler diafiz ve epifiz adlı iki bölüme ayrılır. Diafiz kemiğin orta kısmı, epifiz kemiğin hiyalin kıkırdak ile örtülü eklem kısmıdır. Gelişme çağında, yani büyüyen kemikte *diafiz* ile

epifiz arasında *metafiz* adı verilen ince bir hiyalin kıkırdak dokusu bulunur. Kemiğin büyümesi metafizde *kondral ossifikasyon* ile olur. 20-23 yaşları arasında metafiz tamamen kemikleşir ve kemik büyümesi durur.

✓ **Ossifikasyon:** Osteoblast hücreleri tarafından yeni kemik dokusu oluşturulması.

Kemik oluşumu iki şekilde gerçekleşebilir. Birincisinde kemik dokusu, doğrudan embriyonal bağ dokusunun farklılaşması sonucu ortaya çıkar. “*Dermal ossifikasyon*” adı verilen bu süreç ile özellikle kafa tasının yassı kemikleri oluşur. “*Kondral ossifikasyon*” adı verilen ikinci süreçte ise kemiğin önce kıkırdaktan bir modeli yapılıp, daha sonra da osteositler bu kıkırdak modelini kemiğe dönüştürür.

Kemiğin yapısı: Kemik “*periost*” adı verilen bir zar ile çevrilmiştir. Periost iki tabakadan oluşur. Kemiğe bitişik tabakada hücreler çoktur, dış tabakada kollajen lifler ve elastik lif ağları bulunur. Periostun kollajen lifleri kemiğin dış tabakasına girerek (*Sharpey lifleri*), periost ile kemiğin birbirine yapışmasını sağlar. Periostun görevleri kan damarları ile kemiğin beslenmesini sağlamak, kemiği korumak, ağrı hissi ile aşırı zorlanmaları önlemek ve yeni kemik oluşumuna katkıda bulunmak şeklinde özetlenebilir.

Kemiğin dış tabakası “*substantia kompakta*” (kemik korteksi) adını alır. Substantia kompakta üç çeşit lamelden oluşur. Lameller kalınlıkları 3-7 mikrometre arasında değişen kemik tabakalarıdır. Birbirlerinden ince bir “*alçı*” tabakası ile ayrılırlar. Bu tabaka organik maddelerden oluşur, ancak lif barındırmaz. Lamel içinde ise birbirine paralel seyreden kollajen lifleri bulunur. Komşu iki lameldeki lif doğrultusu genelde birbirine dik açı yapar. Osteositler lamel sınırında düzgün sıralar şeklinde dizilirler.

Lamellerin üç şekli vardır:

1. “*Genel lameller*” kemiği bütünüyle birkaç tabaka olarak sararlar. Periostun hemen altında bulunurlar.
2. “*Osteon*”, merkezinde bulunan Havers kanalı ile bu kanalın çevresinde daire şeklinde tabakalar olarak dizilen “özel” lamellerden oluşan bir yapıdır. Osteon, substantia kom-

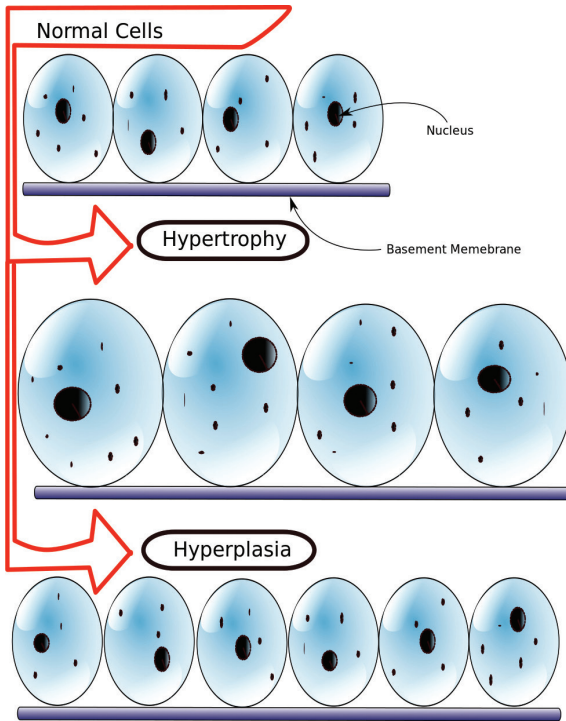
pakta boyunca uzanan silindirik şeklinde bir yapı birimidir. Merkezindeki Havers kanalında seyreden kan damarları difüzyon yoluyla osteonu beslerler.

3. “*Substantia kompakta*”de osteonlar arasında kalan boşlukları “ara” lameller doldurur. Bunlar düzenli bir şekli olmayan lamellerdir. “*Substantia spongiosa*” kemiğin iç kısmını oluşturur ve petek şeklindeki boşluklarında kemik iliğini barındırır. *Substantia spongiosa*’daki lamel parçaları ilk bakışta düzensiz bir görünüm arz etseler de aslında kemiğin maruz kaldığı kuvvetler doğrultusunda “traje” şeklinde dizilirler.

Bağ ve Destek Dokusunda Egzersiz ile Oluşan Değişimler

Bedenin en küçük işlevsel birimi hücre olduğundan herhangi bir fizyolojik veya patolojik yüklenmeye karşı beden tepkisi yine hücre bazında organize olacaktır. Bedenin herhangi bir işlevinde artış olduğunda hücreler bunu iki şekilde karşılayabilirler (Şekil 1.1):

1. *Hipertrofi*; hücrede büyüme görülür.
2. *Hiperplazi*; hücre sayısında artış görülür.



Şekil 1.1 Hipertrofi ve Hiperplazi.

Kaynak: <https://en.wikipedia.org/wiki/Hyperplasia> adresinden uyarlanmıştır.

Özellikle bağ ve destek dokusunda hücreler, değişik işlev durumlarına sentezlerinden sorumlu oldukları amorf temel madde ile liflerin üretimini artırarak veya bileşmelerini değiştirerek yanıt verirler.

Bağ ve destek dokusundaki liflerin, ve özellikle kollajen liflerin doğrultusu, doku üzerinde etkili olan kuvvet yönünü izlerler. Eğer kuvvetin yönü anatomik veya fizyolojik nedenlerden dolayı değişirse o zaman bağ ve destek dokusunun lifleri de bu yeni yön doğrultusunda dizilirler. Egzersiz ile özellikle kollajen liflerin sayısı ve kesit yüzeyi artar; böylece doku daha sağlam hâle gelir.

Antrenman ile tendon kesit alanını ve sertliğini artırmak mümkündür. Bu şekilde tendonların gerilmeye karşı direnci artar. Antrenman ile sağlanan sağlamlık bir yandan niceliksel değişimlere, yani hipertrofiye (kollajen lif kesitinin artması), bir yandan da niteliksel değişimlere (kollajen lif yapısının değişmesi) bağlıdır. Fizyolojik olmayan yüklenmelerde tendon hücresi bir *osteosite* dönüşebilir. Bunun sonucunda aşırı miktarda kalsiyum bağlanan bu odaklar kemikleşebilir.

Aynı ilkeler doğrultusunda kıkırdak hücresi de egzersiz sonrasında amorf temel madde ile kollajen lif sentezini artırır. Lifli kıkırdakta yüklenmeye bağlı kollajen lifi artışı sonucunda bu doku bir tendona benzemeye başlar. Hiyalin kıkırdakta ise kısa süreli ile, uzun süreli yüklenmelerin sonuçları birbirinden farklıdır. Kısa süreli yüklenmede, örneğin ısınma esnasında, hiyalin kıkırdak %12-13 oranında su alarak şişer. Böylece özellikle basınca karşı elastik direnci artar. Uzun süreli yüklenmede ise hiyalin kıkırdakta bir hipertrofi görülür; kondrositler ile kondromlar büyür ve kondrositlerin metabolik aktivitesi artar. Ayrıca kondrom içerisindeki kondrosit sayısı da artar. Bu adaptasyon süreçleri sayesinde hiyalin kıkırdak artan mekanik yüklenmeyi herhangi bir eklem hasarı olmadan karşılar.

Bağ ve destek dokusunun sağlamlığı özellikle “mikrotravmalar” ile bozulabilir. Mikrotravma, tekrarlayan görece düşük yüklenmeler sonucu oluşan, genellikle kişinin farkına varmadığı küçük yaralanmalardır. Doku hasarı dışında, kılcal damarlarda hafif kanamalar olur. Sonrasındaki yenilenme sürecinde, bu odaklarda başlayan tamir süreçleri dokuya eski sağlamlığını kazandıramaz ise, yeni bir yüklenmeyi kaldıramayan dokuda rüptürler (yırtılmalar) ortaya çıkabilir. Tendon kopmalarında, mikrotravmalar önemli bir rol oynayabilir.

Kemik dokusu, üzerine sürekli etkiyen (yemekimi nedeniyle) değişken mekanik kuvvetler nedeniyle zaten sürekli yeniden yapılanmaktadır. Burada amaç ana kuvvet doğrultusunda kemik mimarisinin düzenlenmesidir. Bu bağlamda;

1. *Substantia kompakta* kalınlaşabilir,
2. *Substantia spongiosa*'nın lamel doğrultusu kuvvet yönünde düzenlenir; ayrıca lamel sayısı artabilir ve
3. Tendonların kemiğe yapışma noktalarında *substantia kompakta* lokal olarak kalınlaşabilir. Aşırı yüklenme, kemikte kalsiyum tuzlarının azalmasına ve "stres" kırıklarına yol açabilir.

Kas Dokusu

İnsan hareketini sağlayan temel yapı kas dokusudur. Kas dokusu hareketi, kontraksiyon (kasılma) yeteneği ile ortaya çıkarır. Üç çeşidi vardır: düz kas, çizgili iskelet kası ve kalp kası.



dikkat

Kas hücrelerinde endoplazmik retikulum; "sarkoplazmik retikulum", hücre zarı "sarkolemma" ve sitoplazma "sarkoplazma" olarak adlandırılır.

Düz Kas

Düz kaslar, iç organlar ve kan damarlarında bulunurlar. Otonom sinir sistemi tarafından yönetilen düz kasların kontraksiyonu istem dışı, yavaş ve dalgalı olarak gerçekleşir. Düz kas hücresinin oval bir biçimi vardır. Çapı 4-20, uzunluğu 40-200 mikrometredir. Nukleusu genelde sitoplazmanın merkezinde bulunur. Düz kas hücresinin kontraksiyon yeteneği, diğer kas dokularında olduğu gibi aktin ve miyozin miyofilamentlerinin varlığına bağlıdır. Mekanik bir yüklenmeye (örneğin bir böbrek taşının idrar yollarını tıkaması gibi) düz kas hücresi hipertrofi ile yanıt verir, bu durumda hücrenin hacmi 8 katına çıkabilir.

Çizgili İskelet Kası

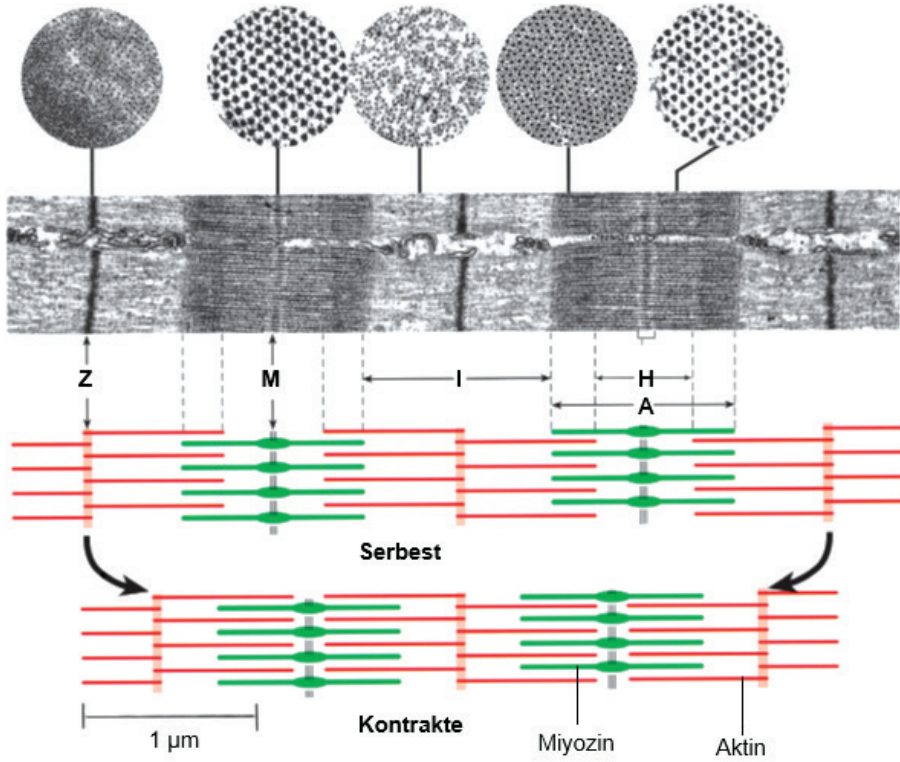
Çizgili iskelet kasının kasılabilen yapı ve işlev birimi kas lifidir. Kas lifi, embriyonal gelişim evresinde bir ana kas hücresinin birçok mitoz ile binlerce birbirine yapışık kas hücresine bölünmesi ile ortaya çıkar. Doğumdan sonra kas hücrelerini birbirinden ayırmak artık mümkün değildir. Bu şekilde oluşan kas lifi ortalama 10-100 mikrometre çapında ve 15 cm uzunluğunda bir yapıdır.

Çizgili kas lifi somatik sinir sisteminin kontrolü altındadır. Kontraksiyonu istemli, hızlı ve keskin olur. Çizgili kas lifi "boyuna" kesildiğinde mikroskop altında "enine" şeritler ortaya çıkar. Bu enine şeritler, kas lifi boyunca uzanan miyofilamentlerin "düzgün ve geometrik dizilişi" sonucu ortaya çıkarlar. Işık mikroskopunda koyu "A" ve açık "I" şeridi ile "I" şeridinin ortasındaki koyu "Z" çizgisini birbirinden ayırmak mümkündür. Elektron mikroskopunda buna ek olarak koyu "A" şeridinin ortasında daha açık "H" şeridi bulunur. Ayrıca "H" şeridinin ortasında koyu bir "M" çizgisi mevcuttur.

Kas lifinin iki "Z" çizgisi arasında kalan bölümü "sarkomer" olarak adlandırılır. Sarkomer kas lifinin en küçük işlev birimidir. Sarkomerin ortasındaki koyu "A" şeridi, kalın *miyozin* filamentlerinin yan yana dizilmesi ve uç bölümlerine daha ince *aktin* filamentlerinin komşu olması ile ortaya çıkar. "H" şeridinin daha açık olması aktin filamentlerinin yokluğundan kaynaklanır. Açık "I" şeridi ise sadece aktin filamentlerini barındırır. İki komşu aktin miyofilamenti birbirine uc uca "Z" çizgisinde tutunur. Yan yana dizilen komşu miyozin filamentleri ise "M" çizgisinde birbirlerine ortadan tutunurlar (Şekil 1.2).

Sarkomerin uzunluğu kas gevşek durumda iken 2 mikrometre kadardır. Kontraksiyon sırasında %50'lik bir kısalma olur. Kontraksiyon sırasında aktin filamentleri miyozin filamentlerinin ortasına doğru kayarlar. Bundan dolayı "H" şeridi daralır ve sonunda kaybolur. Benzer şekilde "I" şeridi de daralır.

İskelet kası sarkomerinde, enine hücre zarı girintileri (T-sistemi) ve boyuna uzanan sarkoplazmik retikulum (L-sistemi) bulunur. L-sistemi yüksek konsantrasyonlarda kalsiyum iyonları depolar.



Şekil 1.2 Kas fibrili içerisindeki sarkomer ve myofilamentler.

Kaynak: Neumann, D. A. (2013). Elsevier Health Sciences'dan uyarlanmıştır.

İskelet kas lifinin sarkolemması, *miyolem* (*myelomma*) adlı bir kılıf ile çevrelenir. Miyolem bir bazal lamina ile retiküler liflerden oluşur. Tendonun kollajen lifleri miyoleme tutunurlar. Kas, tendon ve kemik işlevsel bir bütün oluştururlar. Yukarıda anlatıldığı üzere tendonun kollajen lifleri miyoleme tutunurlar, Burada kollajen liflerinin hafif dalgalı seyri ile elastik liflerin varlığı bir esneme payı sağlar. Böylece kontraksiyon anında ani gerilmeler önlenmiş olur. Benzer şekilde tendonun kemiğe tutunma noktası "*insertio*", değişik esneklikleri olan dokular arasında bir geçiş oluşturur. Bundan dolayı kemik ile tendon arasında kıkırdak dokusu bulunur. Böylece yumuşak bir geçiş sağlanır.

Kas lifinde bulunan aktin ve miyozin myofilamentleri "*miyofibril*" adı verilen demetler şeklinde paketlenir. Kas lifinin kuvveti, kesitinde bulunan aktin/miyozin myofilamentlerin (veya miyofibrillerin) sayısı ile doğru orantılıdır. Kas kasılması sırasında aktin ve miyozin filamentleri arasında oluşan çapraz köprüler kasın kısalmasını ve sonucunda kuvvet üretmesini sağlar. İnsan hareketinin temelinde bu mekanizma yatar. Bir sarkomerde, aktin ile miyozin arasındaki çapraz köprü sayısı ne kadar fazlaysa sarkomerde o kadar kuvvet üretilebilir. Çapraz köprü sayısının maksimum olduğu ve sarkomerin en çok kuvvet ürettiği uzunluğa, *optimum uzunluk* denir.

Kasın kuvvet üretme kapasitenin yanı sıra, hareket için diğer önemli özellik kasın kasılma hızıdır. Kasın kasılma hızını belirleyen en önemli özellik kas fibril tipidir (Tablo 1.2).

Tablo 1.2 Kas Fibril Tipleri.

FT-Fibril ("Fast-twitch")	ST-Fibril ("Slow-twitch")
Tip 2a, 2B, 2X Beyaz Kalın Hızlı Anaerob baskın Mitokondriyum oranı az Güç odaklı	Tip I Kırmızı İnce Yavaş Aerob baskın Mitokondriyum oranı fazla Dayanıklılık odaklı

**dikkat**

Kas fibril tiplerinin sınıflanması ve tanımlanmasında birden fazla kriter vardır. Bu sınıflandırmalara göre fibril tiplerinin sayısı farklılık göstermektedir. Farklı kaynaklarda yukarıda verilen fibril türlerinden daha fazla ara form hibrit fibril tiplerinden bahsedilmektedir. Şunu bilmek gerekir: Fibril tipleri arasında keskin geçişler yoktur.

Egzersizizin güce veya dayanıklılığa yönelik olması ile bağlantılı olarak kas lifi "FT"den "ST"ye veya "ST"den "FT"ye dönüşebilir. Bundan dolayı bir halterciye uzun koşu antrenmanı yaptırmak, kas gücünün azalmasına neden olabilir. Aynı kas içerisinde bile iki kas lifi türünün yan yana bulunması mümkündür. Ayrıca kas lifi türü kalıtsal faktörlere de bağlıdır.

Kalp Kası

Kalp kasında da enine çizgiler mevcuttur. Ancak nükleus hücrenin ortasında bulunur. Kalp kası hücresinin çapı ortalama 15, uzunluğu 100 mikrometredir. Hücreler, mikroskopta parlak olarak görünen şeritler ile birbirlerine yapışarak düzensiz bir ağ kurarlar. Kalp kası hücresi sarkoplazmasının %30'u mitokondriyumdan oluşur çünkü kalp devamlı bir yüklenme altındadır. Kalp ağırlığı 500 gramı aşarsa hücre *hiperplazisi* görülür, bu da dokunun beslenmesini zorlaştırdığı için enfarktler neden olabilir.

Sinir Dokusu

Sinir sisteminin mikroskobik yapısını sinir dokusu, bağ dokusu ve kan damarları oluşturur. Merkezî sinir sistemine ait yapılar beyin-omurilik

sıvısı ile çevrilmiştir. Sinir dokusunda iki hücre tipi bulunur: *Nöronlar* ve *glia hücreleri*.

Glia hücreleri (glia = alçı) nöronların oluşturduğu üç boyutlu ağ yapılarını çevreler. Glia hücrelerinin, uyarıların iletilmesinde herhangi bir işlevleri yoktur. Ancak glia hücreleri olmaksızın nöronlar uzun süre vital (yaşamsal) fonksiyonlarını devam ettiremezler. Glia hücreleri; a) destek bir yapı oluştururlar, b) besin maddelerini nöronlara ulaştırırlar ve c) artık maddeleri kan dolaşımına ve beyin-omurilik sıvısına bırakırlar. Böylece glia hücreleri nöronları çevreleyen dış ortamın sabit kalmasını sağlarlar.

Sinir dokusunun asıl hücresi nörondur. Her bir nöron morfolojik, genetik ve fonksiyonel olarak bağımsız bir birimdir. Nöronun işlevi uyarıları iletmektir. Sadece beyin korteksinde 14 milyar nöron bulunduğu sanılmaktadır. Bir nöronun büyüklüğü 4 mikrometre (serebellum) ile 130 mikrometre (korteksteki *Betz piramidal hücreleri*) arasında değişebilmektedir. Nöronun, nükleusu içeren gövdesi "*perikaryon*" olarak adlandırılır. Perikaryondan "*dendrit*" (dendrit = ağaç) adı verilen çok sayıda kısa sitoplazma uzantısı, ve "*akson*" olarak adlandırılan tek bir uzun sitoplazma uzantısı çıkar. Dendritler ancak birkaç mikrometre uzunluğa ulaşırken, aksonun boyu 1 metreye varabilir. Her nöronun sadece bir tek aksonu olması, sinir sisteminin işlevsel örgütlenmesi için son derece önemlidir. Ancak akson, kollaterallere (dallara) ayrılabilir.

Sinir sisteminde uyarılar, nöron hücre zarının "depolarizasyonu" (depolarizasyon hücre zarı dış yüzeyindeki pozitif elektrik yükün bir uyarım ile negatifleşmesi demektir) ve bu depolarizasyonun hücre zarı boyunca yayılması ile iletilirler. Yukarıda belirtildiği gibi nöronun sadece tek bir aksonu vardır. Depolarizasyon akson boyunca sadece tek bir yönde, perikaryondan akson ucuna doğru yayılır. Nöron uyarımı sadece tek bir yönde ileten

bir elektrik devresine benzetilebilir. Uyarımın iletilmesi “ya hep ya hiç” ilkesine göre olur; yani ya her bakımdan hep sabit kalan bir depolarizasyon iletilir veya herhangi bir uyarım iletilmez. Her bir nöronun aksonu başka nöronların dendritleri veya perikaryonları ile “*sinaps*” adı verilen bağlantılar yapar. Aynı aksonda olduğu gibi sinapsda da uyarım sadece tek bir yönde iletilir. Bunun dışında, nöron ile iskelet kas lifi arasında “*motorik son plak*” olarak adlandırılan özel bir sinaps şekli mevcuttur.

Glia hücrelerinin bir alt tipi olan “*Schwann hücreleri*”, birkaç sitoplazma tabakası ile aksonu kaplarlar. Schwann hücrelerinin yaptığı bu akson kılıfı “*nörole*” olarak adlandırılır. Buna ek olarak kalın aksonlarda (çapları 1 mikrometreden büyük) Schwann hücreleri, lipid ile proteinden oluşan ve “*miyelin*” olarak adlandırılan bir izolasyon maddesi ile aksonu birkaç kat sararlar. Akson boyunca 1-2 mm aralıklarla miyelinsiz odaklar vardır; bunlar “*Ranvier boğumları*” olarak adlandırılır. Miyelin bir izolatör görevi gördüğünden, miyelinli aksonlarda depolarizasyon bir Ranvier boğumundan diğer Ranvier boğumuna atlayarak yani çok daha hızlı bir şekilde akson boyunca iletilir.

Organlar ve Sistemler

Organlar ve organ sistemleri, insan vücudunun fonksiyonunu idame ettirirler. Birbirlerinden farklı fonksiyonlar yürütürken aynı zamanda sinerjistik bir bütünlük ile birbirleriyle iletişim halindedirler.

Organlar

Organlar, hücre ve dokuların vücutta belli görevler için bir araya gelmesiyle oluşan yapılardır. Bir organı oluşturan ana dokular ortak embriyolojik kökenlere sahip olma eğilimindedir. Fonksiyonel olarak organlar genellikle tüm organ sistemlerini oluşturmak için işbirliği yaparlar.

Organ Sistemleri

Sistemler, belli bir görevi yerine getirmek üzere bir araya gelmiş organ topluluklarıdır. Sistemde, organlar ortak bir amaca yönelik çalışır fakat yaptıkları görevler farklıdır. Örneğin; boşaltım sisteminde böbrek, kirli kanı süzer ve idrar oluşumunda rol oynar. İdrar, idrar boruları ile idrar

torbasına iletilir. Toplanan idrar, yine bu sistem organı olan idrar kanalı aracılığı ile vücuttan atılır. Görüldüğü üzere hepsi aynı amaca ulaşmak için ayrı fonksiyonlar üstlenerek boşaltım sistemini oluşturmuşlardır.

Kas-İskelet Sistemi

Vücudun hareketini sağlar. Temel olarak kemikler, kaslar ve eklemlerden oluşur.

Solunum Sistemi

Soluk alarak biyolojik süreçlerimiz için gerekli oksijen ve karbondioksiti akciğerlere ileten ve kana geçişini sağlayan, soluk verirken de ters yönde işlev gören sistemdir. Temel olarak burun, yutak (farinks), gırtlak (larinks), soluk borusu (trakea) ve akciğerlerden (pulmones) oluşur.

Dolaşım Sistemi

Vücuttaki kanın dolaşımını sağlayan sistemdir. Temel olarak kalp, atardamarlar (arter), toplardamarlar (ven), kılcal damarlar (kapiller), lenf ve lenf kanallarından oluşur.

Sinir Sistemi

Vücudun uzay yani dış dünya ve organlar arasındaki işlevsel bağlantısını sağlar. Ayrıca diğer sistemlerin de faaliyetlerini düzenler. Temel olarak beyin, omurilik ve vücuttaki çevresel sinirlerden oluşur.

Endokrin Sistem

Vücuttaki metabolizmal faaliyetleri düzenleyen sistemdir. Temel olarak hipofiz, tiroid, paratiroid, böbrek üstü bezleri ve pankreas bezi gibi bezlerden oluşur.

Sindirim Sistemi

Bu sistemde vücuda alınan besinlerin sindirimi, emilimi ve emilmeyen kısımların vücuttan atılması sağlanır. Temel olarak ağız boşluğu, yutak (farinks), yemek borusu (özofagus), mide (gaster), ince bağırsak, kalın bağırsak, rektum, anüs ve sindirime yardımcı olan tükürük bezleri, karaciğer, pankreas ve safra kesesi organlarından oluşur.

Üriner Sistem

Vücuttaki metabolik olaylar sonucu ortaya çıkan maddeler bu sistemde süzülerek dışarı atılır. Temel olarak böbrekler, üreterler, mesane ve üretradan oluşur.

Üreme Sistemi

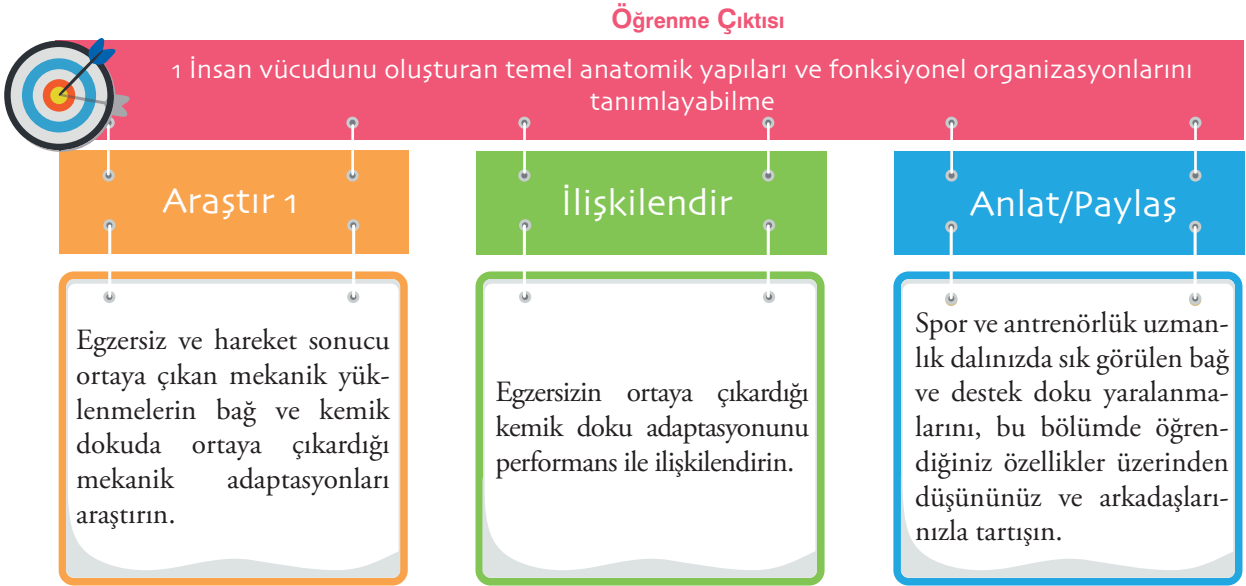
Üremeyi ve gen aktarımını sağlayan sistemdir. Cinsiyetler arasında farklı organ ve oluşumlar bulunur. Kadında temel olarak yumurtalıklar (*ovaryum*), tüpler, rahim (*uterus*), vajina ve vulvadan oluşur. Erkeklerde ise testis, üreme bezleri ve penisten oluşur.

Bağışıklık Sistemi ve Lenfatik Sistem

Bağışıklık ve lenfatik sistemler, vücudumuzun bulaşıcı patojenik virüslere, bakterilere, mantarlara, parazitlere karşı savaşmasını sağlayan ve bu zararlı yapıları vücudumuzdan uzaklaştıran sistemlerdir.

İntegumenter Sistem

İntegumenter sistem, vücudu dışarıdan gelen hasara, su ve ısı kaybına karşı koruyan cilt ve buna bağlı yüzeyel uzantıları içerir.



ANATOMİK TERİMLER VE KAVRAMLAR

İnsan hareketinin yorumlanmasında ve iletişimde, objektif bir standartta dayanan ortak bir dil kullanmak gerekmektedir. Bu amaçla anatomik terimler ve kavramlar oluşturulmuştur.

Anatomik Duruş

Vücut pozisyonuna göre anatomik tanımlamalar yapılırken ve konumlardan bahsedilirken yüzü bize dönük bir şekilde ayakta duran, baş ve gövdesi dik pozisyonda, kolları yanlarda ve aşağıya sarkık, avuç içi öne bakan, ayakları birleşik ve öne dönük bir kişi referans alınır. Bu standart pozisyona *anatomik duruş* denir.

Vücut kısımlarının konumları ve hareket oryantasyonları tarif edilirken kullanılmak üzere insan vücudundan 3 ana düzlemin ve eksenin geçtiği varsayılır (Şekil 1.3).

Düzlemler

Temelde 3 düzlem vardır ve anatomik tanımlamalar bu 3 ana düzlem ekseninde yapılır.

Sagittal (Anteroposterior) Düzlem

Vücudu önden arkaya doğru dik kesen, sağ ve sol olarak vücudu ikiye ayıran düzlemdir. Her ekseninde olduğu gibi sagittal eksen, referans noktasına göre vücudun herhangi bir bölgesinden geçebilir. Eğer referans olarak vücudun tam ortası alınırsa sagittal düzlem vücudu sağ ve sol olarak birbirine eşit iki parçaya ayırır. Bu durumda sagittal düzlem aynı zamanda median düzlem olur. Karşılaştırmalı olarak vücut üzerinde median düzleme daha yakın olan oluşum “medial”de, orta hatta daha uzak olanı ise “lateral”de konumlanmıştır.

Transvers (Horizontal) Düzlem

Yere paralel şekilde vücudu enine kesen, alt ve üst olarak vücudu ikiye ayıran düzlemdir. Karşılaştırmalı olarak vücut üzerinde başa daha yakın olan oluşum “superior”de, daha uzak olanı ise “inferior”de konumlanmıştır.

Frontal (Koronal) Düzlem

Vücudu sağdan sola, ya da soldan sağa doğru dik kesen ve ön ve arka olmak üzere ikiye ayıran düzlemdir. Karşılaştırmalı olarak vücut üzerinde ön cepheye daha yakın olan oluşum “anterior”de, daha uzak olanı ise “posterior”de konumlanmıştır.

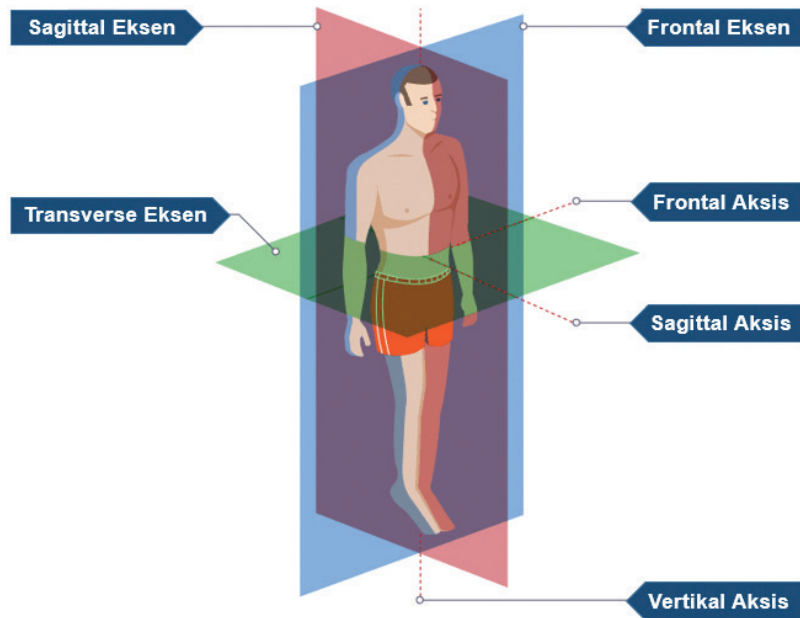
Eksenler

Eksenler (Aksisler), insan vücudunda eklemler çevresinde oluşan hareketlerin tanımlanmasında kullanılır. Temel eksenler şunlardır:

Vertikal Aksis: Baştan ayaklara doğru dikey inen ve yere dik olan eksenidir.

Sagittal Aksis: Önden arkaya veya arkadan öne doğru yönelen ve yere paralel olan eksenidir.

Frontal Aksis: Sağdan sola veya soldan sağa uzanan ve yere paralel olan eksenidir.



Şekil 1.3 Düzlemler ve Eksenler.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Pozisyon ve Hareket ile İlgili Terimler

Anatomik duruşa göre belirlenen düzlem ve eksenler esas alınarak, oluşumların pozisyon ve yönünü belirten terimler kullanılır (Şekil 1.4). Pozisyonun belirtilmesinde kullanılan terimler Tablo 1.3'teki gibidir:

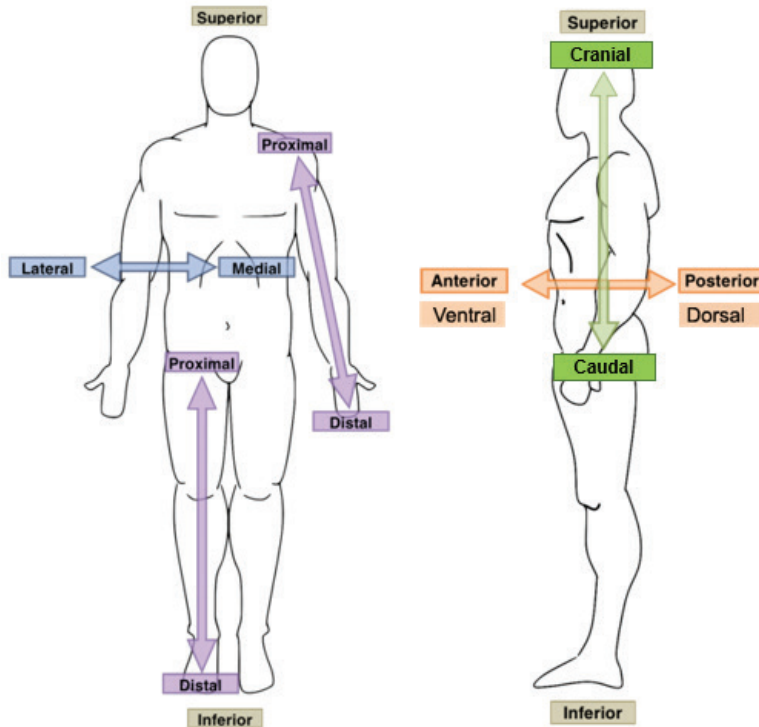
Tablo 1.3 Anatomik pozisyon ve yön ile ilgili terimler.

Anterior: Ön, ön tarafta bulunan	Posterior: Arka, arkada bulunan
Superior: Yukarıda bulunan	Inferior: Aşağıda bulunan
Dexter: Sağ, median düzleme göre sağdaki	Sinister: Sol, median düzleme göre soldaki
Median: Orta, ortada bulunan	Intermedius: İki oluşum arasında
Lateral: Dış, dış yan medial düzleme uzak olan	Medial: İç taraf, median düzleme yakın olan.
Dorsal: Sırt taraf, sırta ait	Ventral: Karın tarafında, karına ait
Centralis: Merkez	Perifer: Merkezden uzakta, uç
Apicalis (Apex): Tepe, üst kısım	Basalis (Basis): Taban
Superfacialis (Süperfisyal): Yüzeysel	Profundus: Derin
Cranialis/Cranial: Baş tarafında	Caudalis/Caudal: Ayak tarafında
Internus/Internal: İç	Externus/External (Eksternal): Dış
Proximalis/Proximal (Proksimal): Merkez ya da gövdeye yakın	Distalis/Distal: Merkez ya da gövdeye uzak
Horizontal: Yatay	Vertikal: Dikey
Supine: Sırt üstü	Prone: Yüz üstü
Kontra-lateral: İlgilenilen yapı veya olayla ters tarafta (sağ veya sol) olan.	İpsi-lateral: İlgilenilen yapı veya olayla aynı tarafta (sağ veya sol) olan.



dikkat

Pozisyonlar tanımları, insan anatomik duruş pozisyonuna göre verilmiştir. Hayvan anatomik duruş pozisyonlarında bazı tanımlamalar farklılaşabilir. Örneğin iki ayağı üzerine kalkan bir köpe için, anterior baş tarafına doğru yukarıyı tanımlar.



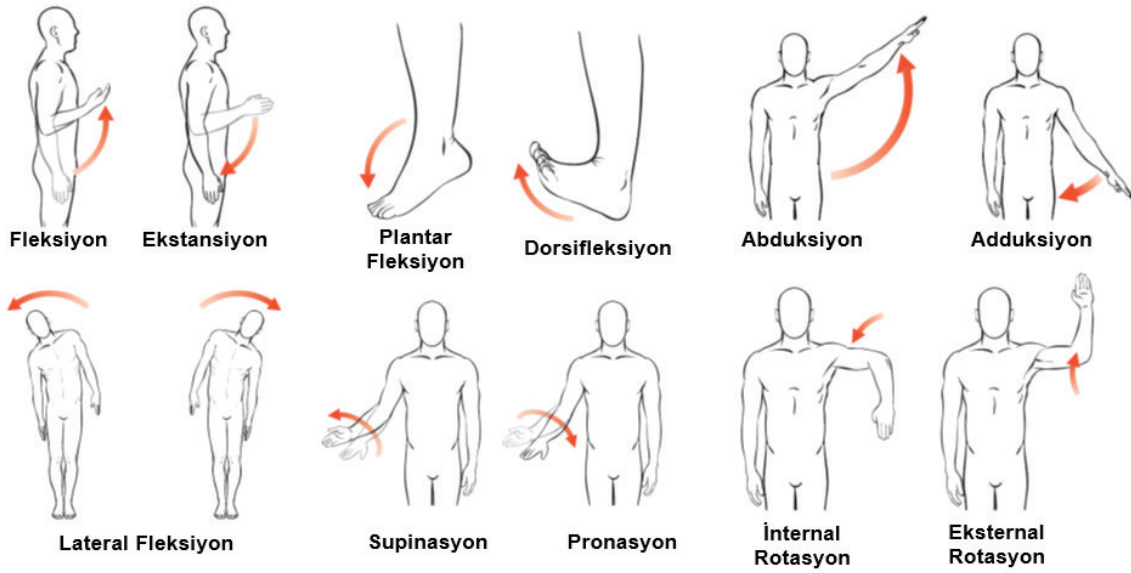
Şekil 1.4 Anatomik pozisyon ve yönlerin gösterimi.

Kaynak: <https://courses.lumenlearning.com/ap1x94x1/chapter/anatomical-orientation-and-directions/> adresinden uyarlanmıştır.

İnsan vücudundaki bütün hareketler eksenler çevresinde gerçekleştirilir (Şekil 1.5). Hareketleri tanımlayan terimler şunlardır (Tablo 1.4):

Tablo 1.4 Eklem Hareketlerini Tanımlayan Terimler.

Fleksiyon	Herhangi bir eklemde sagittal planda bükülmesi sonucunda eklem hareket açıklığının daralma işlemidir.
Lateral fleksiyon	Gövdenin frontal plandaki (sağa veya sola doğru) bükülme hareketine denir.
Ekstansiyon	Herhangi bir eklemde sagittal planda açılması sonucunda eklem hareket açıklığının artması işlemidir.
Abduksiyon	Herhangi bir eklemde frontal planda orta hattan uzaklaştırılmasıdır.
Adduksiyon	Herhangi bir eklemde frontal planda orta hatta yaklaştırılmasıdır.
Sirkümdiksiyon	Açısal hareketlerin kombinasyonu dairesel bir hareket sağlar. Buna da sirkümdiksiyon adı verilir.
Rotasyon	Transvers planda orta hat çevresinde yapılan dönme hareketidir. Boyun ile yapılan dönme hareketinde yüzün öne gelen tarafının sağ ya da sola doğru yer değiştirmesi söz konusudur. Yapılan rotasyon hareketleri anatomik pozisyona göre tanımlanır ve iki yönde gerçekleşebilir.
Eksternal (dış/lateral) rotasyon	Dışa, vücut merkezinden uzağa doğru döndürme.
Internal (iç/medial) rotasyon	İçte, vücut merkezine doğru döndürme olarak isimlendirilir.
Plantar fleksiyon	Ayak tabanının arkaya bakacak şekilde bükülme hareketi (ör. parmak ucuna kalkmak).
Dorsal (Dorsi-) fleksiyon	Ayak tabanının öne bakacak şekilde bükülme hareketi (ör. topuklar üzerine kalkmak).
İnversiyon	Ayak tabanının içte (medial'e, orta hatta) doğru döndürülmesi
Eversiyon	Ayak tabanının dışta (lateral'e, orta hattan uzağa) doğru döndürülmesi
Elevasyon	Yapının yukarıya doğru kaldırılması (ör. skapular elevasyon).
Depresyon	Yapının aşağıya doğru indirilmesi (ör. skapular depresyon).
Retraksiyon	Yapının arkaya (posterior'a) doğru getirilmesi (ör. skapular retraksiyon).
Protraksiyon	Yapının öne (anterior'a) doğru getirilmesi (ör. skapular protraksiyon).
Supinasyon	Önkolun dışa doğru döndürülerek su içme pozisyonuna getirilmesi veya yukarıya/öne bakması. Ayakta için subtalar inversiyon, plantar fleksiyon ve adduksiyonun birleşiminden oluşur.
Pronasyon	Önkolun içte doğru döndürülerek avuç içinin aşağıya/arkaya bakması. Ayakta için ise subtalar eversiyon, dorsifleksiyon ve abduksiyonun birleşiminden oluşur.



Şekil 1.5 Eklem Hareketlerinin Gösterimi.

Kaynak: Clinical kinesiology and anatomy. Lynn S. Lippert. - 5th ed. 'dan uyarlanmıştır.

Sık kullanılan hareketi tanımlayan terimler, düzlemlere göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Tablo 1.5):

Tablo 1.5 Düzlemlere Göre Hareketi Tanımlayan Terimler.

Düzlem	Terimler
Sagittal	Fleksiyon ve ekstansiyon Dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon Ön ve arkaya eğilme/bükülme
Frontal	Abduksiyon ve Adduksiyon Lateral fleksiyon Eversiyon ve inversiyon
Transvers	İnternal (medial) ve eksternal (lateral) rotasyon Aksiyal rotasyon

Öğrenme Çıktısı



2 İnsan vücudundaki anatomik yapıların konumlarını ve hareketlerini tanımlayan terimleri açıklayabilme

Araştır 2

Ayak pronasyonunda aşırı artış ile ortaya çıkan postürel disfonksiyonu ve etkilerini araştırın.

İlişkilendir

Anatomik düzlemler ve hareket terimlerini ilişkilendirin.

Anlat/Paylaş

Spor ve antrenörlük uzmanlık dalınızdaki temel hareket paternlerini açıklarken kullanmanız gereken anatomik terimleri düşünerek arkadaşlarınızla tartışın.

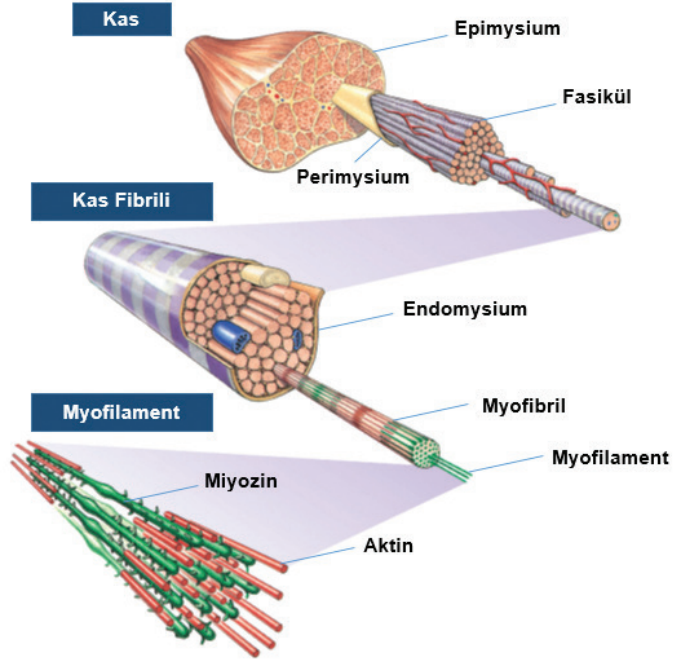
HAREKET SİSTEMİNİ OLUŞTURAN YAPILAR VE FONKSİYONLARI

Hareket sistemi, iskelet ve kas sistemi olmak üzere ikiye ayrılır. İskelet sistemine kemikler, eklemler ve bağ doku dâhildir. Kas sistemi ise kaslar ve yardımcı yapılardan oluşur. Kas sistemi aynı zamanda “aktif hareket sistemi”, iskelet sistemi ise “pasif hareket sistemi” olarak adlandırılır.

Aktif Hareket (Kas) Sistemi

İnsanda yaklaşık 640-850 (gruplama metoduna göre değişen) adet kas bulunur. Her kasın bir başlangıç kısmı, “*origio*”; bir de kemiğe tutunma kısmı, “*insertio*” su vardır. Bir kas, katettiği eklem sayısına göre tek eklemlili (*monoartiküler*) ve çift eklemlili (*biartiküler*) şeklinde sınıflandırılabilir.

Kas lifleri “*fasikül*” adı verilen demetler şeklinde paketlenirler. Kas liflerinin paketlenmesi fasikülleri oluştururken, fasiküllerin paketlenmesi ise bütün kası oluşturur. Kasın bütün çevresini ve komponentlerini bir ağ gibi saran bağ doku zarına “*miyofasya*” denir. Kas lifi çevresinde “*endomysium*”, fasiküllerin çevresinde “*perimysium*” ve bütün kasın çevresinde “*epimysium*” ismini alır (Şekil 1.6).



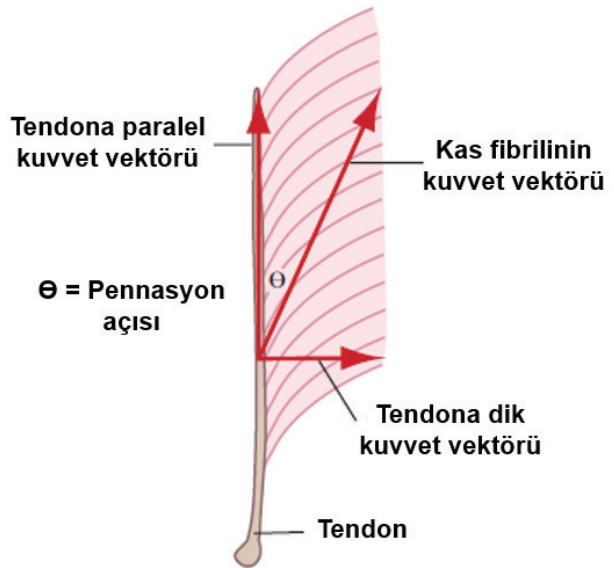
Şekil 1.6 Kas ve Komponentleri.

Kaynak: Neumann, D. A. (2013). Elsevier Health Sciences. 'dan uyarlanmıştır.

Kas Morfolojisi ve Mimarisi

Kas morfolojisi, kas bütününün temel şeklini tanımlar. Kasın şekli ise, kas fasiküllerinin dizilim yönüne göre tanımlanır. Bir kasın fasikülleri birbirlerine paralel seyredebileceği gibi, başka geometrik dizilişleri de olabilir. Kasların şekilleri fonksiyonlarını da etkiler. Vücutta en sık *fusiform* ve *pennate* kaslar vardır. Fusiform kasların fibrilleri (ör. Biceps Brachii) birbirlerine ve tendona paralel yönde dizilmiştir. Pennate kaslarda ise fibriller tendona paralel dizilmez, açılı bağlanırlar.

Kas fibrillerinin tendona bağlanma açısına *pennasyon açısı* denir (Şekil 1.7). Eğer tendon ile kas fibrilleri birbirlerine paralel ise pennasyon açısı 0'dır. Bu durumda, kasta üretilen bütün kuvvet eklemden rotasyon yaratacak doğrultuda tendona iletilir. Eğer kas fibrilleri ile tendonun oryantasyonu birbirlerine paralel değilse, kas fibrilleri ile tendon arasındaki pennasyon açısı 0'dan büyüktür. Bu durumda ise kastan tendona, eklemden rotasyon yaratacak doğrultuda iletilen kuvvette düşüş olur.



Şekil 1.7 Pennasyon açısı.

Kaynak: Neumann, D. A. (2013). Elsevier Health Sciences. 'dan uyarlanmıştır.

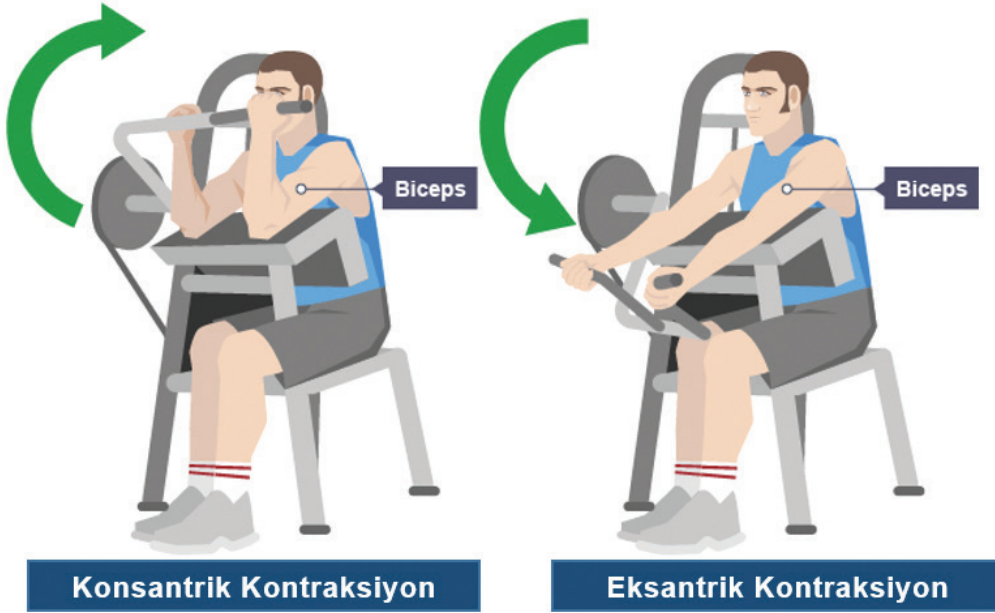
Kas Kuvveti

Kas fasiküllerinin dizilişine göre bir kasın kılma oranı, kılma hızı ve üretebileceği kuvvet değişir. Bu bağlamda, “anatomik” ve “fizyolojik” çapraz kesit alanı şeklinde bir ayrım yapmak mümkündür. Anatomik çapraz kesit alanı, bütün kası boyuna dik kesen düzlemdir. Fizyolojik çapraz kesit alanı ise kas fibrillerine dik bir şekilde kasın kesilmesi sonucu elde edilen alanı ifade eder. Kas içinde fasiküllerin geometrik dizilişine bağlı olarak bu iki kesit alanı birbirinden farklı olabilir. Bir kasın kuvveti, fizyolojik çapraz kesit alanına göre ortalama 25 N/cm²'dir. Dolayısıyla, kasın maksimum kuvvet üretebilme kapasitesi fizyolojik çapraz kesit alanı ile doğru orantılıdır. Bunun yanı sıra, kuvvet üretme ve dışarıya iletme kapasitesi; cinsiyet, yaş, kas içi koordinasyon, bağ doku sağlığı ve motivasyon gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir.

Kas Kasılma Tipleri

İskelet kası çeşitli yollarla kasılabilir. Ekstremiteler yer değişimi olmadan ya da eklemlerde rotasyon oluşmadan kas kasılıyor ise bu, *izometrik kontraksiyon* olarak adlandırılır. İzometrik kas kasılması sırasında eklemlerde bir rotasyon oluşmasa da kas fibrillerinde minimal bir kılma mevcuttur. Bu durumda kas *tonus*'undan bahsedilir. Kasılmalar kas uzunluğunda bir değişim meydana getiriyorsa *izotonik kontraksiyon*'a neden olur. Kasın boyu kısaldığı zaman *izotonik kontraksiyon konsantrik kontraksiyon* olarak adlandırılır. Kasılma sırasında kasın boyu uzar ise bu, *eksantrik kontraksiyon* olarak isimlendirilirler (Şekil 1.8). Maksimal eksantrik kas kasılması sırasında, izometrik ve konsantrik kasılmaya göre daha fazla kuvvet üretir.

✓ **Kontraksiyon:** Kasılma anlamına gelir.



Şekil 1.8 İzotonik Kontraksiyon Tipleri.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Kasların İşlevlerine Göre Sınıflandırılması

Bir kasın gerçekleştirdiği hareket, ekleme göre göreceli olarak bulunduğu konuma bağlıdır. Hatta bu nedenle bir kasın değişik bölümleri (örneğin m. deltoideus) aynı eklemlerde farklı işlevlere sahip olabilir.

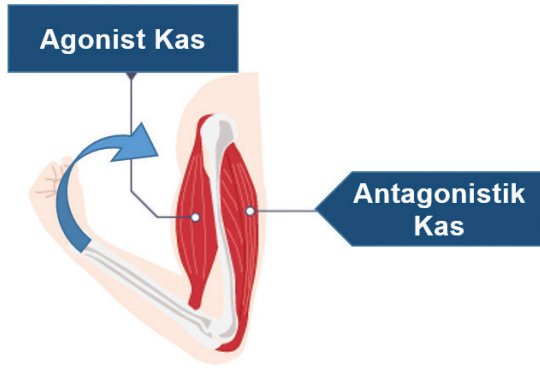
Aşağıdaki terimler genellikle kasların hareket sırasındaki fonksiyonlarını tanımlamak için kullanılır:

Agonist: Hareketin başlatılmasında ve gerçekleştirilmesinde direk olarak görev alan kas ve kas grupları. Örneğin tibialis anterior ayak bileğinin dorsifleksiyon hareketinde agonist olarak görev alır.

Antagonist: Hareketin gerçekleştiği yönün tersi yönde (hareketi yavaşlatmaya veya durdurmaya yönelik), *agonist* kas veya kas grubuna karşı görev alan kas veya kas grubudur. Örneğin; gastrocnemius ve soleus kasları, dorsifleksiyon hareketi sırasında tibialis anteriorun antagonistleri olarak kabul edilir (Şekil 1.9).

Sinerjist: Bir hareketin gerçekleşmesi sırasında birlikte görev alan kaslar *sinerjist* olarak kabul edilir. Genellikle harekette birincil olarak görev alan agonist kaslara yardımcı olan kaslar sinerjist kaslardır. Sinerjist kaslar, hareketi ortaya çıkaran kuvvet vektörü yönünde agonist kaslara yardımcı olabileceği gibi hareketin oluşmasına olanak sağlamak için stabilizatör görevi de üstlenebilir. Bu görevi üstlenen kaslar, özel olarak *stabilizatör kaslar* olarak adlandırılır.

Kişilerin hareket kapasitelerine (mobilizasyon, stabilizasyon, kuvvet vb.) bağlı olarak benzer hareketlerde kasların üstlendiği görevler kişiler arası farklılık gösterebilir.



Şekil 1.9 Agonist ve Antagonist Kaslar.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Kas İskelet Sisteminde Kuvvet İletimi ve Kaldıraç Tipleri

Kaslar, tendon ve aponevrozlar aracılığıyla kemikteki özel oluşumlara tutunurlar. Bunlar; “*tuberositas*” (küçük, kaba çıkıntı), “*tüberkül*” (düğme şeklinde çıkıntı), “*spinae*” (dikenimsi sivri çıkıntı), “*processus*” (çıkıntı veya tümsek), “*trochanter*” (si-

lindir tepecikler), “*linea*” (çizgi şeklinde kıvrımlar) ve “*crista*” (kalın kıvrımlar, belirgin çıkıntı) adını alırlar (Tablo 1.6).

Tablo 1.6 Kemik Çıkıntılarıyla İlgili Anatmik Terimleri ve Tanımlamalar.

Anatomik Terim	Tanım
Crista (Krest)	Kalın kıvrımlar, belirgin çıkıntı
Linea	Çizgi şeklinde kıvrımlar
Processus	Çıkıntı ya da tümsek
Spinae	Dikenimsi sivri çıkıntı
Trokanter	Büyük kaba çıkıntı
Tubercle (Tüberkül)	Düğme şeklinde çıkıntı
Tuberositas	Küçük, kaba çıkıntı

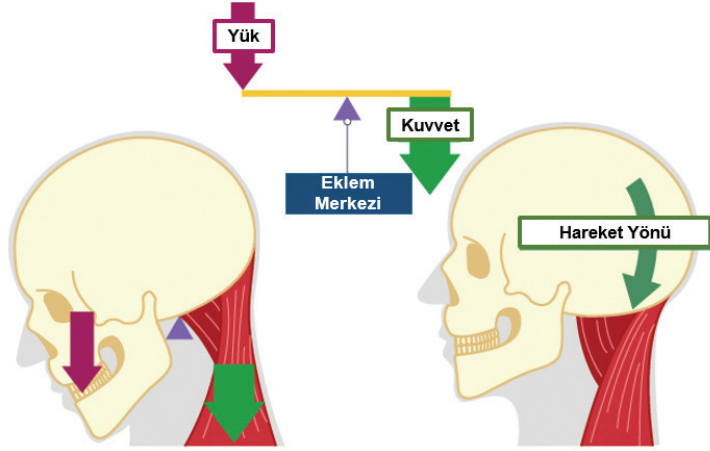
Ağır mekanik yüklenmenin olduğu odalarda tendonlarda kemikleşme olabilir (patella aslında bu duruma iyi bir örnektir). Ayrıca tendon ve kasların kemik çıkıntıları üzerinden geçtikleri yerlerde “*bursa*” adlı sıvı dolu kesecikler bulunur. Bunlar yastık görevi görerek kas veya tendonu sürtünmeden korurlar. Tendon kılıfları (*vaginae tendinum*) ise tendonun kayganlığını artırırlar. Dış tabakaları sıkı bağ dokusundan olup, iç tabakaları (*synovia*) kaygan bir sıvı salgırlar.

Miyofasya, bir kası veya kas grubunu saran ve sıkı bağ dokusundan oluşan kılıftır. Hem kontraksiyon esnasında kasın doğru konumda kalmasını sağlarlar, hem de başka kasların tutunabileceği bir yüzey oluştururlar. Ayrıca kuvvet iletimi ve derin duyu gibi fonksiyonlarda da rol oynarlar.

İnsan vücudunun hareketi, eklemlerdeki rotasyonel hareketler sonucu ortaya çıkar. Bunun için, kaslar kemikleri kaldıraç olarak kullanarak tork (rotasyonel kuvvet) üretirler. Genel olarak konuşursak kaldıraç; bir eksen (rotasyon merkezi) üzerinde asılı duran, rijit bir çubuktan oluşan basit bir makinedir. Kaldıraçların temel görevi lineer kuvveti rotasyonel torka dönüştürmektir. Vücut eklemlerimizde hareketler, bu prensiple ortaya çıkmaktadır. Kas-iskelet sistemini etkileyen en önemli kuvvetler; kas kuvvetleri, yerçekimi kuvveti, doku gerilimleri ve çevre kaynaklı fiziksel temas yoluyla ortaya çıkan kuvvetlerdir. Vücutta kaldıraçların aksisi, eklem orta noktasında (eklem aksı) konumlanır. Kaldıraçlar birinci, ikinci veya üçüncü tip olarak sınıflandırılır:

Birinci Tip Kaldıraçlar

Birinci tip kaldıraçta eklem merkezi, kuvvetin uygulandığı nokta ile yükün etki ettiği nokta arasındadır (Şekil 1.10). İnsan vücudundan örnekle; baş ve boyun ekstansör kasları sagittal ekseninde eklem merkezinin önünde olan başın, ağırlık merkezinin oluşturduğu yüke karşı kuvvet uygular. Kasın kuvvet uyguladığı noktanın moment kolu (dikey kuvvet vektörünün eklem aksına olan uzaklığı), yükün etki ettiği noktanın moment kolundan ne kadar daha uzunsa mekanik avantaj daha fazladır. Yani daha az kas kuvveti ile daha fazla yük kaldırılabilir. Bu duruma *mekanik avantaj* denir. Tam tersi durumda ise mekanik dezavantaj vardır fakat hareket hızı açısından avantaj sağlanır.

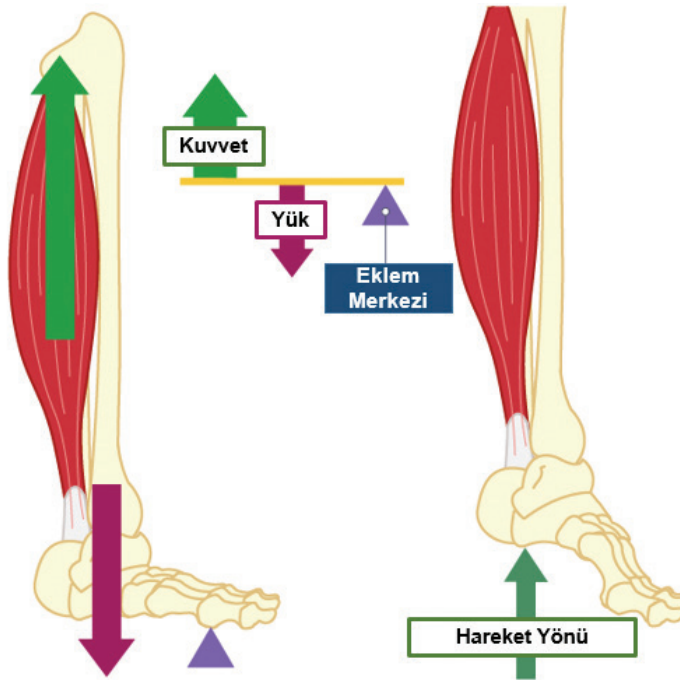


Şekil 1.10 1. Tip Kaldıraç.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

İkinci Tip Kaldıraçlar

İkinci tip kaldıraçın temel 2 yapısal özelliği vardır. Birincisi, rotasyon merkezi kemiğin bir ucunda konumlanmıştır (Şekil 1.11). İkincisi ise kas veya iç kuvvetlerin moment kolu yük kolundan daha uzundur. Bu yüzden ikinci tip kaldıraçlar mekanik avantaja sahiptir. Kas iskelet sisteminde ikinci tip kaldıraçlar az bulunur. Klasik bir örnek olarak parmak ucuna kalkıldığında gastrocnemius kaslarının pozisyonu ve fonksiyonu verilebilir.

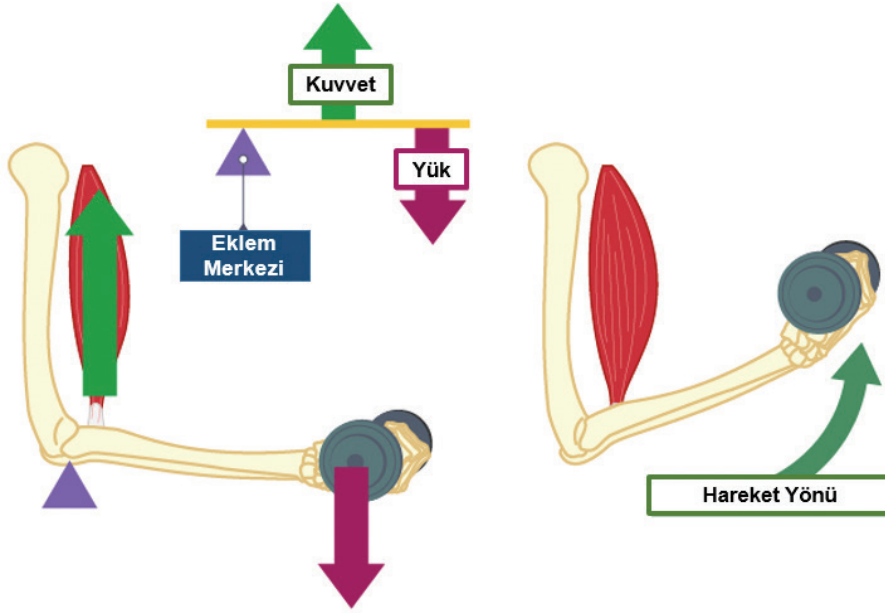


Şekil 1.11 2. Tip Kaldıraç.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Üçüncü Tip Kaldıraçlar

İkinci tip kaldıraçta olduğu gibi, üçüncü tip kaldıraçta da rotasyon merkezi kemiğin bir ucunda konumlanmıştır. Fakat ikinci tip kaldıraçın tersine, yük kolu kasın kuvvet kolundan daha uzundur (Şekil 1.12). Dolayısıyla mekanik dezavantaj söz konusudur. Fakat bu tip kaldıraçlar hareket hızı açısından avantaja sahiptir. Üçüncü tip kaldıraçlar kas iskelet sisteminde en sık görülen kaldıraç tipidir. Örnek olarak eldeki bir ağırlığı kaldırırken biceps brachii kasının dirsek eklemindeki fleksiyon etkisi verilebilir.



Şekil 1.12 3. Tip Kaldıraç Tipleri.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Pasif Hareket (İskelet) Sistemi

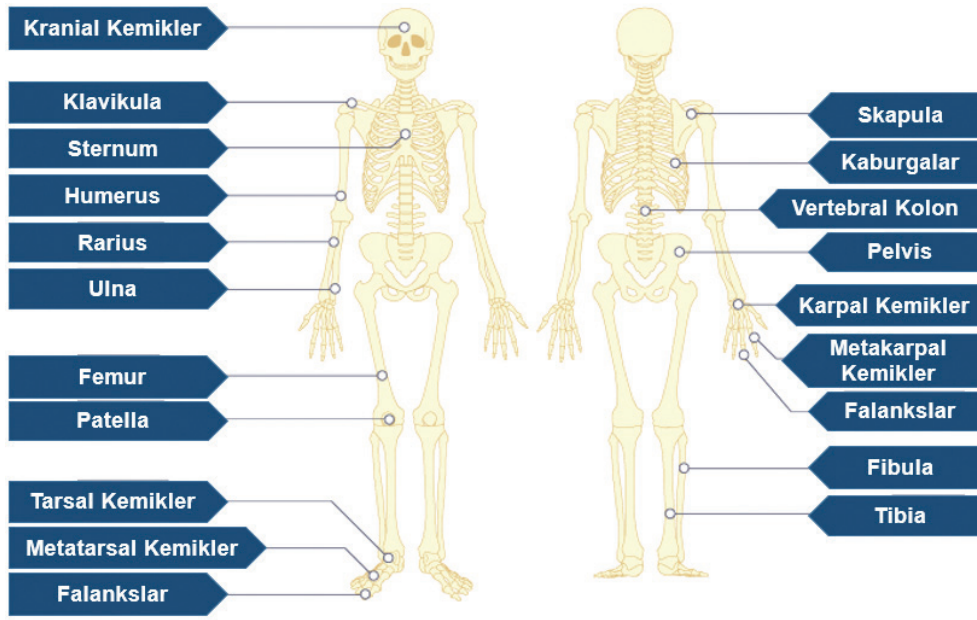
Pasif Hareket (iskelet) sistemi; kemikler, eklemler ve bağdoku'dan oluşmaktadır.

Kemikler

İskelet sistemi 208 kemikten oluşur (Tablo 1.7).

Tablo 1.7 İskelet Sistemi Kemik Sayıları.

Yapı	Kemik Sayısı
Aksiyel iskelet	
Kafatası	22
• Kranial kemikler	8
• Fasiyal kemikler	14
Kafatası ile ilişkili kemikler	7
• İşitme kemikleri	6
• Hyoid kemik	1
Vertebral kolon	26
• Vertebra	24
• Sakrum	1
• Koksiks	1
Torasik kafes	25
• Kaburgalar	24
• Sternum	1
Apendiküler iskelet	
Pektoral kuşaklar	4
• Klavikula	2
• Skapula	2
Üst ekstremité	60
• Humerus	2
• Radius	2
• Ulna	2
• Karpal Kemikler	16
• Metakarpal Kemikler	10
• Falanksalar	28
Pelvik kuşak	2
Os coxae (kalça kemiği)	2
Alt ekstremité	60
• Femur	2
• Patella	2
• Tibia	2
• Fibula	2
• Tarsal Kemikler	14
• Metatarsal Kemikler	10
• Falanksalar	28



Şekil 1.13 İskelet Sistemi.

Kaynak: <https://www.bbc.co.uk/bitesize/topics/zpsysg8> adresinden uyarlanmıştır.

Kemiklerin toplam ağırlığı beden ağırlığının ortalama %17'sini oluşturur. İskelet sistemi hareketin pasif bileşkesidir, ayrıca bedene şekil verir ve organların içine yerleşebileceği sağlam bir yapı oluşturur. Kemiklerin şekli, işlevlerine ve üzerlerinde etkili olan mekanik yüklere bağlı olarak oluşur (*Wolff kanunu*). Örneğin tibia doğumda silindirik şeklindedir; ancak ayakta durma ve yürümeyle ilişkili olarak yetişkinin üçgen tibiası ortaya çıkar. Hâlbuki doğuştan felçli olan çocuklarda tibia silindirik şeklinde kalır. Kemik sınırları ile ilgili bazı önemli anatomik terimler aşağıdaki gibidir (Tablo 1.8):

Tablo 1.8 Kemik Sınırları ile İlgili Önemli Anatomik Terimleri ve Tanımlamalar.

Anatomik Terim	Tanım
Kondil	Diğer kemikle eklemlenen yuvarlak pürüzsüz uç
Faset	Diğer kemikle eklemlenen küçük düz yüzey
Fissür	Uzun derin yarık ya da kesik
Fossa	Yüzeyel çöküntü
Foramen	Sinirler ve kan damarlarının kemiğin içinden ve dışından ya da kemik boyunca geçtiği küçük yuvarlak kanal
Baş	Genişlemiş uç
Hat	Uzun, alçak ve dar tepe, şerit ya da çizgi
Meatus	Bir kemik boyunca uzanan kanal
Boyun	Genişlemiş uç ile yakından ilişkili daralan parça
Ramus	Yapının geri kalanı ile açı yapan kemik uzantısı
Sinus	Genellikle hava dolu kemik içi boşluk
Sulkus	Dar oluk
Troklea	Kemiğin pürüzsüz ve oluklu makarna benzeri ucu

Eklemler

Kemikler, eklemler aracılığıyla birbirine tutunurlar. Burada *sinartroz* ile *diartroz* eklemleri birbirinden ayırmak gerekir.

Sinartroz Eklemler

Kemikler arasında az oynak veya oynaklığı olmayan bir bağlantı şeklindedir. Üç çeşidi vardır:

1. **Sindesmoz:** Kemikler birbirine sıkı bağ dokusu ile bağlanmıştır. Tibia ile fibula arasındaki bağ dokusu bağlantısı sindesmoz için iyi bir örnektir.
2. **Sinkondroz:** Kemikler arasındaki bağlantıyı kıkırdak dokusu yapar. “*Os pubis*”in kıkırdak dokusu buna örnektir.
3. **Sinostoz:** Kemikler birbirine kemik dokusu ile tutunurlar. Örnek olarak “*os coxae*”nin kemik bağlantıları verilebilir.

Diartroz Eklemler

Diartroz eklemler, oynar eklemler olarak da adlandırılırlar. Diartroz, kemikleri oynar bir şekilde birbirine bağlayan eklem yapısını belirtir.

Diartroz eklemlerde kemiklerin eklemi oluşturan yüzeyleri 2-5 mm kalınlığında bir kıkırdak dokusu ile kaplıdır. Böylece kemiklerin birbirlerinin üzerinden kaymasına olanak veren düz bir yüzey oluşur. Eklem yüzeyi, lifli kıkırdaktan oluşan ve “*labra articulare*” adını alan bir kenar halka ile (omuz ile kalça eklemine olduğu gibi) genişletilmiş olabilir. Eklem yüzeyleri arasındaki geometrik uyumsuzlukları gidermek için bazı eklemlerde “diskler” (yassı, para şeklinde oluşumlar) veya “*menisküs*”ler (karpuz dilimi şeklinde yapılar) bulunabilir. Bunlar lifli kıkırdaktan oluşur.

Eklemi oluşturan kemikler arasında kalan boşluğu eklem kapsülü hava girmeyecek bir şekilde kapatır. Eklem kapsülü bir bağ dokusu oluşumdur ve kemiğe hiyalin kıkırdağın yanından yapışır. İki tabakadan oluşur. “*Stratum synoviale*” adı verilen iç tabaka *sinovyal* sıvısını (eklem sıvısı) salgılar. Bu sıvı sayesinde eklem yüzeyleri sürtünme azaltılır. “*Stratum fibrosum*” adı verilen dış tabakada ise kollajen lifler çoktur. Eklem kapsülü, hem hava basıncı hem de eklem etki eden kaslar nedeniyle eklemdeki bütün oluşumları sıkı sıkı sarar.

Diartroz eklemlerin sınıflaması: Eklemi oluşturan kemiklerin yüzey şekilleri ve eklem bağ yapısı, eklem ile gerçekleştirilebilen hareket serbestliğini belirler.

Tek eksenli eklemler: Hareket tek eksen etrafında olur; bu eklem şekli bir kapı menteşesine benzetilebilir. “*Ginglymus*” adı verilen bu eklem tipine örnek olarak parmak ucu eklemleri verilebilir. Ayrıca proksimal radioulnar eklem gibi “döner” eklemler de vardır. Burada radius kafası, pronasyon ve supinasyon hareketleri sırasında ulnanın bir oluşu (*incisura radialis ulnae*) ile *ligamentum anulare* içinde kendi eksen etrafında döner.

İki eksenli eklemler: Hareket birbirine dik iki eksen etrafında gerçekleşir. Baş parmağın “eyer” eklemi (*articulatio carpometacarpea pollicis*) bu eklem tipine iyi bir örnektir.

Üç eksenli eklemler: Bu tarz eklemlerde genelde küre şeklinde bir eklem ‘kafası’ ve çukur şeklinde bir eklem ‘çanağı’ mevcuttur. Omuz eklemine, eklem kafası eklem çanağından daha büyüktür; bu nedenle *luksasyon* (çıkık) ihtimali fazladır. Halbuki kalça eklemine tersi bir durum söz konusu olduğu için *luksasyon* pek olmaz.

Eklem Hareketinin Sınırlanması

Eklem hareket serbestliği üç şekilde engellenebilir:

Kemik engellemesi: Örneğin, dirsek eklemine ekstansiyonu ulnanın *olekranonu* engeller.

Bağ engellemesi: Örneğin, *ligamentum iliofemorale* durma ayağına göre gövdenin geriye doğru eğilmesine çok az müsaade eder.

Kas engellemesi: Birkaç eklemi kat eden kaslar bu eklemlerin duruşuna göre hareket için kısa kablabilirler. Örneğin el bileğinin aşırı palmarfleksiyon durumunda parmaklar kapanmaz.

Bağ Doku

Bağ ve destek dokusu kısmında bahsedildiği üzere, yapısal içeriğine göre farklılaşan birçok bağ doku tipi vardır. İskelet sisteminde temel olarak 3 bağ doku tipi mevcuttur.

Tendonlar

Tendonlar kemikler ile kasları birbirlerine bağlayan yapılardır. Tendonların temel fonksiyonları kaslarda üretilen kuvveti kemiklere iletmek ve elastik enerji depolamaktır.

Tendonlar, gerilim streslerine karşı kaslardan daha dayanıklıdır. Tendon sertliği kuvvet iletimi verimliliğini etkileyen önemli bir parametredir. Yaşlandıkça, hareket etmedikçe veya yeterli hidrasyon sağlanmadığında tendon içindeki kollajen yapının dizilimi düzensizleşir ve tendonlar sertliklerini kaybederler.

Tendonlar kısa süreyle mekanik enerjiyi absorbe edip geri iletebilirler. Bu elastik özellikleri sayesinde hareket için gerekli olan kassal (fizyolojik) enerji ihtiyacını ve kasların yaralanma riskini azaltabilirler.

Ligamentler

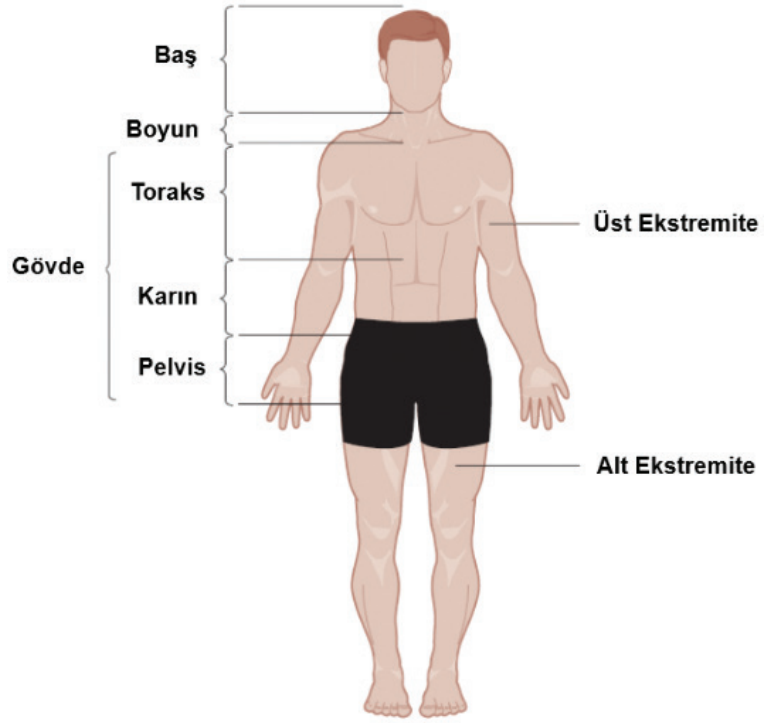
Ligamentler, kemikleri kemiklere bağlayan yapılardır. Temel fonksiyonları dış kuvvetlere direnç göstermek, kemiklerin birbirleri üzerindeki hareketlerini ve eklemler hareket açıklığını kontrol etmek ve sınırlamaktır. Ligamentin maksimum kaldırabileceği stres miktarı kesit alanı ile doğru orantılıdır.

Kıkırdak (Kartilaj)

Kıkırdak yüksek kolajen miktarına sahip fakat mineral yapıda olmayan bir bağ dokudur. Temel olarak 3 sınıfa ayrılır; elastik kıkırdak, hyaline (artiküler) kıkırdak ve fibrokartilaj (fibröz kıkırdak). Oynar eklemlerde görülen hyaline kıkırdak, sinovyal eklemlerde kemiklerin artiküler yüzeylerini kaplayan ince bağ dokudur. Temel fonksiyonları; eklemler bölgelerinden kemikler arası kuvveti iletmek, eklemlerdeki kuvveti yüzeye dağıtarak birim alana gelen stresi azaltmak ve artiküler yüzeylerdeki hareketin minimum sürtünme ile oluşmasını sağlamaktır.

İnsan Vücudunun Bölümleri

İnsan vücudu; baş (*caput*), boyun (*collum*), gövde (*truncus*), alt ve üst ekstremiteler (*ekstremitalis superior*, *ekstremitalis inferior*) olmak üzere bölünür (Şekil 1.14).



Şekil 1.14 İnsan Vücudunun Bölümleri.

Kaynak: Functional anatomy for sport and exercise: quick reference. Clare E. Milner (2008)'den uyarlanmıştır.

Baş

Vücudun en üst parçasıdır. Occipital kemik ile atlas adlı birinci omur arasındaki eklemler omurgaya kuvvetli olarak tutunur. Baş tabanını üç parça halinde düşünersek, başın omurgaya tutunduğu yerin; tabanın 1/3 arka kısmıyla, 2/3 ön kısmının eklem yaptığı yerde olduğunu görürüz. Bu şekilde dayanak noktası (*atlanto-occipital* eklem) direncini başın ön kısmından, kuvvetini ise ense kaslarından alan bir manivela meydana gelir.

Başın vücuda oranı yenidoğanlarda (YD) yüksektir (%24). Erişkin insanlarda ise daha düşüktür (%13). YD'larda başın kafa kısmı, yüz kısmından daha büyüktür. Dolayısıyla çocuklarda başın ağırlık merkezi erişkinde olduğu gibi *articulatio atlanto-occipitalis*te değil, biraz daha arkadadır. Bu sebeple arkadan desteklenmedikçe ve kasları ge-

lişmedikçe çocukta kafa arkaya doğru düşer. Aynı şekilde erişkinde de narkoz ve uyku esnasında bu olay gözlemlenebilir.

Baş yüksekliği olarak *verteks*'ten (başın tepesindeki en çıkıntılı nokta) çene ucuna kadar olan uzunluk alınır. Bu ortalama 20 cm'dir (vücut boyunun %14'ü) ve bu oran yaş, ırk ve cinsiyete göre farklılık gösterebilir.

Boyun

Boyun vücudun baş ile göğüs kafesi arasında kalan bölümüdür. Baş hareketlerinin sağlanmasında, dengesinin korunmasında ve ağırlığının taşınmasında esas rolü oynayan kısımdır.

Boynun sınırları altta; gövdenin üstünde *apertura thoracis superior* (göğüs girişi) üzerine oturan boyun, ön-yanda her iki clavicuların üst kenarı ve *incisura jugularis* ile, arkada VII. boyun omuru hizasından geçirilen ve acromioclavicular eklemleri birleştiren hayali bir çizgi; üstte ise, önde *mandibula*'nın alt kenarı; yanlarda *ramus mandibula*'ların arka kenarı, *arcus zygomaticus*'un alt kenarı ve *processus mastoideus*; arkada ise occipital kemiğin *protuberantias*'ı ile sınırlandırılmıştır.

Boyun bölgesi erkekte biraz daha uzun olup larinks kıkırdığının dar açılı olmasından dolayı çıkıntılıdır. Uzunluğu erkekte ortalama 8 cm, kadında 7 cm'dir.

Gövde

Gövde iskeleti, omurgaların oluşturduğu vertebral kolon, kaburgalar ve önde göğüs kemiği (sternum) tarafından oluşturulmuş bir bütün olarak ortaya çıkar. Gövde üzerinde yer alan kasların bir kısmı, özel olarak gövdeye ait kaslardır. Diğer bir kısmı ise, ekstremiteler (uzuvlar) ile gövde arasında uzanan kaslardır. Yine bu bölüm içinde, karın ve göğüs boşluklarını ayıran *diaphragma* ile pelvis iskeletini aşağıda kapatan kasları unutmamak gerekir.

Gövde üzerinde yer alan pek çok kas, birbirleri ile fonksiyonel bir zincir ilişkisi oluşturarak, kombine hareketler ortaya koyarlar.

Toraks (Göğüs Kafesi)

12 çift kaburga, göğüs omurları ve sternumun birbiriyle kısmi olarak tam oynar (*diarthrosis*) ya da yarı oynar (*synarthrosis*) türde eklem yapması veya kıkırdaklar aracılığıyla birleşmesinden meydana gelir. Toraksın sınır ve duvarları aşağıdaki gibidir.

Toraks üst girişi (apertura thoracis superior): Çapı önden arkaya 6 cm, enine ise 10 cm kadardır. Arkada 1. torakal omur;yanlarda kaburgalar ve önde manibrium sterni ile sınırlandırılmıştır.

Toraksın alt girişi (apertura thoracis inferior): Çapı önden arkaya 12 cm, enine ise 26 cm'dir. Arkada 12. toraks omuru ve 12. kaburga, yanlarda kaburga kavisleri, önde *processus ksifoideus* ile sınırlandırılmıştır. Kenarlarına göğüs boşluğunu karın boşluğundan ayıran diaphragma yapışmıştır. Göğüs tabanının önü açık ve köşeli olup ortalama 70-75 derecelik bir açı oluşturur. Buna "*Angulus Infrasternalis*" (Charpy açısı) denilir.

Toraksın ön-orta hattaki yüksekliği 15-18 cm, arkada 26-30 cm, yanlarda ise 30-34 cm kadardır.

Duvarları: Önde ve ortada sternum, yanlarda 1-7. kaburgaların kıkırdak kısmı; arkada-ortada göğüs omurları, yanlarda omurlardan itibaren sırayla kaburga başları ve gövdelerinin başlangıç kısımları; yanlarda ise kaburga gövdeleri tarafından yapılır.

Göğüs çevresini ölçmek için meme uçları hizası esas alınır ve derin nefes almış halde 90 cm, nefes vermiş halde ise 82 cm olarak bulunur. Nefes verdikten sonra ölçülen uzunluk boyun yarısı kadar olmalıdır ayrıca soluk alıp verme arasındaki fark ise 6-12 cm sınırlarında olmalıdır.

Toraksı oluşturan kaburgaların bir kısmının kıkırdaktan yapılmış olması, solunum olayını kolaylaştırdığı gibi toraksın travmalara karşı elastikiyetini de artırır. Bazen kaburgalara gelen travma kaburgaları kırmazken organları parçalayabilir.

Toraksı oluşturan kemiklerden kaburgalar ve sternumun, hafif kemik dokusu olan spongios dokudan yapılmış olması ve kaburgaların aralıklı dizilmesi, toraksın ağırlığını azaltır. Böylece solunum olayında daha az enerji harcanır.

Toraksın; göğüs kafesi içindeki organları korumak, destek teşkil etmek, solunum fonksiyonunda görev almak gibi önemli vazifeleri vardır.

Toraksın şekli; yaşa,cinsiyete ve gövde tipine göre farklılık gösterir. Ayrıca bazı hastalık ve doğuştan anomaliler de toraksın şeklini değiştirebilir.

Karın (Abdomen)

Göğüs alt girişi (*apertura thoracis inferior*) ile kalça kemikleri arasında yer alan, kemik kısım olarak yalnızca omurgayı (*columna vertebralis*) ihtiva eden, yanlarda ve önde; kas ve fasyalar tarafından

sınırlandırılan, içinde dolaşım, savunma, sindirim ve boşaltım ile ilgili organların bulunduğu kısma karın (abdomen) adı verilir.

Omurga (*Columna vertebralis*)

Omurga uzun bir kemik kolunu gibi olup, vücudun eksenini olarak görev yapar. Vücudun arkasında ve orta hat üzerindedir. Çocukta 33-34 yetişkinde 26 adet vertebranın (omurun) üst üste eklem yapmasıyla meydana gelmiştir.

Omurgayı oluşturan omurlardan ilk 24 tanesi *discus intervertebralis* denen, yastıkçıkları olan eklemler vasıtasıyla birbiriyle temas kurmuştur. Bunlara “hareketli omurlar” veya “*presacral vertebra*” denir. Kalan 9-10 omurun önce ilk beş tanesi birleşerek *os sacrum*’u ve son 4-5 tanesi birleşerek *os coccygea*’yı meydana getirmiştir, bunlara ise “sabit omurlar” veya “kemikleşmiş omurlar” adı verilir.

Vertebraların Dağılımı:

Servikal vertebra (Boyun omurları): 7 adettir (C)

Torakal vertebra (Göğüs omurları): 12 adettir (T)

Lumbal vertebra (Bel omurları): 5 adettir (L)

Sakral vertebra: 5 adettir (yetişkinde füzyona uğramış)

Koksal vertebra: 3-5 adettir

Os sacrum (Kuyruk sokumu kemiği): 1 adettir

Pelvis Kavşağı

Pelvis, gövde ile alt ekstremiteler kemiklerini birleştiren bölümün adıdır ve dört kemikten meydana gelir. Bunlar; iki kalça kemiğiyle omurganın son kısımlarını oluşturan kuyruk sokumu ve kuyruk kemikleridir.

Alt Ekstremiteler

Alt ekstremiteler, ayak ve zemin arasındaki tekrarlayan temaslar sonucunda üretilen yer tepki kuvvetlerine maruz kalır. Aynı zamanda, alt ekstremiteler gövdenin ve üst ekstremitelerin kütlelerini desteklemekten sorumludur. Gövdeyi ve alt ekstremiteleri birbirine pelvik kuşak bağlar. Bu, pelvik kuşak eklemlerindeki hareketlerin hem alt ekstremiteleri hem de gövdeyi etkileyebileceğini gösterir. Aynı şekilde, alt ekstremiteler ve gövdedeki hareketler de pelvisi etkileyecektir.

Örneğin ayak pozisyonundaki bir değişiklik, kinetik zincir üzerinden yukarıya doğru bütün eklemlerin pozisyonlanmasını etkileyecektir. Rehabilitasyon, spor performansı veya egzersiz reçetesi amacıyla alt ekstremiteler fonksiyonunu anlamak için tek bir eklem üzerine odaklanmak yerine komşu eklemler başta olmak üzere, kinetik zincir üzerindeki bütün eklemleri değerlendirmek önemlidir.

Basit bir tekme eyleminde, becerinin başarısı için kritik olan sadece tekmenin atıldığı uzuv değildir. Kontralateral uzuv, vücut ağırlığının dengelenmesi ve desteklenmesinde çok önemli bir rol oynar. Pelvisin pozisyonu, alt ekstremiteler için doğru pozisyonlanmasında etken iken aynı zamanda alt ekstremiteler kuvvet üretimi ve iletiminin verimliliğini belirler. Benzer şekilde, yürüme sırasındaki disfonksiyonları değerlendirirken, sadece disfonksiyonun gözlemlendiği alan değil vücudun diğer tarafı da dahil olmak üzere bütüncül bir inceleme yapılmalıdır.

Üst Ekstremiteler

Üst ekstremiteler, üst vücudun fonksiyonel bir birimidir. Omuz, üst kol, önkol ve el olmak üzere üç bölümden oluşur. Omuz ekleminde parmaklara uzanır ve toplam 30 kemik içerir. Aynı zamanda birçok sinir, kan damarı (arterler ve damarlar) ve kaslardan oluşur. Üst ekstremitelerde kolu oluşturan kemikler *humerus*, *radius* ve *ulna*’dır.

Üst ekstremiteler omuz ekleminde başlar. Bu eklem *sferoid* (top ve soket) eklemdir. Vücudun diğer top ve soket eklemi olan kalçanın eklemine aksine, omuz ekleminde soket çok daha sığdır. Bu yapı, ekleminde hareketin daha az kısıtlanmasına izin verir. Fakat yapısal stabiliteyi azaltacağından yaralanma riskini artırır. Dirsek eklemi genellikle menteşe tipi bir eklem olarak adlandırılır. Bu kısmen doğrudur, ancak dirsek eklemindeki önkolun pronasyonunu ve supinasyon yeteneğini açıklamaz. Radyal başın ve ulna üzerindeki radyal çentiğin eklemelenmesi bu harekete izin verir. Bilek eklemi *elipsoid* veya *kondiloid* eklem olarak sınıflandırılabilir. Ayrıca karpal kemik eklemleri olarak da adlandırılan karpal kemiklerin eklemleri de vardır. Sinovyal eklem olsalar da, fazla hareketi izin vermezler. *Interfalangeal* eklemler ise temel menteşe eklemleridir.

Öğrenme Çıktısı

3 Hareket sistemini oluşturan temel yapıların fonksiyonlarını açıklayabilme

Araştır 3

Vücudumuzda, pennat kasların kuvvet kapasitelerinin genellikle fusiform kaslardan daha yüksek olma nedenlerini açıklayın.

İlişkilendir

Vücuttaki diartroz eklemlerin tiplerini ve hareket serbestliklerini ilişkilendirin.

Anlat/Paylaş

Spor ve antrenörlük uzmanlık dalınızdan seçeceğiniz temel bir hareket pater-ninde, üst ve alt ekstremit eklemlerinin harekete katkısını mekanik avantaj veya hareket hızı avantajı (bkz. kaldıraçlar) yönünden düşününüz ve arkadaşlarınızla tartışın.

1

İnsan vücudunu oluşturan temel anatomik yapıları ve fonksiyonel organizasyonlarını tanımlayabilme

İnsan Vücudunun Yapısal Organizasyonu

- İnsan vücudu, yaşamsal fonksiyonlarını yerine getirebilmek için, küçükten büyüğe farklı seviyelerde organize olmuş yapılardan oluşur.
Hücre » Doku » Organ » Organ Sistemi » Organizma
- Hücreler, organizmanın yaşamını ve devamlılığını sağlayan en temel yapı ve fonksiyon birimleridir.
- Birçok hücrenin ortak bir veya birden fazla fonksiyona hizmet etmek için bir araya gelmesi ile dokular oluşur. İnsan vücudundaki dokular 4 ana sınıfa ayrılmıştır; epitel dokusu, bağ ve destek dokusu, kas dokusu ve sinir dokusu.
- Bağ ve destek dokusu egzersiz ve hareket sonucu ortaya çıkan mekanik gerilimlerin şiddeti ve yönüne göre kendini yeniden modeller. Hareketsizlik sonucunda da yenilenme oranında düşüş görülür ve sonucunda dokunun harekete mekanik katkısı azalır. Egzersiz programlanmasında bağ ve destek dokusunun bu özelliği dikkate alınmalıdır.
- Kasın en küçük kasılabilen birimi olan sarkomerlerin kuvvet üretme kapasitesini etkileyen temel faktör, aktin ile miyozin filamentlerinin oluşturduğu çapraz köprülerdir. Sarkomer, çapraz köprü sayısının en yüksek olduğu uzunluğunda maksimum kuvvet üretir. Bu uzunluğa optimum uzunluk denir.
- Kas lifi tipleri (Tip I, Tip II ve ara/alt sınıfları) kasın kasılma hızı ve dolayısıyla hareket hızını etkiler. Farklı antrenman metodları (ör. dayanıklılık veya güç odaklı) sonucunda ortaya çıkan fizyolojik adaptasyonlar ile sporcuların kaslarındaki, kas lifi tiplerinin oranı değişebilir.

2

İnsan vücudundaki anatomik yapıların konumlarını ve hareketlerini tanımlayan terimleri açıklayabilme

Anatomik Terimler ve Kavramlar

- Anatomik tanımlamalar, anatomik duruş referans alınarak yapılır. Anatomik duruşta kişi; ayakta dik bir şekilde karşıya bakar pozisyonda, elleri yanda ve avuç içleri öne dönük, ayaklar birleşik ve öne dönük pozisyonundadır.
- İnsan hareketleri 3 temel düzlem üzerinde yapılır. Bunlar; sagittal, frontal ve transvers düzlemlerdir.
- İnsan hareketinde eklemler çevresinde gerçekleştirilen hareketler eksenler üzerinden tarif edilir. Bunlar; vertikal, sagittal ve frontal eksenlerdir.
- Anatomik pozisyon, yön ve hareket ile ilgili terimler anatomik yapıların pozisyonunu belirtmekte ve isimlendirilmesinde kullanılır.

3

Hareket sistemini oluşturan temel yapıların fonksiyonlarını açıklayabilme

Hareket Sistemini Oluşturan Yapılar ve Fonksiyonları

- İnsan hareket sistemi temelde, kuvvet üretimi ile hareketin ortaya çıkmasını sağlayan aktif (kas) hareket sistemi ile destek, pasif direnç ve elastik kabiliyet sağlayan pasif (iskelet) hareket sisteminden oluşur.
- Kasın tendona yapışma açısına pennasyon açısı denir. Kasın pennasyon açısı kasın geometrik yapısını ve tendona iletilen kuvveti etkileyen önemli bir özelliktir.
- Kasın fizyolojik kesit alanı birbirlerine paralel olarak dizilmiş sarkomer sayısına bağlıdır. Fizyolojik kesit alanı ne kadar fazla ise kasın kuvvet üretme kapasitesi de o kadar fazladır.
- Kas kasılma (kontraksiyon) tipleri üç şekilde sınıflandırılır; konsantrik, eksantrik ve izometrik kontraksiyon. Kontraksiyon tipine göre kuvvet üretme kapasitesi büyükten küçüğe sırasıyla şöyledir:
Eksantrik > İzometrik > Konsantrik
- Kemikler, eklemler üzerinde kaldıraç prensibi ile hareket ederler. Üç tip kaldıraç vardır: 1. Tip, 2. Tip ve 3. Tip kaldıraçlar.
- Yetişkin insan omurgasında 26 adet vertebra (omur) bulunur. Bunların 7 tanesi servikal (boyun) bölgesinde, 12 tanesi toraks (göğüs) bölgesinde, 5 tanesi lumbal (bel) bölgede, 1 tanesi sakral bölgede (sakrum) ve 1 tanesi koksalsal bölgede (koksiks) bulunur.

1 Hücrede ribozom faaliyeti artarsa aşağıdakilerden hangisi artar?

- A. Su miktarı
- B. Amino asit miktarı
- C. Ozmotik basınç
- D. Protein miktarı
- E. ATP üretim miktarı

2 Aşağıdakilerden hangisi frontal düzlemde gerçekleşen hareketlerden biri **değildir**?

- A. Abduksiyon
- B. Lateral fleksiyon
- C. İnversiyon
- D. Adduksiyon
- E. Ekstansiyon

3 Kas kasılma tiplerinde üretilebilecek maksimum kas kuvvetlerinin büyükten küçüğe sıralanışı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. İzometrik – Eksantrik - Konsantrik
- B. Konsantrik – Eksantrik - İzometrik
- C. Eksantrik – Konsantrik - İzometrik
- D. Eksantrik – İzometrik -Konsantrik
- E. İzometrik – Konsantrik - Eksantrik

4 Kemiği kemiğe bağlayan yapı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Ligament
- B. Tendon
- C. Kartilaj
- D. Diyafiz
- E. Kıkırdak

5 Gerilmeye karşı **en** dirençli lif tipi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Kollajen
- B. Elastin
- C. Retiküler
- D. Kas
- E. Kartilaj

6 Radius ve humerus vücudun hangi bölgesindedir?

- A. Aksiyel iskelet
- B. Üst ekstremité
- C. Alt ekstremité
- D. Sırasıyla alt ve üst ekstremité
- E. Toraks

7 Bacağın laterale doğru vücuttan uzaklaştırılması hareketine ne ad verilir?

- A. Ekstansiyon
- B. Adduksiyon
- C. Abduksiyon
- D. Fleksiyon
- E. Protraksiyon

8 Aşağıdaki terimlerden hangisi hareket sırasında, eklem hareketine karşı yönde kuvvet üreten kası ifade eder?

- A. Agonist
- B. Antagonist
- C. Sinerjist
- D. Stabilizatör
- E. İzotonik

9 “Vücudumuzdaki eklemlerin birçoğu 3. tip kaldıraç olarak görev alırlar.” ifadesi hangi anlama gelir?

- A. Mekanik avantaj sağlarlar.
- B. Kuvvet kolu yük kolundan daha uzundur.
- C. Kas tendonu yük ile eklem aksisi arasındadır.
- D. Kas tendonu eklemden uzak bir noktaya bağlanmıştır.
- E. Az kuvvetle fazla yük kaldırırlar.

10 Aşağıdakilerden hangisinde kas komponentleri büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır?

- A. Kas fibrili - sarkomer - myofilament - myofibril
- B. Kas - fasikül - kas fibrili - myofibril
- C. Sarkomer - fasikül - myofibril - myofilament
- D. Kas - kas fibrili - myosin - myofibril
- E. Fasikül - myofilament - kas fibrili - sarkomer

1. D

Yanıtınız yanlış ise “Hücre” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. E

Yanıtınız yanlış ise “Düzlemler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. D

Yanıtınız yanlış ise “Kas Kuvveti ve Kas Kasılma Tipleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. A

Yanıtınız yanlış ise “Pasif Hareket Sistemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. A

Yanıtınız yanlış ise “Bağ ve Destek Dokusu” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. B

Yanıtınız yanlış ise “Üst Ekstremité” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. C

Yanıtınız yanlış ise “Pozisyon ve Hareket ile İlgili Terimler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. B

Yanıtınız yanlış ise “Kasların İşlevlerine Göre Sınıflandırılması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. C

Yanıtınız yanlış ise “Kas İskelet Sisteminde Kuvvet İletimi ve Kaldıraç Tipleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. B

Yanıtınız yanlış ise “Aktif Hareket Sistemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

1

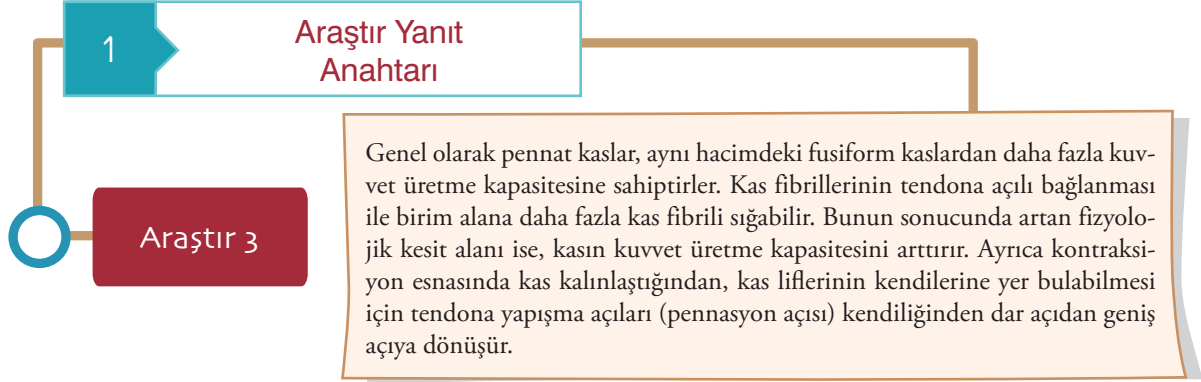
Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Kemik ve bağ dokunun mekanik yüklenmelere karşı kendini yeniden modellemesi ‘mekanotransdüksiyon’ ile gerçekleşir. Mekanotransdüksiyon ile, mekanoreseptörler ile algılanan mekanik uyarılar biyokimyasal sinyallere dönüştürülür ve biyolojik bir cevap ortaya çıkar. Kemik dokusunun yenilenmesinde birincil görev alan osteoblast hücreleri iken bağ dokuda bu görevi fibroblast hücreleri üstlenir. Mekanotransdüksiyon sonucunda kemik ve bağ dokuda ortaya çıkacak adaptasyonlar, yüklenmenin şiddetine, süresine ve hızına bağlıdır. Kemik ve bağ dokusunun kuvvetlenmesi için periyodik yüklenmeler daha etkindir. Bu yüzden sıçrama tarzı uzama-kısalma döngüsünü içeren pliometrik antrenman modelleri bu dokuların kendini yeniden modelleyerek sertlik ve dayanımının artması açısından etkilidir. Mekanik yüklenmenin olmadığı veya azaldığı durumlarda (hareketsizlik veya yer çekimsiz ortamda olduğu gibi) ise doku yıkımı, doku yenilenmesinden daha baskın hale gelir. Sonucunda, destek ve bağ dokusunun kuvveti ve elastik kapasitesi azalır.

Araştır 2

Ayak stabilitesinin ve/veya ayak bileği mobilitesinin azalması ile ayakta aşırı pronasyon ortaya çıkabilir. En sık görülen, ayak bileğinde azalan dorsifleksiyon hareket açıklığı sonucunda ayağın aşırı pronasyona giderek kaybedilen hareket açıklığının bu şekilde kompanse edilmesidir. Alt ekstremité kapalı kinematik zincir pozisyonunda iken (ayak yere sabit) pronasyon, talusun adduksiyon ve plantar fleksiyonu ve kalkaneusun eversiyonu ile karakterize edilir. Bu durumda, ayak altındaki medial longitudinal ark alçalır. Sonucunda, ayağın şok absorpsiyon kapasitesi azalır ve her adımda ekstremitéye binen yüklerde artış görülür. Ayağın aşırı pronasyonu, kinetik zincir üzerinden bütün vücut hizalanmasını da etkiler. Bu da, hem ayakta hem de yürümeye yapısal ve fonksiyonel bozuluklara yol açar. Aşırı pronasyon sonucunda sıklıkla, femurda iç rotasyon ve adduksiyon görülür. Takiben pelviste lateral tilt ile aşağı düşüş ve buna eşlik eden anterior tilt ile hiperlordoz görülebilir. Aşırı pronasyon ve sonucunda postürel hizalanmada ortaya çıkan bütün bu disfonksiyonlar düzeltilmez ise aşırı yüke maruz kalan dokular dejenere olacak ve yaralanmalar ortaya çıkacaktır.



Kaynakça

- Çiloğlu, F., Çotuk, B., İkizler, H. C., Tatar, Y. ve Torun, C. K. (1993). *Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulları için Anatomi*. Yıldızlar Matbaacılık.
- Floyd, R. T. ve Thompson, C. (2017). *Manual of Structural Kinesiology*. New York: McGraw-Hill Education.
- Hamill, J. ve Knutzen, K. M. (2014). *Biomechanical basis of human movement*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Jarmey, C. ve Sharkey, J. (2016). *The concise book of muscles*. North Atlantic Books.
- Muscolino, J. E. (2014). *Kinesiology-E-Book: The Skeletal System and Muscle Function*. Elsevier Health Sciences.
- Neumann, D. A. (2013). *Kinesiology of the musculoskeletal system-e-book: foundations for rehabilitation*. Elsevier Health Sciences.

■ Bölüm 2

Spor Fizyolojisi I

öğrenme çıktıları

1 Spor Fizyolojisine Giriş ve Canlı Kavramı

- 1 Spor fizyolojisi ile ilgili temel kavramları ve canlı kavramı ile organizasyonunu açıklayabilme

3 Enerji Sistemleri

- 3 Enerji sistemleri ve ilgili temel kavramları tanımlayabilme

2 Hücre Yapısı ve Organizasyonu

- 2 Hücre yapısı ve organizasyonunu açıklayabilme

4 Dinlenme ve Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri

- 4 Dinlenme ve egzersiz sırasında enerji sistemlerinin kullanımını açıklayabilme

Anahtar Sözcükler: • Canlı • Hücre • Enerji • Egzersiz • Enerji Sistemleri



GİRİŞ

Canlılar tarafından kullanılan temel enerji kaynağı güneştir. İnsanlar ve diğer canlıların faaliyetlerini yürütmeleri için gerekli olan enerji ise basit bir bileşimin parçalanması ile elde edilmektedir. İnsanın enerji üretme yeteneğini koruduğu sürece yaşamsal faaliyetlerini devam ettirdiğini unutmamak gerekir. Enerji kaynaklarının devamlılığı sona erdiği anda bütün hücrelerin fonksiyonları sona erer ve hücreler ölür dolayısıyla yaşam sonlanır.

Kitabımızın bu bölümünde canlı kavramı ve özellikleri, insan vücudunun organizasyonu, hücre yapısı ve organizasyonu, enerji sistemleri ve enerji sistemlerinin dinlenim ile egzersiz sırasında kullanımı konularını öğreneceğiz. Bu amaçla öncelikle canlı organizmaların tüm yaşamsal işlevleri ve hücrenin fonksiyonları konuları işleyerek canlılığın devamı için gerekli olan enerji sistemlerinden bahsedeceğiz. Daha sonra ise enerji sistemlerinin sporda kullanımı konusuna değineceğiz.

SPOR FİZYOLOJİSİNE GİRİŞ VE CANLI KAVRAMI

Fizyoloji, iki Latince sözcükten; “physus” ve “logos”tan kaynağını alır. Physus yaşam; logos ise bilim anlamına gelir. Fizyoloji sözcüğü, canlı organizmalarındaki tüm yaşamsal işlevleri inceleyen bir bilim dalını karşılamaktadır. Diğer bir tanıma göre fizyoloji, canlıyı oluşturan yapıların ve organların görevlerini ve fonksiyonlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Fizyoloji, normal ve patolojik durumlarda bu fonksiyonların moleküler düzeyden organ ve sistem düzeyine kadar tüm kademelerde nasıl meydana geldiği ile ilgilenmektedir.

Fizyoloji, canlıların fonksiyonlarını incelerken fizik, kimya, biyoloji gibi bilim dallarından faydalanır. Fizyoloji çok geniş bir bilim dalıdır ve çeşitli canlı varlık gruplarının kendilerine özgü özelliklerinden dolayı fizyoloji alt bölümlere ayrılmıştır (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Fizyolojinin Sınıflandırılması.

İnsan fizyolojisi, insan vücudunun canlılığını sağlayan özgül nitelikleri ve mekanizmaları açıklayan fizyolojinin alt bilim dalıdır. **Egzersiz ve spor fizyolojisi** ise insan organizmasının kassal çalışmalara cevabını ve uyumunu, sportif performansı artırma amacını güden antrenmanların fizyolojik temellerini içeren bir bilim koludur. Egzersiz fizyolojisi; egzersiz, antrenman ve sporun ayrıca hareketliliğin bireyler üzerindeki akut ve kronik etkilerini inceler.

✓ **Egzersiz ve Spor Fizyolojisi:** İnsan organizmasının kassal çalışmalara cevabını ve uyumunu, sportif performansı artırma amacını güden antrenmanların fizyolojik temellerini içeren bir bilim koludur.

Canlı Organizmanın Özellikleri

Biyologlar canlılığı, yaşayan tüm organizmaların paylaştığı ortak karakteristik özelliklere göre tanımlarlar. Canlılığın net bir tanımı ve sınırı olmasına rağmen temel özellikleri vardır. Tüm canlı organizmalar aşağıda belirtilen şu temel özellikleri taşırlar:

- **Hücre yapısı:** Hücreler, organizmaların canlılık faaliyetlerini gösteren yapısal ve işlevsel en küçük birimleridir. İki çeşit hücre vardır. Çekirdeği ve zarlı organelleri bulunmayan hücrelere prokaryot hücre denir. Çekirdeği ve zarlı organellere sahip olan hücrelere ökaryot hücre denir.
- **Beslenme:** Canlılar büyüyüp gelişmek, yıpranan doku ve organlarının onarımını yapmak, enerji elde etmek ve düzenleyici faaliyetlerini devam ettirebilmek için besin maddelerine ihtiyaç duyarlar. Kısacası canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için beslenmek zorundadır. Canlıların bir kısmı ise yaşadığı ortamdan su, mineral ve karbondioksit gibi inorganik maddeleri alarak, güneş enerjisi veya kimyasal enerjiyi kullanarak ihtiyaç duyduğu organik besini kendisi üretir.
- **Solunum ve ATP üretimi:** Canlılar, yaşamsal fonksiyonlarını gerçekleştirmek ve devam ettirebilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Bu enerji, besinlerin hücrede parçalanmasıyla elde edilen ATP (adenozin trifosfat)

molekülünden karşılanır. Hücreler ATP'yi hücresel solunum ile üretir. Bütün canlılar hücresel solunum yapar. Bazı canlılar ATP'yi oksijen kullanarak üretirken bazıları ise oksijen kullanmadan üretirler. Bütün canlılar, oksijenli ya da oksijensiz solunum reaksiyonları aracılığı ile organik besinlerin yıkılması sonucu ATP'yi sentezler. Solunum ise besinlerde var olan enerjiyi açığa çıkarmak için inspirasyonla oksijen alınması ve ekspirasyonla karbondioksit verilmesidir.

- **Metabolizma:** Canlılar; büyüme, üreme, yenilenme vs. için enerjiye ihtiyaç duyarlar. Canlı hücrelerde gerçekleşen biyokimyasal olayların tamamına metabolizma denir. Diğer bir tanıma göre ise metabolizma organizmalarda meydana gelen yapım ve yıkım tepkimelerinin tümüne denir. Canlıların uyku dışında tam dinlenme hâlinde yaşamını sürdürebilmesi için minimum düzeyde enerji gerektiren metabolizmasına bazal metabolizma denir. Canlı hücrelerde anabolizma ve katabolizma olmak üzere iki tip metabolizma faaliyeti vardır. Anabolizma yeni moleküllerin sentezlenmesi yani metabolizmanın yapım tepkimeleridir. Basit moleküllerden karmaşık moleküllerin sentezlenmesidir. Örneğin amino asitlerden proteinlerin oluşmasıdır. Katabolizma ise metabolizmanın yıkım tepkimeleridir. Kompleks moleküllerin basit moleküllere parçalanmasıdır. Örnek olarak karbohidratların parçalanarak enerji üretim süreçlerinde kullanılması verilebilir.



dikkat

Anabolizma yeni moleküllerin oluşması iken katabolizma ise moleküllerin parçalanmasıdır.

- **Boşaltım:** Canlılar, hücrelerindeki düzeni korumak amacıyla metabolizma sonucunda oluşan atık maddeleri hücreden uzaklaştırmak zorundadır.
- **Hareket:** Hareket, organizmanın bir bütün olarak veya bir kısım organlarının şekil ve pozisyon değiştirme yeteneği olarak tanımlanır. Bütün yaşayan organizmalar

hareket ederler. Bir bütün olarak vücudun tamamında, bir organ düzeyinde, bir hücre düzeyinde veya hücrenin bir bileşeni olarak hareket edebilme özelliğidir.

- **Uyaranlara Cevap Verme (Uyarılabilirlik):** Canlılarda durum değiştirmeye veya harekete sebep olan her türlü faktöre uyaran, uyaranlara verilen cevaplara ise tepki denir. Bütün yaşayan organizmalar çevrelerindeki değişimlere cevap verebilme özelliğine sahiptir. Canlılar, iç kaynaklı ve dış kaynaklı elektrik sinyali, hormon ve salgı bezlerindeki değişiklikleri algılayıp cevap verebilme özelliğine sahiptirler. Uyarının alınması ve gerekli tepkinin gösterilmesi, organizmanın uygun koşullarda yaşamasını kolaylaştıran ve canlılık için önemli olan bir mekanizmadır. Bütün canlılar çevreden gelen ısı, ışık, ses, basınç gibi uyarılara karşı çeşitli tepkiler gösterirler. Örneğin insan göz bebeği ışığa karşı veya derideki özelleşmiş hücreler ise sıcaklık ve basınç değişimlerine karşı tepki verirler.
- **Homeostaz:** Kelime anlamı sabit durumdur. Hücrelerin normal işlevlerini sürdürebilmeleri için iç ortam koşullarının sabit tutulmasına homeostaz denir. Organizmada, bütün çevresel değişimlere rağmen kararlı bir iç ortamın sağlanması ve korunmasıdır. Canlılar, hayatta kalabilmek için yaşadıkları çevre ile vücutlarını denge hâlinde tutmak zorundadırlar. Örneğin egzersiz yapan bir kişide açığa çıkan ısı enerjisinin fazlası ter yoluyla dış ortama verilir. Böylece homeostaz korunur ve vücut ısısının daha fazla yükselmesi engellenir.
- **Çevreye Uyum (Adaptasyon):** Canlılar, bulundukları farklı ortamlara fizyolojik değişikliklerle uyum sağlamaya çalışır. Canlılar, içinde yaşadıkları çevre şartlarına uyum sağlayacak mekanizmalar sayesinde yaşamalarını sürdürürler ve uyum sağlayabildikleri oranda hayatta kalma şansına sahiptirler.
- **Büyüme ve Gelişme:** Bütün organizmalar, büyüme ve gelişme sürecinden geçer. Canlıların yapısını oluşturan hücrelerin hacimce ve sayıca artması büyüme olarak adlandırılır. Büyüme, tek hücrelilerde sitoplazmanın hacimce büyümesi şeklinde, çok hücreli-

lerde ise hücre sayısı ve kütesinin artması ile gerçekleşir. Gelişme ise çok hücrelilerde zigottan ergin birey oluşumuna kadar geçen hücresel olayları da kapsayan fiziksel bir süreçtir. Genel olarak büyüme ve gelişme, birbirini takip eden ve canlılık için elzem olan iki önemli biyolojik süreçtir.

- **Üreme:** Her canlının belli bir büyüme döneminden sonra neslini devam ettirebilmesi için kendine benzer bireyler meydana getirmesine üreme denir. Bütün canlılar türlerini devam ettirebilmek için eşeyli ya da eşeysiz üreme yaparak yeni bireyler oluştururlar. Üremeyle, kalıtsal materyal gelecek kuşaklara aktarılır ve böylece canlılar nesillerini devam ettirirler.
- **Kendine özgü yapısal ve işlevsel organizasyonun olması:** Bütün canlılar, organizma içi bir organizasyona sahiptirler. Tek hücreli canlılarda organizasyon hücrenin farklı kısımlarının farklı görevleri üstlenmesiyle gerçekleşirken çok hücreli canlılarda, hücrelerden doku, dokulardan organ, organlardan sistem ve sistemlerden organizmaya doğru büyüyen bir hiyerarşi ile gerçekleşir.



Canlı organizmanın özellikleri ile ilgili detaylı bilgilere <https://www.canlibilimi.com/canlilarin-ortak-ozellikleri-nelerdir/> adresinden ulaşabilirsiniz.

İnsan Vücudunun Yapısal Organizasyonu

İnsan organizması birçok biyolojik yapısal organizasyondan meydana gelir ve organizasyonlar arasında hiyerarşik bir sıralama ve sürekli bir işbirliği vardır. Bu organizasyon en basit seviyelerden en kompleks seviyeye doğru şu şekildedir:

- Kimyasal düzey: Atomik ve moleküler düzeydir.
- Hücresel düzey: Vücudun yaşayan en küçük ünitesinden oluşan düzeydir.
- Doku düzeyi: Bir görevi yerine getirmek için bir araya gelmiş bir grup hücre ve

onun çevresindeki maddeler dokuyu oluşturmaktadır.

- Organ düzeyi: İki ya da daha fazla doku tipinin özel bir fonksiyon için bir yapıyı oluşturmak için bir araya gelmesi şeklindedir.
- Organ sistemleri düzeyi: Bir fonksiyon ile ilişkili organların birleşmesiyle oluşan yapılardır.
- Organizma düzeyi: Bir popülasyonu oluşturan canlı varlıkların her biri birer organizmadır.

Kimyasal Düzeydeki Organizasyon

En alt düzeydeki organizasyon kimyasal bir organizasyondur ve hayatın devamı için bu organizasyona ihtiyaç vardır. İnsan vücudunun kimyasal organizasyonu atomik, elementler ve moleküler düzeyde gerçekleşir.

Bu kimyasal organizasyon, atomların birkaç değişik yolla bir araya gelmesi ile oluşur. Atomlar, canlı veya cansız tüm maddelerin en küçük yapı taşıdır. Ayrıca bir elementin kimyasal özelliklerini taşıyan en küçük parçasına atom denilmektedir. Tüm atomların proton (+) ve nötronlardan (0) oluşan bir çekirdeği vardır. Çekirdeğin dışındaki yörüngelerde serbest dolaşan atom altı parçacıklar olan elektronlar (-) bulunur. Atomun kimyasal özellikleri proton ve elektron sayıları ile belirlenir. Proton ve elektronların nispi sayıları partikülün yükünün nötral, pozitif ya da negatif olacağını belirler. **İyonlar** katyon (+) ve anyon (-) olarak iki gruptur. Örneğin, elektrikle yüklü hidrojen atomuna hidrojen iyonu denir.

✓ **İyon:** Elektriksel olarak yüklü atomlara iyon denir.

Bir element, sadece tek tür atom içeren saf bir maddedir. Atomlar, elementlerin en küçük birimi olması nedeniyle o elementin karakteristik kimyasal özelliklerine de sahiptir. Demir, kalsiyum ya da oksijen gibi bütün saf kimyasal maddeler, kimyasal elementlerden oluşur. Bir element kimyasal olarak daha küçük parçalara ayrılamayan maddedir. Örneğin suyun elektrolizinden elde edilen hidrojen ve oksijen birer elementtir. Dünyamızda mevcut olan tüm bileşenler, doğada bulunan 92 elementten oluşur.

şur. Her element bir veya iki harfli bir sembolle tanımlanır. Doğal olarak oluşan 92 elementten, canlılarda yalnızca 11'i önemli miktarlarda bulunur. Bu elementlerden dört tanesi olan oksijen (O), karbon (C), hidrojen (H), ve azot (N) vücut ağırlığımızın % 96,3'ünü oluşturur. Kalsiyum (Ca), Fosfor (P), potasyum (K), kükürt (P), sodyum (Na), klor (Cl), magnezyum (Mg) canlı organizmaların yapısında daha az oranlarda yer alan diğer elementlerdir.

Bir diğer kimyasal organizasyon ise atomların bir araya gelmesi ile moleküllerin oluşmasıdır. Farklı çeşitlerde element atomlarının kimyasal olarak bileşimi molekülleri oluşturur. Bir kimyasal bileşim, iki ya da daha fazla farklı elementin belli oranlarda birleşmesinden oluşan bir moleküldür. Örneğin su, bir oksijen atomu ile iki hidrojen atomunun kimyasal bileşiminden oluşan kimyasal bir bileşendir. Kimyasal bileşenler iki geniş grupta toplanabilir; organik bileşenler ve inorganik bileşenler.

- İnorganik bileşenler, küçük ve basit bileşenlerdir. Örneğin: su, tuz, hidroklorik asit gibi basit asitler ve amonyak gibi basit bazlar. Bu maddelerin, su ve elektrolit dengesinin kurulması, hücre zarından dışarı maddelerin taşınması gibi birçok görevi vardır.
- Organik bileşenler, karbon içeren geniş, karmaşık bileşenlerdir. Onlar vücudun kimyasal yapı taşlarıdır ve vücut faaliyetleri için gereken enerjiyi sağlayan yakıt molekülleri olarak hizmet ederler. Organik bileşenler, ayrıca yaşam için gerekli olan binlerce kimyasal reaksiyona katılır ve onları düzenlerler. Dört önemli organik bileşen grubu vardır. Bunlar; karbonhidratlar, lipitler, proteinler ve nükleik asitlerdir.

✓ İnorganik bileşikler basit bileşenlerdir fakat organik bileşikler karmaşık bileşenlerdir.

Karbonhidratlar, şekerler ve nişastadır. Vücut tarafından yakıt molekülleri olarak ve enerji depolamak için kullanılırlar. Lipitler, doğal yağları içerirler, enerji depolayan bileşenlerdir. Diğer bazı lipitler, hücre zarının yapısına katılırlar. Lipitlerin bir başka türü olan steroidler kadın ve erkek hormonları dahil çeşitli hormonların yapımında kullanılır. Proteinler, büyük karmaşık amino asit moleküllerinden oluşmuş hücrenin yapı taşıdır. Hücre

içindeki proteinlerin miktar ve çeşidi, hücrenin görünümünü ve nasıl işlediğini büyük ölçüde belirler. Örneğin, kas hücreleri onların görünümünden ve kasılma yeteneklerinden sorumlu proteinlere sahiptirler. Bazı proteinler, enzimler ve katalizörler olarak vücutta kimyasal reaksiyonları düzenleyici olarak da görev yaparlar. Nükleik asitler, proteinler gibi büyük karmaşık bileşenlerdir. İki önemli nükleik asit, DNA (deoksiribonükleik asit) ve RNA (ribonükleik asit)'dir. DNA genleri yapar ve kalıtsal olarak hücrenin ihtiyacı olan bütün proteinlerin yapım bilgisini içerir. RNA ise protein üretimi işleminde yer alır.

Hücresel Düzeydeki Organizasyon

Kimyasal düzeyin üzerinde, bir sonraki organizasyon düzeyi hücresel düzeydir. Atomlar molekülleri, moleküller makromolekülleri ve makromoleküller de makromoleküler kompleksi oluşturarak dokuların en küçük yapı taşı olan hücreleri oluşturmaktadır. Hücre organizmanın temel yapısı ve fonksiyonel ünitesidir. İnsan vücudu, kan hücreleri ve kas hücreleri gibi çeşitli tiplerde yaklaşık 100 trilyon hücreden oluşur. Hücreler, fonksiyonlarına göre çeşitli şekil ve hacimde olmalarına rağmen çoğu sadece mikroskopla görülebilecek kadar küçüktür. Organizmada kas, kan, sinir vb. hücreleri gibi özelleşmiş hücreler vardır.

Doku Düzeyindeki Organizasyon

Hücresel düzeyden sonra en üst düzey organizasyon, doku düzeyidir. Dokular, bazı özel görevleri ve özel nitelikleri olan hücre topluluklarıdır. Dokular yapısal ve fonksiyonel olarak birbirine benzer hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşur. Vücutta başlıca dört doku tipi vardır. Bunlar: 1) bağ doku, 2) epitel doku, 3) kas dokusu, 4) sinir dokusudur.

Bağ Doku

Vücutta en yaygın bulunan doku olan bağ dokusunun temel işlevi, vücudun diğer dokularını birbirine bağlamaktır. Aynı zamanda bağ dokusu, vücudu ve onun yapılarını destekler ve altındaki organları korur. Genel olarak bağ dokunun işlevleri; deri ve tendonlara destek, organlarda maddelerin depolanması, iskelet ağını oluşturmak, kan damarları ile maddelerinin taşınması, yağ depo etmek, bağışıklıkta görev almak, doku tamirine yar-

dım etmektedir. Neredeyse vücuttaki her organ bağ dokusundan destekleyici bir iskelete sahiptir. Bağ dokusunun bazı temel hücre tipleri şunlardır:

- Mezenkim hücreleri: Embriyonal ilk bağ doku hücresidir ve tüm dokularda bulunan kök hücresidir. Yüksek düzeyde bölünebilir ve farklılaşma özelliğine sahiptir.
- Retikulum hücreleri: Kemik iliği, lenf düğümleri ve dalak gibi kan yapan organların çatısını oluşturan bağ doku tipidir.
- Fibroblastlar: Düzensiz şekilli, bağ doku ipliklerini ve şekilsiz maddeyi sentezleyen bağ dokusunda en çok bulunan hücrelerdir.
- Makrofajlar: Monosit kökenli olup monositlerin farklılaşması sonucu oluşan büyük hücrelerdir. Bağışıklık sisteminde görev alırlar.
- Yağ hücreleri (Adipoz doku): Mezenkim hücre kökenli olup yağ üreten ve depolayan hücrelerdir.
- Plazma hücreleri: Lenf düğümleri ve dalakta çok sayıda bulunan herhangi bir doku hasarı veya enfeksiyon oluştuğunda antikor sentezleyen savunma hücreleridir.
- Mast hücreleri: Kan damarlarının etrafında çok sayıda bulunan bağışıklık sisteminde önemli rolü olan hücrelerdir.
- Pigment hücreleri (Melanositler): Melanini sentezleyen ve depo eden ultraviyole ışınlarına karşı koruyuculuk özelliğine sahip hücrelerdir.

Epitel Doku

Vücudun iç ve dış kısımlarını örten bir dokudur. Örneğin derinin üst yüzeyi ile sindirim sisteminin iç yüzeyini örten doku, epitel dokudur. Epitel dokuyu oluşturan hücreler birbirlerine çok yakındır ve hücreler arasında çok az ara madde bulunur.

Epitel doku, sürekliliğini devam ettirmek için yüzeydeki hücreler döküldüğü zaman, aşağıdan gelen yenileri ile yer değiştirmelidir. Bazı epitel dokular, kaybedilen eskilerinin yerini alacak yeni hücreleri devamlı üretecek şekilde hızlı mitoz bölünme yeteneğine sahiptir. Epitel doku, örtü epiteli ve salgı epiteli olmak üzere iki büyük grupta incelenir. Epitel hücrelerinden oluşan epitel dokunun birçok işlevi vardır. Bunlar:

- Yüzeyleri örtme veya koruma fonksiyonu (örn: deri ve iç organlar): Epitel dokunun oluşturduğu deri, vücudu tamamen kaplar ve onu korur. Örtü epiteli hücreleri vücut boşluklarındaki örtüde ve bu boşluklarda bulunan organların boşluğa bakan yüzlelerinde bulunur.
- Emme fonksiyonu (örn: ince bağırsak epiteli): Epitel dokunun diğer bir özelliği de bazı maddelerin vücuda alınmasını sağlayan emme fonksiyonudur, bağırsak villuslarının yapısını oluşturan epitel doku, besinlerin bağırsaktan emilimini sağlar. Böbrek tübüllerini örten epitel hücreleri suyun geri emilimini sağlar.
- Salgılama fonksiyonu (örn: bezler): Bazı epitel dokulardaki belli hücreler, bazı maddeleri salgılamak üzere özelleşmiştir. Örneğin bağırsak mukozasındaki kadeh hücreler kaygan koruyucu bir madde olan mukus salgılar. Salgı epiteli hücreleri belli bölgelerde kümeleşerek salgı bezlerini meydana getirirler. Örneğin ter, ter bezlerinden kanallar aracılığıyla vücut yüzeyine çıkar.
- Duyu fonksiyonu (örn: burun, dil epiteli): Epitel dokunun son özelliği duyu fonksiyonudur. Ağızdaki ve dildeki tat tomurcukları, burundaki koku alan bölge, bu bilgileri almak için özelleşmiş epitel doku hücrelerini içerir.

Kas Dokusu

Kas dokusu, kasılma ve gevşeme ile kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren kasılmak üzere özelleşmiş hücrelerden oluşmuştur. Kas hücrelerine, kas iplikçikleri (miyosit) adı verilir. Kas hücreleri kasıldıkları zaman daha kısa ve kalın olurlar. Kas dokusu, hareket, vücutta madde taşınması, vücut şeklinin korunması, ısı oluşumu ve vücut sıcaklığının korunması gibi görevleri gerçekleştirmektedir. Kas hücresinin hücre zarına sarkolemma, sitoplazmasına sarkoplazma, endoplazmik retikulumuna ise sarkoplazmik retikulum adı verilir. Sarkoplazmada kasılıp gevşeme özelliği olan miyofibril olarak adlandırılan sitoplazmik proteinler vardır. Miyofibriller, aktomiyozin denilen aktin ve miyozin proteinlerinden oluşur.

Vücutta düz kas, iskelet kası (çizgili kas) ve kalp kası olmak üzere üç çeşit kas dokusu vardır. Düz kas

hücreleri tek çekirdekli, ince uzun mekik şeklindedir ve sarkoplazmik retikulumları iyi gelişmemiştir. Otonom sinir sisteminin kontrolünde çalıştıkları için istemsiz çalışan kaslardır. Kasılmaları çizgili kaslara göre yavaş, düzenli, uzun sürelidir ve çabuk yorulmazlar. İç organların yapılarında bulunurlar.

İskelet kas hücrelerine kas lifi de denir. Silindirik şeklinde uzun hücrelerden oluşurlar ve kas lifleri çok çekirdekli dirler. Somatik sinir sistemi kontrolünde oldukları için istemli çalışır. Düz kaslara göre daha hızlı çalışırlar ve çabuk yorulurlar.

Kalp kası hücreleri bir veya iki çekirdekli, silindirik ve dallanmalar gösteren yapıdadır. Yapıları çizgili kaslara, çalışma şekli ise düz kaslara benzer. Otonom sinirler denetiminde oldukları için istemsiz olarak çalışır. Kalp kası hücreleri, uç uca geldikleri bölgelerde interkalar (ara) disk adı verilen özelleşmiş yapılarla birleşerek dallanmıştır. Bu diskler, kalp atımları sırasında elektriksel uyarının hücreden hücreye hızlı bir şekilde yayılmasını sağlar. Böylece kalp kasının bir bütün olarak kasılması sağlanmış olur. Kalbin kasılıp gevşemesi ise pacemaker hücreleri denilen özelleşmiş kalp kası hücrelerinden oluşan ritmik uyarılar ile gerçekleşir. Kasılıp gevşeme hızı düz kaslardan daha hızlı, çizgili kaslardan daha yavaştır.

Sinir Dokusu

Sinir dokusu, sinir sistemini meydana getiren dokudur ve uyarı iletmede uzmanlaşmış sinir hücreleri (nöron) ve nöronları destekleyen, besleyen ve miyelin kılıfı oluşturan glia hücrelerinden (nöroglia) oluşur. Glia hücreleri, sayıca nöronlardan çok daha fazladır, ancak nöronlara kıyasla oldukça küçük hücrelerdir. Sinir dokusunun en önemli özelliği uyarı iletimi sağlamasıdır. Bu yolla canlının çevre hakkında bilgi edinmesi ve çevreye uyum göstermesi ve etki etmesi mümkün olur.

Merkezî sinir sistemi 100 milyardan fazla nöron içerir. Nöronların hücre uzantıları, akson ve dendrit olmak üzere iki tiptir. Nöron gövdesinden çıkan, sayıları bir veya daha fazla olan, kısa uzantılara dendrit adı verilir. Nöron gövdesinden çıkan uzun ve tek olan uzantıya ise akson denir.

Organ ve Organ Sistemlerinin Organizasyonu

Doku düzeyindeki organizasyonun bir üzerindeki organizasyon, organ ve organ sistemleri düzeyinde gerçekleşir. Özel bir görevi yapmak için bir araya gelen farklı dokulardan oluşan yapıya organ denir. Organizmanın yapısında bulunan ve önemli bir fonksiyonu yerine getirmek üzere birlikte çalışan organlar, sistemleri oluşturur. Örneğin; beyin, omurilik ve sinirlerden oluşan sinir sistemi, canlının dış uyaranlara cevap vermesini sağlayan bir sistem olarak işlev görür. Organizmada bulunan organ sistemleri, organları ve fonksiyonları kısaca şu şekildedir:

- Deri sistemi: Cilt, saç, tırnaklar, ter ve yağ bezlerinden oluşur. Fonksiyonları; vücut ısısının düzenlenmesi, organizmanın korunması, kimyasal uyarıların (ısı, basınç vb.) alınmasıdır.
- Sinir sistemi: Sinir ve duyu organları; beyin, omurilik ve beyin ile omurilik arasındaki yapılardan oluşur. Fonksiyonları; vücut aktivitelerinin kontrolü ve koordinasyonudur.
- İskelet sistemi: Kemik, kıkırdak, eklemler iskelet sistemini oluşturur. Fonksiyonları; organizmanın korunması, yapı, desteklenmesi, kan hücrelerinin üretimi ve mineralerin depolanmasıdır.
- Kas sistemi: Çizgili, düz, kalp kaslarından oluşur ve hareketin oluşumu, postürün korunması, ısı üretimi gibi fonksiyonları vardır.
- Endokrin sistem: Hipofiz bezi, tiroid bezi, paratiroid bezi, böbrek üstü bezleri, pankreas, cinsiyet bezleri vb. gibi hormon üretme ve salgılama özelliği olan bezlerden oluşur. Sinir sistemi ile birlikte vücut aktivitelerini düzenler.
- Üriner sistemi: Böbrekler, üreterler, mesane, üretradan oluşur. Vücudun kimyasal içeriğinin düzenlenmesi, su elektrolit dengesi ve asit baz dengesini sağlar.
- Üreme sistemi: Erkeklerde testisler, kadınlarda ovaryumlar ve ilgili cinsiyet organlarından oluşur. Yeni organizmaların oluşumunu ve nesil devamlılığını sağlar.
- Dolaşım sistemi: Kalp, kan ve kan damarlarından oluşur. Fonksiyonları; hücrelere oksijen ve besinlerin taşınması, karbondioksit

ve atık maddelerin uzaklaştırılması, asit baz dengesinin sağlanması, vücut ısısının düzenlenmesidir.

- Lenfatik sistem: Lenf sıvısı, lenf damarları ve lenf düğümlerinden oluşur. Fonksiyonları; protein ve plazmanın kardiyovasküler sisteme geri dönüşü, yağların sindirim sisteminden dolaşıma taşınması, kanın filtrelenmesi, akyuvarların üretimidir. Ayrıca bağışıklık sisteminde görev alırlar.
- Solunum sistemi: Akciğerler ve solunum yollarından oluşur. Hücrelere oksijen sağlanması ve hücrelerden karbondioksit atımının yansira asit baz dengesinin sağlanması fonksiyonları vardır.
- Sindirim sistemi: Ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince ve kalın bağırsaklar, karaciğer, safra kesesi, pankreastan oluşur. Yiyeceklerin fiziksel ve kimyasal olarak parçalanarak vücutta kullanılmasını sağlar.

İnsan Vücudunun İşlevsel Organizasyonu

Vücudun temel canlı birimi hücredir ve her hücre tipi, bir ya da birkaç özel işlevi gerçekleştirmek üzere uzmanlaşmıştır. Fakat vücudu oluşturan yaklaşık 100 trilyon hücre arasında belirgin farklılıklar olmakla birlikte tüm hücreler, belli temel nitelikler açısından birbirine benzerdir. Örneğin; tüm hücreler, hücresel işlevlerin gerektirdiği enerjiyi sağlamak için karbonhidrat, yağ ya da proteinlerin yıkım ürünleriyle oksijeni birleştiren hücre içi sistemlere sahiptir. Besinleri enerjiye dönüştüren genel mekanizmalar tüm hücrelerde temel olarak aynıdır ve tüm hücreler kimyasal reaksiyonların son ürünlerini kendilerini çevreleyen sıvıya verirler. Yine hücreler kendileri için gerekli hammaddeleri bu sıvıdan alırlar.

Vücudun İç Ortamı

Tüm hücreler hücre dışı sıvının oluşturduğu sabit bir ortam içinde yaşarlar. Bu nedenle hücre dışı sıvısı 19. yüzyıl Fransız Fizyologu Claude Bernard tarafından iç ortam-iç deniz (milieu interieur) olarak tanımlanmıştır. Hücreler bu iç ortamda yeterli konsantrasyonda oksijen, glikoz, farklı iyonlar, amino asitler, yağlar ve diğer maddeler bulunduğu sürece yaşarlar, büyürler ve özel işlerini yapabilirler.

Yetişkin insan vücudunun %56-60'ı sıvıdır. Bu sıvının büyük bölümü, yaklaşık 2/3'ü hücrelerin içinde bulunur ve intrasellüler sıvı (ICF) (hücre içi sıvı) adını alır. 1/3'ü ise hücre dışındaki alandadır ve ekstrasüller sıvı (ECF) (hücre dışı) adını alır. İnterellasüller sıvı ve ekstrasüller sıvı hücre zarı (membranı) ile birbirinden ayrılırlar.

Hücre dışı sıvı, vücudun tüm bölgelerinde iki aşamada dolaşır. Birinci aşama, kanın vücutta damarlar içindeki hareketidir. İkinci aşama ise sıvının kapiller damarlar ile doku hücreleri arasındaki hücrelerarası boşluk (interstisyel aralık) arasında dolaşmasıdır. Dolayısıyla hücre dışı sıvının 3/4'ünü interstisyel sıvı (hücreler arası sıvı) ve 1/4'ünü kan plazmasını oluşturur. Hücre dışı sıvısı, tüm vücutta belli bir harekete sahiptir. Hızla dolaşarak kana geçer ve doku sıvısı ile kan kapiller duvarlardan difüzyon yoluyla birbirine karışır. Hücreler, hücre dışı sıvı içinde bulunan oksijen, iyon ve besinleri alırken metabolik artıklarını da bu sıvıya atarlar böylece canlılıklarını devam ettirebilirler.

Hücre içi sıvısı ile hücre dışı sıvısı arasında bazı farklılıklar vardır. Hücre dışı sıvısı fazla miktarda sodyum, klor ve bikarbonat iyonu, oksijen, glikoz ve yağ asitleri gibi besinleri içerir. Hücre içi sıvısında ise büyük miktarda potasyum, magnezyum iyonları bulunur.

Homeostaz

Homeostaz terimi, ilk olarak Walter Cannon tarafından ortaya atılmıştır. Hücrelerin yaşamlarının devamlılığının sağlanması için iç ortamın sabit ya da değişmez koşullarda tutulması gereklidir.

✓ **Homeostaz:** İç ortamın yaklaşık olarak sabit koşullarda korunması anlamına gelir.

Yaşayan organizmaların birtakım fiziksel ve kimyasal özellikleri (kan şekeri seviyesi, ısı, pH, önemli moleküllerin kimyasal konsantrasyonları gibi) her zaman sabit, değişmez kalmak zorundadır. Vücudun dış ortama uyumunu ifade etmek için kullanılan homeostaz kavramı, hücre dışı gerçekleşen olaylar karşısında hücrenin kendi metabolizmasını koruma eğilimidir. Vücuttaki tüm doku ve organlar bu basit koşulları ya da dengeyi korumaya yardım etmek üzere bir görev üstlenmiştir.

Örneğin; dolaşım sisteminin homeostazdaki rolü, kan ve damarlar aracılığı ile dokulara ulaşarak hücrelerarası sıvıdaki atıkların uzaklaştırılmasını ve besinlerin hücreye ulaştırılmasını sağlar. Solunum sisteminin temel rolü ise hücreler için gerekli oksijeni sağlamak ve kan pH'ının düzenlenmesidir. Böbreklerin homeostazdaki rolü, protein metabolizması son ürünü olan üre benzeri atıkların uzaklaştırılmasıdır. Ayrıca böbrekler, kanın pH'ının ve kandaki sıvı elektrolit dengesinin korunmasından sorumludur. İskelet sistemini oluşturan kemikler vücut bölümlerinin desteklenmesini ve korunmasını sağlamanın yanı sıra kalsiyum ve fosfor tuzlarının bir deposu olarak işlev görürler. İskelet ve kas sistemi ayrıca vücut beslenmesi için gerekli yiyeceklerle ulaşabilmeyi ve olumsuz çevre koşullarından korunabilmek için gerekli hareketliliği de sağlar. Deri ve bağ dokuları vücudu dış ortamdan korur ve vücut sıcaklığının düzenlenmesinde, artık maddelerin uzaklaştırılmasında görev alır. Üreme ise ölen bireylerinin yerini alacak yeni bireylerin oluşumunu sağlayarak homeostazın sürdürülmesini sağlar.

Vücudun Kontrol Sistemleri

Vücutta binlerce kontrol sistemi bulunur. Homeostatik mekanizma geri bildirim sistemi ile çalışır ve iki türlü geri bildirim sistemi vardır. Bunlar: negatif geri bildirim ve pozitif geri bildirimdir.

- Negatif geri bildirim: Genellikle bazı faktörler eksik ya da fazla olduğunda bir kontrol sistemi negatif geri bildirimi başlatır. Bu ise o faktörün değerini normal düzeye çeken bir dizi değişikliği içerir ve homeostaz korunmuş olur. Negatif geri bildirim siste-

minde yanıt veya değişiklik, başlatan etkene zıt yöndedir ve baştaki uyarıya zıt yönde iş görür. Örneğin, hücre dışı sıvıda karbondioksitin artması akciğer ventilasyonunu artırarak karbondioksitin azalmasını sağlar. Düzenleyicinin görevi, uygun olmayan değişikliği önlemek ve böylece eski duruma dönüşü sağlamaktır. Vücuttaki homeostazı kontrol eden çoğu mekanizma negatif geri bildirim mekanizmasıdır. Vücut ısısı, kandaki şeker düzeyinin pankreas ile düzenlenmesi ve vücuttaki birçok diğer metabolik olaylar negatif geri bildirim mekanizması ile düzenlenir.

- Pozitif geri bildirim: Vücudun birkaç pozitif geri bildirim sistemi de vardır fakat negatif geri bildirim göre vücutta daha az sıklıkla gerçekleşir. Sistemlerdeki sabit durumdan farklılaşmalar, değişikliklerin şiddetini artıran bir dizi olayı başlatır. Pozitif geri bildirim, durumun sabit tutulmasına değil, giderek daha fazla bozulmasına sebep olmaktadır. Vücut, bazı nadir durumlarda, pozitif geri bildirimi kendi yararına kullanır. Kanın pıhtılaşması pozitif geri bildirimin işe yarayacak biçimde kullanılmasına bir örnektir. Bir kan damarı yırtıldığı ve bir pıhtı oluşmaya başladığı zaman, pıhtılaşma faktörleri adı verilen bir dizi enzim pıhtının kendi içinde aktive edilir. Bu enzimlerin bazıları, diğerleri üzerinde etki ederek pıhtının hemen yakınındaki bölgede bulunan aktifleşmemiş enzimleri aktifler ve pıhtının büyümesini sağlar. Bu süreç damardaki delik kapanıp kanama duruncaya kadar devam eder.

Öğrenme Çıktısı



1 Spor fizyolojisi ile ilgili temel kavramları ve canlı kavramı ile organizasyonunu açıklayabilme.

Araştır 1

Antrenman ve adaptasyon arasında nasıl bir ilişkisi vardır? Açıklayın.

İlişkilendir

Vücudun kontrol sistemlerinin egzersiz esnasında nasıl çalıştığını yorumlayın.

Anlat/Paylaş

Canlı organizmanın özelliklerini spor dalınıza özel egzersiz ile ilişkilendirerek tartışın.

HÜCRE YAPISI VE ORGANİZASYONU

Hücreyi 1665 yılında Robert Hooke keşfetmiştir. Şişe mantarının mikroskop altında bal peteği biçiminde boşluklardan oluştuğunu görmüş bu boşluklara odacık anlamında “cellula” adını vermiştir. Ondan birkaç yıl sonra Hollandalı lens üreticisi Antoni Van Leeuwenhoek, Hooke’ın çalışmalarından etkilenmiş ve geliştirdiği mikroskopla spermatozoonları, protozoonları ve bakterileri inceleyerek bunlara mikroskobik hayvancık adını vermiştir. Hooke’un ve Leeuwenhoek’in 1600 yıllarında yapmış oldukları bu gözlemler hücre teorisini oluşturan üç ana doktrinden birini ortaya koymuştur. Yani hücre, canlıların en küçük yapı taşıdır.

Hücre, canlıların canlılık özelliği gösteren, yaşama ve üreme yeteneğine sahip en küçük yapı birimidir. Organizmaların sindirim, solunum, boşaltım, hareket, üreme gibi aktiviteleri binlerce hücrede meydana gelen olayların sonucunda gerçekleşir. Hücreler genel olarak yapılarına göre iki ana grupta incelenir:

1. Prokaryotik hücreler: Sadece bakterilerde bulunur. Çekirdek membranı (zarı) bulunmayan, genellikle membranlı organel içermeyen, hücre duvarı ile sınırlı küçük hücrelerdir. DNA molekülü çift zincirli, sarmal yapılı ve halkasal olup zarla çevrili değildir. Mitoz bölünme ile çoğalırlar.
2. Ökaryotik hücreler: Prokaryotik hücrelerden daha büyük olan bu hücreler, çekirdek membranı ile çevrelenmiş bir veya birden fazla çekirdek ve sitoplazmik organeller içerir. Yaşam için gerekli olan farklı fonksiyonları yapabilmek amacıyla hücreler, şekil, büyüklük ve işlev açısından değişikliklere uğramışlardır. İnsanda yaklaşık 200 farklı tip hücre vardır. Bu şekil ve büyüklük farklılıklarına rağmen her hücre, temel bir yapıya sahiptir.

Hücre organizmanın canlı ve en küçük yapısal ve fonksiyonel ünitesi olarak tanımlanır. İnsanda bulunan 100 trilyon veya daha fazla sayıdaki hücrenin her biri canlı bir yapıdır ve çoğu kez çoğalabilirler. Fonksiyonlarına göre uzunluğu 8 mikrometre (kırmızı kan hücresi), 30 cm (kas hücresi), 100 cm (sinir hücresi) olabilmektedir. Bir araya gelerek dokuları ve sonuçta biyolojik organizmayı oluştururlar. Hücrenin özelliklerini yapısal ve fonksiyonel özellikler olmak üzere iki açıdan inceleyebiliriz.

Hücrelerin fonksiyonel özellikleri şunlardır:

- Hücreler ortamdan ham materyali alırlar.
- Hücreler kendi metabolik ve hayatsal faaliyetlerini devam ettirebilmek için serbest enerjiye ihtiyaç duyarlar.
- Kendi moleküllerini sentez ederler.
- Organize bir şekilde büyürler.
- Hücreler çevrelerinden gelen uyarılara cevap verme ve çoğalma yeteneğine de sahiptirler.

Hücrelerin yapısal özellikleri ise aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır:

- Kalıtsal bilgiler DNA içinde saklanır.
- Genetik kod temelde aynıdır.
- Bilgi DNA’dan proteinlere RNA aracılığı ile geçer.
- Proteinler, ribozomlar tarafından yapılır.
- Proteinler, hücrenin fonksiyon ve yapısını düzenlerler.
- Bütün hücreler, seçici geçirgen bir zar olan plazma membranı ile çevrilmiştir.

Hücrenin yapısı genelde kimyasal ve fiziksel yapı olmak üzere iki başlık altında incelenir.

Hücrenin Kimyasal Yapısı

Hücrenin iki ana bölümü çekirdek ve sitoplazmadır. Çekirdek, sitoplazmadan bir çekirdek zarı ile ayrılmıştır. Hücreyi oluşturan farklı maddeler, protoplazma olarak adlandırılır. Protoplazma beş temel maddeden oluşur. Bunlar; su, elektrolitler, proteinler, lipitler ve karbonhidratlardır.

Su: Hücrenin temel sıvı ortamı sudur ve yağ hücreleri hariç olmak üzere birçok hücrenin %70-85’i sudan oluşmuştur. Hücre içi sıvıya sitoplazma, sitozol veya intraselüler sıvı (ICF) adı verilir. Hücre dışı sıvıya ise ekstraselüler sıvı (ECF) adı verilmektedir. Bir insanın ağırlığının yaklaşık %60’ı su, %18’i protein, %15 yağ, % 7’si minerallerden oluşur. Toplam vücut suyunun ise %60’ı hücre içi sıvı, % 40’ı ise hücre dışı sıvıdır.



dikkat

İnsan vücudunun yaklaşık %60’ı, hücrenin ise %70-85’i sudur.

Hücre içi sıvı içerisinde protein, karbonhidrat, lipid gibi organik maddeler ve inorganik maddeler bulunur. Hücre dışı sıvı; %1 lenf, % 24 kan plazması, %75 intertisyel sıvıdan (hücreler arası sıvı) oluşmaktadır.

Elektrolitler: Elektrolitler, hücresel reaksiyonlar için gerekli olan inorganik kimyasalları oluştururlar. Hücre içindeki en önemli iyonlar potasyum, magnezyum, fosfat, sülfat, bikarbonat ve daha az miktarlarda sodyum, klor ve kalsiyumdur. Hücre dışı sıvıda sodyum, kalsiyum, klor, bikarbonat iyonları daha fazladır.

Proteinler: Normalde hücre kütesinin %10-20'sini oluşturan ve birçok hücrede sudan sonra en fazla miktarda bulunan madde proteindir. Hücre yapısının yapı taşlarıdır. Hücre ve organellerine biçim verirler. Proteinler enerji kaynağı olarak kullanılmak mümkün olmakla beraber pek tercih edilmezler.

Proteinler yapısal proteinler ve globüler proteinler olarak ikiye ayrılır.

- **Yapısal proteinler:** Hücrede bulunan yapısal proteinler çoğunlukla uzun filamentler şeklindedir. Bu tür hücre içi filamentler genel olarak mikrotübüller şeklindedir. Mikrotübüller, hücre iskeleti organellerini oluştururlar. Hücre dışında ise özellikle bağ dokusunun kollajen ve elastin liflerinde, kan damarı duvarları, tendonlar, ligamentler ve bunlara benzer yapılarda bulunurlar.
- **Globüler proteinler:** Bu proteinler genellikle hücrede enzim işlevi görür. Bir bölümü hücre sıvısı içerisinde hareketli iken bir bölümü de hücre içindeki zarsı yapılara yapışık durumdadırlar. Bu enzimler hücre içerisindeki özgül kimyasal reaksiyonları katalizlerler.

Lipitler: Lipitler enerji kaynağı olarak kullanıldığı gibi hücrenin fiziksel yapısında da yer alırlar. Yağ hücrelerinde, hücre kütesinin %95'i trigliseritlerden (nötral yağlar) oluşmuştur. Bu hücrelerde depolanan yağ vücudun temel enerji kaynağını oluşturur.

Fosfolipitler ve kolesterol ise toplam hücre kütesinin %2'sini oluştururlar. Fosfolipit ve kolesterolün önemli bir özelliği suda erimemesidir. Dolayısıyla hücre membranı (hücre zarı) ve organellerin membran yapıları fosfolipitlerden yapılırlar. Kolesterol fosfolipit moleküllerine zayıf olarak bağlı

bulunur. Böylece iki katlı lipid yapıyı daha az akıcı hâle getirirken güçlü olmasını da sağlar. Hücre zarındaki çok fazla kolesterol ise membran esnekliğinin azalmasına neden olur. Kolesterol ayrıca hücre membranınin akışkanlığını da belirler.

Karbonhidratlar: Karbonhidratlar glikoprotein, glikolipit moleküllerinin bir parçası olmak dışında yapısal işlevlerde çok az görev alırlar. İnsan hücrelerinin çoğunda karbonhidrat depoları fazla büyük değildir ve genellikle toplam kitlenin % 1'ini oluştururlar. Bu oran kas hücrelerinde % 3'e ve zaman zaman karaciğer hücrelerinde % 6'ya kadar çıkar. Bununla birlikte çözünmüş glikoz şeklinde karbonhidrat hücre dışı sıvıda her zaman kullanılabilir durumdadır. Az miktarda karbonhidrat hücrelerde hemen hemen daima glikojen şeklinde depolanır. Glikojen, hücrelerin enerji ihtiyaçları olduğu durumlarda hızlı bir şekilde bu ihtiyacı karşılamak amacıyla kullanılır.

Hücrenin Fiziksel Yapısı

Hücre sadece sıvı, enzim ve kimyasal maddelerden oluşmuş bir torba değildir. Hücre içi organel adı verilen, yüksek bir organizasyon gösteren fiziksel yapıları da kapsar. Organeller hücrede var olan ve farklı fonksiyonları yerine getiren yapılardır. Hücrenin organelleri, temel olarak lipid ve proteinlerden oluşan bir zarla çevrelenmiştir. Hücre zarı, çekirdek zarı, endoplazmik retikulum zarı, mitokondri zarı, lizozomlar ve golgi aygıtı bunlar arasında sayılabilir. Hücrenin fiziksel yapısını hücre zarı, mitokondri, lizozom, golgi aygıtı, endoplazmik retikulum, nükleus, ribozom ve sentriol oluşturmaktadır.

Hücreler ışık mikroskobu ile incelendiği zaman, sitoplazma ve çekirdek adı verilen iki bölümden oluştuğu görülür. Ancak daha büyük büyütme sağlayan elektron mikroskobuyla yapılan incelemeler, hücrenin birtakım alt birimlerden hücre organellerinden oluştuğunu ortaya koymuştur. Hücre şunlardan oluşmuştur: hücre zarı, sitoplazma ve sitoplazma organelleri, hücre iskeleti, çekirdek.

Hücre Zarı

Hücre zarı, hücreyi çevreleyen zar tabakadır. Hücre zarı, hücre membranı olarak da adlandırılmaktadır. Hücre zarı 7,5-10 nanometre kalınlığında, ince, kıvrılabilir ve elastik bir yapıdır.

1972 yılında Seymour Jonathan Singer ve George Nicholson tarafından hücre zarının yapısıyla ilgili olarak sıvı mozaik modeli tanımlanmıştır.

Hücre zarının yapısı, akıcı mozaik zar modeli ile açıklanır. Bu modele göre hücre zarı başlıca protein ve fosfolipitlerden oluşmuş çift katlı bir sıvıdır. Az miktarda karbonhidrat da bulunur. Fosfolipit tabaka, hücre zarının sıvı bölümünü oluştururken, fosfolipitten oluşmuş bu sıvı tabaka içine gömülü halde bulunan proteinler ise mozaik bölümünü oluşturur. Hücre zarının yaklaşık bileşimi, %55 protein, %25 fosfolipit, %13 kolesterol, %4 diğer lipitler ve %3 karbonhidrattır.

Hücre zarı, hücreyi diğer hücrelerden ve dış çevreden ayırır. Hücre içi ve dışı arasında madde ve su değişimi sağlar. Özelliğinden dolayı belirli moleküllerin giriş ve çıkışına izin verir. Bu yüzden hücre zarı yarı geçirgen ve seçici geçirgen olarak adlandırılır. Zar yapısındaki lipitler yağlarda çözünmedikleri için suyun ve suda eriyebilir maddelerin bir hücre bölmesinden diğerine serbestçe gitmesini engelleyici bir bariyer görevi görürler. Hücre zarı organizmanın yaşamı için çok önemlidir ve hücre zarı iki sebepten dolayı kendisini dışarıdaki ortamdan ayırmak zorundadır. Bunlar:

1. DNA, RNA ve benzeri yaşamsal molekülleri dağılmaktan korumak,
2. Hücre, molekül ve organellerine zarar verebilecek yabancı molekülleri uzak tutmaktır.

Bu iki kurala uymanın yanı sıra hücre bir taraftan çevreyle haberleşirken aynı zamanda dış ortamı sürekli izlemeli ve ortam değişikliklerine uyum sağlamalıdır. Ayrıca hücre besin maddelerini dışarıdan almalı ve metabolizması sonucunda oluşan toksik maddeleri dış ortama vermelidir. Bunun için ise zardaki protein molekülleri çoğu kez zarı boyuna kat ederek bazı özel maddelerin zardan geçişine izin verir. Genellikle suyu serbestçe geçirmesine rağmen iyonlar gibi diğer maddelere karşı bir bariyer oluşur.

Maddelerin hücre zarından kolayca geçişine hücre zarının geçirgenliği denir ve birçok faktöre bağlıdır. Bunlar:

- Molekül hacmi ve tipi: Hücre zarından su, aminoasitler ve küçük moleküller geçebilirken büyük moleküller kolayca geçemez.
- Yağların çözünürlüğü: Bazı maddeler yağda çözünerek doğrudan hücre zarından geçerler. Zarın ortasındaki lipit tabaka, iyonlar,

glikoz ve üre gibi suda eriyen maddeleri geçirmez. Ancak oksijen, karbondioksit ve alkol gibi yağda eriyen maddeler zarın bu bölümlerinden kolayca geçebilirler.

- İyon yükleri: İyon yükü hücre zarının yükünden farklı ise kolayca hücre zarından geçebilir.
- Taşıyıcı moleküllerin varlığı: Hücre zarındaki taşıyıcı moleküller madde taşınmasını sağlarlar.

Hücre zarı, hücrenin canlı organizma olmasını sağlayan pek çok önemli fonksiyonu yerine getirir. Bu fonksiyonlar şu şekilde sıralanabilir:

Hücre zarı hücre içi sıvı ile hücre dışı sıvıyı birbirinden ayırır.

- Hücre zarı ile hücreleri birbirinden ayırır.
- Hücre zarı ile kimyasal reaksiyonların oluşabileceği bir yüzey oluşur.
- Hücre içi sıvı ve hücre dışı sıvı arasında madde giriş çıkışını düzenler.
- Hücre zarının yapısında bulunan proteinler, hücrenin yapısına destek sağlar.
- Hücre zarı üzerindeki bazı proteinler, kimyasal tepkimelerin hızını ve özgüllüğünü düzenleyen enzim görevi yaparlar.
- Hücre zarı üzerindeki bazı proteinler ise reseptör görevi yaparlar. Genelde protein olmakla beraber bir karbonhidrat veya lipit de olabilir.
- Hücreye antijenik özellik kazandırır. Böylece hücrelerin birbirlerini tanımlarını sağlar.
- Hücre zarının en önemli özelliklerinden birisi de seçici geçirgenlik özelliğidir.

Hücre Zarı Lipitleri

Hücre zarının temel yapısı, her biri sadece bir molekül kalınlığında olan ve hücre yüzeyine doğru devam eden çift katlı fosfolipit tabakadır. Her fosfolipit molekülünün bir ucu suda çözünebilir yani hidrofiliktir. Diğer ucu ise suda çözünemez ve yağ içindedir, yani hidrofobiktir. Fosfolipitin fosfat bölümü hidrofilik, yağ asidi bölümü ise hidrofobiktir. Fosfolipit moleküllerinin hidrofobik kısımları, su tarafından itilip birbirleri tarafından karşılıklı çekildikleri için zar ortasında birbirine bağlanma eğilimindedirler. Hidrofilik fosfat kısımları ise tüm hücre zarının iç ve dış yüzeyindeki su ile temas hâlinde dirler.

Hücre zarında lipit olarak ayrıca kolesterol bulunmaktadır. Kolesterol molekülleri lipit çift tabaka içinde erimiş durumdadır. Kolesterolün ana görevi, çift tabakanın vücut sıvılarının suda erimelerine karşı geçirgen olma veya geçirgen olmama derecesini belirlemeye yardım etmektir. Kolesterol ayrıca zarın akışkanlığını da belirler.

Hücre Zarı Proteinleri

Hücre zarının yapısında bulunan proteinlerin çoğu glikoprotein yapıdaki zar proteinleridir ve integral ve periferik proteinler olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

- **İntegral proteinler:** Zarı boydan boya katından integral proteinlerin çoğu su moleküllerinin ve suda eriyen maddelerin, özellikle iyonların hücre dışı ve hücre içi sıvı arasında difüze olmalarını sağlayan yapısal kanalları (porları) oluştururlar. Bu protein kanallar bazı maddelerin diğerlerine oranla tercih edilerek difüze olmasını sağlayacak seçici niteliktedirler.

Diğer integral proteinler ise başka şekilde zarıdan geçemeyen maddelerin çift katlı lipit tabakadan geçişini sağlayan taşıyıcı proteinlerdir. Bazen bu taşıyıcılar maddeleri, doğal difüzyon yönlerinin tersine aktif taşıma adı verilen bir yolla taşırlar. Bir bölümü de enzim olarak işlev yapar. İntegral zar proteinleri, hücre zarını kolaylıkla geçemeyen peptid hormonlar gibi suda eriyen kimyasallar için reseptör olarak da görev alırlar.

- **Periferik proteinler:** Periferik protein molekülleri sıklıkla integral proteinlere tutunmuşlardır. Periferik proteinler hemen her zaman enzim olarak işlev görür veya hücre zarı porları arasında madde geçişini kontrol eden moleküller olarak görev yaparlar.

Hücre Zarı Karbonhidratları

Zar karbonhidratları, proteinler veya lipitlerle birleşmiş olarak glikoproteinler ya da glikolipitler şeklinde bulunur. İntegral proteinlerin çoğu glikoproteinlerdir ve zar lipit moleküllerinin yaklaşık 1/10'u glikolipitlerdir. Bu moleküllerin gliko bölümleri, genellikle hücre yüzeyinden dışa doğru çıkıntı yaparlar. Bu nedenle hücrenin dış yüzeyi çoğu kez bütünüyle glikokaliks adı verilen gevşek bir karbonhidrat örtüyle kaplıdır. Hücrenin dış yüzeyini kaplayan karbonhidrat örtünün (karbonhidrat uçların) işlevleri ise şunlardır:

zeyini kaplayan karbonhidrat örtünün (karbonhidrat uçların) işlevleri ise şunlardır:

1. Çoğu elektriksel olarak negatif yüklü oldukları için hücrenin dış yüzeyinin negatif yüklü olmasına neden olur ve diğer negatif yüklü maddeleri iterler.
2. Bazı hücrelerin glikokaliksi diğer hücrelerin glikokaliksine bağlanır böylece hücreler birbirlerine tutunmuş olurlar.
3. Karbonhidratların çoğu, insülin gibi hormonların bağlanması için reseptör görevi yaparlar.
4. Bağışıklık sistemine ilişkin reaksiyonlara girerler.

Hücre Zarındaki Taşıma Olayları

Hücre sitoplazması ve organelleri hücre dışı sıvıdan hücre zarı ile ayrılmıştır. Hücrenin yaşaması, büyümesi ve temel faaliyetleri için bazı maddeler hücreye girerken bazı atık maddeler ise hücreden uzaklaştırılır. Hücre zarındaki bu taşıma olayları yani hücre içi ve hücre dışı arasındaki madde geçişleri, geçiş esnasında enerji harcanıp harcanmamasına göre ikiye ayrılır: Pasif taşıma ve Aktif taşıma.

- **Pasif Taşıma:** Kinetik enerjiye bağlı olarak, madde yoğunluğunun yüksek olduğu bölgeden daha az olduğu bölgeye doğru geçiş söz konusudur. Fakat **pasif taşımada**, bir molekül hücre zarından enerji yani adenozin trifosfat (ATP) kullanmadan geçmektedir. Pasif taşıma çeşitleri difüzyon (basit difüzyon, kolaylaştırılmış difüzyon) ve ozmozdur.

✓ **Pasif Taşıma:** Moleküllerin, yoğunluk farkından dolayı hücre zarından enerji harcanmadan geçişine pasif taşıma denir.

Difüzyon: Difüzyonun gerçekleşmesini sağlayan kuvvet ortamlar arasındaki yoğunluk farkıdır. Ortamlar arasındaki madde geçiş hızı ortamların yoğunlukları eşitlenene kadar devam eder. Örneğin kan organizma içinde dolaşırken, kanda çözünmüş oksijen molekülleri doku hücrelerine, hücrelerde solunum sonucu oluşan karbondioksit de kana difüzyon yoluyla geçer. Difüzyon yoluyla ortamlar arasında madde transferi gerçekleşmesini etkileyen birtakım faktörler vardır:

- Molekül büyüklüğü: Taşınacak molekülün büyüklüğü arttıkça difüzyon hızı azalır. Ufak moleküller hücre zarından daha hızlı geçebilir.
- Yoğunluk farkı: Bir ortam ne kadar yoğunsa hücre zarındaki kanallarla çarpışma olasılığı o derece yüksek olur. Bu nedenle ortamlar arasındaki yoğunluk farkı arttıkça difüzyon hızı da artar.
- Ortam sıcaklığı: Ortam sıcaklığı arttıkça moleküllerin ortalama kinetik enerjisi de artacağı için difüzyon hızı da artar.
- Difüzyon yüzeyi: Madde geçişinin yapıldığı yüzey alanı genişledikçe difüzyon hızı da artar.

Hücrelerde difüzyon iki türlü gerçekleşir: a) basit difüzyon ve b) kolaylaştırılmış difüzyondur.

- Basit difüzyon **Difüzyon**, taşıyıcı bir proteine ihtiyaç olmadan kendiliğinden gerçekleşiyorsa buna basit difüzyon denir. Örneğin; oksijen, karbondioksit ve alkol, yağda çözünen maddeler hücre zarından basit difüzyon yoluyla geçer.
- Kolaylaştırılmış difüzyon Fosfolipit tabakada çözünerek hücre zarından geçebilecek kadar küçük olmayan maddelerin difüzyonu, taşıyıcı proteinler aracılığı ile olur. Bu şekilde gerçekleşen madde transferlerine, kolaylaştırılmış difüzyon denir. Örneğin glikoz, fruktoz, galaktoz ve aminoasit gibi bazı monomerler, hücre zarından kolaylaştırılmış difüzyon ile geçer.

✓ **Difüzyon:** Moleküllerin yoğun ortamdan, yoğunluğu daha az olan ortama enerji harcamaksızın geçmesine difüzyon denir.

Ozmoz: Suyun, çok yoğun olduğu ortamdan az yoğun olduğu ortama doğru yarı geçirgen bir zar üzerinden geçişine ozmoz denir. Ozmoz, seçici geçirgen bir zardan suyun difüzyonudur. Hücrenin su alma isteğine ozmotik basınç denir.

Ozmoz sonucu hücrelerde plazmoliz ve deplazmoliz olayları gerçekleşir. Hücrelerin, kendisinden daha yoğun bir ortamda (hipertonik ortamda) su kaybederek büzülmesine plazmoliz denir. Plazmolize uğramış hücrelerin, kendisinden daha az yoğun

(hipotonik) bir ortama konulursa ortamdan hücreye su girişi olur, dolayısıyla hücre su alarak şişer. Hücrenin ortamdan su alarak şişmesine deplazmoliz denir.

- **Aktif Taşıma:** *Aktif taşımada* maddenin hücre zarından geçişi için hücrenin sağlama-acağı enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin sinir ve kas gibi çeşitli hücrelerde görülen "sodyum-potasyum ATPaz pompası" aktif taşımaya en güzel örneklerden biridir. Normal şartlarda sodyum hücre dışında, potasyum da hücre içinde yoğun bulunur. Sodyum-potasyum ATPaz pompası ile yoğunluk farkından dolayı hücre dışına çıkan potasyum hücre içine, hücre içine sızan sodyum da hücre dışına ATP enerjisi kullanılarak taşınır. Aktif taşıma çeşitleri aktif transport, endositoz ve ekzositozdur.

✓ **Aktif Taşıma:** Maddenin düşük yoğunluktan yüksek yoğunluğa doğru enerji (ATP) kullanılarak ve zar üzerinde enzim ve taşıyıcı proteinlerle aracılığı ile gerçekleştirilen taşıma olaylarına aktif taşıma denir.

Aktif transport: Maddelerin hücre içinden hücre dışına ya da hücre dışından hücre içine enerji (ATP) harcanarak transferine aktif taşıma denir. Aktif taşıma, pasif taşımaya tersine, madde yoğunluğunun düşük olduğu ortamdan yüksek olduğu ortama doğru olur.

Endositoz: Protein, polisakkarit gibi büyük moleküller hücre zarından geçemez. Bu gibi moleküller ancak hücre zarında oluşan kofullar yardımıyla hücre içine alınabilir. Bu olaya endositoz denir. Hücrede endositozun gerçekleşmesi için de ATP'ye ihtiyaç vardır. Endositoz gerçekleşebilmesi için hücre içindeki ve dışındaki madde yoğunluğunun bir önemi yoktur. Endositoz taşınan maddenin katı ya da sıvı olma durumuna göre iki şekilde gerçekleşir: a) Fagositoz ve b) Pinositoz.

- **Fagositoz (Katı):** Fagositoz, büyük katı maddelerin hücre içine taşınmasıdır. Hücre zarında oluşan yalancı ayaklar taşınacak maddeyi tamamen sararak zardan koparak ayrılır. Ayrılan kısım besin kofulu olarak sitoplazma vasıtasıyla lizozomla birleşir ve burada sindirim gerçekleşir.

- Pinositoz (Sıvı): Pinositoz, büyük moleküllere sahip sıvı maddelerin hücre içine taşınmasıdır. Hücre zarının içeri çökmesiyle oluşan ceplere dolan sıvı molekülleri bu ceplerin boğum haline gelmesi sonucu hücre içine girer. Birçok hormonun, enzimlerin ve antikorların hücre içine girişi pinositoz yöntemiyle gerçekleşir.



dikkat

Fagositoz katı maddelerin, pinositoz sıvı maddelerin hücre içine taşınmasıdır. Bu yüzden fagositoz “yeme”, pinositoz “içme” şeklinde ifade edilir.

- Ekzositoz: Hücre içindeki büyük moleküllerin (makromolekül) hücre dışına taşınmasına ise ekzositoz denir. Ekzositoz esnasında da hücrede ATP harcanır. Makromoleküller kofullar içinde hücre zarına taşınır. Kofulun zarı ile hücre zarı birleşir. İki zarın birleştiği alanda oluşan boşluktan maddeler dışarı atılır. Hücre içinde oluşan atıklar ile hücrenin ürettiği enzimlerin ve hormonların hücre dışına salgılanması ekzositoz yöntemiyle olur.

Hücre Sitoplazması ve Organelleri

Sitoplazma canlıdır ve hücrenin bütün hayati faaliyetleri burada gerçekleşir. Büyük bir çoğunluğu sudan oluşur. Partiküllerin içinde dağıldığı sitoplazmanın berrak sıvı kısmına sitozol denir. Sudan başka, organik, inorganik maddeler, organeller, madensel tuzlar, hormonlar, lipitler, enzimler, vitaminler ve sitoplazma iskeleti şeklinde düzenlenmiş fibröz protein filamentler bulunur.

Sitoplazma içerisinde belli görevleri yapmak için özelleşmiş yapılara organel denir. Diğer bir tanıma göre; hücrelerin, metabolik, sentetik, enerji gerektiren ve enerji oluşturan farklı işlevlerini yerine getiren membranlı veya membransız yapılara organel denir. Bu organeller, hücre için gerekli maddeleri üretmek veya enerji sağlamak gibi belirli fonksiyonları yerine getirmek için özelleşmişlerdir. Organeller membranlı ve membransız organeller olarak sınıflandırılır. Membranlı organeller: Hücre zarı, endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, mitokondri, lizozomlar, peroksisomlar, salgı vezikülleridir.

Membransız organeller ise ribozomlar, sentriyoller, mikrotübüller, filamentlerdir.

Endoplazmik Retikulum

Endoplazmik retikulum kelime anlamı olarak Latince “plazma içinde yer alan ağ” anlamına gelir. Endoplazmik retikulum, birbiriyle ilişki hâlinde olan tübüler ve düz veziküler yapılardan oluşmuş membran sistemidir. Veziküller ve tübüller birbiri ile bağlı yaygın bir ağ oluşturdıkları için “retikulum” olarak tanımlanır. Endoplazmik retikulumun duvarları hücre zarına benzer şekilde çift kat lipitten oluşmuştur ve çok miktarda protein içerir. Tübül ve veziküllerin içi endoplazmik matriks denen ve sitozoldeki sıvıdan farklı olan sulu bir sıvıyla doludur.

Hücrenin başka bölümlerinde yapılan maddeler, endoplazmik retikulumun içine alınır ve daha sonra hücrenin diğer bölümlerine ulaştırılır. Retikulum yapısındaki çok geniş yüzey alanı ve bu zar üzerinde bulunan çok sayıdaki enzim sistemleri, hücrenin metabolik işlevlerini gerçekleştirir. Granüllü endoplazmik retikulum ve agranüler endoplazmik retikulum (düz endoplazmik retikulum) olmak üzere iki tip endoplazmik retikulum vardır.

- Granüllü endoplazmik retikulum: Granül, küçük tanecik demektir. Üzerinde ribozomların bulunduğu endoplazmik retikulumlara, granüllü endoplazmik retikulum denir. Ribozomlar aracılığı ile hücrede yeni protein moleküllerinin sentezi işlevini gerçekleştirirler. Granüllü endoplazmik retikulum, kendisine bağlı ribozomlar tarafından üretilen proteinleri golgi cisimciğine gönderir. Hormon ve sindirim enzimi gibi salgı proteinlerinin üretildiği hücrelerde çok miktarda granüllü endoplazmik retikulum bulunur.
- Düz endoplazmik retikulum: Endoplazmik retikulumun ribozom içermeyen tüplerden oluşan ağ şeklindeki bölgesidir. Düz endoplazmik retikulum, lipid maddelerin sentezi ve diğer hücresel işlemler için işlev görür. Karaciğer hücrelerinde glikoz fazlasının glikojen olarak depolanmasında görev alır. Steroit tipinde hormon salgılayan hücrelerde bol miktarda bulunur. Karaciğer hücrelerinde ilaç artıkları gibi zehirli maddeleri etkisiz hâle getiren enzimlerin depolanması,

kas hücrelerinde kasılma için gerekli kalsiyumun depolanması gibi işlevlere sahiptir.

Ribozomlar

Ribozomlar proteinlerin sentez edildikleri hücre organelidir. RNA ve 80 tip proteinden oluşmaktadır. Protein sentezi için gerekli bilgi DNA'dadır ve bu bilgi RNA'ya transfer edilerek, RNA'daki bu bilgiyle ribozomlarda protein yapılır. Ribozomların membranı yoktur ve membranöz olmayan hücre organelleri grubunda yer alır.

Ribozomların genel yapıları aynıdır. Fakat farklı hücrelerde boyutları, iç yapıları ve sayıları değişkenlik gösterir. Bütün ribozomlar, büyük birim ve küçük birim olarak adlandırılan iki alt birimden oluşur. Bu birimler protein sentezi yapılmadığında birbirinden ayrılırlar. Protein sentezi gerçekleşeceği zaman büyük birim ve küçük birim birleşerek ribozomu işlevsel hâle getirirler.

Granüler endoplazmik retikulum membranının dış yüzeyine tutunmuş olarak bulunabilecekleri gibi sitoplazmada serbest olarak da bulunabilirler. Hücre içinde kullanılacak proteinler (hemoglobın, kontraktil proteinler, nöroproteinler vb.) veya hücre dışına verilecek veya membran yapısına katılacak proteinler ribozomlarda sentezlenir.

Golgi Aygıtı

Golgi aygıtı (cisimciği), kesecikler sistemi şeklinde yapılanmış salgılamada görev alan bir hücre organelidir. Golgi aygıtı hem yapı hem de fonksiyon yönünden endoplazmik retikulum ile yakından ilişkilidir. Genellikle çekirdeğin yakınında birbirine paralel dört veya daha fazla ince, düz vezikülün üst üste dizilmesiyle oluşmuş bir yapıdır. Golgi aygıtı, salgı yapan hücrelerde iyi gelişmiştir. Golgi cisimciği bütün ökaryot hücrelerde bulunur. Fakat istisna olarak alyuvar ve sperm hücrelerinde golgi cisimciği bulunmaz.

Golgi aygıtının fonksiyonu; endoplazmik retikulumdan sentezlenen maddeler, taşıma vezikülleri ile golgi aygıtına taşınır ve işlenerek lizozomları, salgı veziküllerini ve diğer sitoplazmik yapıları oluştururlar. Ayrıca hücre zarının yenilenmesi ve yüzeyinin genişletilmesi gibi fonksiyonları da vardır. Golgi aygıtı, maddelerin değişime uğradığı, paketlenildiği ve gidecekleri yerin belirlendiği organelidir. Salgıların üretim, depolama ve salgılama

merkezidir. Tükürük bezinden tükürük salgılanmasında, pankreasta enzim ve hormon salgılanmasında golgi aygıtının rolü büyüktür.

Lizozomlar

Lizozomlar, hücreden hücreye farklılık göstermekle birlikte 250-750 nanometre çapında organelerdir. Golgi aygıtı tarafından veziküler şekilde oluşturulur ve sitoplazmaya dağılırlar. Hücre içi sindirimi sağlamak üzere yaklaşık 40 kadar sindirici enzimler (hidrolitik enzimler) içerirler. Bu enzimlerin optimal pH değeri 5 civarındadır. Lizozom membranında hidrojen pompaları vardır ve bu pompalar sayesinde lizozom pH'ı düşük tutulur ve enzimlerin etkin olması engellenir. Bu ise lizozomun tüm hücreyi sindirmesini önler. Lizozomun zarı zarar görürse içinde yer alan enzimler sitoplazmaya dağılır. Bu durumda hücre parçalanarak ölür. Buna otoliz denir.

Lizozomlar, özellikle hücreye alınan besin partiküllerini, hücrenin harap olmuş, yaşlanmış yapılarını ve bakteri, mantar gibi hücre dışı yabancı maddeleri sindirerek hücre içi sindirim sistemini oluştururlar. Besinleri sindirilmesi açısından lizozomlar, proteinleri hidrolize ederek amino asitlere, glikojeni hidrolize ederek glikoza, lipidleri hidrolize edilerek yağ asitleri ve gliserole dönüştürür. Hücreye endositoz yoluyla taşınan besinler lizozom tarafından sindirilerek yapı taşlarına ayrılır ve sitoplazmaya sindirim kofulu şeklinde geçerler.

Peroksizomlar

Peroksizom ortalama 0.3-0.5 mikron çapındadır. Peroksizomlar, karaciğer, böbrek, kalp kası gibi metabolik faaliyetleri fazla olan organların hücresi içerisinde yer alır. Peroksizom organelinin lizozoma benzeyen birçok özelliği bulunmasına rağmen iki önemli farkı vardır. Bunlar: (1) Golgi aygıtı tarafından değil, kendi kendilerini çoğaltarak veya belki düz endoplazmik retikulumdan tomurculanarak oluştuklarına inanılmaktadır. (2) Hidrolazlardan çok oksidaz enzimlerini içerirler. Peroksizomlar, pek çok toksik maddeyi okside ederek hücreyi korur. Örneğin; karaciğerdeki peroksizomların görevi, alkol gibi zararlı maddeleri zararsız hâle getirmektir.

Mitokondri

Oksijenli solunum yapan bütün ökaryot hücrelerde mitokondri organeli bulunur. Hücrenin solunum ve enerji santrali olan mitokondriler olmadan, hücreler besinlerden yeterli miktarda enerji elde edemez ve sonuçta tüm hücresel işlevler durur. Oval veya yuvarlak, ince, uzun şekiller gibi farklı büyüklük ve biçimlerde olabilirler. Prokaryot hücreler ve alyuvarlarda mitokondri bulunmaz.

Çizgili kas lifi, karaciğer, sinir hücreleri gibi enerji gereksinimi yüksek olan hücrelerde çok miktarda bulunurlar. Sitoplazmanın maksimum enerji gereksinimi olan bölümlerinde toplanırlar. Hareketli organeller olduklarından dolayı kendi eksenleri çevresinde dönerek, şekil ve büyüklük değişimi göstererek enerji gereksinimi olan bölgelere ulaşırlar. Dolayısıyla mitokondriler, tüm sitoplazma bölümlerinde bulunurlar ama hücre içindeki toplam sayıları hücrenin gereksinim duyduğu enerji miktarına göre yüz ile birkaç bin arasında değişebilir.

Çift kat lipit ile proteinden oluşmuş, bir dış ve bir iç zarı vardır. İç zarın oluşturduğu kıvrımlar rafaları oluşturur ve buralara oksidatif enzimler tutunur. Mitokondri içindeki boşluk, besinlerden enerji elde edilmesi için gerekli olan büyük miktarlarda çözünmüş enzimleri içeren bir matriksle doludur. Bu enzimler oksidatif enzimlerle işbirliği halinde çalışarak besinlerin oksidasyonunu, sonuçta su ve karbondioksit oluşumunu ve bunlarla eş zamanlı olarak da enerji serbestleşmesini sağlarlar. Açığa çıkan enerji, adenosin trifosfat (ATP) adı verilen yüksek enerjili bir bileşiğin sentezlenmesi için kullanılır. ATP daha sonra mitokondri dışına taşınır, tüm hücreye difüze olarak hücresel işlevlerin gerçekleşmesi için enerji gereken her yerde enerjisini verir. Enerji üretimi oksijen gerektirir bu nedenle hücre solunumu olarak bilinir. Glikojen, lipit ve nadiren aminoasitler enerji üretiminde kullanılan maddelerdir.

Mitokondriler, bir DNA molekülü ve ribozomlar içermesi nedeniyle diğer organellerden farklıdır. Mitokondri DNA'sı mitokondrinin kendi kendisini kopyalamasını kontrol eder. Böylece mitokondriler kendi kendilerini çoğaltabilirler ve hücrede artan miktarlarda ATP'ye ihtiyaç duyulan her zamanda bir mitokondriden daha fazlası oluşabilir. Fakat mitokondri DNA'sındaki bilgi sınırlı olduğu için ancak çekirdeğin kontrolünde bölünme gerçekleşebilir.



Hücre organelleri ile ilgili detaylı bilgilere <https://www.akademiportal.com/hucre-organelleri-organellerin-gorevleri/> adresinden ulaşabilirsiniz.

Hücre İskeleti

Her hücrenin şeklinin korunmasını sağlayan, organel ve bazı cisimlerin hareketinde önemli rol oynayan, tübül ve filamentlerden oluşan destekleyici ağ, hücre iskeleti olarak adlandırılır. Hücre iskeleti, transparan olduğu için hem ışık mikroskobu hem de elektron mikroskobunda görülmemesine rağmen önemli bir hücre komponentidir. Hücre iskeleti, organellerin hücre içinde belirli yerlerde bulunmasına, yer değiştirmesine ve hücre bölünmesi sırasında kromozomların hareketine yardımcı olur. Hücre iskeleti şunlardan oluşmuştur: sentriyoller, mikrotübüller, aktin filamentleri.

Sentriyoller çekirdeğe yakın olarak yer alan bir çift çubuk şeklinde sitoplazmik yapıdır. Sentriyoller hücre bölünmesi sırasında kromozomların hücre kutuplarına çekilmesini sağlarlar. Mikrotübüllerin temel görevi, hücrenin belli bölgelerinde sert fiziksel yapılar halinde hücre iskeletini oluşturmaktır. Mikrotübüller, hücre sitoplazması içerisinde dallanmadan ilerlerler ancak yer yer yan kollarla birbirlerine bağlanabilirler. Böylece hücre içi ortamında iletim ve bağlantı da sağlarlar. Ayrıca mikrotübüller hücre içi transferde, hareketli hücre organellerinin hareketinde de önemli rol oynarlar.

Filamentler, hücrelerde mikrofilamentler ve intermediyer filament olmak üzere ikiye ayrılır. Mikrofilamentler kasılma yapan hücrelerde yüksek oranda bulunur. Kas hücresinde aktin ve miyozin olmak üzere iki tip kasılabilir filament bulunur. Ayrıca aktin filamentleri, hücre hareketinde görev alırlar. İntermediyer filamentler ise halat görünümüne sahip filamentlerdir ve hücre iskeletini oluşturan yapılardandır.

Çekirdek (Nükleus)

Çekirdek, ökaryotik hücrelerin genetik bilgisini taşıyan membranla sınırlı oval veya yuvarlak şekilli hücre elemanıdır. Çekirdek, DNA'nın bulunduğu ve DNA'daki bilginin RNA'ya aktarıldığı hücrenin

yaşam merkezidir. Çoğu hücre, tek çekirdekli olmasına rağmen iskelet kas hücresi ve kemik hücresi gibi yüksek metabolik aktiviteye sahip hücrelerde birden fazla çekirdek bulunabilir. Hücre çekirdeğinin önemli fonksiyonları; hücrenin bölünmesi, büyümesi, onarımını gibi metabolizma faaliyetlerinin yönetilmesi ile kalıtsal özelliklerin saklanması ve aktarılmasıdır.

Çekirdeğin içini dolduran esas madde DNA ve protein molekülleridir. Bu DNA molekülleri çekirdek içinde rastgele dağılmış olmayıp kromozom denilen yapılar içerisinde protein molekülleri ile organize olmuşlardır. DNA molekülleri hücrede mevcut bütün proteinlerin nasıl yapılacağını genetik bilgisini içerirler. Bilgi çekirdektedir fakat bu bilgi aktarılarak protein sitoplazmada yapılır.

Çekirdek çift katlı membranla sarılmıştır ve bu membranda çok sayıda porlar bulunur. Dış zar hücre sitoplazmasının endoplazmik retikulumu ile devam eder Büyük protein molekül kompleksle-

rinin por çevresine yapışmaları nedeniyle her bir porun çapı yaklaşık 9 nanometreye düşer. Bu dar aralık bile moleküler ağırlığı 44,000'e kadar olan orta boy moleküllerin geçişine rahatlıkla izin verecek yeterli genişliktedir. Çekirdekte üretilen RNA moleküllerinin sitoplazmaya, sitoplazmada üretilen maddelerin çekirdeğe geçişi porlar üzerinden olur.

Çoğu hücrenin çekirdeğinde oldukça koyu boyanan ve çekirdekçik (nükleolus) adı verilen bir yapı bulunur. Çekirdekçik, ökaryot hücrelerde, hücre çekirdeğinin merkezinde bulunan, zarsız küresel bir yapıdır. Çekirdekçığın büyük kısmı proteinden, daha küçük bir kısmı ise RNA'dan oluşur. Çekirdekçikte ribozomal RNA (rRNA) sentezlenir (transkripsiyon). rRNA'lar proteinlerle birleştirilerek ribozomların alt birimlerini oluşturulur. Çekirdekçik hücre bölünmesi esnasında kaybolur ve bölünmesinden sonra yeniden oluşur. Hücre aktif olarak protein sentezi yapmaya başladığında çekirdekçik belirgin biçimde büyür.



Öğrenme Çıktısı

2. Hücre yapısı ve organizasyonunu açıklayabilme

Araştır 2

Egzersizde sıvı kaybı ve sıvı alımını hücre protoplazmasını oluşturan su ve elektrolitler açısından ilişkilendirerek açıklayın.

İlişkilendir

Proteinlerin hücre içine alınmasını hücre zarındaki taşıma olayları açısından yorumlayın.

Anlat/Paylaş

Spor uzmanlık dalınızda hücre sitoplazması ve organelleri ile ilgili bilgiyi nasıl kullanacağınızı düşünün ve arkadaşlarınızla tartışın.

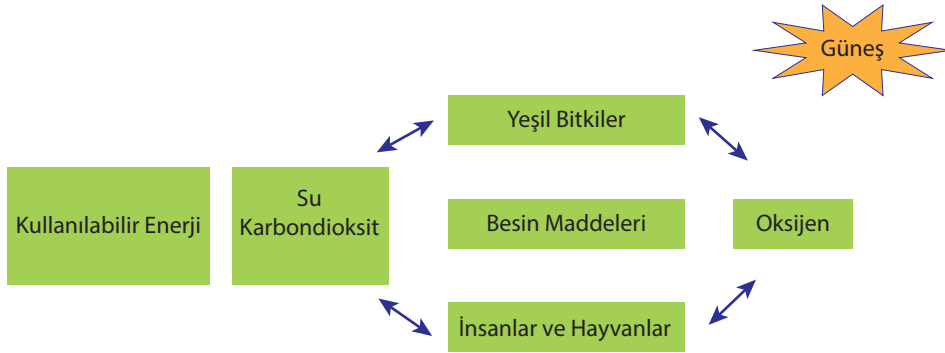
ENERJİ SİSTEMLERİ

Enerji, bir sistemin ya da cismin iş yapabilme yeteneğidir. Bütün canlıların temel enerji kaynağı ise güneştir ve doğada, kimyasal enerji, mekanik enerji, ısı enerjisi, ışık enerjisi, elektrik enerjisi ve nükleer enerji olmak üzere altı enerji türü bulunmaktadır. Canlıların enerjiyi bir biçimden diğerine dönüştürme yeteneği (biyolojik enerji devri) sayesinde yaşam devam eder (Şekil 2.2.).

Canlıların enerji dönüştürme yeteneğine ilişkin üç temel biyolojik enerji dönüşümü vardır. Bunlar: birinci tip, ikinci tip ve üçüncü tiptir.

- Birinci tip: Güneş enerjisi (ışık enerjisi), fotosentez olayı ile organik bileşiklerin bağlarındaki kimyasal enerjiye dönüşür ve organik moleküllerdeki kimyasal bağlarda depolanır. Bitkiler, besin ve oksijen sağlamak için fotosenteze ihtiyaç duyarlar. Fotosentez sonucu oluşan besini glikoz olarak ifade etsek de aslında glikoz üretiminde kullanılan üç karbonlu şekerdir.

- İkinci tip: Hücresel solunum ile kimyasal bağ enerjisinin, yüksek enerjili fosfat bağlarına dönüşümü (fosforilasyon) yani ATP (Adenozin Trifosfat) sentezlenmesidir. Fotosentez işleminin tam tersi bir süreçtir. Hücre solunumunda, kimyasal enerjinin (glikoz, yağ ve protein moleküllerinin) oksijenli ortamda parçalanarak zengin fosfat bağı özelliği taşıyan bir başka kimyasal enerjiye yani ATP'ye dönüşümüdür.
- Üçüncü tip: ATP'nin yüksek enerjili fosfat bağlarını, hidroliz reaksiyonlarıyla koparılması ile ATP'nin farklı enerji türlerine dönüştürülerek kullanılmasıdır. Oksijenli ortamda gerçekleşen hücre solunumu ile elde edilen kimyasal enerji, insan organizmasının büyüme, gelişme ve yaşamının devamı için kullanılır.



Şekil 2.2 Biyolojik Enerji Devri.

Enerji, İş ve Güç Kavramları

Enerji birimi joule (j) veya kaloridir (cal). Bir kalori bir gram suyun sıcaklığını bir santigrat derece yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır. Kilokalori (kcal) ise bir kilogram suyun sıcaklığını bir derece yükseltmek için gerekli ısı miktarıdır. Kalori çok küçük bir birim olduğu için enerji kilokalori olarak ifade edilmektedir. 1 kilokalori ise 1000 kaloriye eşittir.

İş kavramı ise bir kilogram ağırlığındaki yükün yerçekimine karşı bir metre yükseğe kaldırılması olarak tanımlanmaktadır. İş birimi, newton-metre (Nm) veya joule'dür. Eğer cisim üzerine bir kuvvet uygulanıyor ve cisim bu kuvvet doğrultusunda yol alıyorsa iş gerçekleşmiş demektir. Yani iş yapılabilmesi için cismin kuvvete maruz kalarak kuvvet doğrultusunda hareket etmesi gerekmektedir. Dolayısıyla "iş = kuvvet x kuvvet doğrultusunda uygulanan mesafe" şeklinde ifade edilir. İnsan organizmasında bir işin yapılabilmesi için besin maddeleri ile elde edilen potansiyel enerjinin, kimyasal reaksiyonlarla mekanik enerjiye (kinetik veya hareket) dönüşmesi ile mümkündür. Enerji olmaksızın hiçbir işin yapılabilmesi mümkün değildir. Enerji türlerinden özellikle mekanik ve kimyasal enerji, insan hareketlerinin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynadığı için kimyasal iş ve mekanik iş olmak üzere iki tür iş kavramından bahsedilebilir. Kimyasal iş, hücrenin gelişimi için gereklidir. Mekanik iş ise kas kasılması ile kimyasal enerjinin mekanik enerjiye dönüşümüdür.

Güç, birim zamanda ortaya konan iş olarak ifade edilmektedir. Dolayısıyla "iş/zaman" veya "kuvvet x zaman" şeklinde ifade edilir. Birçok spor dalında sıçrama, atma, sürat gibi hareketlerin gerçekleştirilebilmesi için kısa zaman içerisinde yüksek güç oluşumuna ihtiyaç vardır. Güç birimi, joule/saniye yani watt'tır (W).

ATP Üretme Mekanizmaları

Hücrelerin yaşamını sürdürebilmeleri için gerekli kimyasal süreçlerin tümüne metabolizma denir. Metabolizmada ise ATP önemli rol oynar. Besin maddeleri vücudun dolaylı enerji kaynaklarıdır ve doğrudan enerji kaynağı ise ATP'dir. ATP; (1) moleküllerin hücre zarı boyunca aktif taşınması, (2) kasların kasılması (çizgili kas, düz kas, kalp kası), (3) vücutta hormonların, hücre zarının ve diğer birçok temel molekülün oluşumunu sağlayan değişik reaksiyonlar, (4) sinir uyarılarının iletimi, (5) hücre bölünmesi ve hücrenin gelişimi, (6) yaşamın sürdürülmesi ve çoğalma için gerekli olan birçok farklı fizyolojik işlev için gereklidir.



dikkat

Vücudun doğrudan enerji kaynağı ATP'dir.

İnsan organizmasındaki sinir uyarılarının iletimi, kas kasılması gibi yaşamsal fonksiyonlar, vücuttaki enerji dönüşümüne bağlıdır. Organizmada ATP yapımı, yıkımı ve tekrar sentezlenme süreçlerinde birçok metabolik reaksiyon bulunmaktadır. Metabolik reaksiyonların büyük bir bölümü, fizyolojik sistemler için gerekli enerjinin besinlerden sağlanmasını içermektedir. Enerji oluşumunu sağlayan besin kaynakları ise karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir.

Besin maddelerinin parçalanması sonucu oluşan enerji doğrudan mekanik enerjiye dönüştürülemez. Bu enerji ATP yapımında kullanılır ve hücrenin fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için ATP'nin parçalanması sonucu enerji kullanılabilir. Bu sebeple hücre içerisinde ATP düzenli olarak sağlanmalıdır. Kas hücrelerinde çok az miktarda depo ATP bulunmakta ve yıkıma uğrayarak kullanılmaktadır. Vücutta yapılan işin devam ettirilebilmesi için de işin şekline göre çok hızlı veya daha yavaş bir şekilde tekrar ATP üretilmesi gerekmektedir.

İnsan vücudunda, besin maddelerinin kimyasal reaksiyonlar ile parçalanması sonucu ortaya çıkan ATP'yi üretmek için değişik metabolik yollar mevcuttur. ATP'nin sentezlenmesi için gerekli enerji anaerobik ve aerobik metabolizma yolları ile sağlanmaktadır.

- Anaerobik metabolizma: Hücre sitoplazmasında, oksijen kullanılmadan sadece karbonhidratların kısmen parçalanması ile ATP üretimi ve laktik aside dönüşümünü içeren kimyasal reaksiyonlardan oluşur.

- Aerobik metabolizma: Hücrenin mitokondrisinde, karbonhidrat, yağ ve gerekirse proteinlerin oksijen kullanılarak parçalanıp ATP üretilmesi ve son ürün olarak karbondioksit ve suya dönüşümünü içeren kimyasal reaksiyonlardan oluşur. Bu kimyasal olaylar oksidasyon şeklinde ifade edilmektedir.

ATP sentezini sağlayan kimyasal reaksiyonlar ise üç kategoride sınıflandırılabilir. Bunlar:

- ATP-CP veya fosfojen sistemi,
- Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi,
- Aerobik sistem veya oksijen sistemidir.

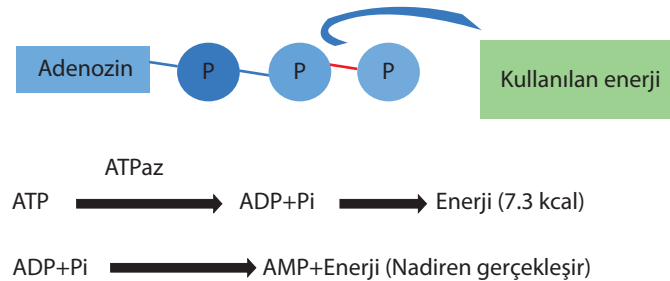


dikkat

Fosfojen sistem ve laktik asit sistemi birlikte anaerobik sistemi oluştururken oksijen sistemi ise aerobik sistemi oluşturmaktadır.

Fosfojen Sistem (ATP-CP)

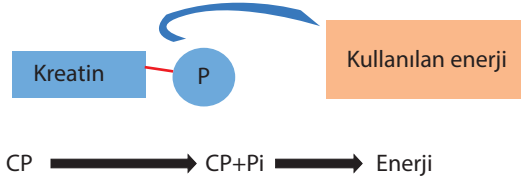
Adenozin (adenin bazı+riboz şekeri) ve üç fosfatın birleşmesi ile oluşan yapıya adenozin trifosfat (ATP) denir. Bu üç fosfat bağından son iki fosfat grubu yüksek enerji bağı olarak adlandırılır ve bu bileşimden ayrıldığı zaman enerji açığa çıkar. Son iki fosfat grubu arasındaki bağ, kimyasal olarak parçalandığında 7000-12000 kalorilik (7-12 kcal) enerji açığa çıkar ve adenozin difosfat (ADP) ve serbest bir fosfat meydana gelir. İkinci fosfat kökünün kaybından sonra ise adenozin monofosfat (AMP) hâline dönüşür. ATP'nin tekrar sentezlenmesi için ADP molekülüne bir fosfat grubu eklenmesi gerekir (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3 ATP'nin Yapısı, ATP'nin ve ADP'nin Yıkımı.

Fosfojenler adı verilen ATP ve kreatin fosfat (CP veya PC), kasların içinde bir miktar depo edilmiş hâlde bulunurlar. CP, yüksek enerji bağı içeren başka bir kimyasal bileşiktir. CP, aynı ATP gibi kas içerisinde bir miktar depolanabilir ve parçalandığında büyük miktarda enerji açığa çıkarır. Serbest kalan bu enerji de ATP'nin, ADP ve Pi moleküllerinden yeniden sentezlenmesi için kullanılır. CP'nin yüksek ener-

jili fosfat bağları, ATP'nin yüksek enerjili bağlarının yenilenmesi için gerekli enerjiyi sağlamış olur. Kaslarda depolanmış olan CP'nin parçalanması ile açığa çıkan enerji, ADP ve Pi'nin bir araya gelmesi ile yeniden ATP elde edilir. Her bir mol CP parçalanması sonucu bir mol ATP oluşur (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Kreatin Fosfatın Yapısı ve Yıkımı.

ATP, hücrelere kan veya bir başka doku tarafından sağlanmadığı için her hücre kendi içerisinde ATP üretimini gerçekleştirir. Vücuttaki ATP depoları, yaklaşık 85 gramdır. Bu miktar, maksimum bir egzersizi ancak birkaç saniye devam ettirebilmeyi sağlar. CP de, ATP gibi kasın acil enerji kaynağıdır. Fakat ATP'nin tekrar sentezlenmesini sağlayan CP depoları, ATP depolarından 3-5 kat daha fazladır.



dikkat

ATP ve CP her ikisine birden, fosfojen sistem veya alaktik anaerobik metabolizma adı verilmektedir.

Kaslarda toplam fosfojen (ATP ve CP) depoları, kadınlarda ortalama 0.3 mol, erkeklerde ortalama 0.6 mol kadardır. Her ikisi birden yaklaşık 10-15 saniyelik, örneğin 100 metre koşusu gibi kısa süreli maksimal egzersizler için enerji sağlayabilir. Çünkü şiddeti yüksek olan aktiviteler sırasında ATP, oldukça hızlı bir şekilde kullanılır ve organizma, bu kadar hızlı bir şekilde ATP üretme yeteneğine sahip değildir. Bu nedenle ATP'nin çok hızlı bir şekilde üretilmesinin önemli olduğu acil enerji ihtiyacı durumlarında, kas içinde depolanmış olan CP bileşimi, ATP'nin sentezlenmesi için devreye girer. Fakat kastaki CP depoları, çok hızlı şekilde azalır ve 10-30 saniyelik süre içerisinde yorgunluk meydana gelir. CP, kasta hızlı bir şekilde tükenmesine rağmen dinlenme sırasında çok hızlı bir şekilde de tekrar depolanır.

Fosfojen sistem, kısa sürede maksimum gücü belirleyen en önemli etkenlerdendir. Sürat ve güç performansı, başlangıçtaki ATP-CP depolarının

miktarı ile sınırlıdır. Örneğin; 200 metre sürat koşusu sonunda, çalışan kaslardaki fosfojen depoları, oldukça azalır. Fakat fosfojen sistem, kasların ne kadar enerji üretebildiğinden ziyade ne kadar hızlı enerji üretebildiği ve fosfojen depolarının ne kadar çabuk yenilenebildiği ile ilgili olarak daha önemlidir. Sürat veya 6-10 saniyelik aralıklı yapılan interval antrenmanları, ATP-CP depolarında artış sağlar bu ise yüksek şiddetli kısa süreli performansın artmasını sağlar. Fosfojen sistem, kuvvet ve sürat gerektiren, atlama, sıçrama, atma, vurma ve buna benzer birkaç saniyelik hareketleri içeren sportif aktivitelerde kullanılır.

Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Glikoliz)

Glikoz (glukoz), kan yolu ile kaslara gelir. Kas içerisinde enerji üretimi için kullanılır veya glikojen olarak depolanır. Glikoliz, glikozun veya glikojenin parçalanması olayıdır. Kaslarda ATP'nin yenilenmesi için oksijen olmaksızın sadece karbohidratların (glikoz ve glikojen) parçalanması ile laktik aside kadar dönüştüğü sisteme anaerobik glikoliz denir. Anaerobik glikolizin kimyasal olayları, hücrenin sitoplazmasında gerçekleşir. Vücutta karbohidratlar hemen kullanılabilen basit bir şeker olan glikoza dönüştürülür ve hemen kullanılır veya daha sonra kullanılmak için kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır.

Bu sistemde glikoz, oksijen yokluğunda kısmen parçalanarak pirüvik asit adı verilen bir ara maddeye dönüşür. Oluşan pirüvik asit ise laktik aside dönüşür ve kaslarda laktik asit birikmeye başlar. Bu nedenle, glikozun parçalanması oksijensiz ortamda gerçekleştiği için bu sisteme, anaerobik glikoliz veya son ürün laktik asit olduğu için laktik asit sistemi adı verilir.

Glikozun oksijen kullanılmadan parçalanması sonucu oluşan laktik asit, kaslarda birikmeye başlar ve daha sonra laktik asit, kas hücrelerinden difüzyon yolu ile hücreler arası sıvı ve kana geçer. Laktik asit, kas ve kanda yüksek miktarlara eriştiğinde, kaslarda yorgunluk ortaya çıkar. Çünkü vücudun asit-baz dengesi bozulur ve vücutta asidik bir ortam oluşur. Asit ortamı pH'ı düşürür bazı enzimlerin aktivitelerini engelleyerek karbohidrat yıkımı oranını azaltır. Bu nedenle ATP üretilemez ve ATP üretilemediğinden egzersiz için gerekli enerji elde edilemez. Bu durumda yorgunluk adı verilen

durum ortaya çıkar ve organizma egzersizi devam ettiremez duruma gelir.

İnsan vücudu ancak belli miktardaki laktik asit konsantrasyonunu tolere edebilir. Dinlenim sırasında kanda bulunan laktik asit miktarı yaklaşık 1 mmol/L iken yoğun bir egzersiz sırasında kandaki laktik asit miktarı 16-20 mmol/L'ye kadar yükselir. Kasta laktik asit ise daha büyük miktarlara ulaşmaktadır.

Glikojenden ayrılan glikozun laktik asit oluşumu aşamasına kadar parçalanması, bir dizi kimyasal reaksiyon sonucu oluşur ve buna glikolitik reaksiyonlar denilir. Biriken laktik asit, oksijen yeterli olduğu zaman, dinlenim sırasında çeşitli şekillerde vücutta metabolize edilir. Örneğin,

1. Yüksek şiddetteki 1-3 dakikalık egzersizler sonucu kaslarda oluşan laktik asit, karaciğerde ve kaslarda tekrar glikoz veya glikojene dönüştürülür (%18'i).
2. Birikmiş olan laktik asitin büyük bir kısmı ise kaslara yeterli oksijenin ulaşması durumunda pirüvik asite geri dönüşür ve aerobik sistem içerisinde kullanılarak ATP elde edilir (%72'si).
3. Son ürün olarak laktik asit oluşumunun yanı sıra anaerobik glikoliz sırasında 1 mol veya 180 gram glikojenden, 2-3 mol ATP elde edilmektedir. Eğer kaslardaki depo glikojen kullanılıyorsa 3 mol ATP, kan glikozu kullanılıyorsa 2 mol ATP oluşur. Aradaki 1 mol ATP farkı kan glikozunun metabolize edilmesi için harcanır. Hâlbuki 1 mol glikoz, aerobik (oksijenli) ortamda parçalandığında 38-39 mol ATP elde edilir. Anaerobik glikoliz ile üretilen ATP miktarı, aerobik glikoliz ile elde edilen oranın %5'i kadardır. Fakat aerobik metabolizmaya göre 2.5 kat daha hızlı enerji elde edilirken fosfojen sistem kadar da hızlı değildir.

Yaklaşık olarak 1-3 dakikalık, maksimum şiddette devam eden 400-800m koşu, 100-200m yüzme gibi sportif aktivitelerde enerji daha çok anaerobik glikoliz (laktik asit) sistemi ile elde edilir. Bu sistem, aynı ATP-CP sistemi gibi çok acil durumlarda devreye girer ve çok hızlı bir şekilde ATP elde edilmesini sağlar.

Aerobik Sistem (Oksijen Sistemi)

Aerobik sistem, temel besin maddeleri olan karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin, oksijen ile tamamen parçalanarak karbondioksit (CO_2) ve suya (H_2O) dönüştükleri sistemdir. Aerobik sistem reaksiyonları, hücrelerin daha gelişmiş bölümleri olan mitokondrilerde gerçekleşir. Kan tarafından taşınan oksijen, kılcal damarlardan hücreler arası sıvıya geçer ve buradan da hücrenin içerisine girer. Hücre içinde oksijen, sitoplazmada bulunan miyoglobine bağlanarak mitokondrilere taşınır. Miyoglobinlerin oksijeni sadece taşıma değil, aynı zamanda depo etme görevleri de vardır. Yağlar, karbonhidratlar ve gerekirse proteinler, mitokondride oksijenin kullanıldığı bir seri kimyasal reaksiyonla parçalanarak CO_2 ve H_2O 'ya dönüştürülür ve bu arada da ATP üretilir. Karbonhidratlardan 38-39 mol ATP, yağlardan ise 129 mol ATP elde edilir.

Aerobik sistem, diğer iki anaerobik sistemden (ATP-CP ve laktik asit) daha karmaşıktır ve çok daha fazla kimyasal reaksiyon gerektirir. Aerobik sistem reaksiyonları, üç temel gruba ayrılmaktadır. Bunlar; Aerobik glikoliz, Krebs çemberi ve Elektron transfer sistemidir (ETS).

- Aerobik glikoliz: Aerobik glikoliz, glikozun veya glikojenin oksijenin varlığı ile parçalanarak pirüvik asite dönüşmesidir. Glikojenin karbondioksit ve suya dönüştüğü aerobik sistemde ilk reaksiyon basamakları (10 kimyasal reaksiyon dizisi), anaerobik glikoliz ile aynıdır. Aerobik glikolizde oksijen, ATP yenilenmesini durdurmaksızın devam ettirerek laktik asit birikimini engellemiş olur. Anaerobik sistemde ise oksijen yeterli olmadığı için, pirüvik asit laktik asite dönüşür. Ancak pirüvik asit, anaerobik glikolizdeki gibi laktik asite değil, asetil koenzim A'ya (Asetil-CoA'ya) dönüştürülür böylece aerobik sistemde laktik asit birikmez. Bu ise pirüvik asidin laktik aside dönüşmeden mitokondriye taşınarak, aerobik sisteme alınması ile gerçekleşir. Böylece 1 mol glikojenden 3 mol ATP oluşurken 2 mol pirüvik asit de meydana gelir. Pirüvik asit, Asetil-CoA'ya dönüştükten sonra oksijen sisteminin başlangıç kısmı olan krebs çemberine girer.

Aerobik enerji sisteminin diğer bir besin kaynağı yağlardır. Yağların vücutta depolanmış ve enerji olarak kullanıldığı haline, trigliserit denir. Trigliserit, 1 mol gliserol molekülünden ve 3 mol serbest yağ asidinden oluşur. 1 mol gliserol, glikoza dönüşerek glikoliz yoluyla ATP üretim sürecine girer. Serbest yağ asitleri ise Asetil-CoA'ya dönüştükten sonra krebs çemberine girer. Bu dönüşüm olaylarını içeren kimyasal reaksiyonlar dizisine, beta-oksidasyon adı verilir.

Aerobik sistemde diğer kaynak olarak proteinler de parçalanabilir ve ATP üretimine katkıda bulunabilirler. Fakat proteinler, vücutta genellikle enerji kaynağı olarak kullanılmazlar. Proteinler, daha çok hücre yapımı, kan yapımı gibi yapısal işlevler için kullanılır. Vücudun karbonhidrat eksikliğinde, uzun süreli açlık durumlarında, 6 gün süren müsabaka gibi uzun süreli dayanıklılık gerektiren aktivitelerde protein enerji kaynağı olarak önem kazanır.

- **Krebs çemberi:** Krebs çemberi, hücre içinde mitokondride oluşan, aerobik sistemin başlangıç kısmını oluşturan, bir seri kimyasal reaksiyon zinciridir. Aerobik glikoliz sonucunda karbonhidratlar, ve beta oksidasyon sonucunda ise yağlar, krebs çemberinin başlangıç maddesi olan Asetil-CoA molekülüne dönüşürler. Krebs çemberi bütün besin maddelerinin (karbonhidrat, yağ ve protein), ATP üretimi için parçalandıklarında buluştukları ortak reaksiyonlar zinciridir.

Pirüvik asit, C, H ve O₂ elementlerinden oluşmaktadır ve krebs çemberi sırasında okside olurlar (hidrojen iyonları uzaklaştırılır). Bir kimyasal bileşikten elektron koparılması veya uzaklaştırmasına oksidasyon denir. Hidrojen iyonları uzaklaştığı için sadece C ve O₂ kalır. Böylece pirüvik asitin okside

olması son ürün olarak CO₂ meydana getirir. CO₂ ise kan ile taşındıktan sonra akciğerlere ve buradan da dışarıya atılır.

- **Elektron transfer sistemi:** Enerji üretiminin son aşamadır ve oksijenin kullanıldığı kimyasal reaksiyonlardan oluşur. Krebs çemberi gibi mitokondrilerin içinde gerçekleşir. Bu spesifik kimyasal reaksiyonlar zinciri sırasında oksijen kullanılır. Krebs çemberinden taşınan hidrojen iyonu ile oksijenin birleşmesi sonucu su (H₂O) meydana gelir. ETS sisteminde, elektronların bir molekülden diğerine transfer edilmeleri sırasında ATP üretilir.

Aerobik sistem, yağların enerji kaynağı olarak kullanılabilirdiği tek sistemdir. Bir mol glikozdan laktik asit sistemi yolu ile 3 mol ATP üretilirken aerobik sistemle aynı miktarda glikozdan 38- 39 mol ATP üretilir. Aerobik sistemde, diğer 2 sisteme göre daha fazla ATP üretilmesinin yanı sıra yorgunluğa neden olan laktik asit gibi bir yan ürün oluşmaz. Sadece ATP, CO₂ ve H₂O oluşur. CO₂ kas hücresinden kana difüze olur ve akciğerlere taşınarak buradan atmosfere verilir. Ortaya çıkan H₂O ise hücrenin sitoplazmasını oluşturur. Bu nedenle aerobik sistem, enerji üretim açısından anaerobik sisteme göre çok daha etkili bir sistemdir. Ancak, aerobik sistem oksijenin varlığını gerektirir. Fakat oksijenin kaslara, hatta kas içindeki mitokondrilere ulaştırılması da belirli bir süreyi gerektirir.

Yağlardan daha fazla ATP üretilmesine rağmen yağları parçalayabilmek için de daha fazla O₂ kullanımı gereklidir. Örneğin, enerji kaynağı olarak glikoz kullanıldığında 1 mol ATP üretmek için 3.5 litre O₂ harcanırken yağlar kullanıldığında ise 4 litre O₂ harcanması gerekir. Dinlenme sırasında ise kişi dakikada 0.2-0.3 litre oksijen kullanılır (Tablo 2.1.).

Tablo 2.1 Enerji Sistemlerinin Karşılaştırılması.

Sistem	Enerji Kaynağı	Oksijen İhtiyacı	Enerji Üretim Hızı	ATP Üretimi
ATP-CP Sistemi	Kreatin fosfat	Yok	Çok hızlı	Az-sınırlı (10-15 sn)
Laktik Asit Sistemi	Glikoz, Glikojen	Yok	Hızlı	Az-sınırlı (45 sn-2 dak.)
Oksijen Sistemi	Glikojen, Yağ, Protein	Var	Yavaş	Sürekli (Besin deposuna bağlı)

Öğrenme Çıktısı

3 Enerji sistemleri ve ilgili temel kavramları tanımlayabilme

Araştır 3

Vücutta besin kaynaklarının yıkımı ve vücut ısısı arasındaki bağlantı nasıldır?

İlişkilendir

Günlük hayatınızda gerçekleştirdiğiniz aktivitelerde hangi enerji sistemlerini kullandığınızı düşünerek günlük aktivite listesi çıkarın.

Anlat/Paylaş

Biyolojik enerji devri açısından günlük hayatınızda ATP enerji kaynaklarınızı düşünüp arkadaşlarınızla tartışın.

DİNLENME VE EGZERSİZ SIRASINDA ENERJİ SİSTEMLERİ

Dinlenme ve egzersiz sırasında anaerobik ve aerobik sistemlerin, daha detaylı incelenmesi gereken özellikleri vardır. Bu özellikler ise parçalanmış besinlerin türü, besinlerin anaerobik ve aerobik sistemde oynadıkları rol ve kanda laktik asit birikmesidir.

Dinlenimde Enerji Sistemleri

Dinlenimde anaerobik glikolizden elde edilen 2 mol ATP, aerobik sistemin bir parçası olarak kabul edildiği için sadece aerobik sistem ile enerji üretimi gerçekleşmektedir. Dinlenimde enerjinin 2/3'ü yağlardan 1/3'ü ise glikozdan elde edilirken proteinin katkısı dikkate alınmayacak kadar azdır. Dinlenme sırasında sadece aerobik sistem kullanılmasına rağmen 100 mililitre kanda yaklaşık 10 miligram sabit laktik asit bulunmaktadır. Kandaki sabit laktik asidin sebebi, laktik dehidrogenaz enzimidir (LDH). Laktik dehidrogenaz enzimi, pürüvik asidin laktik aside hızlı bir şekilde dönüşmesine sebep olmaktadır. Fakat kandaki laktik asit düzeyinin artmaması ve sabit kalması, enerji kaynağı olarak anaerobik glikolizin kullanılmadığını göstermekte dolayısıyla dinlenimde gerekli olan ATP, karbonhidratlar ve yağlar aracılığı ile aerobik enerji sisteminden elde edilmektedir.



dikkat

Dinlenimde ATP kaynağı olarak, aerobik sistem ve daha fazla oranda yağlar kullanılır.

Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri

Fiziksel aktivitenin her çeşidi, yüksek düzeyde enerji gerektirir. Maraton koşusu gibi şiddeti düşük, süresi uzun olan sportif aktivitelerde enerji tüketimi, dinlenimin 20-30 katına ulaşırken sprint, bisiklet, yüzme... vb. sportif aktiviteler sırasında ise enerji tüketimi, dinlenimin 120 kat üzerine kadar çıkar.

Egzersiz sırasında hem aerobik hem anaerobik enerji sistemleri ile ATP üretimi gerçekleşmekte ve enerji kaynağı olarak ise karbonhidratlar ve yağlar kullanılmaktadır. Egzersizde kullanılan enerji kaynakları egzersizin şiddeti, süresi, sporcunun beslenmesi, sporcunun antrenman durumu ve performans düzeyi gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Egzersiz sırasında enerji sistemlerinin kullanımı, egzersiz tür, süre ve şiddetine bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla enerji sistemlerinin kullanımı açısından egzersiz türü şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kısa süreli maksimal yüklenme şiddetindeki egzersizler
- Uzun süreli şiddeti daha düşük egzersizler

Kısa Süreli Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri

Bu egzersiz türü, 100, 200, 400, 800 metre sürat koşularını ve bunlara benzer yüksek şiddette devam eden 2-3 dakikalık egzersizleri kapsamaktadır. Bu tür egzersizlerde, anaerobik enerji sistemi daha baskındır. Ayrıca temel enerji kaynağı, karbonhidratlar daha sonra ikincil olarak yağlar ve önemsenmeyecek düzeyde proteinlerdir. Fakat bu tür egzersizlerde, tek aktif sistemin anaerobik sistem olduğu

söylenemez. Sadece egzersiz için gerekli olan enerji, aerobik yoldan sağlanamaz. Gerekli ATP'nin büyük bir çoğunluğu, ATP-CP ve laktik asit sistemi yani anaerobik glikoliz yolu ile karşılanmaktadır.

Aerobik enerji sisteminin herhangi bir egzersiz sırasında yeterli düzeyde ATP sağlayıp sağlamamasının iki sebebi vardır. Bunlar:

1. Kişilerin, maksimum oksijen tüketimi veya aerobik kapasite üst sınırları farklıdır.
2. Oksijen kullanımının daha yüksek seviyeler erişmesi için 2-3 dakika gereklidir.

Örneğin oksijen tüketimi sporcu olmayan erkek dakikada 3,2 litre (L) O₂, sporcu olmayan kadın: dakikada 2,2 L O₂ iken sporcu erkek dakikada 5 L O₂, sporcu kadın dakikada 3 L O₂ oranındadır.

Kullanılan enerji sistemleri açısından kısa süreli egzersizler iki grupta incelenmektedir. Bunlar: Kısa süreli egzersizde acil enerji sistemi ve Kısa süreli egzersizde laktik asit sistemi.

Kısa Süreli Egzersizde Fosfojen Sistem

Hareketsiz bir insan, günde yaklaşık 40 gram ATP kullanırken ATP kullanımı şiddeti yüksek fiziksel aktivite sırasında dakikada 0.5 grama kadar çıkabilir. Ayrıca yapılan düzenli antrenmanlar ile ATP-CP depolarında artış sağlanabilir. Örneğin 100 m koşusu, 25 m yüzme, topa smaç vurma, ağırlık kaldırma vb. gibi aktiviteler için gerekli ATP'nin büyük bir kısmı, depolanmış fosfojenlerden yani ATP-CP sisteminden elde edilir. Gerekli olan bu enerjinin bir bölümü, her bir kilogramlık kas için 5 milimol (mmol) ATP ve 15 mmol CP'den sağlanabilir.

Enerji sistemlerinde baskın olan sistem ve enerji sistemlerinin egzersiz sırasında kullanım oranları, yapılan egzersizin süresi ve şiddeti ile yakından ilişkilidir. Örneğin; 30 kilogramlık kas grubu fiziksel aktiviteye katılıyorsa, yaklaşık 570-690 mmol fosfojenlerle (ATP-CP) 1 dakikalık yürüyüş yapılabilir veya 20-30 saniye hafif tempo koşu veya 6-8 saniye maksimum süratli koşu yapılabilir.

Diğer bir karşılaştırmalı örneğe göre; 100 m koşusu için gerekli ATP, fosfojen sistemden karşılanırken, 200 m koşusu için gerekli ATP'nin bir kısmı fosfojen sistem, bir kısmı da laktik asit sistemi tarafından sağlanır. Böylelikle her iki anaerobik sistem, 200 m koşusu için gerekli ATP'nin üretilmesine

katkıda bulunur. Fakat 100 m koşusu için gerekli olan ATP üretim hızı, laktik asit sisteminin ATP üretim hızının üzerinde olduğu için sadece fosfojen sistem kullanılır. Her iki sportif aktivite için gerekli olan ATP üretim hızı ise aerobik sistemin ATP üretim hızının üzerindedir dolayısıyla aerobik sistem kullanılamaz.

Kısa Süreli Egzersizde Laktik Asit Sistemi

Kısa ve maksimal şiddette yapılan egzersizlerde gerekli enerji üretimi, aerobik sistem tarafından karşılanamaz. Gerekli olan oksijenin, kas hücrelerine ulaşması 2-3 dakika kadar süre almaktadır. Oksijen kullanımının gecikmesi, fizyolojik ve kimyasal uyum için gerekli zaman ile ilgilidir. Bu durum, dinlenimden bir egzersize geçişte veya belirli bir şiddetteki egzersizden daha yüksek şiddetli bir egzersize geçiş sırasında da yaşanır. Dolayısıyla enerji üretimi için yeterli oksijen sağlanamaz. Kısa süreli, şiddeti yüksek egzersizlerde, bu **oksijen yetersizliği** sırasında gerekli enerjinin çoğu, fosfojen ve laktik asit sistemi tarafından sağlanır. Uzun süreli egzersizlerde ise oksijen yetersizliği, egzersizin başlangıcında oluşur.

✓ **Oksijen Yetersizliği:** Belirli bir zaman diliminde oksijen kullanım seviyesi, ATP üretimi için gerekli oksijen miktarından düşük ise buna oksijen yetersizliği (açığı veya borçlanması) denir.

Egzersizin şiddeti düştükçe ve süresi arttıkça kullanılan başlıca enerji sistemi fosfojen sistemden laktik asit sistemine ve daha sonra da aerobik sisteme doğru değişir. 400 m ve 800 m koşuları, 100 m yüzme gibi yüksek/orta şiddette ve kısa sürede yapılan aktiviteler için gerekli enerji, daha çok laktik asit sistemi tarafından sağlansa da fosfojen sistem, laktik asit sistemi ve oksijen sistemi birlikte çalışırlar ve enerji üretimine birlikte yardımcı olurlar.

Kısa süreli ve yüksek şiddette yapılan egzersizin enerji kaynakları, anaerobik metabolizma (fosfojen ve laktik asit sistemi) tarafından karşılanır ve laktik asit birikimi olur. Laktik asit birikimi arttıkça, glikojen yıkımını engelleyerek ATP üretimini yavaşlatır, asit ortamı pH'ı düşürür ve kas kasılması engellenerek yorgunluk oluşur. Sonuç olarak ya

egzersizin şiddeti düşürülmelidir ya da egzersiz sonlandırılmak zorundadır. Bu yüzden sporda performans artırılması için gerekli olan özelliklerden biri de sporcunun laktik asit toleransının geliştirilmesi yani yüksek laktik asit miktarına karşı ve buna bağlı kas yorgunluğuna karşı tahammülü geliştirmektir.

Uzun Süreli Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri

Uzun süreli ve düşük şiddetteki aktiviteler için gerekli enerjinin büyük çoğunluğu, aerobik sistem tarafından sağlanır. 10 dakikayı aşan uzun süreli egzersizlerde temel enerji kaynağı, karbohidratlar ve yağlardır. Bu yüzden uzun süreli egzersizlerin kalitesi ve düzeyi, maksimal oksijen tüketimine bağlıdır. Hücrelerdeki oksijen kullanımı, oksijen tüketimi olarak adlandırılır ve egzersizin başında hızlı bir artış gösterir. Egzersizin 3. ve 4. dakikalarında plato (kararlı denge) oluşturarak egzersiz sonuna kadar devam eder. Bu kararlı denge durumu, egzersiz için gerekli ATP miktarı ile aerobik sistemle ATP üretimi arasında denge olduğu durumu ifade eder. Oksijen ihtiyacı ve oksijen tüketimi kararlı dengeye ulaştıktan sonra enerji üretimi tamamen aerobik sistem tarafından gerçekleştirilir. Dolayısıyla kasta ve kanda çok fazla laktik asit birikimi olmaz. Egzersiz başlangıcından oksijen borçlanması sonuna kadar dinlenimin 2-3 katı kadar biriken az miktarda laktik asit egzersiz sonuna kadar aynı kalır. Bu yüzden uzun süreli egzersizlerden sonra yorgunluk, laktik asitten değil karaciğer ve kaslardaki glikojen depolarının azalmasından ve su, elektrolit kaybından kaynaklanır.

Yürüyüş gibi düşük şiddetli uzun süreli yapılan egzersizlerde enerji, gerekli oksijen sağlanıncaya kadar ATP-CP'den karşılanırsa da tamamen aerobik sistemle karşılanır. Maraton koşusu veya 1500 m yüzme sporlarında da başlıca enerji sistemi aerobik sistemdir. 2-2.5 saat süren maraton koşusu için fosfojen sistem veya laktik asit sisteminin çok fazla geliştirilmesi gerekmez. Çünkü gerekli enerji, büyük çoğunlukla aerobik sistem tarafından sağlanmaktadır.

Fakat bu aktivitelerden 1500 m koşusu gibi biraz daha az uzun süreli olan egzersizler için gerekli ATP, hem aerobik hem de anaerobik sistemler tarafından birlikte sağlanır. Bu tür egzersizlerin başlangıç ve bitişlerindeki deparlar için gerekli enerjinin büyük çoğunluğu, anaerobik sistemler (ATP-PC ve laktik asit) tarafından orta kısım için gerekli enerjinin büyük kısmı ise aerobik sistem tarafından sağlanır. Sporcu eğer yarışa çok hızlı başlarsa veya bitişte depara erken başlarsa, gerekli enerji, daha çok anaerobik yoldan sağlandığı için kas ve kan laktik asit birimi çok artar. Ayrıca kas glikojen depoları erken tükendiği için de yorgunluk erken oluşur ve sporcunun performansı düşer.

Bazı fiziksel aktivitelerde, birden fazla enerji sistemi de kullanılır. Her fiziksel aktivite, belirli oranlarda bu üç enerji sistemi de kullanır sadece enerji sistemine gereksinim oranı süre ve şiddete bağlı olarak değişir. Şiddet arttıkça süre kısalmışken, şiddet azaldıkça süre artar. Dolayısıyla enerji sistemlerinin kullanım oranlarında, fiziksel aktivitenin ne olduğundan ziyade bu aktivitenin süre ve şiddeti göz önüne alınmalıdır. Performans süresi, herhangi bir hareketi uygulama süresi olduğu kadar tüm maçı veya oyunu tamamlama süresi olarak da tanımlanabilir. Örneğin takım sporlarından futbol oyunu, 45 dakikalık iki devreden oluştuğu için başlıca enerji sistemi uzun süreler için kullanılan aerobik sistemdir. Fakat futbol oyunu içerisinde, sürat koşuları, yön değiştirmeli koşular, sıçrama, şut atma gibi tekrarlı, şiddeti yüksek kısa süreli hareketler de olduğu için sadece aerobik değil aynı zamanda anaerobik enerji sistemleri de kullanılır (Tablo 2.2.).

Tablo 2.2 Spor Branşlarına Göre Enerji Sistemlerinin Kullanımı.

Spor Branşları	Enerji Sistemleri		
	Fosfojen ve Laktik Asit	Laktik Asit ve Aerobik	Aerobik
Amerikan Futbolu	90	10	-
Basketbol	85	15	-
Beyzbol	80	20	-
Buz Hokeyi			
• Forvet-Defans	80	20	-
• Kaleci	95	5	-
Cimnastik	90	10	-
Çim Hokeyi	60	20	20
Eskrim	90	10	-
Futbol			
• Kaleci	80	20	-
• Orta Saha-Defans	60	20	20
Güreş	90	10	-
Golf	95	5	-
Kürek	20	30	50
Tenis	70	20	10
Voleybol	90	10	-



Yaşamla İlişkilendir

VİRÜSLER CANLI MI VE RNA YAŞAMIN KÖKENİ Mİ?

İnsan DNA'sının yüzde 8'i virüs geni içeriyor. Virüsler de genellikle tek iplikli RNA molekülü taşıyan basit birer protein kılıfıdır; ama basit olduğu için kolay çoğalır ve en tehlikeli hastalık yapıcı organizmalar arasında yer alırlar. Corona virüsü salgınından bildiğimiz gibi parazit virüsler ele geçirdiği hücrenin içinde hızla çoğalıyor:

Kendi RNA'sını hücreye şırınga ederek onu ele geçiriyor ve hemen kendini kopyalamaya başlıyor. Konak hücrenin su torbası gibi patlamasından sonra içindeki virüsler kana karışıp yeni hücreler avlamaya çıkıyor. Peki virüsler canlı mı, yoksa doğal mikroskobik robotlar mı? Tek iplikli RNA en basit genetik kodlardan biri olduğuna göre, virüsler de dünyadaki yaşamın kökeni olabilir mi?

Biyolojide canlıların cansızlardan geldiği şeklindeki özetlenebilecek abiyojenez teorisinin son zamanlarda kabul görmesiyle birlikte, ilk canlıların RNA ve retrovirüslerden türediği hipotezleri de geçerliliğini yitiriyor. Oysa virüsler için geriye kalan son bir soru var: Bırakın ilk canlıyı, virüsler canlı mı?

Virüsler genellikle canlı kabul edilmiyor; çünkü kene gibi klasik parazitlerin tersine, sadece beslenmek ve çoğalmak için değil bizzat bedenlerini üretmek için (protein kılıfı) bakterilerle başka hücrelere bulaşmak zorundalar. Teknik ifadesiyle yaşamak için gereken enerjiyi kendi bünyesinde üretmiyor ve iç işleyişlerini kontrol edemiyorlar.

Bu da geleneksel canlı tanımının kapsamına girmiyor. Öte yandan, virüsler diğer canlılarla birlikte ve onların içinde evrim geçiriyor. Hatta RNA enjeksiyonu yoluyla evrim sürecini de hızlandırıyor.

Bütün bu sebeplerle virüslere cansız, doğal, organik ve mikroskobik robotlar diyerek işin içinden çıkmak mümkün olmuyor. Sonuç olarak biyologlar virüsleri yarı canlı sınıfına sokuyor. Bu da gerçek bir türler sınıflandırması (taksonomi) terimi değil. Sadece biz virüslerin ne olduğuna karar verene kadar kullanacağımız bir isim.

Kaynak: <https://khosann.com/virusler-canli-mi-ve-rna-yasamin-kokeni-mi/> Kozan Demircan, 19/03/2020, Bilim-Teknoloji.

Öğrenme Çıktısı

4 Dinlenme ve egzersiz sırasında enerji sistemlerinin kullanımını açıklayabilme

Araştır 4

Fiziksel aktivite sırasında enerji kullanım oranlarına diyetin etkileri nelerdir?

İlişkilendir

Siz de kendi spor branşınızı düşünerek enerji sistemleri kullanım oranlarınızı yorumlayın.

Anlat/Paylaş

Kendi spor branşınızda yaptırdığınız antrenmanların hangi enerji sistemlerine yönelik olabileceğini sporcularınızla paylaşın.

1

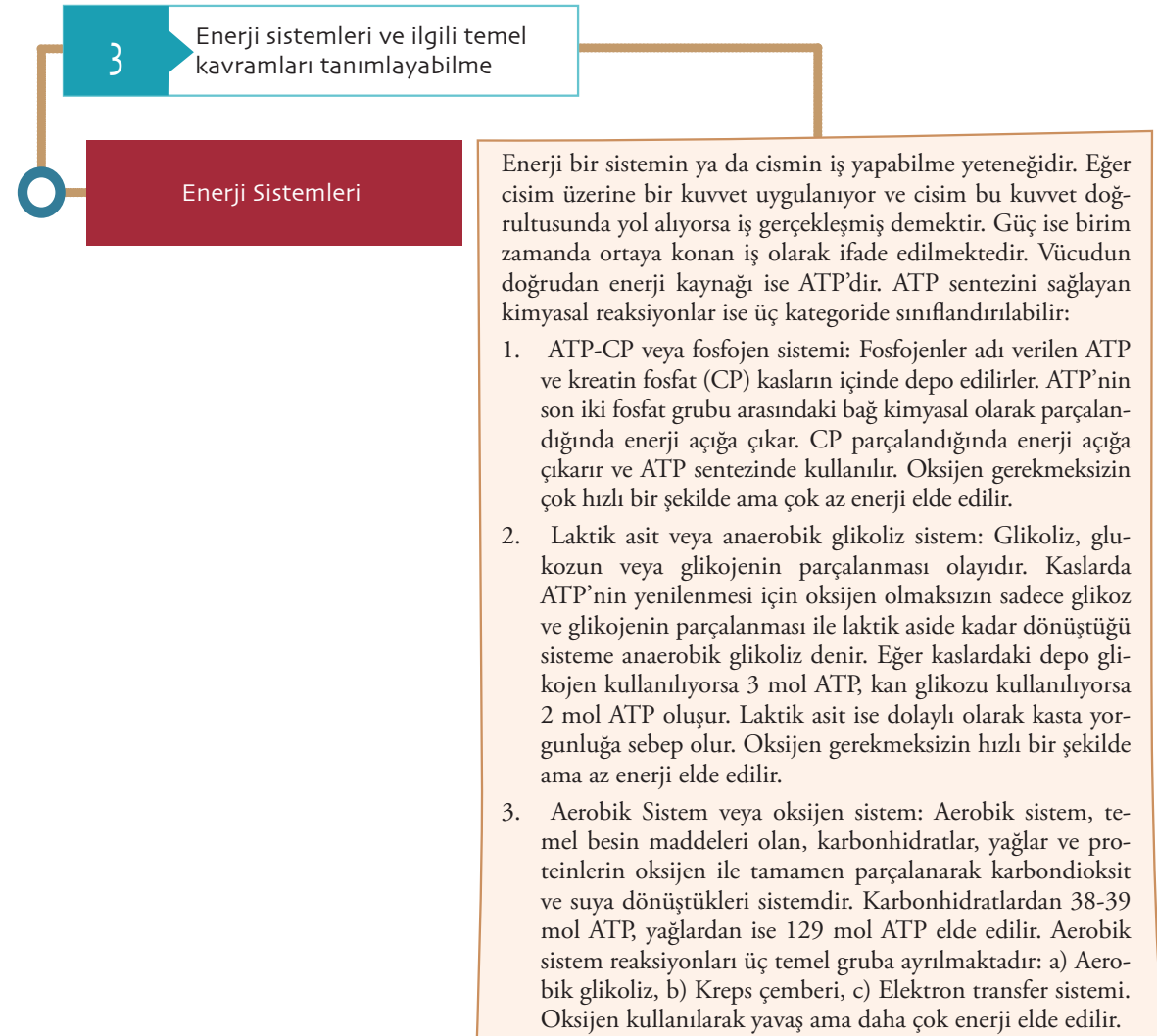
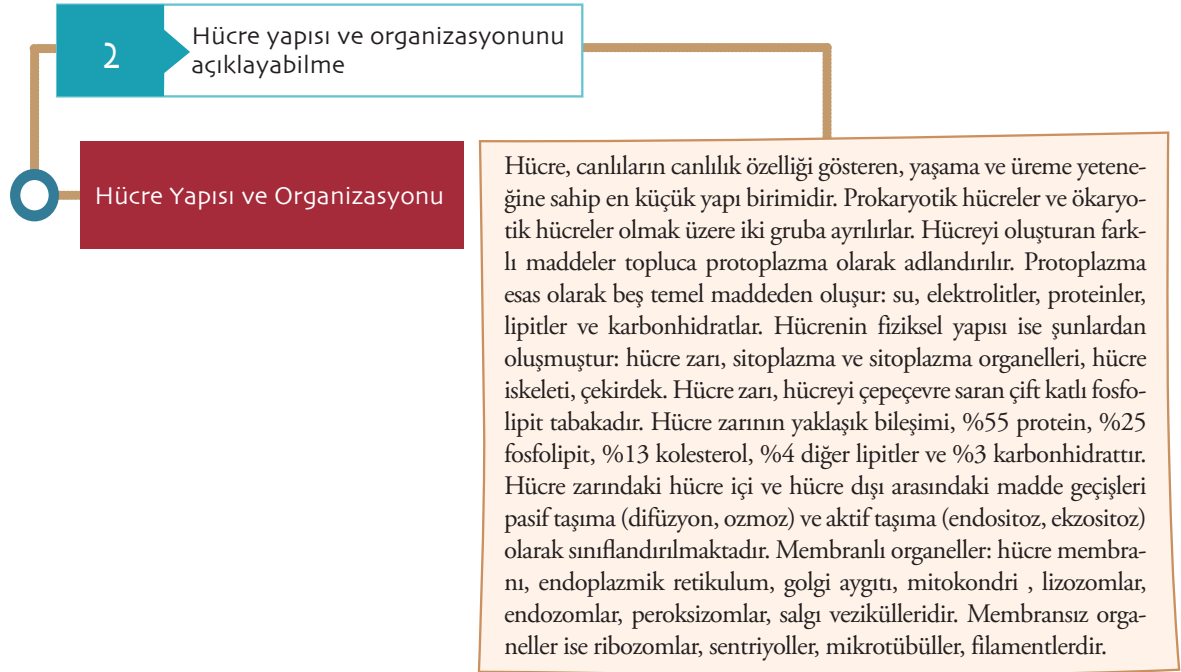
Spor fizyolojisi ile ilgili temel kavramları ve canlı kavramı ile organizasyonunu açıklayabilme

Spor Fizyolojisine Giriş ve Canlı Kavramı

Fizyoloji sözcüğü, canlı organizmalarındaki tüm yaşamsal işlevleri inceleyen bir bilim dalını tanımlamaktadır. Fizyolojinin bir alt dalı olan egzersiz fizyolojisi ise insan organizmasının kasal çalışmalara cevabını ve uyumunu sportif performansı arttırma amacını güden antrenmanların fizyolojik temellerini içeren bir bilim koludur. Canlılığın net bir tanımı ve sınırı olmamasına rağmen tüm canlı organizmalar aşağıda belirtilen şu temel özellikleri taşırlar: hücre yapıları, solunum ve ATP üretimi, beslenme, metabolizma, hareket, boşaltım, uyarılabilirlik, homeostaz, adaptasyon, büyüme ve gelişme, üreme, kendine özgü yapısal ve işlevsel organizasyonun olması gibi. İnsan organizmasının organizasyonu en basit seviyelerden en kompleks seviyeye doğru şu şekildedir:

- Kimyasal düzey: En alt düzeydeki organizasyondur ve atom, element, moleküler düzeyindedir.
- Hücresel düzey: Atomlar molekülleri, moleküller makromolekülleri ve makromoleküller de makromoleküler kompleksi oluşturarak dokuların en küçük yapıtaşı olan hücreleri oluşturmaktadır.
- Doku düzeyi: Dokular yapısal ve fonksiyonel olarak birbirine benzer hücrelerin bir araya gelmesi ile oluşur. Vücutta başlıca bağ doku, epitel doku, kas dokusu, sinir dokusu olmak üzere dört doku tipi vardır
- Organ düzeyi: İki ya da daha fazla doku tipinin özel bir fonksiyon ile birlikte tanınabilir bir yapıyı oluşturmak için bir araya gelmesi.
- Organ sistemleri düzeyleri: Bir fonksiyon ile ilişkili organların birleşmesiyle oluşan yapılar yani sistemlerden oluşan düzeydir.
- Organizma düzeyi: Bir popülasyonu oluşturan canlı varlıkların her biri bir organizmadır.

Vücudu oluşturan yaklaşık 100 trilyon hücre arasında belirgin farklılıklar olmakla birlikte tüm hücreler belli temel nitelikler açısından birbirine benzerdir. Tüm hücreler ekstrasellüler sıvının oluşturduğu sabit bir ortam içinde yaşarlar. Yetişkin insan vücudunun %56-60'ı sıvıdır. Bu sıvının büyük bölümü yaklaşık 2/3'ü intrasellüler sıvı 1/3'ü ise ekstrasellüler sıvıdır. Homeostaz, iç ortamın yaklaşık olarak sabit koşullarda korunması anlamına gelir. Hücrelerin yaşamlarının devamlılığının sağlanması için homeostazın korunması gerekir. Homeostatik mekanizmalar ise negatif geri bildirim ve pozitif geri bildirim sistemleri ile çalışır.



4

Dinlenme ve egzersiz sırasında enerji sistemlerinin kullanımını açıklayabilme

Dinlenme ve Egzersiz Sırasında Enerji Sistemleri

Dinlenimde enerji üretimi sadece aerobik sistem ile ve enerjinin 2/3'ü yağlardan 1/3'ü ise glikozdan elde edilir. Enerji sistemlerinin kullanımı açısından egzersiz türü şu şekilde sınıflandırılabilir:

- Kısa süreli maksimal yüklenme şiddetinde egzersizler: Bu egzersiz türü 100, 200, 400, 800 metre sürat koşularını ve bunlara benzer yüksek şiddette devam eden 2-3 dakikalık egzersizleri kapsamaktadır. Bu tür egzersizlerde anaerobik enerji sistemi (fosfojen ve laktik asit sistemi) daha baskındır. Egzersizin şiddeti düştükçe ve süresi arttıkça ve kullanılan başlıca enerji sistemi fosfojen sistemden laktik asit sistemine ve daha sonra da aerobik sistemine doğru değişir.
- Uzun süreli şiddeti daha düşük egzersizler: Uzun süreli ve düşük şiddetteki aktiviteler için gerekli enerjinin gerekli oksijen sağlanıncaya kadar ATP-CP'den karşılanırsa da büyük çoğunluğu aerobik sistem tarafından sağlanır. 10 dakikayı aşan uzun süreli egzersizlerde temel enerji kaynağı karbonhidratlar ve yağlardır. Her fiziksel aktivite belirli oranlarda bu üç enerji sistemini de kullanır sadece enerji sistemine gereksinim oranı süre ve şiddete bağlı olarak değişir.

1 Anaerobik enerji sisteminde kan glikozundan kaç mol ATP elde edilir?

- A. 3 mol
- B. 39 mol
- C. 2 mol
- D. 129 mol
- E. 38 mol

2 Aerobik enerji sisteminde son ürün aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Laktik asit
- B. Pürivik asit
- C. Oksijen
- D. Karbondioksit
- E. Laktat

3 Laktik asit enerji sisteminde enerji kaynağı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Glikoz
- B. Glikojen+yağlar
- C. Glikojen+proteinler
- D. Kreatin fosfat
- E. Kreatin fosfat+yağlar

4 Bir canlının iç kaynaklı veya dış kaynaklı elektrik sinyali, hormon ve salgı bezlerindeki değişiklikleri algılayıp cevap vererek reaksiyon göstermesi hangi karakteristik özelliğini belirtir?

- A. Adaptasyon
- B. Uyarılabilirlik
- C. Üreme
- D. ATP üretimi
- E. Metabolizma

5 Aerobik enerji sisteminde yağlardan kaç mol ATP elde edilir?

- A. 2 mol
- B. 3 mol
- C. 39 mol
- D. 129 mol
- E. 132 mol

6 “Basit moleküllerden büyük moleküllerin yapılması” aşağıdaki kavramlardan hangisi ile ifade edilir?

- A. Adaptasyon
- B. Homeostaz
- C. Anabolizma
- D. Katabolizma
- E. Gelişme

7 I. Ribozom

II. Mitokondri

III. Endoplazmik retikulum

IV. Lizozom

V. Çekirdekçik

Yukarıdakilerden hangileri hücrenin membranöz yapılarındandır?

- A. I ve II
- B. I, II ve III
- C. II, III ve IV
- D. I, IV ve V
- E. II, III, IV ve V

8 “Birim zamanda ortaya konan iş olarak ifade edilmektedir.” ifadesinde boş bırakılan yere aşağıdakilerden hangisi getirilmelidir?

- A. enerji
- B. güç
- C. iş
- D. kinetik enerji
- E. kuvvet

9 Hücrenin enerji üretim merkezi hangi hücre organelidir?

- A. Ribozom
- B. Golgi aygıtı
- C. Endoplazmik retikulum
- D. Mitokondri
- E. Çekirdek

10 I. Difüzyon

II. Osmoz

III. Fagositoz

IV. Ekzositoz

V. Pinositoz

Yukarıdakilerden hangileri hücre zarında aktif taşıma içerisinde yer alır?

- A. I, II, III ve IV
- B. II, III ve IV
- C. I, II ve IV
- D. II, III, IV ve V
- E. III, IV ve V

1. C

Yanıtınız yanlış ise “Laktik Asit Sistemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. D

Yanıtınız yanlış ise “Aerobik Sistem” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Laktik Asit Sistemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. B

Yanıtınız yanlış ise “Canlı Organizmanın Özellikleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. D

Yanıtınız yanlış ise “Aerobik Sistem” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. C

Yanıtınız yanlış ise “Canlı Organizmanın Özellikleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. C

Yanıtınız yanlış ise “Hücre Sitoplazması ve Organelleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. B

Yanıtınız yanlış ise “Enerji Sistemleri ve Temel Kavramlar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. D

Yanıtınız yanlış ise “Hücre Sitoplazması ve Organelleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. E

Yanıtınız yanlış ise “Hücre Zarındaki Taşıma Olayları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2

Araştır Yanıt Anahtarı

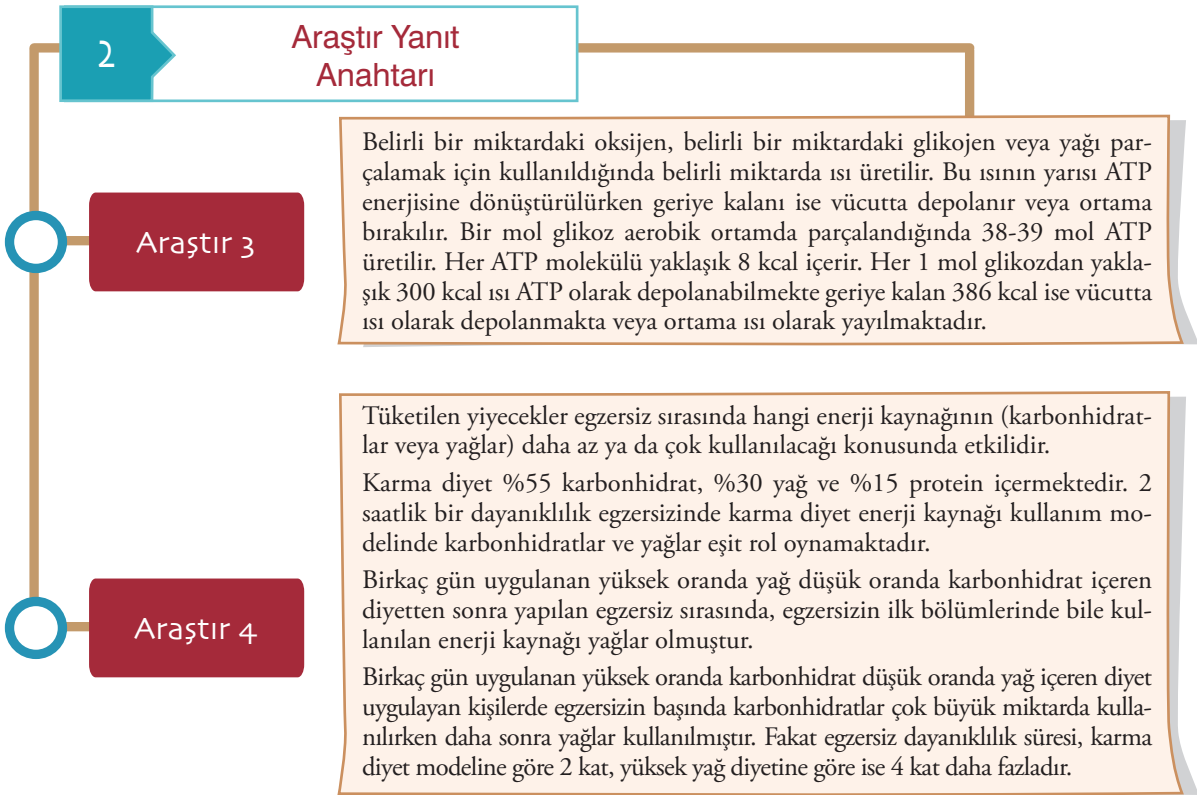
Araştır 1

Antrenman, uyarı ve tepki süreci olarak yorumlanabilir. Spor aktiviteleri, organizmada adaptasyon olgusu yaratırlar. Uyum sağlamada ise başlıca etkenler uyarılardır. Dolayısıyla bir plan ve program çerçevesinde hazırlanan antrenman sürecinin kapsam ve içeriğinde yapılan değişiklikler organizmada morfolojik, fonksiyonel ve biyokimyasal uyumlar sağlayan hareket uyarılarını oluştururlar. Bu hareket uyarılarına ise yüklenme denir. Antrenmanda başlıca temel kavramlar, yüklenme ve uyumdur. Antrenman anında ağır yüklenmeler, önce bireyin organizmasında fizyolojik yorgunluğa sebep olur daha sonra ise yeterli toparlanma evresiyle birlikte organizma fizyolojik uyum sağlar ve sporcuda sporsal verim potansiyeli giderek artar.

Araştır 2

Hücrenin %70-85'i sudan oluşmuştur. Hücre içi sıvı içerisinde protein, karbonhidrat, lipid gibi organik maddeler ve elektrolitler bulunur. Hücrelerde bulunan elektrolitler, vücut sıvılarını düzenledikleri için fiziksel aktiviteler sırasında önem kazanırlar. Tansiyonu normal seviyede tutar, kas ve sinir fonksiyonlarını destekler, enerji seviyesini ve pH dengesini düzenler. Elektrolitler vücuttaki sıvı dengesini sağlayan ve sinir ve kas fonksiyonları için mutlaka gerekli olan maddelerdir.

Özellikle sıcak ve nemli ortamlarda yapılan ve 1 saatten fazla süren egzersizlerde su ve elektrolit takviyesi gereklidir. Sodyum terle kaybolan temel mineraldir. Potasyum, demir, kalsiyum da terle kaybedilebilir. Egzersiz sırasında terleme ile kayıp vücut ölçüsü, egzersiz şiddeti, kondisyon düzeyi, çevre sıcaklığı, nem gibi koşullara bağlı olarak farklılık gösterir. Terle su ve elektrolit kaybı oluşması nedeniyle spor içeceklerini içmeyi tercih ederler. Vücudun su ve elektrolit dengesini sağlamak için su alımı ve atımı dengede tutulmalıdır. Egzersiz sırasında çoğu kişi kendilerini sadece susuzluktan koruyacak kadar su içer. Egzersizi bitirdikten sonra su kaybına uğramış olan bu kişilerin egzersizden sonraki saatler süresince sıvı dengesini sağlamaları gerekir.



Kaynakça

- Champe, P. C. ve Harvey, R. A. (1994). *Biyokimya*. (2. Baskı). A. Tokullugil, M. Dirican ve E. Ulukaya (Çev.) İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.
- Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Ergen, E. (2013). *Egzersiz fizyolojisi ders kitabı*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Ersöz, G. (2016). *Fiziksel uygunluk (fitness) spor ve beslenme ile ilgili temel öğretiler*. (2. Baskı). Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Eşrefoğlu, M. (2009). *Genel histoloji*. Malatya: Medipres Matbaacılık.
- Fox, E. L., Bowers, R. W. ve Foss, M. L. (1988). *Beden eğitimi ve sporun temelleri*. M. Cerit (Çev.). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Ganong, W. F. (1996). *Tıbbi fizyoloji*. (1. Cilt). Ankara: Barış Kitabevi.
- Gelir, E., Koz, M. ve Ersöz, G. (2014). *Fizyoloji ders kitabı*. (6. Basım). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık Eğitimi ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti.
- Guyton, A. C. ve Hall, J. E. (2001). *Tıbbi fizyoloji*. (10. Baskı). Yüce Yayınları ve Nobel Tıp Kitabevleri Ltd. Şti.
- Günay, M., Tamer, K. ve Cicioğlu, İ. (2005). *Spor fizyolojisi ve performans ölçümü*. (3. Baskı). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Muratlı, S., Kalyoncu O. ve Şahin, G. (2007). *Antrenman ve müsabaka*. (2. Baskı). İstanbul: Ladin Matbaası.
- Şemşek, Ö. (2017). "Spor ve Sağlık". N. Mirzeoğlu. (Der.). *Spor bilimlerine giriş*. (215-241). Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Tiryaki Sönmez, G. (2002). *Egzersiz ve spor fizyolojisi*. Bolu: Ata Ofset Matbaacılık.

İnternet Kaynakları

- bilgioloji.com/pages.Erişim tarihi: 28.03.2020.
- biyolojiportali.com. Erişim tarihi: 01.04.2020.
- biyologlar.com/hucre-fizyolojisi. Erişim tarihi: 26.03.2020.
- yenibiyoloji.com. Erişim tarihi: 18.03.2020.

Bölüm 3

Sporda Beslenme I

öğrenme çıktıları

1

Beslenme Kavramı ve Önemi

- 1 Beslenme kavramını ve önemini açıklayabilme

3

Karbonhidratlar ve Metabolizması

- 3 Karbonhidratlar ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

5

Yağlar ve Metabolizması

- 5 Yağlar ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

7

Su ve İçecekler

- 7 Su ve içecekler hakkında bilgi sahibi olabilme

2

Enerji Sistemleri ve Enerji Kaynakları

- 2 Enerji sistemleri ve enerji kaynaklarını açıklayabilme

4

Proteinler ve Metabolizması

- 4 Proteinler ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

6

Vitaminler ve Mineraller

- 6 Vitaminler-mineraller ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

Anahtar Sözcükler: • Spor Beslenmesi • Sporcu Beslenmesi • Vitamin • Mineral • Su • Karbonhidrat • Protein • Yağ



GİRİŞ

Son yıllarda sporun gelmiş olduğu profesyonel düzey sporcunun özellikle de genç-çocuk sporcunun büyüme ve gelişme süreçleri de işin içerisine katılarak düşünüldüğünde beslenme ile ilgili olarak detaylı ve dikkatli olarak planlanması gereken uygulamalara ihtiyaç duyulmaktadır. Beslenme sporcu performansının geliştirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Dengeli beslenmenin sporcunun performansı üzerindeki etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- Sporcunun yoğun antrenman programı içerisinde istenen antrenman uyumlarını gerçekleştirmesi,
- Antrenman sonrası toparlanmanın hızlandırılması, bağışıklık sistemi üzerinde yük oluşturabilecek şiddette antrenman dönemlerinde bağışıklığı destekleme,
- Performansı ve büyüme-gelişmeyi etkileyen önemli faktörlerden biri olan uykunun kalitesini artırma,
- Antrenman sırasındaki konsantrasyon seviyelerini geliştirme,
- Olası sakatlık veya hastalık durumlarında tedavi ve rehabilitasyon süreçlerine katkıda bulunma.

Doğru beslenme uygulamaları ile birlikte organizmaya en uygun miktarda yüklenmenin yapılması kolaylaştırılacak, düzenli bir biçimde yüksek kaliteli yüklenmelerle antrenman programının devam ettirilmesini sağlayacak hızlı ve etkili yenilenme-toparlanma için de beslenme çok önemli bir temel teşkil eder.

BESLENME KAVRAMI VE ÖNEMİ

Sağlıklı gıdalarla, doğru bir şekilde düzenlenmiş bir beslenme planı olmadan hem sporsal verim hem de sağlığın korunup geliştirilmesi mümkün olmayacaktır. Sporcuların kendilerinin, antrenörlerinin ve ailelerinin sporcu beslenmesi uygulamalarıyla ilgili bilgilendirilmesi spor kariyerlerinin başlangıç dönemlerinden itibaren sağlanmalıdır. Antrenmanlar sırasında kaslar daha sık ve daha güçlü kasılır, solunum hızı artar ve aktif kaslar için daha fazla enerji kullanılması gerekir, kalp atım sayısı ve vücuda pompalanan kan miktarı artar. Tüm bu etkenlerin birleşimi olarak sporcular, sporcu olmayanlara kıyasla daha yüksek enerji harcaması-

na sahiptir. Sporcu beslenmesinin planlanmasında antrenmanlarda harcanan enerjinin yerine konulmasına da dikkat edilmelidir.

Organizmanın yaşamını ve fonksiyonlarını sürdürebilmesine olanak sağlayacak şekilde vücut için gerekli enerjinin (enerji veren besin öğeleri olan karbonhidrat, protein ve yağlar) sağlandığı bir beslenme yeterli beslenme olarak tanımlanır.

Dengeli beslenmede ise tanım sadece organizmanın faaliyetlerini devam ettirmesine yetecek oranda beslenmesini değil aynı zamanda tüm besin gereksinimlerinin kişinin ihtiyaçlarına en uygun ve sağlık durumunu koruyacak şekilde karşılanmasını da içerir.

Uluslararası Olimpiyat Komitesi (International Olympic Committee, IOC) besini; sağlığın ve vücut fonksiyonlarının korunması ve yaşamın ve büyümenin sürdürülmesi için tüketilen gıda maddeleri olarak tanımlamaktadır. Besin öğeleri ise yiyeceklerde bulunarak organizmanın enerji ihtiyacının karşılanmasında, büyümenin desteklenmesinde, vücut dokularının onarımında görev alan ve yaşamsal faaliyetin devam ettirilmesi için hayati öneme sahip organik ve inorganik maddelerdir.

Sporcunun yaşam tarzı ve organizma üzerine büyük yükler bindiren fizyolojik yüklenmeler içeren antrenman programları günlük enerji gereksinimini sıradan bir insana göre çok yüksek miktarlara çıkarmaktadır. Üst düzey dayanıklılık sporcularında günlük kalori ihtiyacının 10.000 kilokalori civarında ve üstünde olduğu birçok örnek bulunmaktadır. Bunun yanı sıra antrenmanlardaki reaksiyon, konsantrasyon vb. parametrelerin de uygun şekilde düzenlenmesinde doğru beslenme önemli yer tutar. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında beslenmenin planlanmasında sporcunun ve spor dalının özelliklerine uygun bir sporcu beslenmesi uygulaması önem taşımaktadır.

Sporcu beslenmesinde öncelik sağlığın korunmasıdır. Sporcu sağlıklı olduğu sürece antrenmana adaptasyonu artacak, antrenmana verdiği cevap ve toparlanması daha iyi olacak, antrenman sırasındaki fizyolojik ve bilişsel performansı daha yüksek olacak, doğru beslenme ile aşırı yüklenmenin getireceği bağışıklık sistemi baskılanmalarının önüne geçilerek antrenman yılı içerisinde geçireceği hastalık günleri ve sakatlanma riski azalacak, hastalık ve dolayısıyla aktif olarak katılacağı ant-

renman sayısı daha fazla olabilecektir. Sporcunun kamp, yarışma veya maç için yapacağı şehir veya ülke dışı seyahatler sırasında maruz kalabileceği farklı koşullara (nem, sıcaklık, yükselti vb.) uyum sağlamasının kolaylaşmasında da doğru beslenme önem arz etmektedir.

Özellikle büyüme dönemindeki çocuk ve genç sporcuların organizmalarının maksimum potansiyellerine ulaşacak şekilde büyümelerini tamamlamalarında uygun bir beslenme planının önemi göz ardı edilemez. Bu gruba dâhil sporcular beslenme ile ilgili bilgileri çoğunlukla antrenörlerinden aldıkları için antrenörlerin sporcu beslenmesine ilişkin bilgilerinin geliştirilmesi sporcunun büyüme ve gelişmesine ve direkt olarak sağlığı ve dolayısı ile sportif performansına etki edeceğinden hayati öneme sahiptir. Çocuk sporcularda enerji gereksinimi daha fazla olacağından uygun bir büyüme ve gelişme için bu ihtiyacın karşılanması, aynı zamanda da sağlıklı beslenme alışkanlıklarının küçük yaşta kazandırılması gerekmektedir. Burada antrenörün, sporcunun ailesi ile doğru iletişimi kurup çocuğun evinde de sağlıklı beslenme uygulamalarının yapılması konusunda yol gösterici olması yerinde olur. Sporcularda enerji gereksinimi yaş, cinsiyet, vücut kompozisyonu, yapılan antrenmanın türü, antrenman yapılan yerin çevresel koşulları (zemin özelliği, sıcaklık, nem, yükselti vb.) gibi etkenlere göre bireysel farklılıklar içerir.

Enerji ihtiyacı açısından çocuk sporcular yetişkinlerden farklılık gösterirler. Vücut ağırlığının kilogramı başına enerji harcaması çocuk ve ergenlerde daha yüksek seyreder. Öyle ki 7 yaşında bir çocuğun kilogram başına enerji harcaması, bir yetişkinden yaklaşık %25 kadar daha yüksek olacaktır. Buna çocuklarda kassal gelişim tam olarak gerçekleşmediği için kaslar arası koordinasyon konusundaki yetersizlik sebep olarak gösterilebilir. Çocukların yüksek enerji ihtiyacı düşünüldüğünde 8-10 yaş grubu çocuklar için yetişkinlere kıyasla %20-25, 11-14 yaş grubu için ise %10-15'i kadar daha fazla kalori tüketilmesi gereklidir. Sporcu ço-

cuklarda enerji alımının yetersiz olması ergenlikte gecikmeye, boy uzamasının olumsuz etkilenmesine, kemik yapısının gelişiminde problemlere, sakatlık riskinde artışa, sakatlık ve hastalıklar sonrası spora dönüş süresinin uzamasına, menstrüasyon döngüsünde düzensizliklere, vücut sıvı dengesindeki yetersizliklere ve hayati önemdeki besin öğelerinin eksik alınması ile oluşan hücresel zararlara yol açarak büyüme ve gelişme üzerinde ciddi olumsuz sonuçlara yol açar. Ergenlik dönemine ait enerji ihtiyacını belirleyebilmek için aşağıdaki formülü kullanılabilir.

Tablo 3.1 Çocuk ve Ergenlerde Yaş Gruplarına ve Cinsiyetlere Göre Enerji Harcamasının Hesaplanması.

YAŞ (Yıl)	ERKEK (kkal/gün)	KADIN (kkal/gün)
10-12	$36.5^* \times A^{**} \times 1.75^{***}$	$33.0^* \times A^{**} \times 1.64^{***}$
12-14	$32.5 \times A \times 1.78$	$28.5 \times A \times 1.55$
14-16	$29.5 \times A \times 1.60$	$26.5 \times A \times 1.55$
16-18	$27.5 \times A \times 1.60$	$25.5 \times A \times 1.53$

*Bazal Metabolizma Hızı, ** Vücut Ağırlığı ***Fiziksel aktivite standardı

Örneğin: 14 yaşında 55 kg erkek bir ergenin günlük enerji ihtiyacı;

$32,5 \times A \times 1,78 = 32,5 \times 55 \times 1,78 = 3182$ kkal/gün. Eğer ergen sportif aktivite olarak futbol oynuyorsa sportif aktivite için gerekli enerji hesaplanır ve günlük enerjiye eklenir.

Futbol oyunu için enerji: Genelde oyunlarda $6,9$ kkal/kg x vücut ağırlığı x saat

Maç: 10 kkal/kg x vücut ağırlığı x saat.

Örneğin; çocuk günde 1.5 saat futbol antrenmanı yapıyorsa 55 kg x $6,9$ kkal x $1,5$ saat = 569 kkal (Çocuğun antrenmanı için gereken enerji ihtiyacı).

Sporcu gencin toplam günlük alması gereken enerji ihtiyacı, bulunan kalori değerlerinin toplamı belirlir. $3182 + 569 = 3751$ Kkal



ENERJİ SİSTEMLERİ VE ENERJİ KAYNAKLARI

Bilimsel olarak bir gram suyun sıcaklığını bile bir derece artırabilmek için gereken enerji miktarına kalori denir. Kalori, atmosfer basıncında 1 gram suyun sıcaklığını 1°C yükseltilmesi için gerekli olan enerji miktarıdır. Bir kilokalori (kcal) 1000 kaloriye eşittir. Kalori, joule terimi ile de belirlenmektedir. Bir kalori yaklaşık 4,184 joule'e eşittir. Bir gıdanın vücutta kullanılabilme üzere metabolize olması ile enerjiye dönüşümü gerçekleşir ve bu sindirim süreci sonrası vücudun gereksinim duyduğu enerji sağlanır. Bir gram karbohidrat 3.75 kilokalori (16 kilojoule, çoğunlukla 4 kilokaloriye yuvarlanır), bir gram yağ 9 kilokalori (37 kilojoule), bir gram protein ise 4 kilokalori (17 kilojoule) enerji verir. Vücutta alınan gıdaların kimyasal tepkimeler yoluyla dönüştürülmesi sonucu ortaya çıkan enerji büyüme ve gelişmenin sağlanması, hücredeki yapım ve onarım faaliyetlerinin sağlanması, vücut organlarının verimli çalışmasının devam ettirilmesi, normal metabolizma ve antrenman sonucu ortaya çıkan gereksiz ve zararlı maddelerin vücuttan uzaklaştırılması, vücut sıcaklığının ayarlanması ve korunması, günlük fiziksel hareketlerin yapılması için kullanılır.

Tablo 3.2 Besin Öğelerinin Verdikleri Enerji Miktarları.

Vücutta Enerji Oluşturan Besin Öğeleri ve Bir Gramlarının Sağladığı Kalori Miktarları			Enerji Oluşumuna Yardımcı Olan Besin Öğeleri (kalorisi yoktur)
	(Kkal)	(kj)	
KARBONHİDRATLAR	4,1*	17**	VİTAMİNLER
PROTEİNLER	4,3	17	MİNERALLER
YAĞLAR	9,3	39	SU

*1kcal = 4,2kj **1kj = 0,24kcal

Organizmadaki Enerji Kaynakları ve Metabolizması

Hayatın sürdürülebilmesi için gerekli olan ve hücrede oluşan tüm kimyasal değişiklikler metabolizma olarak tanımlanır. Metabolizma organizmanın tüm yapım ve yıkım süreçlerini kapsamaktadır. Dinlenme durumunda vücut sıcaklığının korunması ve hücre aktivitelerinin devamı için enerji harcanmaya devam eder. Bireyin günlük enerji harcaması, günlük olarak ihtiyaç duyduğu enerji miktarını da belirlemektedir. İnsanlarda enerji ihtiyacı organ ve vücut sistemlerinin çalışması ve günlük vücutsel hareketler için gerekli enerji olarak tanımlanabilecek bazal metabolizma, besinlerin termik etkisinin (besinlerin sindirimi için harcanan vücutta oluşan ısı artışı sonucu harcanan enerji) ve fiziksel aktivite için harcanan enerjinin toplanması ile bulunur. Buna antrenmanlarla harcanan enerji de dâhil edilir. Normal bir diyetle besinlerin

termik etkisi bazal metabolizma ve fiziksel aktivite için harcanan toplam enerjinin %10'u civarındadır. Karbonhidrat ve yağların tüketimi sonrası metabolizma hızındaki artış bazal enerjinin %6'sı, protein tüketimi sonrası ise yaklaşık %30'u kadardır.

Günlük harcanan enerjinin yaklaşık %60-75'i bazal metabolizma için harcanır. Yağsız vücut kütlesi miktarı yüksek olan, kas miktarı fazla kişilerin metabolizma hızları daha yüksektir. Benzer şekilde erkeklerin kadınlardan daha yüksek bazal metabolizmaya sahip olduğu bilinmektedir. Yaş, beslenme durumu, hormonal fonksiyonlar (özellikle tiroid hormonları), menstrüasyon döngüsü, açlık süresi, uyku, ortam sıcaklığı gibi faktörler de bazal metabolizmayı etkiler. Bazal metabolizma hızının hesaplanmasında kullanılan birçok formül içerisinde pratikte en fazla kullanılan Harris-Benedict formülüdür. Erkek ve kadınlara yönelik bazal metabolik hız aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

Erkekler: $66,5 + (13,75 \times A) + (5,03 \times B) - (6,75 \times Y)$

Kadınlar: $655,1 + (9,56 \times A) + (1,85 \times B) - (4,68 \times Y)$

Kısaltmalar: A: Vücut ağırlığı (kilogram); B: Boy uzunluğu (santimetre); Y: Yaş (yıl).

Bu ve benzer formüllerin dışında bazal metabolik hızın yağsız vücut kütlelerinden (Lean Body Mass, LBM) faydalanılarak yapılan hesaplamaları da mevcuttur. Örnek olarak Cunningham formülü aşağıdaki gibi uygulanabilir.

YVK (erkek): $(79,5 - 0,24 \times A - 0,15 \times Y) \times A / 73,2$

YVK (kadın): $(69,8 - 0,26 \times A - 0,12 \times Y) \times A / 73,2$

Kısaltmalar: A: Vücut ağırlığı (kg); Y: Yaş (yıl).; YVK: Yağsız vücut kütlesi.

Bu formülle yağsız vücut kütlesi tespit edildikten sonra bazal metabolik hız ise $500 + 22 \times \text{yağsız vücut kütlesi}$ şeklinde hesaplanabilir.

Egzersizde Kullanılan Enerji Sistemleri

Hücre içerisindeki metabolik faaliyetler için gerekli enerjiyi sağlayan organik molekül ATP (adenozintirifosfat) olarak adlandırılır. ATP'nin kimyasal olarak parçalanmasıyla açığa çıkan enerji kas kasılması, sinir uyarımı, hücre büyümesi gibi fizyolojik süreçlerde görev alır. ATP molekülünün yapısında adenin (azotlu organik baz), riboz ve üç fosfat grubu yer alır. Bir ATP molekülünün yıkımı sonrasında 7-12 kilokalorilik enerji ortaya çıkar. Vücutta kas dokusu hücrelerinde depo edilen ATP'nin miktarı sınırlı olduğundan (80-100 gram) enerji metabolizmasında kullanılan ATP sürekli olarak yenilenir. Yağlar ve karbonhidratlar temel enerji kaynağı olarak kullanılmasına karşın ATP'nin yeniden sentezi için gereken enerjinin bir bölümü oksijene gerek kalmadan kreatin fosfat denilen yüksek enerjili fosfat bileşiğinden sağlanır. Kreatin fosfat da ATP gibi vücutta sınırlı miktarda depolanabilir. ATP-Kreatin fosfat döngüsü ile enerjinin sağlandığı, kısa süreli, yüksek şiddetli egzersizlerde kullanılan bu sisteme ATP-CP (creatine phosphate) veya fosfojen sistemi adı verilir.

Egzersiz sırasında kreatin fosfat depoları da boşaldığında karbonhidratlar parçalanarak ATP yeniden sentezi için gerekli enerji sağlanır. Karbonhidratlar vücutta glikoz adı verilen basit şekere dönüşür, bu haliyle kullanılır veya daha sonra kullanılmak üzere karaciğer ve kaslarda glikojene çevrilerek depolanır. Enerji üretimi sırasında karbonhidrat (glikoz) kısmen parçalanarak pirüvik asit denen bir ara maddeye dönüşür, bu sırada ATP üretimi gerçekleşir, kaslarda yeterli oksijenin olmadığı durumlarda bu oluşan pirüvik asit laktik aside dönüşür. Bu enerji sistemi oksijen yokluğunda gerçekleştiğinden anaerobik glikoliz olarak isimlendirilir. Bu enerji yolunda son ürün olarak laktik asit oluştuğundan sisteme laktik asit sistemi de denilmektedir. Laktik asit sistemi 1-3 dakika arasında süren yüksek yoğunluklu aktiviteler (100 metre-200 metre yüzme, 400-800 metre koşu vb.) sırasında gerekli enerjiyi sağlar. Laktik asidin miktarının kasta ve kanda artışı performansı sınırlayıcı bir faktördür. İnsan vücudu belirli miktarlarda laktik asidi

tolere edebilir, dinlenik durumda vücutta yaklaşık 1mmol/L miktarında bulunan laktik asit, yüksek şiddetli bir antrenman sonrasında 20 mmol/L civarında değerlere ulaşabilmektedir. Laktik asit miktarı yükseldiğinde vücutta asit-baz dengesi bozulur ve oluşan asidik ortam kas kasılmalarının kalitesinde düşüşe yol açar. Enerji üretim süreçleri sırasında ortamda oksijenin varlığıyla birlikte karbonhidrat, yağ ve proteinler oksijen eşliğinde parçalanarak karbondioksit ve su açığa çıkar, birçok karmaşık kimyasal reaksiyon sonucunda yüksek miktarda ATP üretilir. Bu sisteme oksijenli ortamda gerçekleştiği için aerobik sistem veya oksidatif sistem adı verilir. Aerobik metabolizmanın etkin olarak kullanımını belirleyen önemli faktörlerden biride sporcunun maksimal oksijen tüketim kapasitesi (veya VO2Maks) dir. Sporcunun oksijen kullanımı arttıkça üretebileceği ATP miktarı da artacak ve antrenman sırasında daha geç yorulur, daha yüksek şiddetlerde güç üretimine, daha uzun süre devam edebilecektir. Dinlenimde 0.2-0.3. litre/dakika civarında olan oksijen tüketimi maksimum şiddette bir antrenmanda genetik, cinsiyet, antrenman durumu gibi birçok faktörle de ilişkili olarak 3-6 litre/dakika oksijen tüketimi değerleri görülebilir.

Dinlenim durumunda gerekli enerji çok büyük oranda yağlardan karşılanırken, antrenmandaki enerji kaynaklarının kullanımı antrenmanın tipi, şiddeti, süresi gibi etkenlere bağlı gerçekleşir. Antrenman sırasında hangi enerji sistemlerinin kullanıldığı ile ilgili egzersizin şiddeti ve antrenman sırasındaki toparlanma aralarının süresine bağlı olarak ortamdaki oksijenin ve dolayısıyla laktik asidin varlığı (veya yokluğu) önemlidir. Kısa süreli, yüksek şiddetli antrenmanlarda enerji sağlanan temel kaynaklar karbonhidrat iken ATP büyük çoğunlukla oksijensiz (anaerobik) yoldan ATP-CP ve laktik asit sistemlerinden sağlanır. Antrenmanın süresi 10 dakika ve üzerine çıktığında enerjinin büyük çoğunluğu aerobik sistem aracılığı ile karşılanır ve karbonhidratlar baskın enerji kaynağıdır. Antrenmanın süresi 60 dakikanın üzerine çıktığında ise sınırlı olan kas-karaciğer karbonhidrat kaynakları (glikojen) tükenmeye başlar ve bu durum önemli bir performans kısıtlayıcı faktördür. Glikojen tükenme zamanı antrenman düzeyi, antrenman öncesinde glikojen depolarının doluluk durumu, genetik yapı, antrenman sırasındaki beslenme durumu gibi faktörlerden önemli ölçüde etkilenir.



Öğrenme Çıktısı

2 Enerji sistemleri ve enerji kaynaklarını açıklayabilme

Araştır 2

Vücutta kullanılan enerjinin organizmadaki fonksiyonlarını açıklayın.

İlişkilendir

Ortamda oksijenin varlığı ile aerobik enerjisi sisteminin ilişkisini değerlendirin.

Anlat/Paylaş

Kısa süreli, yüksek şiddetli antrenmanlarda etkin olan enerji sistemini anlatın.

KARBONHİDRATLAR VE METABOLİZMASI

Karbonhidratlar yaşamsal faaliyetin devamı için hayati öneme sahiptir. Vücudun temel enerji kaynağı olmasının yanı sıra kan dolaşımının düzenlenmesinde, kas ve karaciğer dokularının organizasyonunda, hücre işlevlerinin sağlanmasında, vücutta sıvı ve elektrolit dengesinin korunmasında ve beynin en önemli yakıtı glikoz olduğundan bilişsel fonksiyonların sağlanmasında önemli görevler alır. Karbonhidrat içeriği zengin olan tahıllarda bolca bulunan diyet lifleri sindirim sisteminin verimini artırmakla birlikte, kalp ve damar sağlığı için yeterli miktarda alınması önem arz etmektedir.

Karbonhidratlar ve Sınıflandırması

Karbon, hidrojen ve oksijen elementlerinin birleşiminden oluşan karbonhidratların 1 gramı yaklaşık 4 kilokalorilik enerji vermekte ve insan beslenmesinde önemli yer tutmaktadır. Basit ve kompleks karbonhidratlar olmak üzere iki temel sınıfta değerlendirilir. Basit karbonhidratlar çok kolay ve hızlı bir şekilde sindirilebilen bir veya iki birim şekerden meydana gelir. Monosakkaritler bir birim şeker içerirken, disakkaritler iki birim şeker içerirler. Kas kasılmasında kullanılarak enerji sağlayan ATP üretiminde görev alan glikoz beslenmede en çok kullanılan monosakkarit çeşitlerindendir. Diğer beslenmede sıklıkla yer alan monosakkaritler ise galaktoz (süt şekeri) ve fruktoz (meyve şekeri) dur. Monosakkaritlerin birleşmesi ile oluşan disakkaritler grubunda ise beslenmemizde en çok yer alanlar laktoz (glikoz+galaktoz, süt şekeri), sukroz (glikoz+fruktoz, sofrta şekeri) ve maltoz (glikoz+glikoz, tahıl şekeri)dur.

Üç veya daha fazla şeker birimi içeren karbonhidratlara polisakkaritler adı verilir ve tüm enerji metabolizmasında yer alarak sıklıkla kullanılırlar. Glikoz insan vücudunda kas ve karaciğerde glikojene dönüştürülerek depolanır ve enerji için kullanılır. Bitkilerin yapısında ise nişasta ve selüloz olarak yer alır. Basit karbonhidratlara örnek olarak çay şekeri, bal, reçel, helva, pekmez, süt, gazlı içecekler, marmelat, şekerlemeler, şeker katkılı besinler gibi yiyecekler verilebilir. Ekmek, pirinç, makarna, meyveler, sebzeler, tahıllar, kuru baklagiller gibi gıdalar ise kompleks karbonhidrat grubundadır. Basit karbonhidratların sindirim sisteminde kalma süresi daha kısa olduğundan kompleks karbonhidratlara kıyasla daha hızlı emilir ve sindirilirler. Alınan birim besin başına kan şekerini yükseltme hızını gösteren glisemik indeks bakımından da basit karbonhidratlı gıdaların daha yüksek değerlerde olduğu bilinmektedir. Sporcuların beslenmesinde kompleks karbonhidratlara sıklıkla yer verilmelidir. Günlük karbonhidrat alımının %80-85'lik kısmını kompleks karbonhidratlar oluşturmalıdır.

Karbonhidratlar vücutta karaciğerde glikojen olarak 100 gram, kasta glikojen olarak 300-400 gram olarak depolanır. Yaşamsal faaliyet için önemli ancak enerji metabolizmasına katılımı sınırlı olan kanda ise glikoz olarak 15-20 gramlık miktarlarda depolanır. Bu sınırlı depolar uzun süreli açlık ve antrenman gibi etkenlerle birlikte sürekli olarak boşalır ve dinlenme süreçlerindeki

beslenme uygulamaları ile birlikte yeniden doldurulmaları sağlanır. İyi planlanmış, düzenli bir antrenman programı ile depoları düzenli olarak boşaltarak, sonrasındaki beslenmeleri ile yeniden dolduran sporcular vücudun bu döngüye sağlayacağı uyumlarla birlikte kas ve karaciğer glikojen depolarının miktarını 2 katına kadar artırabilir. Karaciğer glikozu daha çok açlık dönemlerinde kan şekerinde oluşan düşmelerin normale döndürülmesinde görev alır ve 24 saatlik açlık sonrasında neredeyse tamamen boşalır. Antrenmanlar arasında uzun açlık süreleri olduğu durumlarda da karaciğer glikojen depolarının doyunluğunu korumak için karbonhidratlı besinler tüketilmelidir. Antrenmanın iskelet kasının vücutta mevcut kimyasal enerjinin mekanik enerjiye dönüştüğü bir biyolojik olaylar zinciri olduğu ve kasların ihtiyaç duyduğu hareketi yapabilmek için kullanacağı mekanik enerjiyi vücuda gıda olarak aldığı ve bunu kimyasal enerjiden mekanik enerjiye çevirdiği bilinmektedir. Özellikle uzun süreli ve maksimal altı şiddette (submaksimal) yapılan antrenmanlar öncesi, sırası ve sonrasında karbonhidrat ağırlıklı bir beslenmenin performansa önemli oranda destek olacağı saptanmıştır. Aerobik enerji sisteminin baskın olduğu uzun mesafe sporlarında veya bu sistemin baskın olduğu tür antrenmanlarda yüksek karbonhidratlı bir beslenme sporcunun daha yüksek antrenman şiddetlerinde daha uzun süre performans göstermesini sağlayarak üst düzey antrenman uyumunun sağlanmasına katkıda bulunacaktır.

Sporcu olmayan bireylerde günlük beslenmede karbonhidratların yaklaşık toplam kalori alımının %50'sini oluşturması önerilirken sporcularda bu oran branş, yaş, antrenman dönemi gibi faktörlerden etkilenmekle birlikte %60-65 civarındadır ve dönemine göre %70'e kadar çıkabilmektedir. Karbonhidrat ihtiyacının bireysel olarak farklılıklar gösterebileceği göz ardı edilmemekle birlikte kullanım miktarı ile ilgili genel bazı tavsiyeler verilebilir. Günde 1 saatten az antrenman yapılan günlerde vücut ağırlığının kilogramı başına 3-5 gram/gün, günde 1 saat antrenman yapıldığı durumlarda vücut ağırlığının kilogramı başına 5-7 gram/gün, günde 1-3 saat antrenman yapıldığı durumlarda vücut ağırlığının kilogramı başına 6-10 gram/gün, günde 4-5 saat ve üzerinde antrenman yapıldığı durumlarda vücut ağırlığının kilogramı başına 10-12 gram/gün karbonhidrat tüketilmesi gerekmektedir.

Karbonhidrat Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi

Kas glikojen depoları maksimal oksijen tüketiminin %65-80'i şiddetinde yapılan antrenmanlarda 90. dakikadan itibaren boşalacaktır. Benzer şekilde 90'ar saniyelik yüksek şiddetli (maksimal oksijen tüketiminin %90-130'u) intervaller şeklinde yapılacak 20-30 dakikalık bir antrenmanda da glikojen depoları tükenecektir. Depoların boşalma zamanını etkileyen faktörlerden biri de antrenman başlangıcındaki doluluk durumlarıdır. Antrenman öncesi büyük öğün bireyler arası farklılıklar göstermesine karşın yaklaşık antrenmanın 3 saat öncesinde tüketilmeli ve yüksek oranda düşük-orta glisemik indekse sahip katı karbonhidratları içermelidir (%60-65, 3-5 gram/kilogram). Antrenman öncesi büyük öğün sindirim rahatsızlıklarına yol açma riskinin azaltılması açısından düşük yağlı ve düşük posalı olarak planlanmalıdır. Yemek sonrası antrenmana kadar geçen sürede kan şekerini düzenlemek için bir miktar karaciğer glikojeni kullanılacağından bunun da yerine konması için sıvı-jel formda 1-2 gram/kilogram karbonhidrat yirmişer dakikalık aralıklarla tüketilmelidir. Antrenmandan 1 saat öncesinden başlayarak katı gıda tüketiminden kaçınmak yerinde olacaktır.

Antrenman sırasında vücut sıvı ve elektrolit dengesindeki bozulmalar ve glikojen depolarının boşalması performansı olumsuz etkileyen faktörlerdendir. Bu bakımdan antrenman sırasında karbonhidrat tüketimi glikojen depolarının boşalma süresini geciktirerek yorgunluğa ulaşılan süreyi uzatacak, daha yüksek hareket kalitesi ve hızında daha uzun süre antrenman yapılabilmesine olanak sağlayacaktır. Kan glikozunun da dengesinin korunması ile birlikte dikkat ve konsantrasyonun korunmasına da yardımcı olacaktır. Bunun için %6-8 oranında karbonhidrat içeren sporcu içeceklerinden her 15 dakikada bir 200 ml civarında (karbonhidrat miktarı olarak saat başına 0,7 gram/kilogram veya saat başına 60 gram), bir miktar soğuk su ile birlikte tüketilmelidir. Aşırı sıcak havalarda (30 derece üzeri) ve nemli ortamlarda yapılan antrenmanlarda veya antrenmanın süresi 3 saate yaklaşıyorsa gereken karbonhidrat

miktarı %50 artacaktır (saat başına 90 gram, 15-20'er dakikalık aralıklarla) ve buna göre tüketim düzenlenmelidir.

Antrenman sonrası beslenmede de yüksek karbonhidratlı diyet devam ettirilmelidir. Doğru bir beslenme ile en az 24-48 saatlik bir sürede yeniden dolabilen glikojen depoları, düşük karbonhidratlı ve düşük enerjili bir diyetle ise ancak 72 saatte yeniden tamamen doyumluğa ulaşır. Antrenman sonrası glikojen depolarının toparlanmasında yüksek glisemik indeksli karbonhidratlar metabolik olarak daha avantajlı olduğundan gün içindeki toplam karbonhidrat alımı içerisinde tüketilmesi gereken %10-15'lik basit karbonhidratı (basit karbonhidratlar çoğunlukla yüksek glisemik indekslidirler) antrenmandan sonraki ilk 6 saat içerisinde tüketmek doğru bir uygulama olacaktır. Özellikle de antrenmandan sonraki ilk 2 saat glikojen yeniden dolumu için kritiktir. Bundan dolayı en ideal uygulamada antrenman biter bitmez en kısa sürede 1,5 gram/kilogram yüksek glisemik indeksli karbonhidrat (ve yanında karbonhidratın 3'te biri oranında protein) tüketimi ve sonraki 5 saat süresince 45-60 dakikalık aralıklarla 1,2 gram/kilogram karbonhidrat tüketiminin (yine uygun oranda proteinle birlikte) sağlanmasıdır.

Hedef antrenman veya yarışmalar öncesinde vücut glikojen depolarının artırılması amacıyla yapılan karbonhidrat yükleme yöntemlerinden geçmişte kullanılan klasik yöntemde yoğun antrenmanla birlikte karbonhidrat tüketimindeki ani ve çok fazla düşüşlerin metabolizmayı fizyolojik ve psikolojik anlamda zorlayarak performans bozulmalarına yol açtığı görüldükten sonra bir takım düzenlemeler yapılmıştır. Günümüzde önerilen modern karbonhidrat yükleme yönteminde yarışmadan 5-7 gün öncesinden başlayarak karbonhidrat tüketimi 10-12 gram/kilogram seviyelerine çıkarılırken, antrenman yoğunluğu her geçen gün aşamalı olarak azaltılmaktadır. Yükleme işlemi sırasında glikojenin gramı başına 3 gram su da vücutta tutulacağından özellikle sıklet sporcusu vb. sporcu gruplarında bu uygulamalar daha kontrollü ve dikkatli yapılmalı, gerektiğinde kilogram başına karbonhidrat miktarı bir miktar düşürülmelidir.

Tablo 3.3 Karbonhidrat içeren bazı besinlerin glisemik indeks değerleri.

BESİNLER	ÖLÇÜ	GLİSEMİK İNDEKSLERİ
Yüksek Glisemik İndeksli Besinler (100-60)		
Glikoz	50 gr	100
Fırında patates	2 OB	98
Pişmiş Havuç	2 BB	92
Bal	4 YK	87
Mısır Gevreği	2 SB	83
Beyaz Pirinç	½ ÇB	72
Kepek Ekmeği	2 OD	72
Beyaz Ekmek	2 OD	69
Mars Çikolatalı Bar	10 parça	68
Kuru Üzüm	½ SB	64
Muz	4-5 Adet	61
Orta Glisemik İndeksli Besinler (60-40)		
Mısır	1 BSB	58
Müsli	1 OF(74 gr)	56
Bezelye	1 ½ ÇB	51
Beyaz Hamur İşi	2 OD	50
Yulaf	¾ SB	49
Portakal Suyu	1 SB	46
İşlenmemiş Buğdaylı Ekmek	3 Dilim (100gr)	46
Portakal	2 OB	43
Üzüm	2 SB	43
Çavdar Ekmeği	2 OD	42
Düşük Glisemik İndeksli Besinler (40 - >)		
Elma	3 KB	39
Makarna	1 OF (200gr)	37
Dondurma	10 Top	36
Tam Yağlı Süt	1000 ml	34
Kuru Fasulye	1 ÇB	33
Az Yağlı Meyveli Yoğurt	2 x 150 gr	33
Mercimek	1 ÇB	29
Çiğ Havuç	2 SB	16
Fıstık	2 SB	11

Ç.B = Çay Bardağı; S.B = Su Bardağı, O.D. = Orta Dilim, O.F. = Orta Fincan, Y.K. = Yemek Kaşığı

Kaynak: Pehlivan, 2009.

Öğrenme Çıktısı



3 Karbonhidratlar ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

Araştır 3

Antrenman sırasında karbonhidrat alımının önemini açıklayın.

İlişkilendir

Yüksek karbonhidratlı beslenme ile antrenman performansı ilişkisini değerlendirin.

Anlat/Paylaş

Basit ve kompleks karbonhidratların farklarını anlatın.

PROTEİNLER VE METABOLİZMASI

Antrenmanlarla oluşan yoğun yüklenmeler sonucu hücrelerde oluşacak yıpranma ve hasarların tamirindeki önemli rolleri ile proteinlerin sporcunun beslenmesinde hayati bir önemi vardır. Sporcunun beslenmesinin karbonhidrat miktarı ve kalitesi bakımından yeterli olması proteinlerin enerji metabolizmasına katılımını azaltarak asli görevleri olan kas dokusu onarımı ve korunmasına daha fazla katkıda bulunmasını sağlayacaktır. Tüm spor dallarında uygun protein kullanımı önemlidir, öyle ki dallı zincirli aminoasitler (lözin, izolösin ve valin) antrenman süresinin 2 saate yaklaştığı bir antrenmanın son dönemlerinde enerji üretimine önemli katkıda bulunurlar. Bu bakımdan yüksek karbonhidratlı bir beslenme planlanırken proteinlerin yeterince alınması da göz ardı edilmemelidir. Hem bir önceki paragrafta açıklanan enerji üretimi katkısı görevi hem de antrenman sonrası oluşacak kas hasarı (özellikle de eksantrik kas kasılmalarını içeren tepe koşuları vb. antrenmanlardan sonra) onarımı ve kas enine kesit alanının artırılmasında proteinlerin uygun miktar ve kalitede tüketilmesi gerekmektedir.

Proteinlerin onarım görevi, çocuk sporcunun büyüme ve gelişmesi için de önemlidir. Proteinler ayrıca kanda oksijeni taşıyan protein olan hemoglobinin üretiminde, vücut faaliyetlerinde görevleri olan enzim ve hormonların yapımında, bağışıklık sisteminde görev alan antikorların üretiminde, asit-baz dengesinin korunmasında, hücre içi ve dışı sıvı dengesinin sağlanmasında, kas büyümesi, gelişmesi ve antrenman sonrası hasara uğrayan dokuların ta-

mirinde ve yenilenmesinde, hücre bölünme ve büyümesinde, yaraların iyileşmesi süreçlerinde, bazı vitaminlerin yapımında, hücre zarının yapısına katılarak madde taşınımında da görev yapmaktadır.

Proteinler ve Sınıflandırması

Proteinlerin yapı taşları aminoasitlerdir ve bilinen 22 aminoasitten 8 tanesi vücut hücreleri tarafından sentezlenemez ve mutlaka dışarıdan besinlerle alınmaları gerekir. Bu özellikleri dolayısı ile bu aminoasitler esansiyel (veya elzem) aminoasitler olarak adlandırılmaktadır. Lösin, izlösin, valin, fenilalanin, lizin, treonin, metionin ve triptofan bu gruba dahildir. Histidin ve arginin çocukluk döneminde özellikle de ilk yıllarda vücutta üretilemez ve çocuklar için esansiyel aminoasitlerdir. Esansiyel aminoasitler haricindeki diğer aminoasitler ise yağ, amonyak ve karbonhidrat metabolizması sonucu vücutta üretilbilir ve bundan dolayı esansiyel olmayan aminoasitler olarak isimlendirilirler. Esansiyel olmayan aminoasitlerden glutamik asidin spor performansında önemli etkileri gösterilmiştir. Büyüme ve gelişmede, beyin ve sinir sisteminin olgunlaşmasında, sporcunun reaksiyon, dikkat ve konsantrasyonun gelişiminde glutamik asidin önemli etkileri olduğu gösterilmiştir. Glutamat ve alanin ise karaciğerde glikoza dönüştürülerek kana salınır ve kan şekeri düzeyinin korunmasına yardımcı olurlar. Esansiyel aminoasitlerin en önemlilerinden lözin, izolösin ve valin'den oluşan dallı zincirli aminoasitler özellikle de vücut glikojen depolarının tükendiği antrenmanın ileri evrelerinde enerji üretimi için kasta kullanılırlar ve toplam enerji üretimine %10 civarında bir katkı sunarlar.

Protein kalitesi olarak hayvansal ve bitkisel proteinler arasında önemli farklar bulunmaktadır ve bu farkların nedeni proteinlerin sindirilerek vücutta kullanılabilir hale getirilebilme yüzdelerinin hayvansal protein kaynaklarında bitkisel proteinlere kıyasla ciddi oranda daha yüksek olmasıdır. Örneğin sindirilebilirlik anlamında en uygun protein kaynaklarından olan yumurta, et ve sütün %91-100'ü vücutta kullanılabilirken bu oran tahıl ürünlerindeki proteinde %79-90, kurubaklagillerde ise %69-90'dır. Protein kalitesi açısından yumurta ve anne sütü en başta gelen protein kaynaklarıdır. Hayvansal protein içeren gıdaların içeriğindeki aminoasit profili de daha kalitelidir. Hayvansal proteinlerde esansiyel aminoasit içeriği sporcunun performans ihtiyacına cevap verecek miktar ve çeşitlilikte iken, bitkisel proteinlerin aminoasit kompozisyonu esansiyel aminoasitler açısından eksiktir, bu bakımdan bitkisel proteinler literatürde eksik (incomplete) proteinler olarak adlandırılırlar. Eşit miktarda protein içeren süt proteini ve soya proteini karşılaştırıldığında kuvvet antrenmanı sonrasında süt proteininin protein sentezinde daha yüksek uyarıma neden olduğu ve kas büyümesini daha fazla tetiklediği gösterilmiştir. Bitkisel proteinlerin esansiyel aminoasit miktarlarını artırabilmek için birbirleriyle karıştırılması denenilen yöntemlerdendir, bezelye ve pirincin veya mısır ve bezelyenin birlikte tüketimi bu uygulamalara örnek verilebilir.

Protein Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi

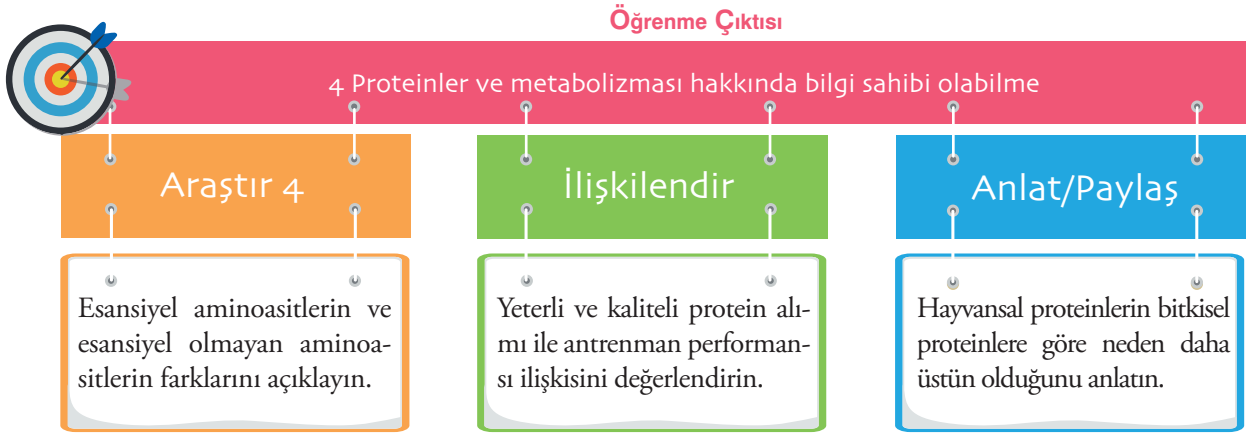
Günlük protein tüketimi sedanter kişilerde vücut ağırlığının kilogramı başına 0.8-1 gram iken, dayanıklılık sporcularında vücut ağırlığının kilogramı başına 1.2-1.7. gram, kuvvet-güç sporcularında vücut ağırlığının kilogramı başına 1.6-2. gramdır. Kas kütlelerinde artış hedeflediği belli bazı antrenman dönemlerinde 2.5-3 gram/kilogramlık kullanımlarda önerilmekle birlikte bunun üzerindeki miktarlar fayda sağlamamakta, aksine yan etkilere neden olabilmektedir. Sporcularda günlük enerji alımının %15-20'sinin proteinlerden sağlanması önerilmektedir. Uluslararası spor beslenmesi birliği (International Society of Sports Nutrition, ISSN) antrenman öncesi 0.15 ila 0.25 gram/kilogram protein alımının antrenmandan 3-4 saat öncesindeki öğünde gerçekleştirilmesini (bu öğünde kilogram başına 1-2 gram karbonhidrat alımı da

beraberinde yapılmalıdır) günlük olarak da 4-6 öğünde toplam kilogram başına 2 gram protein tüketilmesini önermektedir. Öğün başına 0.40-0.55 gram/kilogram protein (20-40 gram), her 3-4 saatte bir, yanında karbonhidratla birlikte tüketilmelidir. Her ana ve ara öğünde kaliteli protein alımı mutlaka gerçekleştirilmelidir. Özellikle lösin içeriği yüksek proteinlerin kas onarımında önemli etki gösterdiği bilindiğinden protein kaynağı uygun şekilde seçilmelidir (yukarıda belirtilen duruma benzer şekilde hayvansal proteinlerin içeriğindeki lösin miktarı bitkisel proteinlerden belirgin şekilde daha yüksektir). Kilo vermenin hedeflendiği antrenman dönemlerinde protein tüketimin yüksek olması (2.3-3.1 gram/kilogram) düşük enerji alımının yol açabileceği kas kütlesi kaybından sporcuyla korumada etkilidir.

Antrenmanlar sırasında önceki bölümde açıklanan karbonhidrat tüketimlerinin yanında özellikle de antrenmanın son evrelerinde, glikojen depolarının tükendiği dönemde enerji metabolizmasına katılan dalı zincirli aminoasitlerin (valin, lösin, izolösin) kullanımının sadece karbonhidrat tüketimine göre yorgunluğu daha fazla geciktirdiğini saptayan bazı bilimsel çalışmalar da olmakla birlikte bu konunun yararına ilişkin bir görüş birliği bulunmamaktadır, kimi sporcular antrenman sırasında protein kullandıklarında sindirim sistemi sorunlarıyla karşılaşabildiklerinden her sporcunun özelliklerine uygun şekilde denemeler yapılarak karar verilmelidir.

Antrenmanlar sonrasında da öğün başına 0.40-0.55 gram/kilogram proteinin (20-40 gram), her 3-4 saatte bir, yanında karbonhidratla birlikte tüketilmesi uygulamasına devam edilmelidir. Süt ve çikolata sütü 500 ml miktarında antrenman sonrası tüketilmesinin kas onarımı, toparlanmayı hızlandırdığı, ağır hissini azalttığı, yüksek şiddetli antrenmanın ertesindeki günlerde kas faaliyetlerindeki düşüşü engelleyeceği ortaya konmuştur. Son dönemlerde uykudan yarım saat önce tüketilen süt ve yoğurt gibi lösin yönünden zengin proteinlerin, uyku öncesi tüketiminin kas protein sentezini artırarak kas büyümesi, onarımı ve toparlanma süreçlerine katkıda bulunduğu sıklıkla gösterilmekte ve önerilmektedir. Uykudan önce alınan 30-40 gram kazeinin gece boyunca sindirilerek kas protein sentez düzeylerini en uygun onarım için gereken miktarlarda tuttuğu ve düzenli antrenmanla birlikte kas kütle ve kuvvetinde artışlara zemin hazırladığı

tespit edilmiştir. Yoğurt ve kefir gibi faydalı bağırsak bakterileri olan probiyotiklerden zengin besinlerin sık tüketiminin de sporcularda büyüme ve gelişmeyi desteklediği, sindirim sisteminin verimli çalışmasına yardımcı olduğu, bağışıklık sistemini desteklediği gösterilmiştir. Düzenli probiyotik tüketen sporcuların sezon içerisinde daha az hasta olduğu, hasta olduğunda belirtilerin daha hafif olduğu ve hastalık ve sakatlıklardan dönüş-iyileşme sürelerinin daha kısa olduğunu gösteren birçok bilimsel çalışma bulunmaktadır.



YAĞLAR VE METABOLİZMASI

Vücudun en büyük enerji deposu yağlardır ve trigliserid formunda gerektiğinde kullanılmak üzere saklanırlar. Bir gram yağdan yaklaşık 9 kilokalori enerji elde edilir ki bu değer, karbonhidrat ve proteinlerden elde edilenin iki katından fazladır. İhtiyaçtan daha fazla kalori alınması durumunda vücut yağ depolarının miktarını artırarak derialtı ve iç organların çevresinde daha fazla trigliserid depolayacaktır. Midede uzun süre kalarak doyumluk hissi verdiklerinden düşük kalorili diyet uygulanan dönemlerde doyumluğa destek olması açısından kaliteli yağların kullanımı önerilmektedir. Sporcularda yağların diyetle %15-25 arasındaki oranlarda yer alması önerilmektedir. Yağlar enerji sağlama görevi dışında organların çevresini sararak darbe ve travmalardan koruma, derialtı yağı vasıtasıyla vücut sıcaklığının korunması, büyüme ve gelişmenin desteklenmesi, beyin, göz ve cilt sağlığının gelişimi, yağda eriyen vitaminlerin (A, D, E ve K) vücuda alınması ve kullanılması, hücre zarları ve sinir liflerinin oluşmasına yardım gibi görevler yapar.

Yağlar ve Sınıflanması

Yağ asitlerinin bir gliserol molekülü ile yapmış olduğu esterlere gliserid denir. Bir yağ asidi gliserole eklenmişse monogliserid, iki yağ asidi gliserole eklenmişse digliserid, üç yağ asidi gliserole eklenmişse trigliserid adını alır. Moleküllerindeki karbon sayı-

ları ve bu karbonlar arasında çift bağ olup olmamasına göre de yağlar doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri olarak sınıflandırılır. Doymuş yağ asitleri ve tekli doymamış yağ asitleri insan vücudunda sentezlenebilirken çoklu doymamış yağ asitlerinin mutlaka dışarıdan besinlerle vücuda alınması gerekir ve bu nedenle esansiyel yağ asitleri (omega 3 ve omega 6) olarak isimlendirilirler. Doymuş yağ asitleri yapılarında bir miktar hidrojen atomu taşıyan ve aşırı kullanımlarında zararlı kolesterol miktarlarını artırarak kalp-damar hastalıklarını tetikleyebilen etkiler gösterirler. Organizmada önemli görevleri olan ve kan plazmasında taşınan, vücutta özellikle endokrin sistem ve sindirim sisteminde birtakım görevlere sahip olan yağ benzeri bir madde olarak tanımlanan kolesterolün aşırı tüketimi zararlı olabilmektedir. Kolesterol tüketimini makul sınırlarda tutabilmek için doymuş yağ alımını azaltmak yerinde olacaktır. Toplam yağ alımının tüm enerjinin %20'sini oluşturduğu bir düzende doymuş yağların tüketimi %7'yi geçmemelidir.

Esansiyel yağ asitlerince Omega 3 bakımından zengin besin kaynakları balık, balık yağı, süt, peynir, yoğurt, keten tohumu, chia tohumu, ceviz, semizotu ve avokadodur. Omega 3 yağ asitleri ALA, DHA ve EPA'dan oluşmaktadır. ALA esas olarak bitkilerde bulunurken özellikle beyin gelişimi için hayati önemde olan DHA ve EPA ise hayvansal gıdalarda ve bazı alglerde bulunur. Bitkilerle alınan

ALA vücut içerisinde EPA ve DHA'ya dönüştürülür ancak bu dönüşüm verimli gerçekleşmediğinden Omega 3 alımını artırmak için balık tüketimi daha uygundur. Toplam 1 gram EPA ve DHA içeren balık yağı alabilmek için 100 gram civarında hamsi, istavrit, uskumru veya somon tüketilmesi gerekmektedir.

Esansiyel olmayan yağ asitlerince zengin besinlere koyun, dana eti, kuyruk yağı, içyağı, şarküteri ürünleri (sucuk, salam, sosis vb.) yumurta sarısı, sakatat örnek verilebilir. Bitkisel yağlar ise zeytinyağı, fındık yağı, ceviz yağı, ayçiçeği yağı, mısırözü yağı gibi bitkilerden elde edilen yağlardır ve değişik doymamış yağ asidi gruplarına dahildirler. Ayçiçeği yağı, mısırözü yağı, soya ve pamuk yağı yüksek oranda Omega 6 yağ asitlerini içerdiklerinden ve Omega 6 yağ asitlerinin gereğinden fazla tüketimi sağlık sorunlarına yol açabildiğinden yemek pişirmek için uygun değildirler, yemek pişirmek için zeytinyağı, fındık yağı, tereyağı gibi yağ çeşitleri tercih edilmelidir. Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) sağlıklı bir beslenmede omega6/omega3 oranının 5'e 1 olmasını önermektedir. Yani tüketilen her 5 gram Omega 6 yağ asidine karşılık, 1 gram Omega 3 yağ asidi tüketilmelidir. Yetersiz Omega 3 tüketiminin birkinlik, hafıza sorunları, ruhsal problemler ve depresyon belirtilerinde artışa yol açtığı çeşitli kaynaklarda rapor edilmiştir.

Yağların Metabolizması ve Egzersiz Performansı ile İlişkisi

İnsan organizmasında, büyüme, gelişme ve tüm biyolojik işlevlerde önemli görevi olan yağların karbonhidratlardan daha fazla enerji sağladığı ve vücutta karbonhidratlara nazaran yaklaşık 50

kat daha fazla depolandığı bilinmektedir. Bununla birlikte özellikle antrenman sırasında yağlar vücut tarafından öncelikli olarak kullanılan enerji kaynağı değildir. Bunun başlıca sebebi, yağların enerjiye dönüştürülebilmesi için gerekli olan oksijen miktarının karbonhidratların enerjiye dönüşmesi için gerekenden daha yüksek olmasıdır. Vücut, kendi açısından daha kolay ve ekonomik süreçlerle enerjiye dönüştürebileceği karbonhidratları kullanmayı tercih etmektedir. Enerji sağlama açısından öncelikli olarak tercih edilmese bile yağların toplam enerji alımındaki oranı %15'in altına düşürülmelidir. Bu oranın altında yağ tüketimi, özellikle yağda eriyen vitaminlerin emilimi ve vücut tarafından kullanımında yaratacağı eksiklik ile büyüme, gelişme ve genel sağlık üzerinde olumsuz etkilere yol açacaktır.

Yüksek yağ tüketimi doyumluk hissi yaratarak ve iştahı baskılayarak yoğun antrenman dönemlerindeki vücut ağırlığının kilogramı başına 10-12 gram karbonhidrat alınması gereken zamanlarda gerekli karbonhidratın alınmasını zorlaştıracaktır. Prostaglandin adı verilen ve antrenmana cevap olarak ortaya çıkan biyolojik gelişimi sağlamakta önemli görevleri olan insülin, testosteron ve büyüme hormonunun sentezi de çoklu doymamış yağ asitlerince gerçekleştirilir. Bu yağ asitleri yağın kan damarlarındaki taşınımı için de önemlidir. Çoklu doymamış yağ asitlerini bol miktarda içeren balık ve deniz ürünlerine beslenmede haftada 2-3 kez yer verilmelidir. Özellikle antrenman öncesi dönemde yağların tüketimi azaltılmalıdır. Önerilen miktarların üstünde yağ tüketimi halinde yağların sindirimi uzun sürdüğü için mide problemleri ve şişkinlik hissi gibi antrenman performansını olumsuz etkileyecek sorunlar görülebilir.

Öğrenme Çıktısı

5 Yağlar ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilmek

Araştır 5

Düşük yağlı beslenmenin vücutta vitaminlere olan etkilerini açıklayın.

İlişkilendir

Yeterli ve kaliteli yağ alımı ile antrenman performansı ilişkisini değerlendirin.

Anlat/Paylaş

Düzenli balık tüketiminin sağlığa etkilerini anlatın.

VİTAMİNLER VE MİNERALLER

Vitaminler vücut tarafından üretilmeyen ancak biyolojik faaliyetin devamı için gerekli organik bileşiklerdir. Vitamin kelimesinin kökeni Latince yaşam anlamına gelen “vita” ve kimyasal bileşik anlamına gelen “aminum” kelimelerinin birleşimlerinden türemiştir. Karbonhidrat, protein ve yağlar makro besinler olarak adlandırılırken vitaminler, mikro besinler olarak adlandırılır. Vitaminler doğrudan enerji metabolizmasına katılmamakla birlikte makro besinlerle vücuda aldığımız enerji verici maddelerden enerjinin açığa çıkarılabilmesi için gereklidir. Bu özellikleri ile büyüme, gelişme, üreme, yaşamın sürdürülmesi, biyokimyasal reaksiyonların sağlanmasına ve normal biyolojik fonksiyonların devam ettirilmesine yardımcı olan esansiyel bileşiklerdir.

Mineraller doğada yaygın olarak bulunan inorganik maddelerdir. Doğada bulunan tüm mineraller insan vücudunda da mevcuttur. Büyüme ve gelişme için önemli görevleri olan, sinir sistemi faaliyetinin sağlanmasında, kas ve organ fonksiyonlarında, kemik, diş ve kan gibi dokularda da görevler alan mineraller organizma için hayati öneme sahip esansiyel besin öğeleridir.

Vitaminler ve Sınıflandırılması

Vitaminler genel özellikleri itibarıyla yağda eriyen ve suda eriyen vitaminler olmak üzere iki sınıf altında değerlendirilir.

Yağda eriyen vitaminler A, D, E ve K vitaminlerinden oluşur. Yağda eriyen vitaminlerin vücutta emilmesi, taşınması ve atılması için diyetle birlikte yeterli miktarda yağ (toplam kalori alımının en az %15'i) alınması gerekmektedir. Bu vitaminler fazla alındığı zaman vücuttan atılmaz ve karaciğerde depolanırlar, uzun bir süre boyunca ihtiyacın çok üzerinde yağda eriyen vitamin alımı toksik etki yaratabilir.

Suda eriyen vitaminler ise B grubu vitaminleri ve C vitamininden oluşur. Suda eriyen vitaminler, yağda eriyenlerin aksine vücutta depo edilmez ve kullanılan miktardan fazlası atılır. İstisna olarak bazı B grubu vitaminler karaciğerde 3-5 yıl gibi uzun süreler korunabilir.

Yağda eriyen vitaminler ısıya (pişirmeye) dayanıklı iken suda eriyen vitaminler ise ısı karşısında kolayca bozulur. Saklama koşullarındaki uygun-suzluklar ise iki vitamin grubunun da değerlerini kaybetmesine yol açabilir.

Vitaminlerin Metabolizmadaki Yeri ve Egzersizdeki Önemi

Vitaminlerin vücuttaki genel görevleri; kas kasılması ev enerji üretimi süreçlerine yardımcı olmak, sindirim ve sinir sisteminin normal fonksiyonuna katkıda bulunmak, büyüme-gelişme ve bağışıklık sistemini desteklemek, biyokimyasal reaksiyonların organizasyonunda görev almak olarak tanımlanabilir. Üst düzey sporcuların vitamin ihtiyacı normal insanların 4-5 katı kadar daha fazla olabilir, bu ihtiyacın giderilmesi için dengeli bir beslenme çoğunlukla yeterli olmakla birlikte kamp vb. yoğun antrenman günlerinde takviye kullanılması gerekebilir.

A vitamini normal görme fonksiyonunun sağlanmasında, kemik sağlığının korunmasında, vücut dokularını örten epitel hücrelerin oluşumunda, bağışıklık sisteminin desteklenmesinde, doymamış yağ asitlerinin emilimi ve depolanmasında, antrenmana bağlı oksidatif hasarın giderilmesinde antioksidan olarak görev alır. Yeterli A vitamini alınmadığında solunum fonksiyonlarında bozulma rapor edilmiştir, ancak eksikliği yaygın değildir.

D vitamini vücutta kalsiyum ve fosforun emilmesinde, kalsiyumun kas içinde taşınmasında, kemik dokunun gelişiminde, iskelet kası fonksiyonunun arttırılmasında, toparlanma süresinin gelişmesinde, testosteron vb. hormonların üretiminde görev alır ve sportif performansı artırdığı bilinmektedir. Buna karşın sporcularda D vitamini eksikliği yaygındır ve başta güneşten faydalanmak, güneş ışınlarının yetersiz olduğu mevsimlerde ise D vitamini takviyelerinden yararlanarak kandaki D vitamini seviyesini Dünya D vitamini konseyinin önerdiği düzey olan 60ng/ml düzeyinde tutmak için günlük 4000 IU (International Unit, uluslararası ünite) D vitamini almak gerekmektedir. Güneşe 30 dakikalık, cildin büyük bir bölümünün, öğlen güneşine maruz kaldığı bir durumda deriden 10.000 IU'luk D vitamini emilimi gerçekleştirildiği göz önüne alınırsa güneşten yeterli oranda faydalandığı durumlarda takviye alımına gerek olmayacağı açıkça görülecektir. Takviye alımının güneşe yeterince maruz kalınamayan ve güneş ışınlarının dünyaya dik düşmediği kış aylarında planlanması daha doğru olacaktır. Özellikle kapalı alanda antrenman yapan sporcularda yaygın olarak D vitamini eksikliği bildirildiğinden bu sporcuların beslenmesi buna uygun olarak düzenlenmelidir. Kanda D vitamini düzeyinin 30 ng/ml altında olduğu durumlarda eksikliğin giderilmesi için gerekenler yapılmalıdır. Özellikle kısıtlı ve vegan/vejetaryen

diyetle beslenen sporcular risk grubundadırlar. Balık, balık yağı, karaciğer, yumurta, süt ve süt ürünleri D vitamini yönünden zengindir.

E vitamini antrenman ve travmaya bağlı ortaya çıkabilecek her türlü akut yaralanma veya oksidatif hasarın giderilmesinde önemli rolü olan, kandaki alyuvarları koruyan, kırmızı kan hücrelerinin oluşumunda görev alan, A vitamini emilimine yardımcı olan güçlü bir antioksidandır. Bunun yanı sıra bağışıklık sisteminin güçlenmesinde de görevleri vardır. İyi bir şekilde düzenlenmiş dengeli bir diyetle E vitamini eksikliği görülme ihtimali düşüktür. Yüksek dozlarda birçok yan etkilere yol açabilmektedir. E vitamini takviyesinin sporcularda performansı artırdığı gösterilmemiştir.

K vitamini besinlerle alındığı gibi bir miktar bağırsak bakterileri tarafından da üretilirler. Kemik metabolizmasında, D vitamininin aktivitesinin düzenlenmesinde, kanın pıhtılaşmasında solunum aktivitesinde, diş sağlığının korunmasında görev alır. Eksikliği nadiren görülür. Eksiklik durumunda düşük kemik mineral yoğunluğuna bağlı iskelet kırıklarında artış görülür. Özellikle temaslı sporlarda çarpışma, darbe vs. ile oluşabilecek morarma ve ödemelerin giderilmesinde yeterince K vitamini alınması önemlidir. Son dönemlerde tespit edilen, K vitamininin farklı bir formu olan K2 vitamini (menakinon) D vitaminin kan kalsiyum düzeyini artırıcı etkileri sonucu ortaya çıkabilecek kireçlenme vb. sorunların giderilmesinde kandaki fazla kalsiyumu dışlara ve kemiklere taşıyarak görev yapar. K2 vitamini çoğunlukla bazı peynir türleri, süt ürünleri, yumurta, sığır eti gibi gıdalarda bulunur. Uzakdoğu kökenli Natto, Miso gibi fermente gıdalarda da bulunur.

Suda eriyen vitaminler grubundaki B grubu vitaminlerinden olan Tiamin (B1 vitamini) karbonhidrat ve protein metabolizmasında aktif olan bir yardımcı enzimdir, sinir sistemi fonksiyonunda, kan hücrelerinin üretiminde görev alır. Tiamin alımının cimnastik, güreş gibi spor dallarında gereksinimin altında olabileceği gözlenirken özellikle düşük kalorili diyetle beslenen durumlarda sıklet sporcularının risk grubunda olduğu görülmektedir. Kalori ihtiyacının gereğince karşılandığı durumlarda ise eksiklik görülme olasılığı düşmektedir. Tahıl ürünleri ve sebzelerin suda haşlanırken veya pişirilirken aşırı su kullanılarak artan suyun atılması, tahılların kabuklarının ayrıştırılması gibi uygulamalar besinlerden alınan Tiamin miktarında düşüşe yol açar.

Riboflavin (B2 vitamini) vücutta demirin emilimi ve taşınması, B6 vitaminin aktif formuna dönüştürülmesi, enerji metabolizmasında yardımcı olması, alyuvar oluşumu, tırnak, cilt ve saç sağlığına katkıda bulunması gibi önemli rolleri vardır.

Sporcularda gereksinimi normal insanlara göre 4 kat daha yüksek olmakla birlikte dengeli bir diyetle eksikliği nadiren görülür.

Niasin (B3 vitamini) karbonhidrat, protein ve yağların sentezlenmesi ve parçalanmasında yardımcı enzim olarak görev yapar, beyin ve sinir sistemi fonksiyonlarının düzenlenmesinde, cilt sağlığının korunmasında, kan şekerinin ve kolesterol düzeyinin düzenlenmesinde roller alan bir vitamindir. Esansiyel aminoasitlerden triptofan vücutta belli oranlarda niasine dönüşebilmektedir. Niasin eksikliğinde depresyon, konsantrasyon eksikliği ve hafıza sorunları bildirilmektedir. Dengeli ve özellikle de vitamin ve protein bakımından eksiksiz bir beslenmede niasin eksikliği görülme olasılığı çok düşüktür.

Pantotenik asit (B5 vitamini) yağ, protein ve karbonhidratların metabolizmasında etkin olan koenzim A'nın oluşumu için gereklidir. Antrenmanlar sonucunda açığa çıkan serbest oksijen radikallerinin zararlı etkilerinin giderilmesine görevli önemli bir antioksidandır. Sinir sistemi için önemli bir bileşik olan asetilkolinin oluşumu ve adrenal bezlerin işlevlerinde de yardımcıdır. Tüm besinlerde yeterli miktarda bulunduğundan eksikliği görülmez.

Pridoksin (B6 vitamini) enerji metabolizmasında yardımcı olma, alyuvar oluşumu, sinir sistemi faaliyetlerinin yürütülmesini destekleme, böbrek taşı oluşumunu engelleme, triptofanın niasine dönüşümü ve bağışıklığı destekleme gibi görevler yürütür. Yetersizliği durumunda büyüme, gelişme ve merkezi sinir sistemi fonksiyonlarında bozulmalara yol açar. Pridoksin ihtiyacı sporcularda normal insanların 6-10 katı kadar daha fazla olabilir, ancak dengeli bir diyetle yeterli alım miktarlarına ulaşılır. Besinlerin pişirilmesi ve saklanmasıdaki bazı hatalı uygulamalar (Tiaminde olduğu gibi) vitamin kayıplarına yol açabilir.

Biyotin (B7 vitamini) diğer B grubu vitaminlerine benzer şekilde öncelikle enerji metabolizmasında protein, yağ ve karbonhidratların sentezinde yardımcı olarak rol alır. Isıya dayanıklı olup eksikliği nadiren görülür. Bağırsaklarda da bakteriler tarafından bir miktar üretilir. B12 vitamini ve folik asidin vücutta kullanımına yardımcı olur, saç, tırnak ve deri sağlığı için önemlidir. Hastalıklar sırasında aşırı antibiyotik kullanımı sonucu bağırsak florasındaki olumsuz değişimler biyotin eksikliğine yol açabilir. Antibiyotik kullanıldığı durumlarda bağırsak florasındaki bozulmaları önlemek için besinlerle probiyotik alımının (yoğurt, kefir ve turşu) artırılması gerekmektedir.

Folik asit (B9 vitamini) hücre çoğalmasında, protein metabolizmasında, kan hücresi yapımında, bağışıklık sisteminde antikor oluşumunda görevleri olan

bir vitamindir. Özellikle hamilelik döneminde bebeğin beyin ve sinir sistemi gelişiminde, yetişkinlerde sinir sistemi ve beyin fonksiyonlarının düzenlenmesinde, kansızlığa karşı kan hücrelerinin sentezinde önemli rolleri vardır. Folik asidin vücutta etkin olabilmesi için organizmada yeterince C vitamini bulunması gerekmektedir. Hamileler ve çocuklarda ihtiyaç artmaktadır ve özellikle hamilelerde gerekirse takviye kullanımı sağlanabilmektedir.

Kobalamin (B12 vitamini) metabolizmadaki bazı tepkimelerde yardımcı olmak, protein sentezi, DNA oluşumu, kan yapısının korunması, sinir hücrelerini çevreleyen bir kılıf olan miyelinin oluşumu, sinir sistemi fonksiyonlarının düzenlenmesinde görev alır. B12 vitamini sadece hayvansal gıdalarda bulunur, bu bakımdan vegan ve vejetaryenlerde eksikliğe görülür. Karaciğer, böbrek gibi sakatatlar, peynir, süt, yumurta, balık gibi besinler B12 yönünden zengindir. Özellikle hayvansal proteinleri az tüketen kişilerde eksikliği görülebilir. Kan testleri ile miktarı tespit edilerek gerekli görüldüğü durumlarda takviye edilebilir.

C vitamini (Askorbik asit) ısıya karşı aşırı hassastır ve tüm vitaminler içinde en kolay okside olanıdır. Besinler kesildiği, parçalandığı veya ezilip kurutulduğu an havayla temasla birlikte çok hızlı okside olur. Kalp-damar sağlığının korunması, kemik ve diş yapısının gelişimi, yoğun antrenmanlarla baskılanmış olan bağışıklık sisteminin desteklenmesi, kas ve tendon gibi yapıların bütünlüğünün korunması, kırmızı kan hücrelerinin yapımında rol alan kollajen dokunun yapımı, protein sentezi ve kolesterol düzeylerinin düzenlenmesi, antrenman sonucu açığa çıkan serbest oksijen radikallerinin nötralize edilmesi (antioksidan etki) gibi önemli görevleri vardır. Steroid hormonlarının sentezinde; A ve E vitaminleri, B grubu vitaminleri ve kalsiyumun vücutta kullanılmasında da yardımcı olur. C vitamini ihtiyacı sporcularda normal insanlara göre 4 kat daha fazla olmakla birlikte eksikliği sık görülmez. Kırmızı ve yeşil biber, kuşburnu, siyah üzüm, kivi, maydanoz, lahana ve turuncgillerde bulunmakla birlikte turuncgillerde C vitamini miktarı düşünüldüğü kadar yüksek değildir. En çok C vitamini içeren sebze ve meyveler siyah üzüm, kuşburnu ve kırmızı biberdir.

Genel olarak sporcularda vitamin ihtiyacı sıradan insanlardan 3 ila 6 kat kadar daha fazla olmasına rağmen dengeli bir diyetle beslenen, herhangi bir hastalıktan dolayı ilaç kullanımı olmayan, vegan veya vejetaryen olmayan, günlük ihtiyacı olan kaloriyi alan sporcularda ek vitamin takviyesine ihtiyaç yoktur. Düşük enerjili diyetle beslenen (çoğunlukla sıklet sporcularında) sporcularda, vegan veya vejetaryen olan veya hayvansal proteinleri düşük miktarda tüketen, hamile olan ve kansızlık problemi olan sporcularda uzman kontrolünde takviye kullanılabilir. Tablo 3.4.'te vitaminlerin besin kaynakları ve organizmadaki görevlerine yer verilmiştir.

Tablo 3.4 Vitaminlerin Besin Kaynakları ve Organizmadaki Görevleri.

VİTAMİNLER	KAYNAKLARI GÜNLÜK İHTİYAÇ MİKTARI	GÖREVLERİ
Vitamin A (Retinol- Karoten)	Karaciğer, Balıkyağı, Süt ve ürünleri, Yumurta sarısı, kırmızı, sarı, yeşil meyve ve sebzeler Erkek 5000 IU / Kadın 4000 IU Sporcularda 5000-8000 IU	Sağlıklı göz, deri, kemik ve bağışıklık sistemi gelişimi
B grubu vitaminleri	Süt, Et, Balık, Yumurta, Koyu yeşil yapraklı sebzeler, Tahıllar, Kurubaklagiller B1 (Tiamin) her 1000kkal x 0,5 mg B2 (Riboflavin) her 1000kkal x 0,6 mg B3 (Niasin) her 1000 kkal x 6,6 mg B6 (Pridoksin) 5-15 mg B7 (Biyotin) 0.2-0.3 mg B9 (Folik asit) 300-400 mcg B12 (Kobalamin) 5-6 mcg	Enerji metabolizması, doku yapımı ve onarımı, alyuvar yapımı, sinir sistemi fonksiyonları
Vitamin C (Askorbik Asit)	Sebze ve meyveler 300 - 1000 mg	Sağlıklı deri, kan ve genel vücut sağlığının sürdürülmesi
Vitamin D (Kalsiferol)	Karaciğer, Balık yağı, Yumurta, Süt 4000 IU	Kalsiyum emilimi ve Kalsiyum-Fosfat metabolizması, kemik yoğunluğu, büyüme-gelişme
Vitamin E (Tokoferol)	Bitkisel sıvı yağlar, Yağlı tohumlar, Tahıllar, Kuruyemişler 8 - 10 mg Sporcudaki, Antrenman dönemi 14-30 mg Yarış dönemi 25 - 50 mg	Oksijen taşınmasına yardım, doymamış yağ bozulmasını önler, cilt sağlığı ve hücre yapısının korunması
Vitamin K (Kinin)	Sebzeler, Yumurta, Karaciğer 140 mcg	Kan pıhtılaşmasına yardım, solunuma destek, diş sağlığı

Mineraller ve Sınıflandırılması

Vücut tarafından sentezlenemediği için mutlaka gıdalarla dışarıdan alınması gereken esansiyel inorganik maddeler olan mineraller insan vücudunun yaklaşık %4'ünü oluşturur. Temel görevleri arasında vücutta yapı taşı olarak biyokimyasal reaksiyonlara yardımcı olmak vardır. Mineraller vitaminlerle birlikte çalışarak kas, kan, sinir hücrelerinin yapısına katılır, yumuşak doku, kemik ve dişlerin sağlığına katkıda bulunur, hücre aktivitesinin devam ettirilmesi, kan pıhtılaşması, bazı hormonların üretimi, kas kasılmasının sağlanmasına katkıda bulunmak, sinir uyarımı, vücut sıvı değişiminin sağlanması gibi işlevlere yardımcı olmaktadır. Minerallerin diyetle yetersiz alımı veya antrenmanlarla oluşan kayıpların yerine konulamadığı zamanlarda bitkinlik, kas krampları, solunum yetersizlikleri gibi yan etkiler görülebilir. Tekvando, güreşi boks gibi sıklet sporlarında vücuttan su atılımı yoluyla yapılan kilo verme yöntemleri önemli mineral kayıplarına da yol açacağından uzak durulması gereken uygulamalardır.

Mineraller makro mineraller ve mikro mineraller olmak üzere iki sınıf altında incelenirler. Makro mineraller potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum, sodyum, klor ve sülfür'den oluşur. Vücutta bu minerallere ihtiyaç daha büyük miktarlarda olduğu için makro mineral olarak adlandırılırlar. Mikro mineraller çinko, iyot, bakır, krom, manganez, molibden, kobalt, demir, flor ve selenyumdan oluşmaktadır.

Minerallerin Metabolizmadaki Yeri ve Egzersizdeki Önemi

Kalsiyumun yeterli miktarda alımı özellikle kemik mineral yoğunluğunu artırarak kemik sağlığını korur ve eksikliğine bağlı ortaya çıkabilecek sakatlıklardan (kırıklar, stres kırıkları) sporcu koruması açısından önemlidir. Yoğun antrenman yapan sıklet sporcuları, özellikle de kadın sporcular menstrüasyon durumlarına bakılmaksızın kalsiyum yetersizliği bakımından risk grubundadır ve durumları dikkatle takip edilmelidir. Kalsiyumun vücutta kullanılabilmesi için D vitamini ve magnezyumun yeterli miktarda alınması gerektiğinden takviye planlandığında her üçünü de içeren bir planlama yapılmalıdır.

Magnezyum ihtiyacı özellikle yoğun sıvı kaybının yaşandığı sıcakta yapılan antrenmanlarda artar ve kas kasılmasının kaliteli bir şekilde devam ettirilebilmesi için eksikliğinin giderilmesi önemlidir. Yetersizliği nadiren bildirilmekle birlikte performansı bozmaktadır. Yeterli magnezyum düzeylerine sahip sporcularda dışarıdan fazladan takviyesinin faydalı olmadığı gösterilmiştir.

Kas kasılmasında rolleri olan ve kemik-diş yapısında önemli olan fosfor süt, sürünleri, balık ve ürünlerinde bulunur, eksikliği nadiren görülmekle birlikte sporcularda ihtiyaç fazladır. Kalsiyum ihtiyacı arttıkça fosfor ihtiyacı da artar. Kalsiyum ve fosforun metabolizmaları D vitamini ile yakından ilişkilidir ve vücutta kullanılabilmesi için vücutta yeterli miktarda D vitamini bulunması şarttır.

Kas ve kalbin çalışması sırasındaki ve vücut sıvılarının sıvı-elektrolit dengesinin korunmasında sodyum ile birlikte çalışan potasyum önemli bir mineraldir. Eksikliğinde sıvı-elektrolit kaybına bağlı kas krampları, glikojen resentezinde bozulmalar görülür. Antrenman sırasında sodyum ile birlikte içeceklerin içerisinde kullanılabilir.

Sodyum, bikarbonat, potasyum ve klorla birlikte sıvı-elektrolit ve asit-baz dengesinin sağlanmasında, kas kasılmasında rol oynar. Dengeli bir diyetle, yemekler pişirilirken tuz kullanımında herhangi bir kısıtlama yapılmadığı takdirde yiyeceklerle alımı yeterlidir. Antrenman sırasında tüketilen sporcu içeceklerinin yapısında da bulunur.

Klor da sodyumla birlikte vücut sıvı ve asit-baz dengelerinin sağlanmasında görev alır. Dengeli bir diyetle ihtiyaç kolayca karşılanabilir, dışarıdan takviye ihtiyacı yoktur.

Demir sportif performans açısından en önemli minerallerdendir. Hemoglobinin, kanda demir molekülü içeren ve kırmızı kan hücrelerinde bulunan kompleks bir proteindir. Her bir hemoglobin proteini, vücut boyunca kırmızı kan hücreleriyle dört oksijen molekülü taşıyabilir. Kana kırmızı rengini veren hemoglobinin ve kas hücresi içerisinde oksijen taşınması için gerekli olan myoglobinin yapısında demir bulunur. Demir vücutta birçok enzimin yapısında bulunur ve enerji üretimi için de gereklidir.

Demir eksikliğine bağlı kansızlık (demir eksikliği anemisi) çocuklarda, kadınlarda, et ve et ürünlerini yeterli miktarlarda tüketmeyen kişilerde ve

özellikle de dayanıklılık sporcularında daha sık görülür. Özellikle sıklet sporcusu ve uzun mesafe sporcusu kadın sporcuların demir değerlerinin kan testleri yoluyla düzenli takibinin yapılması ve eksikliklerin beslenme ve takviyelerle düzenli olarak giderilmesi sağlık ve performanslarının korunması açısından önemlidir. Hayvansal gıdalarla alınan demirin vücutta emilebilirliği daha yüksek olduğunda bitkisel demir kaynaklarına tercih edilmelidir. Demirle birlikte C vitamini tüketimi demir alımını artırırken çay-kahve tüketimi ise demir emilimini düşürmektedir. Çay ve kahve öğünlerle birlikte değil, öğünlerden 2 saat sonrasında tüketilmelidir.

İnsülin ve protein metabolizmasında, bağışıklık sisteminde ve yara iyileşmesinde fonksiyon gösteren çinko aynı zamanda serbest radikal hasarına karşı vücudu koruyan bir antioksidandır. Hayvansal çinko kaynaklarının emilimi daha iyidir, mayalandırılmış gıdalar çinko emilimini artırır. Makro minerallerin besin kaynakları, günlük ihtiyaç miktarları ve organizmadaki görevlerine Tablo 3.5.'te yer verilmiştir.

Tablo 3.5 Makro Minerallerin Besin Kaynakları, Günlük İhtiyaç Miktarları ve Organizmadaki Görevleri.

MİNERALLER	KAYNAKLARI GÜNLÜK İHTİYAÇ MİKTARI	GÖREVLERİ
Kalsiyum (Ca)	Süt ve ürünleri, sebze meyve, tahıl ve ürünleri, yumurta, fındık Erkek 800 - 1200 mg / Kadın 800 - 1200 mg Sporcudada 1500-2500 mg	Güçlü kemik yapısı, kas kasılması, kan pıhtılaşması, diş sağlığı
Fosfor (F)	Süt, et, tahıl mahsulleri, balık Erkek 800 - 1200mg / Kadın 800 - 1200 mg Sporcudada 1200-1800 mg	Sağlıklı kemik ve dişler, enerji (ATP) oluşumu, sinir iletimi, böbrek işlevi
Potasyum (K)	Sebze ve meyveler (muz), balık ürünleri 1875 - 5625 mg, Sporcudada 4000-6000 mg	Sağlıklı deri, kas ve sinir dokusu, vücut su dengesi, sinir iletimi
Sodyum (Na)	Yemek tuzu, tuzlanmış besinler 1100 - 3300 mg veya 3-7 gram	Vücut su dengesi, asit-baz dengesi, kan basıncı düzenleme
Magnezyum (Mg)	Buğday, baklagiller, balık, tavuk, sebze, meyve, kuruyemişler Erkek 350 mg / Kadın 300 mg Sporcudada 400-600mg	Kemik yapımı, kas gevşemesi, asit-baz dengesi, enerji üretimi
Klor (Cl)	Sofra tuzu, ekmek, et, tahıl ürünleri 3-6gram	Asit-baz dengesi, sıvı dengesi
Sülfür (S)	Yumurta, kemik iliği, soğan, sarımsak, pırasa 1 gram	Sinir iletimi, toksin temizliği, eklem sağlığı

Mikro minerallerin besin kaynakları, günlük ihtiyaç miktarları ve organizmadaki görevleri Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Mikro Minerallerin Besin Kaynakları, Günlük İhtiyaç Miktarları ve Organizmadaki Görevleri.

MİNERALLER	KAYNAKLARI GÜNLÜK İHTİYAÇ MİKTARI	GÖREVLERİ
Demir (Fe)	Karaciğer, böbrek, yumurta, kırmızı et, bira mayası, tahıl ürünleri, karnabahar, maydanoz, Antep fıstığı Erkek 10-15 mg / Kadın 20 mg, Sporcudada 20-30 mg	Kırmızı kan hücrelerinin yapımı ve oksijenin taşınması
Çinko (Zn)	Peynir, yumurta, karaciğer, et, balık, bezelye, 13 - 22 mg, Sporcudada 20-30 mg	Enzim yapı taşı ve etkilendirme, antioksidant, insülin metabolizması
Krom (Cr)	Karaciğer, böbrek, baharat, mantar, peynir, siyah çay, kakao 150-200 mcg	Enerji metabolizması, kolesterol düzenlenmesi, kan şekeri düzenlenmesi
İyot (I)	Deniz ürünleri, su, süt ve süt ürünleri, yumurta, ıspanak, kurubaklagiller, iyotlu tuz Erkek 140 mcg / Kadın 100 mcg	Tiroid bezi hormonlarının yapımı, sinir-kas dokusu fonksiyonu, bazal metabolik hızı düzenleme
Flor (F)	Su, deniz ürünleri, çay 1.5-4 mg	Kemik ve diş sağlığı
Kobalt (Co)	Et, karaciğer, böbrek, yumurta, yoğurt, balık, tavuk 0.3-1 mg	Kas ve kemik metabolizması, demir kullanımı, kan basıncı düzenleme
Molibden (Mo)	Bezelye, karaciğer, yoğurt, fasulye, süt, patates 50 mcg	Enzim metabolizması, toksin temizliği
Manganez (Mn)	Yeşil sebzeler, çay, fındık, üzüm, baharatlar, tahıllar, ceviz, kakao 2-10 mg	Enerji üretimi, büyüme, steroid ve kan hücresi sentezi
Selenyum (Se)	Balık ve su ürünleri, karaciğer, et, mantar, sarımsak, soğan, lahana, kabak 150-300 mcg	Antioksidan, hücre metabolizması, üreme fonksiyonu, doku esnekliği
Bakır (Cu)	Karaciğer, balık, deniz ürünleri, bezelye, yapraklı sebzeler, fındık, ceviz, mantar 2-4 mg	Cilt ve saç sağlığı, alyuvar üretimi, bağışıklık destekleme, kan pıhtılaşması

Öğrenme Çıktısı



6 Vitaminler-mineraller ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

Araştır 6

B12 vitamini ihtiyacının giderilmesinde hayvansal gıdaların önemini açıklayın.

İlişkilendir

Yeterli ve kaliteli vitamin-mineral alımı ile antrenman performansı ilişkisini değerlendirin.

Anlat/Paylaş

Vücutta demir emilimini etkileyen faktörleri anlatın.

SU VE İÇECEKLER

Su ve diğer içecekler birçok başka fonksiyonlarının yanı sıra sporcu için özellikle vücut sıvı dengesinin sağlanması görevi ile büyük önem taşımaktadır. İnsan vücudunun deri, kemik, bağ dokusu ve yağ dışında kalan tüm ögeleri vücut suyunun içerisinde çözelti halindedir. Hücrelerdeki yaşamsal faaliyet için gerekli olan tüm biyokimyasal reaksiyonlar suyun içinde gerçekleşir.

Yiyecek ve içeceklerde bulunan sıvılarla birlikte (bunlar da su olarak tanımlanır) su tüketimi ile günlük su ihtiyacı karşılanır. Şekerli-gazlı içecekler, yüksek şeker ve kalori içerikleri, dış-mide sağlığına ve vücut kompozisyonuna olumsuz etkileri yüzünden özellikle çocuk sporcularda beslenmeden çıkarılmalı ve bu konu ile ilgili gerekli bilgilendirme sporculara ve ailelerine yapılmalıdır. Kahve ve çay, sağlık için faydalı birçok besin bileşeni içermektedir ancak çocuk sporcularda dikkatli tüketilmelidir. Şekersiz olarak normal miktarlarda tüketilen kahve ve çayın sıvı kaybına yol açmadığı çeşitli araştırmalarda gösterilmiştir. Kahvenin diüretik etkisi olduğu iddiası bilim insanlarıncı yapılan çalışmalarda onaylanmamıştır. İstisnai durumlar dışında günde 3-4 fincan kahve; yetişkin sporcular tarafından güvenle tüketilebilir, hamileler ve çocuklar için ise bu miktarın yarısı güvenli kabul edilmektedir. Kahve ve çay tüketiminde asıl dikkat edilmesi gereken; demir emilimine olumsuz etkilerinden dolayı öğünlerle birlikte değil, öğünlerden en az 2 saat sonra, öğün aralarında tüketilmeleri ve uykunun 4-6 saat öncesinde kafein içeren içecek ve yiyeceklerin tüketiminin azaltılmasıdır.

Suyun Vücuttaki Oranları ve İşlevleri

Kanda besin maddelerinin, hormonların, oksijenin taşınması ve dokulara bu maddelerin ulaştırılabilmesi için yeterli su tüketimini sağlamak önemlidir. Yaşa, cinsiyete ve vücut kompozisyonuna göre değişmekle birlikte insan vücudunda bulunan su oranı %50-75 arasında değişmektedir. Bu oran çocuklarda %75, yetişkin kadınlarda %55, erkeklerde %50-55 aralığındadır. Vücudun en çok sıvıya sahip organlarının karaciğer, beyin ve kas olduğu ve su kayıplarına karşı son derece hassas oldukları bilinmektedir.

Su ve diğer içecekler vücuda alınan gıdaların sindirimi, emilimi ve taşınımı, biyokimyasal reaksiyonlarla doku, organ ve sistemlerin çalışmasına yardımcı olması, metabolizma sonucu açığa çıkan amonyak, karbondioksit ve laktik asit gibi maddelerin karaciğer ve böbreklere taşınarak vücuttan uzaklaştırılması, vücut sıcaklığının düzenlenmesi, eklem kayganlığının sağlanması, hücre içerisinde yaşamsal faaliyet için gerekli enerjinin üretimine uygun ortam sağlaması gibi görevlerinin yanı sıra kalsiyum, flor ve magnezyum gibi temel mineralleri de içerir.

Tablo 3.7 Antrenman Sırasında Terle Kaybedilen Sıvının Vücut Ağırlığına Olan Yüzdesine Göre Gerçekleşen Fizyolojik Değişimler.

Fizyolojik Etki	Ter olarak kaybedilen vücut ağırlığı (%)	63.4 kg sporcu için kg
Bozulmuş aerobik performans	%2	1.3 kg
Kassal iş çıkışında düşüş	%4	2.5 kg
Sıcak çarpması	%5	3.2 kg
Halisünasyonlar	%7	4.5 kg
Sıcak çarpması, kardiovasküler çöküş	%10	6.4 kg

Suyun tüm bu fonksiyonları yerine getirebilmesi için organizmada hidrasyon denilen su dengesi korunması gerekmektedir. Vücuda alınan ve vücuttan atılan suyun eşit miktarda olmasını gerektiren hidrasyon için idrarla, terle, solunumla, dışkıyla ortaya çıkacak su kaybının yiyecek ve içeceklerle alınan sıvılarla yerine konulması gerekmektedir.

Egzersize Bağlı Sıvı Kaybı ve Önlenmesi

Antrenman sırasında terle kaybedilen vücut ağırlığının yüzdesine göre değişen fizyolojik etkiler sportif performansı farklı şekillerde etkiler. Antrenmandaki sıvı kaybını etkileyen çevre sıcaklığı ve nemi, antrenmanın şiddeti ve kapsamı, bireysel farklılıklar gibi faktörler vardır. Süresi 1 saati geçen bir antrenmanda saat başına yaklaşık 2 litre sıvı kaybı yaşanacağı düşünülebilir. Antrenman öncesinde sporcunun uygun sıvı dengesi durumunda olduğundan emin olunmalıdır. Bunun için antrenman öncesi son öğünde 2-2.5 su bardağı (5-10 ml/kg) su içilmesi, antrenmandan 20-30 dakika öncesinde 1-2 su bardağı su içilmesi tavsiye edilmektedir. Antrenmanın süresi 1 saati aştığında her 20 dakikada bir 150-250 ml soğuk (4-8 derece) su ile birlikte içerisinde sodyum, magnezyum, potasyum gibi terle kaybedilen elektrolitleri de içeren %6-8 civarında da karbonhidrat içeren içecek veya jeller tüketilebilir (saat başına 60 gram karbonhidrat ve 0.4-0.8 litre toplam sıvı alımı sağlanmalıdır). Antrenman yapılan çevre sıcaklığı 30 derecenin üstüne çıktığında ve/veya antrenmanın süresi 2.5 saati aştığında bu miktarların %50 fazlasına ihtiyaç olacaktır.

Sporcunun tüketmesi gereken sıvı miktarının belirlenmesi için antrenman öncesi ve sonrasında tartılması uygun olacaktır. Ağırlık ölçümü sırasında sporcunun idrar kesesinin boş olmasına dikkat etmelidir. Antrenman sonrası ağırlık ölçümünde sporcu havlu, terli kıyafetler vb. üzerindeyken tartılmamalıdır. Sıvı ihtiyacının hesaplanmasına bir örnek verecek olursak:

Egzersiz öncesi vücut ağırlığı: 70.5 kg

Egzersiz sonrası vücut ağırlığı: 68.9 kg

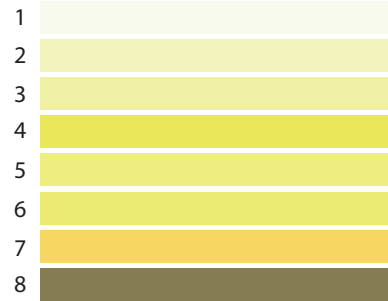
Vücut ağırlığı- 1.6 kg azalmış.

Egzersiz süresince içtiği su miktarı: 300 ml

Çıkardığı idrar hacmi: 100 ml

Ter kaybı = 1600 + 300 – 100 = 1800 ml

İdrar rengi de vücudun hidrasyon durumu ile ilgili fikir verebilir. Aşağıdaki resimde görülen 1-2 ve 3 numaralara karşılık gelen idrar renkleri iyi bir hidrasyon durumunun göstergesi iken, diğer numaralara karşılık gelen renklerdeki idrar ciddi dehidrasyon göstergesi olabilir.



Resim 3.1 İdrar Rengine Göre Vücut Hidrasyon Durumunun Belirlenmesi.

Antrenmanla kaybedilen sıvı miktarı hesaplandıktan sonra yeterli rehidrasyonun sağlanabilmesi için kaybedilen sıvı miktarının %120-150'si kadar sıvı tüketimi takip eden 24 saatlik süreçte sağlanmalıdır. Antrenmanda 3 litre sıvı kaybeden sporcunun, bu kaybı uygun şekilde giderebilmesi için sonraki 24 saat süresince 4.5 litre sıvı tüketimine ihtiyacı olacaktır. Antrenman sonrası süreçte sadece su tüketmek sodyum kaybı ve diüretik etkisiyle birlikte vücutta su tutulumunu olumsuz etkileyeceğinden, su ile birlikte elektrolit kayıplarının da giderilmesindeki olumlu etkileri düşünülerek süt, ayran, maden suyu ve hem içeriğindeki elektrolitler hem de boşalan glikojen depolarının doldurulmasına etkileri ile sporcu içecekleri ve su tüketilmelidir. Özellikle çikolatalı sütün antrenman sonrası kas onarımı ve sıvı-elektrolit kaybının giderilmesinde etkili bir içecek olduğu bildirilmektedir.



Yaşamla İlişkilendir

Olimpik düzey sporda başarının elde edilebilmesi için harcanan emek, yapılan planlama ve sonucunda elde edilen başarının sporcunun kendisi ve destek ekibinin (antrenör, kondisyoner, spor beslenmesi uzmanı vb.) ortak çalışması sonucu olduğu hiçbir zaman unutulmamalıdır. Antrenman yüklenmeleri sonucunda beklenen uyumun gerçekleşmesi, yeterli toparlanmanın sağlanması ve tüm bunların gerçekleşmesinde hayati bir rolü olan kaliteli bir uykunun sağlanmasında da dengeli bir beslenmenin rolü göz ardı edilmemelidir.

Bu bölümde olimpik sporcularla çalışan iki spor beslenmesi uzmanının üst düzey sporcuların beslenmesine yönelik görüşlerini aktardığı röportajlarına aşağıdaki linklerden ulaşabilirsiniz:

https://www.huffpost.com/entry/7-olympian-approved-ways-to-eat-healthier_n_57ab61b2e4b0ba7ed23e97ac?section=%2Cus_healthy-living

<https://www.formdakal.com/beslenme-onerileri/formda-kalmak-icin-sporculardan-7-ipucu/>

Öğrenme Çıktısı



7 Su ve içecekler hakkında bilgi sahibi olabilme

Araştır 7

Antrenman sonrası sıvı kaybının giderilmesinde etkili içeceklerin neler olduğunu açıklayın.

İlişkilendirir

Antrenmanlar sırasında sıvı dengesinin korunmasının antrenman performansı ile ilişkisini değerlendirin.

Anlat/Paylaş

Antrenman öncesi sıvı dengesinin sağlanması için yapılması gerekenleri anlatın.

1

Beslenme kavramını ve önemini açıklayabilme

Beslenme Kavramı ve Önemi

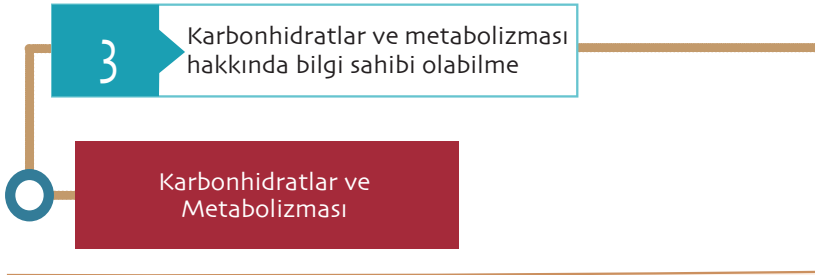
İyi bir şekilde planlanmış, dengeli bir beslenme sporda üst düzey başarının en önde gelen şartlarından biridir. Çocuk ve ergen sporcunun büyüme ve gelişmesi üzerine beslenmenin etkileri, bu gruptaki sporcuların yüksek enerji ihtiyacı da düşünüldüğünde büyüme ve gelişmenin hem en uygun sağlıklı olma durumunu yaratma (ve dolayısıyla sportif performansı artırma) hem de sağlıklı beslenme ilkelerinin küçük yaşta öğrenilmesi ve alışkanlık hâline getirilmesi için mutlaka bir spor beslenmesi uzmanından destek alınmalıdır. Çocukların dışında yetişkin sporcularda da yüksek antrenman yüklerine gerekli uyumun ve antrenmanlar arası toparlanmanın sağlanarak performansın devamlılığını sağlanması için iyi bir beslenme düzeni önemlidir. Sporcunun yaş, cinsiyet, antrenman özellikleri, yaşadığı çevre, vücut kompozisyonu, dönemsel hedefleri, içerisinde bulunduğu antrenman dönemi gibi faktörler de göz önüne alınarak yapılan bir beslenme planlaması ile sporcunun antrenmanlara sırasındaki fizyolojik performansı daha iyi olacak, antrenmanlar sırasındaki dikkat ve konsantrasyonu üst düzeyde olacak, yoğun yüklenmelerin organizma üzerindeki bağırsıklık sistemini zorlayıcı etkilerini bertaraf etmesi kolaylaşacak, böylelikle yıl içerisinde hastalıklara yakalanma sayısı ve kaçıracağı antrenman sayısı azalacak, hastalık veya sakatlık sürecinde gösterdiği semptomlar daha hafif olacak ve daha kısa sürede iyileşecek, kamp veya yarışma için yaptığı seyahatlere vücut daha iyi uyum gösterebilecek, farklı iklim (sıcaklık, nem vb.) koşullarına gerekli uyumları sağlayabilecektir.

2

Enerji sistemleri ve enerji kaynaklarını açıklayabilme

Enerji Sistemleri ve Enerji Kaynakları

Vücuda alınan besinlerin gerekli kimyasal tepkimelerle dönüştürülmesi sonucunda enerji açığa çıkarılmasında karbonhidrat, protein ve yağlar enerji oluşturan, vitaminler, mineraller ve su da enerji oluşumuna yardımcı olan besin öğeleri olarak yerlerini alırlar. Sporcunun beslenmesi planlanırken öncelikli olarak yaşamsal faaliyetlerini devam ettirmek için harcadığı enerji olan bazal metabolik hızlarını uygun yöntemlerle hesaplamalı, sonrasında antrenmanlarda harcanan enerji de bunun üstüne eklenerek günlük kalori harcaması bulunmalıdır. Bu hesaplamalarla ilgili örnekler bölüm içerisinde verilmiştir. Yağlar vücutta karbonhidratlara göre çok daha yüksek miktarda depolanabilme ve 1 gramında 9 kalori enerji vererek (protein ve karbonhidratlar 4 kalori) daha ekonomik bir enerji kaynağı olarak görünmesine ve dinlenme sırasında ve düşük şiddetli antrenmanda öncelikli enerji kaynağı olmasına rağmen ATP üretimi için daha çok oksijene gereksinim duyduklarından özellikle antrenman şiddetinin maksimal oksijen tüketiminin %60'ının üzerine çıktığı hızlarda enerji üretimi için vücut tarafından tercih edilmezler. Bu yüzden sporcunun antrenmanlar sırasındaki temel enerji kaynağı karbonhidratlardır ve diyetteki toplam kaloringin %55-70'ini karbonhidratlar oluşturur.



Karbonhidratların enerji metabolizması ve orta-yüksek şiddetli antrenmanlar sırasında temel enerji kaynağı olduğu düşünüldüğünde vücudun karbonhidrat depoları olan kasa ve karaciğer glikojen depolarının antrenman öncesinde tam olarak dolu olduğundan emin olmak gerekir. Günlük vücut ağırlığının kilogramı başına 8-12 gram karbonhidrat alımı haftada 8 saat ve üzerinde antrenman yapan bir sporcu için önerilmektedir.

Kas glikojen depoları maksimal oksijen tüketiminin %70'i şiddetinde yapılan 1 saatten daha uzun süreli antrenmanlarda ya da benzer olarak 90'ar saniyelik yüksek şiddetli (maksimal oksijen tüketiminin %90-130'u) intervaller şeklinde yapılacak 20-30 dakikalık bir antrenmanda da tamamen tükenektir. Buna benzer antrenmanlarda kan şekerinin düşmesini engellemek ve glikojen depolarının boşalmasını geciktirmek için gereken saat başına 60 gram karbonhidrat, her 15-20 dakikada bir 200-250 ml %6-8 oranında karbonhidrat ve terle kaybedilen sodyum, magnezyum, potasyum gibi elektrolitleri de içeren sporcu içeceği ve 100-150 ml soğuk su (4-8 derece) tüketimi ile sağlanabilir. Antrenmanlar sırasında karbonhidratla birlikte protein alınmasına bireysel olarak sindirim sisteminin vereceği tepkiye göre karar verilebilir.

Antrenman (yarışma) sonrası diğer antrenmana (yarışmaya) 4 saatten daha az bir süre varsa önerilen karbonhidrat alım miktarı saat başına vücut ağırlığının kilogramı başına 1.2 gram karbonhidrat almak olacaktır. Glikojen depolarının yeniden doldurulma hızının artırılabilmesi açısından tüketilecek karbonhidratın türünün glisemik indeks değeri 70 ve üzerinde olan yüksek glisemik indeks grubundan olması tercih edilmelidir (bölüm içerisindeki glisemik indeks tablosunu inceleyiniz). Gün içerisinde tüketilecek tüm öğünlerde karbonhidratlar mutlaka proteinlerle birlikte tüketilmelidir (saat başına 0.2-0.5 gram/kilogram protein alımı sağlanmalıdır, benzer şekilde yetişkin sporcular için saat başına 0.2-0.4 gram/kilogram kafein alımı da önerilir). Glikojen depolarının yeniden dolumunda antrenman sonrası ilk 6 saat kritiktir, 1.2 gram/kilogram yüksek glisemik indeksli karbonhidrat alımı yukarıda belirtilen dozlarda protein ve kafein ile birlikte her saat başı yapılmalıdır.

4

Proteinler ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilmek

Proteinler ve Metabolizması

Sedanter insanlar için önerilen 0.8 gram/kilogram protein tüketimi önerisine karşın kas doku onarımı ve toparlanmada kritik öneme sahip proteinlerin sporcularda dayanıklılık sporcuları için 1.2-1.7 gram/kilogram, kuvvet-güç sporcuları için ise 1.6-2.2 gram/kilogram tüketilmesi önerilir. Bazı antrenman dönemlerinde 3 gram/kilogram'lık alımların da kullanıldığı görülür.

Kas hasarının giderilmesi ve glikojen depolarının yeniden doldurulmasında karbonhidratlarla proteinlerin birlikte tüketilmesi çok önemlidir. Bu yüzden gün içindeki tüm ana ve ara öğünlerde proteinler mutlaka bulunmalıdır. Kas protein sentezi mekanizması ile birlikte düşünüldüğünde üçer-dörder saatlik aralıklarla esansiyel aminoasitleri yüksek miktarda içeren 20-40 gram kaliteli protein alımı (10 gramı esansiyel aminoasit olacak şekilde her öğün için alınmalıdır; hayvansal aminoasitler bu özelliği sağlayan en önemli aminoasit içeren gıdalardır, bunun için öncelikli tercih olmalıdır) gerçekleştirilmelidir.

Uyku öncesi (yarım saat önce) 30-40 gram kazein içeren proteinden zengin gıdaların tüketilmesi uyku süresince kas protein sentezini yüksek tutarak antrenmanlar sonrasındaki kas ve hücre yenilenmesini hızlandıracaktır. bunların yansıya uyku öncesi protein alımının ertesi sabahki metabolik hızı da artırdığı gösterilmiştir. kazein alımı için takviyelerden yararlanılabileceği gibi yoğurt, peynir gibi kazein içeriği yüksek besinler de yenilebilir. Yoğurt, kefir gibi gıdaların düzenli tüketiminin sağlayacakları proteinin yanı sıra içerdikleri probiyotiklerle de bağışıklık sistemini destekleyerek sporcunun sezon içerisinde yapacağı antrenman sayısını ve antrenman verimini artırarak faydalı olacağı unutulmamalıdır.

5

Yağlar ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilmek

Yağlar ve Metabolizması

Sporcunun kalori alımında %15-25 arasında bir yer tutan yağların diyetle %15'in altında yer alması özellikle vücutta emilim ve kullanılabilmesi için yağlara gereksinim duyan A, D, E ve K vitaminlerinde eksikliklere yol açacağından önerilmemektedir. Özellikle vücut tarafından sentezlenemediği için mutlaka besinlerle alınması gereken esansiyel yağ asitlerinden Omega 3 yağ asitlerinin düzenli olarak kullanımının sağlık ve performans açısından olumlu etkileri son dönemde bilimsel çalışmalarda sıklıkla rapor edilmektedir. Omega-3 yağ asitlerinin kalp hastalıklarına karşı koruma sağladığı kanıtlanmıştır. Örneğin balık tüketiminin yüksek olduğu Japonya'da ve benzer şekilde Eskimolarda kalp hastalığı oranı oldukça düşüktür. Düzenli balık tüketimi, kan trigliserid seviyesinin azalmasına yardımcı olur. Ayrıca hücre zarı oluşumunda etkilidir ve kanda daha düşük bir pıhtılaşma potansiyeli sağlar. Diğer bir esansiyel yağ asidi olan Omega 6 yağ asitlerinin de organizmada önemli fonksiyonları olmakla birlikte fazla tüketimleri sağlık problemlerine yol açmaktadır. Dünya sağlık örgütü diyetle Omega 6/Omega 3 dengesinin 5'e 1 olması gerektiğini bildirmiştir, yapılan araştırmalar çoğu ülke için güncel değerleri 16-25/1 olarak vermektedir ve bu durum ciddi bir toplum sağlığı riski yaratmaktadır. Önerilen dengeyi tutturabilmek için Omega 3 yağlarını bol miktarda içeren hamsi, sardalya, uskumru, somon gibi balık türlerini her öğünde 200-250 gram miktarlarla haftada 2-3 kez tüketmek tavsiye edilmektedir.

Önerilen miktarların üzerinde yağ tüketiminin, yağlar uzun sürede sindirildiği, mideyi geç terk ettiği ve doyumluk hissi verdiğinden sporcuların kalori ihtiyaçlarının günlük 8000 kalori üzerine çıktığı antrenman dönemlerinde enerji alım hedeflerine ulaşılmasını güçleştirmesi gibi etkileri de olacaktır.

6

Vitaminler-mineraller ve metabolizması hakkında bilgi sahibi olabilme

Vitaminler ve Mineraller

Sporcularda vitamin ve mineral ihtiyacı özellikle antrenmanlar sırasındaki sıvı ve elektrolit kayıpları ile birlikte artacak ve sedanter insanlara kıyasla 3-6 kat daha fazla ihtiyaç ortaya çıkacaktır. Dengeli bir beslenme uygulayan sporcularda takviye vitamin-mineral takviyesine çoğunlukla ihtiyaç olmayacaktır, kamp dönemleri bunun dışında tutulabilir. Antrenmanlar sırası ve sonrası sıvı dengesinin sağlanmasında kaybedilen elektrolitlerin yerine konması önem arz ettiğinden tüketilen su ve sporcu içeceklerinin içerisinde yeterince sodyum, magnezyum, klor ve potasyum olmasında özen gösterilmelidir. B12 ve demir gibi sporcu sağlığı ve performansında önemli yeri olan besin öğelerinin vücuda yeterince alınabilmesinde hayvansal besin kaynaklarının önemi göz ardı edilmemeli ve sporcular uzman desteğinde doğru bir şekilde yönlendirilmelidir. Özellikle kadın sporcularda sıkça görülen demir eksikliği anemisinin tespiti ve tedavisi için gereken önlemler alınmalıdır. Vücutta birçok hayati fonksiyon yürüten D vitaminin sentezlenmesinde güneş ışınlarına maruz kalmanın önemi unutulmamalıdır. Yaz döneminde sporcu vücudunun büyük bir bölümünü güneşe gösterecek şekilde öğlen saatlerinde her gün 20 dakika kadar güneş almalı, güneş ışınlarının dünyaya yeterince çok ve dik şekilde ulaşmadığı mevsimler için de takviye alınması ve düzenli kan testleriyle D vitamini değerinin (25-hidroksi vitamin D, 25-OHD değerinin) 60 ng/ml altına düşmemesine çalışılmalıdır. D vitamini bağırsaklardan kalsiyum emilimi ve kana salınımını arttıracığından kandaki fazla kalsiyumu dişlere ve kemiklere yönlendiren K2 vitamininin de diyetle yeterli miktarda tüketilmesine dikkat edilmelidir. K2 vitamini bakımından zengin besinler bazı peynir türleri, süt ürünleri, yumurta, sığır eti gibi ürünler ve Natto, Miso gibi Uzakdoğu'nun fermente gıdalarıdır.

7

Su ve içecekler hakkında bilgi sahibi olabilme

Su ve İçecekler

Su organizmadaki birçok görevi ile birlikte antrenmanlar öncesi, sırası ve sonrasında diğer içeceklerle birlikte sıvı dengesinin sağlanmasında önemlidir. Antrenmanda terle birlikte vücut ağırlığının %2'sinin kaybedilmesi aerobik kapasitede düşmeye, %4'lük kayıp ise kuvvet üretiminde eksikliklere neden olacağından antrenmanlar sırasında bunu önlemeye yönelik önlem alınmalıdır. Antrenmanlar sırasında her 15-20 dakikada bir 100-150 ml soğuk su, 200 ml civarında %6-8 oranında karbonhidratla birlikte elektrolitleri içeren sporcu içeceği ile verilmelidir. Sıcak ve nemli havalarda bu miktarlar %50 artırılabilir. Antrenman öncesi ve sonrası dikkatlice tartılarak kaybettiği sıvı miktarı tespit edilen sporcunun kaybettiği miktarın %150'si kadar sıvı tüketmesi (örneğin 3 litre sıvı kaybettiyse 4.5 litre) sağlanmalıdır. Sıvı dengesinin sağlanmasında sadece suyun tüketimi birtakım problemlere yol açabileceğinden suyun yanında maden suyu, ayran, çikolatalı süt, Hindistan cevizi suyu, %8-10 karbonhidrat içerikli sporcu içeceği gibi alternatifler de içilmelidir.

1 Aşağıdakilerden hangisinde makro besin öğeleri (vücutta enerji oluşturan) doğru şekilde verilmiştir?

- A. Protein-Yağ-Karbonhidrat
- B. Vitamin-Mineral-Su
- C. Lösin-İzolösin-Valin
- D. Mineral-Vitamin-Su
- E. Sodyum-Potasyum-Magnezyum

2 Aşağıdakilerden hangisi antrenmanlar sırasında organizmada gözlenen değişikliklerden biri **değildir**?

- A. Solunum hızının artması
- B. Sinir iletim hızının yavaşlaması
- C. Kas kasılmasının artması
- D. Enerji harcamasının artması
- E. KAH'nın artması

3 Vücutta enerji oluşturan besin öğelerinin 1 gramlarının sağladığı kalori miktarları hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A. Karbonhidrat=4 – Protein=4 – Yağ= 9
- B. Karbonhidrat=9 – Protein=4 – Yağ= 4
- C. Karbonhidrat=4 – Protein=9 – Yağ= 4
- D. Karbonhidrat=4 – Protein=9 – Yağ= 9
- E. Karbonhidrat=4 – Protein=4 – Yağ= 4

4 Aşağıdakilerden hangisinde yağda çözünen vitaminler doğru şekilde verilmiştir?

- A. B grubu vitaminleri ve C vitamini
- B. B12 vitamini
- C. Tiamin ve Riboflavin
- D. D, A, E ve K vitaminleri
- E. Riboflavin ve Tiamin

5 .Antrenman sonucunda 3 litre sıvı kaybetmiş bir sporcu sıvı dengesinin sağlanabilmesi için sonraki 24 saat içerisinde kaç litre sıvı tüketmelidir?

- A. 2.5
- B. 3
- C. 8
- D. 5
- E. 4.5

6 Egzersiz sonrası boşalan enerji depolarının doldurulmasında diyet profili önem arz etmektedir. Doğru bir şekilde yapılandırılmamış bir beslenme planı, uygun bir beslenme ile 24 saatte doldurulabilen depoların 72 saatte dolabilmesine yol açabilir. Buna göre antrenman sonrası beslenme/ öğün nasıl planlanmalıdır?

- A. Tüm besin öğeleri yüksek miktarlarda tüketilmeli
- B. Yüksek oranda karbonhidrat, orta düzeyde protein, düşük yağ tüketilmeli
- C. Yüksek oranda yağ ve protein, düşük karbonhidrat tüketilmeli
- D. Yüksek oranda protein, düşük karbonhidrat ve yağ tüketilmeli
- E. Yüksek yağ, düşük karbonhidrat ve protein tüketilmeli

7 Birincil işlevleri büyüme, onarım ve yenileme olduğundan enerji metabolizmasında diğer besin öğeleri kadar yer almayan besin öğesi aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Magnezyum
- B. Asetilkolin
- C. Karbonhidrat
- D. Yağ
- E. Protein

8 Egzersiz öncesi kas ve karaciğer enerji depolarının doyumluğunun sağlanması açısından 3-4 saat önce tüketilmesi gereken karbonhidrat türü ve formu aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Düşük glisemik indeksli-katı karbonhidratlar
- B. Orta-düşük glisemik indeksli- katı karbonhidratlar
- C. Orta-düşük glisemik indeksli-sıvı ve katı karbonhidratlar
- D. Yüksek glisemik indeksli-sıvı ve katı karbonhidratlar
- E. Orta-düşük glisemik indeksli-sıvı karbonhidratlar

9 Aşağıdakilerden hangisi yağların vücuttaki görevleri arasında yer almaz?

- A. Organları sararak dış etkilere karşı korumak
- B. Vücut sıcaklığının korunmasına yardımcı olmak
- C. Egzersiz sonrası oluşan kas hasarının onarımına yardımcı olmak
- D. Düşük şiddetli egzersizler için enerji kaynağı sağlamak
- E. Bazı vitaminlerinin sindirimi ve emilmesine katkıda bulunmak

10 as kütleinde artış hedeflediğinde sporcunun vücut ağırlığının her kilogramı başına tüketmesi gereken en düşük protein miktarı aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 2 gram
- B. 3 gram
- C. 1.6 gram
- D. 4 gram
- E. 20 gram

1. A

Yanıtınız yanlış ise “Enerji Sistemleri ve Enerji Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. B

Yanıtınız yanlış ise “Beslenme Kavramı ve Önemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Enerji Sistemleri ve Enerji Kaynakları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. D

Yanıtınız yanlış ise “Vitaminler ve Mineraler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. E

Yanıtınız yanlış ise “Su ve İçecekler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. B

Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratlar ve Metabolizması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. E

Yanıtınız yanlış ise “Proteinler ve Metabolizması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. B

Yanıtınız yanlış ise “Karbonhidratlar ve Metabolizması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. C

Yanıtınız yanlış ise “Yağlar ve Metabolizması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. A

Yanıtınız yanlış ise “Proteinler ve Metabolizması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Sporcu çocuklarda enerji alımının yetersiz olması ergenlikte gecikmeye, boy uzamasının olumsuz etkilenmesine, kemik yapısının gelişiminde problemlere, sakatlık riskinde artışa, sakatlık ve hastalıklar sonrası spora dönüş süresinin uzamasına, menstrüasyon döngüsünde düzensizliklere, vücut sıvı dengesindeki yetersizliklere ve hayati önemdeki besin öğelerinin eksik alınması ile oluşan hücresel zararlara yol açarak büyüme ve gelişme üzerinde ciddi olumsuz sonuçlara yol açar.

Araştır 2

Hücre içerisindeki metabolik faaliyetler için gerekli enerjiyi sağlayan organik molekül ATP (adenozintrifosfat) olarak adlandırılır. ATP'nin kimyasal olarak parçalanmasıyla açığa çıkan enerji kas kasılması, sinir uyarımı, hücre büyümesi gibi fizyolojik süreçlerde görev alır.

Araştır 3

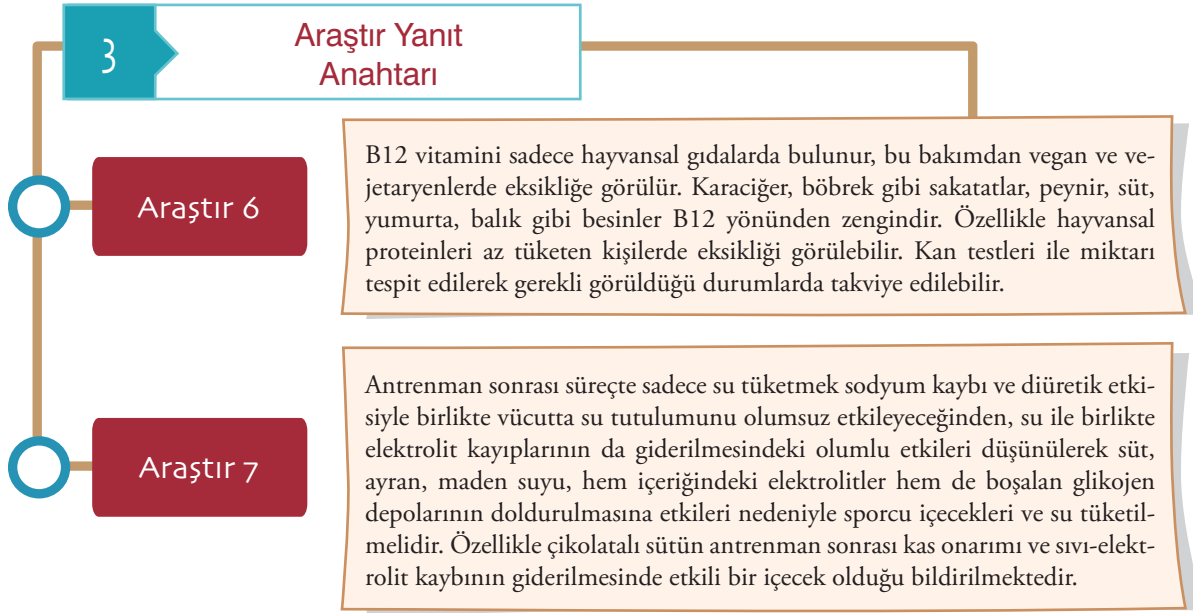
Antrenmanlar sırasında performansın devamlılığı için kan şekeri seviyesinin korunması ve glikojen depolarının boşalmasının mümkün olduğunca geciktirilmesi gerekmektedir. Bu yüzden antrenman esnasında karbonhidrat tüketimi, kan şekeri dengesini koruma ve depoların boşalmalarının sağlanmasına yardımcı olacağından önemli ve gereklidir.

Araştır 4

Esansiyel olmayan aminoasitler vücut tarafından üretilebilirken esansiyel aminoasitler vücut tarafından üretilemezler ve mutlaka dışarıdan besinlerle vücutta alınmaları gerekir.

Araştır 5

Yağda eriyen vitaminler olan A, D, E ve K vitaminlerinin vücutta emilmesi, taşınması ve atılması için diyetle birlikte yeterli miktarda yağ (toplam kalori alımının en az %15'i) alınması gerekmektedir. Bunun altındaki alımlarda bu vitaminlerin kullanımında sorunlar yaşanacaktır.



Kaynakça

- Akça, F., Aras, D. ve Arslan, E. (2018). Kafein, etki mekanizmaları ve fiziksel performansa etkileri. *Spormetre*, 16(1), 1-12.
- Aras, D., Karakoç, B., Koz, M. ve Bizati, Ö. (2017). The Effects of Active Recovery and Carbohydrate Intake on HRV during 48 Hours in Athletes after a Vigorous-Intensity Physical Activity. *Science & Sports*, 32, 295-302. DOI: 10.1016/j.scispo.2017.04.010.
- Arslan, E., Aras, D. ve Can, S. (2016). Sporcu ve sedanter kadınlarda günlük enerji harcaması ve fiziksel aktivite düzeylerinin karşılaştırılması. *Spormetre*, 14(1), 53-61.
- Can, S., Arslan, E. ve Ersöz, G. (2014). Güncel bakış açısı ile fiziksel aktivite. *Spormetre*, 12(1), 1-10.
- İmamli, H. ve Akça, F. (2018). Probiyotik kullanımının sağlığa ve sportif performansa etkileri. *Spormetre*, 16(2), 196-208.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I. vd. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr*, 14, 20.
- Jeukendrup, A. E. ve Moseley, L. (2010). Multiple transportable carbohydrates enhance gastric emptying and fluid delivery. *Scand J Med Sci Sports*, 20(1), 112-121.
- Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J. vd. (2017). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *J Int Soc Sports Nutr*, 14, 33.
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D. vd. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr*, 15, 38.
- McLellan, T. M., Pasiakos, S. M. ve Lieberman, H. R. (2014). Effects of protein in combination with carbohydrate supplements on acute or repeat endurance exercise performance: a systematic review. *Sports Med*, 44(4), 535-550.
- Sawka, M. N., Burke, L. M., Eichner, E. R., Maughan, R. J., Montain, S. J. ve Stachenfeld, N. S. (2007). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*, 39(2), 377-390.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A. ve Burke, L. M. (2016). American College of Sports Medicine Joint Position Statement. Nutrition and Athletic Performance. *Med Sci Sports Exerc*, 48(3), 543-568.
- Nuccio, R. P., Barnes, K. A., Carter, J. M. ve Baker, L. B. (2017). Fluid Balance in Team Sport Athletes and the Effect of Hypohydration on Cognitive, Technical, and Physical Performance. *Sports Med*, 47(10), 1951-1982.
- Orru, S., Imperlini, E., Nigro, E., Alfieri, A., Cevenini, A., Polito, R. vd. (2018). Role of Functional Beverages on Sport Performance and Recovery. *Nutrients*, 10(10).
- Ortenblad, N., Westerblad, H. ve Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *J Physiol*, 591(18), 4405-4413.
- Pehlivan, A. (2009). *Çocuk ve Genç Futbolcudaki Beslenme*. İstanbul: TFF-FGM Yayınevi.
- Pehlivan, A. (2016). *Sporda Beslenme*. İstanbul: Ergün Yayınevi.
- Turnagöl, H., Aktitiz, S., Korur, D. C. ve Kuru, D. (2020). Farklı spor dallarında spor ve enerji içeceklerinin kullanımı ve performansa etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 31(1), 29-44.

Bölüm 4

Sporcu Sağlığı ve İlk Yardım I

öğrenme çıktıları

1

Sağlık Kavramı ve Sporda Sağlık Organizasyonu

- 1 Sağlık kavramını ve sporda sağlık organizasyonunu açıklayabilme

2

Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler

- 2 Spor yaralanması ve etkili faktörleri açıklayabilme

3

Spor Yaralanmalarının Önlenmesi

- 3 Spor yaralanmalarının önlemlerini kavrayabilme

4

Spor Yaralanmalarında İlk Yardım ilkeleri ve Ön Tedavi

- 4 Sporda ilk yardımın temel ilkelerini sıralayabilme
- 5 Spor yaralanmalarında ön tedavi hakkında bilgi sahibi olabilme

Anahtar Sözcükler: • Sporcu Sağlığı • Spor Yaralanmaları • Spor Yaralanmalarını Önleme • İlk Yardım • POLICE Protokolü



GİRİŞ

Spor, katılımcılar arasında rekabete dayanan, kompleks yetenek ve taktik gerektiren kurallara göre oynanan fiziksel aktiviteleri kapsayan bir eylemdir. Spor bireyde sebep olduğu fizyolojik, psikolojik ve sosyal gelişmeler sayesinde sağlıklı bireyler yetişmesini ve sağlıklı toplumların oluşmasını mümkün kılan en önemli araçtır. Spor yapmak sağlık için çok faydalı olsa da bilinçsiz yapılan spor aktiviteleri, yaralanmaları da birlikte getirmektedir.

Spor yaralanmalarının büyük bir kısmı hafif yaralanmalardır. Buna rağmen çok ciddi yaralanmalarla da karşılaşılabilir. Sporunun sağlığını ve hayatını tehdit eden klinik tablolarda, yaralanmaların önlenmesi, yaralanma varlığında ilk ve acil yardım ilkelerinin uygulanıp gerekli önlemlerin alınması yaşam kurtarır. İlk ve acil yardımın en önde gelen prensibi, zamanında ve erken girişimde bulunmaktır. Bu amaçla doktor dışında hakem, antrenör ve sahada görevli kişilerin de ilk yardım konularında bilgi sahibi olması gereklidir.

SAĞLIK KAVRAMI VE SPORDA SAĞLIK ORGANİZASYONU

Sağlık, fiziksel zihinsel ve sosyal yönden iyi olma hâlidir. Egzersiz ve spor bu bağlamda sağlıklı yaşamın vazgeçilmez bir ögesidir. Belirli bir spora katılım göstermek, bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmada önemli bir stratejidir. Düzenli yapılan fiziksel aktivite ile birlikte kas iskelet sistemi, dolaşım sistemi, solunum sistemin fonksiyonlarında gelişim gözlenirken,

kronik kalp damar hastalıkları, felç diyabet, kemik erimesi ve bazı kanser türlerinin de önlenileceği gösterilmiştir. Bu yararları sayesinde, günümüzde spora ve fiziksel aktiviteye katılım en yüksek seviyelerdedir. Şu anda 40 milyondan fazla çocuk ve gencin okul dışında spor kulüplerinin cimnastik ve yüzme aktivitelerine devam ettiği bilinmektedir.

✓ **Sağlık**, fiziksel zihinsel ve sosyal yönden iyi olma hâlidir.

Her türlü sportif faaliyette, vücutta mikrot-ravmalara bağlı küçük yaralanmalar oluşmaktadır. Akut ve kronik olarak bir dokuya uygulanan stres, dokunun bu stresi “absorbe” edebilme yeteneğinden daha büyük olduğunda, yaralanma oluşur. Spor branşları uygulanırken basit sıyrıklardan, çok ciddi, sporcunun spora geri dönmesini engelleyebilecek türde yaralanmalara kadar bir çok farklı türde spor yaralanması meydana gelebilir. Profesyonel sporcularda kas iskelet sistemi yaralanmaları oldukça sıklıkla görülen bir durumdur. Bu yaralanmaların içinde en çok bağ yaralanmaları ve kas zedelenmeleri görülür. Ek olarak yaralanmaların vücudun alt kısımlarında daha sıklıkla gözleendiği belirtilmektedir. Egzersiz tek başına sporda ani ölümlerin nedeni olmamakla beraber spora katılım öncesi tıbbi değerlendirme sporcuda çeşitli risk faktörlerinin açığa çıkarılması ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için son derecede önem taşımaktadır.

Öğrenme Çıktısı

1 Sağlık kavramını ve sporda sağlık organizasyonunu açıklayabilme

Araştır 1

Düzenli yapılan fiziksel aktivitenin kişiye katkıları nelerdir?

İlişkilendir

Haftanın her günü çift antrenman yapan bir hentbol oyuncusunun omuz kaslarında zedelenme tespit edilmiştir. Kas kuvveti yerinde olan bu oyuncunun yaralanmasının nedeni ne olabilir?

Anlat/Paylaş

Spor branşınızda en çok görülen yaralanma hangisidir?

SPOR YARALANMASI VE ETKİLİ FAKTÖRLER

Vücuttaki dokuların hareket sırasında oluşan strese karşı dayanabildikleri bir sınır vardır. Bu sınır aşıldığı zaman vücut yapılarında yaralanma meydana gelir. Vücut yapıları üzerindeki yaralanmaya neden olan bu zorlanmayı artıran risk faktörleri bulunmaktadır. Bu risk faktörleri 2'ye ayrılır:

1. Kişinin kendisinden kaynaklı faktörler (İçsel Faktörler)

- **Önceki Yaralanma Öyküsü:** Sporcu tam olarak iyileşmeden tekrar sporuna başlamışsa tekrar yaralanma olasılığı çok fazladır. Bu nedenle önceki yaralanma ve aldığı tedavi süresi içeriği önemlidir
- **Yaş:** 12-15 yaş aralığında, adölesan dönemde boy artışı ile karşımıza çıkan hızlı büyüme döneminde kemik gelişimine oranla, kas gelişiminin ve esnekliğinin aynı şekilde artmaması sonucunda yaralanma riski artar. Ayrıca, bu yaş döneminde ergenlik çağı hormonlarının artması da yaralanmalarda rol oynar. Ek olarak bu döneme özgü dikkatsiz ve atılgan davranışlar ile psikolojik özelliklere eklenen motor beceri azlığı, koordinasyon ve denge becerilerindeki yetersizlik de yaralanma için uygun koşulları oluşturur. Yaşlanma ile birlikte ise vücuttaki yapım-yıkım olaylarının oranının bozulması, doku esnekliğinin, kas kitlesinin ve maksimal oksijen tüketiminin azalması yine yaralanmalar için risk oluşturur.
- **Cinsiyet:** Kadınların anatomik ve fizyolojik yönden farklılıkları, bağ yapılarının daha gevşek olması, erkeklerin kas kitlesinin kadınlarınkinden farklı olması nedeniyle özellikle bazı yaralanma türleri açısından kadınlar erkeklere göre daha risk altındadır. Çocukluk ve adölesan dönemde ise erkeklerin yaralanma açısından daha riskli olduğu belirtilmektedir.
- **Yetersiz Fiziksel Uygunluk Düzeyi:** **Fiziksel uygunluk**, yorgunluk olmaksızın, mesleki, boş zaman ve günlük yaşam aktivitelerini başarılı bir şekilde yapma ve bu uygunluğu yaşam boyu devam ettirebilme yeteneğidir. Sporcu, sporunun gerektirdiği kalp-solunum uygunluğu, esneklik, kuvvet, vücut kompozisyonu,

dayanıklılık, güç, koordinasyon, çeviklik, hız ve reaksiyon zamanı gibi fiziksel uygunluk parametrelerinin yetersizliğinde de yaralanma riski taşır.

- Biyomekanik dizilim bozuklukları
- Yetersiz uyku
- Yetersiz beslenme
- Yetersiz sıvı alımı
- Psikososyal faktörler: Spor sahasındaki gerilim sporcu strese sokabilir ve bu stres karşısında sporcu yorgunluk ve isteksizlik duyabilir. Hataları artar, koordinasyonu bozulur, yaralanma riski artar. Motivasyon eksikliği ya da aşırı motivasyon durumunda da sporcu yaralanmaya açık hâle gelebilir.
- Yorgunluk
- Yaralanma korkusu
- Tecrübesizlik-sportif beceri eksikliği
- Konsantrasyon eksikliği
- Hazır hissetmemek

✓ **Fiziksel Uygunluk:** Yorgunluk olmaksızın mesleki, boş zaman ve günlük yaşam aktivitelerini başarılı bir şekilde yapma ve bu uygunluğu yaşam boyu devam ettirebilme yeteneğidir.

2. Çevresel faktörler

- **Ekipman (Koruyucu/ Ayakkabı)- Zemin:** Spor ayakkabı ve oynanan zemin arasındaki etkileşim özellikle bacak bölgesinde görülen yaralanmalar için risk taşır. Kaymayan şekilde tasarlanan sahalar özellikle diz yaralanmalarına neden olur. Bunun yanı sıra giyilen ayakkabının yapılan spora uygun olması, ayağı ve parmakları sıkmaması, eklem hareketlerini engellememesi gerekmektedir. Aksi hâlde yaralanma riski artmış olur.
- Işıklandırma
- Oynanan pozisyon
- Hava koşulları: Aşırı sıcakta sıcak çarpmaları soğuk ve nemli ortamlarda donma gibi sağlık sorunları oluşabilir. Uluslararası spor karşılaşmalarının yapılabilmesi için maks ortam sıcaklığının 25°C ve minimum sıcaklığı 16°C olarak belirtilmiştir.

- Spor tipi
- Aşırı antrenman/Maç yoğunluğu
- Teknik yanlışlıklar
- Sporcu-antrenör anlaşmazlığı

Hareket sistemi yaralanmaları, sportif aktiviteler sırasında sıklıkla rastlanan yaralanmalardır. En sık gözlenen spor yaralanmaları aşağıdaki gibidir:

- Bağ zedelenmesi
- Kırıklar ve beraberinde oluşan yumuşak doku hasarı
- Eklem ve kıkırdak zedelenmeleri
- Kas lifi kopmaları
- Kas ezilmeleri
- Tendon yaralanmaları (kanama ya da kopma)
- Burkulmalar



dikkat

Spor yaralanmalarına zemin hazırlayan risk faktörlerinden bazıları değiştirilebilir özellikteyken bazıları değiştirilemez niteliktedir.

Kas, tendon veya bağ dokusu yaralandığı zaman bölgedeki kan damarları yırtılır. Oluşan kanama hızla çevre dokulara yayılır ve şişliğe neden olur. Şişlik dokularda basınç artmasına yol açar ve bunun sonucunda ağrı ve hassasiyet gelişir. Kanama, şişlik ve basınç artışı iyileşme sürecini geciktirir. Yapılan ilk yardımla kanama kontrol altına alınarak, iyileşme sürecine destek verilir. Çok farklı sayıda ve çeşitte spor yaralanması olmasından dolayı, standart bir tedavi protokolü oluşturmak imkansızdır. Fakat, yine de ilk yardım tedavi prensiplerini bilmek önemlidir.



Öğrenme Çıktısı

2 Spor yaralanması ve etkili faktörleri açıklayabilme

Araştır 2

Spor yaralanmaları açısından biyomekaniksel dizilim bozukluğunun nasıl bir etkisi vardır? Açıklayın.

İlişkilendir

Sporcu özellikle yüksek performans göstermesi gereken aktivitelerde çabuk yoruluyor ve sıklıkla düşüyorsa spor yaralanmalarına hazırlayıcı faktörlerden hangisi/hangilerinin etkin olduğunu düşünün?

Anlat/Paylaş

Spor branşınız spor yaralanmalarına neden olan faktörlerden hangisi/hangileri ile daha ilişkilidir?

SPOR YARALANMALARININ ÖNLENMESİ

Tüm dünyada, sporu bilimsel temel ışığında geliştirmeye çalışan ülkeler, yaralanmaların önlenmesi konusuna ciddi kaynak ayırmakta ve rutin antrenman programına koruyucu oldukları belirtilen programları dahil etmektedirler. Spor yaralanmaları, yaralanmalara neden olan risk faktörlerinin belirlenip, bu risk faktörlerine yönelik yapılan müdahalelerle önenebilir ve/veya sıklığı azaltılabilir. Spor yaralanmalarını önlemek için yapılabilecek müdahaleler, ekipman desteği (breysler, ortezler, koşu zeminleri, kıyafet ve ayakkabı), eğitim (kas kuvveti, endüransı, eklem hareket açıklığı, reaksiyon zamanı ve propriosepsiyon), kurallar ve düzenlemeler şeklinde kabaca açıklanabilir.

Daha iyi anlaşılması adına, spor yaralanmalarını önleme programını bir piramit gibi düşünüp her bir basamağın bir diğeri için temel olduğunu varsaymak, yaralanmaları önlemeye yönelik en güncel yaklaşımdır. Spor yaralanmalarını önlemede hedef bir spor branşı, cinsiyetlere özgü spor branşları vb. olabileceği gibi çok sık rastlanan spesifik bir yaralanma tipi de olabilir. Daha sonraki adım hedeflenen grup üzerinde yapılan risk faktörü analizidir. Bu analizler yapılırken kişisel ve çevresel faktörler bir bütün olarak ele alınmalı, sporcu her yönüyle değerlendirilmelidir. Özellikle sezon öncesi yapılan risk faktörü analizi, riskli sporculara odaklanılmasını ve sezon başlamadan eksikliklerin giderilerek olası yaralanmaların önüne geçilmesini sağlar. Gelecekteki yaralanmaların en iyi belirleyicisi olarak “*önceki yaralanma hikayesi*” varlığı gösterilmektedir. Sporcu sezon öncesi değerlendirmesi yapılırken bu gözle değerlendirilmeli, aynı zamanda, oyuncunun yaşının da yaralanmanın tekrarlanmaması için bir risk faktörü olup olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır. Bu noktada, sporcunun ve antrenörün önceki ve gelecekteki teknik ve taktik bilgisi de yaralanmaların önlenmesinde üstünde durulması gereken diğer bir konudur. Özellikle takım sporlarında, yeni ve özellikli bir sporcunun transferi, takımdaki diğer sporcuların taktik ve teknik olarak yenilenmesini gerektirebilir. *Piramitteki ikinci basamak ise yüklenme yönetimidir*. Hem yetersiz hem de aşırı yüklemeler yaralanma riskini artırır, fiziksel uygunluk seviyesini ve takım performansını düşürür. Sporcularda yüklenme programını belirleyen kişinin, bireysel bir program oluşturması, ani çıkışlardan ziyade kademe kademe ilerlemesi ve bu ilerlemedeki izlenen protokolün gerekliliğinin antrenörlerce bilinmesi beklenmektedir. *Yaralanma önleme piramidinde üçüncü basamak ise atletik gelişim, kuvvet ve kondisyon kalitesinin iyileştirilmesidir*. Sporcular yaptıkları sporun gerekliliklerini yerine getirecek kadar kuvvetli ve dayanıklı değilse, yaralanma gerçekleşir. Takım fizyoterapistleri, her oyuncuyu atletik gelişim açısından değerlendirmeli, bireysel kuvvetlendirme ve dayanıklılık programı oluşturmalıdır. Spor yaralanmalarının önlenmesi açısından bir diğer basamak *hareket verimliliği*dir. Sporcu atletik açıdan geliştikçe sportif beceri ve verimlilik de artar. Bu basamakta sporcunun bu potansiyelini güvenli ve etkili bir şekilde kullanıp kullanmadığı değerlendirilir. Verimli olmayan hareket paternlerinin bu nedenle yaralanma

riski oluşturduğu düşünülmektedir. Bir yaralanma varlığında, hangi seviyede sporcunun fonksiyona başlayabileceği ya da, bir yaralanma sonrası sporcunun ne zaman spora dönmesi gerektiği sporcu sağlığı konusunun en kritik kararlarından biridir. Bu yüzden, önceki yaralanmalar ve rehabilitasyon süreci, piramitte en üst noktada kendine yer bulur. Önceki yaralanmalar, sporcular için tekrar yaralanma açısından büyük bir risk oluşturur. Kişisel faktörlerin olduğu kadar, çevresel risk faktörlerinin de en aza indirilmesi yaralanmaları önlemede odaklanılması gereken parametrelerden biridir. Koruyucu ekipman kullanımı özellikle futbol, hokey ve beyzbol gibi takım sporlarında yaralanma oranını (paralizi veya ölüm) oldukça azaltır. Dışlıkların kullanımı benzer şekilde dış yaralanmalarını azaltan bir durumdur. Dış ayak bileği destekleri, herhangi bir yaralanma sonrası tekrar oranını oldukça azaltmaktadır. Çim zeminler elit düzeydeki sporcular için daha güvenli olduğu, yapay zeminlerin ise daha az profesyonel sporcular için daha güvenlidir.



Şekil 4.1 Spor Yaralanmalarını Önleme Piramidi.

Görüldüğü gibi spor yaralanmalarının önlenmesi çok faktörlü bir denklem gibidir. Tanımlanan her bir basamak birbirine temel oluştururken aynı zamanda çok farklı durumlardan da etkilenmektedir. Genel anlamı ile özetlemek gerekirse spor yaralanmalarının önlenme stratejisi temelde kişisel ve çevresel risk analizi yapılması ve tespit edilen risklere yönelik etkin müdahale edilmesine dayanır.



SPOR YARALANMALARINDA İLK YARDIM İLKELERİ VE ÖN TEDAVİ

İlk yardım; herhangi bir nedenle yaralanan ya da aniden hastalanan kişilere, sağlık personeli tarafından kişilerin sağlık durumlarının daha da kötüleşmesini önlemek adına, olayın olduğu yerde, eldeki olanaklar kullanılarak geçici olarak yapılan ilaçsız müdahalelere denir. İlk yardım tanımında belirtilen amaç doğrultusunda hasta veya yaralıya tıbbi araç gereç aranmaksızın mevcut araç gereçlerle, ilaçsız uygulamaları yapan eğitim almış kişi ya da kişilerdir. İlk yardımın öncelikli amaçları; hayati tehlikenin ortadan kaldırılması, yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesinin sağlanması, hasta/yaralının durumunun kötüleşmesinin önlenmesi, iyileşmenin kolaylaştırılmasıdır.

Bilinç kontrol edilmeli, bilinç kapalı ise aşağıdakiler hızla değerlendirilmelidir:

- Hava yolu açıklığının değerlendirilmesi
- Solunumun değerlendirilmesi (Bak-Dinle-Hisset)
- Dolaşımın değerlendirilmesi (Şah damarından 5 saniye nabız alınarak yapılır)

İlk yardımın birinci amacı yaşamı kurtarmak olduğundan, kalp dolaşım sistemiyle birlikte santal sinir sistemi fonksiyonlarının canlandırılması ilk hedef olmalıdır. Muayene sırasında hızlı bir şekilde hayati dokuz bulgu-nabız, solunum, kan basıncı, vücut sıcaklığı, cilt rengi, göz bebekleri, bilinç durumu, hareket yeteneği ve ağrıya tepki değerlendirilir. Semptomlar hakkındaki bu değerlendirme ile birlikte fiziksel değerlendirme, tanı ve tedavi için temel oluşturur. Spor yaralanmaları

açısından bakıldığında ise yaralanmaların büyük bir oranı hafif yaralanmalardır, fakat antrenör veya sağlık elemanı daha ciddi yaralanmaların olabilirliğine karşı hazır olmalıdır.

- **Nabız:** Kalbin kasılmaları sonucu oluşan damarlardaki basınç dalgalanmalarıdır. Nabız atım sayısı yetişkinlerde 60-100, çocuklarda 80-100 arasındayken sporculara 40-60 arasındadır. Sıklıkla el bileği hizasından ön kol damarı nabız sayısı (Bileğin iç yüzü, başparmağın üst hizası) ölçülür. Eğer nabız el bileğinden hissedilemezse boyundan şah damarı nabzına (âdemelmasının her iki yanı) bakılır. Sıvı kaybında veya kanama sonucu oluşan şokta nabız hızlı ve zayıftır. Nabız alınamaması o damarda bir hasar olduğunun veya kalbin durmasının bir işaretidir. Nabız ölçümü ve deri rengi, kan akımının önemli göstergelerindendir.
- **Solunum:** Normal nefes alma kolay olup solunum sayısı 12-20 dakikadır. Sporculara solunum sayısı dakikada 6-8 arasındadır. Eğer yaralanmadan sonra, solunum yüzeysel ise bu şok belirtisi olabilir. Solunum daha derinleşip, kesilmiş veya zor nefes alınıyor gibi ise hava yollarının tıkanmış olma ihtimali vardır. Ağızdan ve burundan kan gelmesi ile öksürük ve köpüklü tükürük ise akciğerdeki bir yaralanmayı işaret ediyor olabilir.
- **Kan basıncı:** İç organ yaralanmaları, şiddetli kanama veya kalp krizinde kan basıncının önemli ölçüde düşmesiyle şok oluşur.
- **Göz bebekleri:** Göz bebeklerinin genişlemesi bilinç kaybını gösterir. Kafa travması, şok,

sıcak çarpması, kanama veya kalp durmasından sonra tek taraf veya her iki taraflı göz bebeği genişlemesi gözlenebilir. Göz bebeğinin ışığa karşı normal tepkisi daralma şeklindedir. Eğer ışığa tepki alınamıyorsa yukarıda belirtilen problemlerden herhangi biri gelişmiş olduğu düşünülmelidir.

- **Vücut sıcaklığı:** Normal vücut sıcaklığı 37°C civarındadır. Vücut ısısı şok ve sıvı kaybı olduğunda azalırken enfeksiyon ve sıcak çarpması durumunda artma eğilimindedir.
- **Cilt rengi:** Egzersiz sonrasında normal cilt görünümü kırmızı ve parlaktır. Hipertansiyon, karbonmonoksit zehirlenmesi ve sıcak çarpmalarında deri rengi kırmızıya dönüşür. Soluk veya gri deri rengi, dolaşım sisteminin yetersizliğini gösterir. Mavi renkte bir deri ise oksijenin yetersizliğinin belirtisidir.
- **Bilinç durumu:** Normal bir kişi, kendine yöneltilen tüm uyarılara cevap verir. Bilinç düzeyi yaralanmanın ağırlığını gösterir. Bilinç düzeyleri;
 - Kişinin bilinci yerinde= Tüm uyarılara cevap verir.
 - 1 Derece Bilinç Kaybı = Sözlü ve gürültülü uyarılara cevap verir.
 - 2 Derece Bilinç Kaybı = Ağrılı uyarılara cevap verir.
 - 3 Derece Bilinç Kaybı = Tüm uyarılara karşı tepkisizdir, cevap vermez.
- **Hareket Yeteneği:** Sporcunun alt ve üst uzuvlarının hareketinin varlığı gözlenir. Özellikle omurlara alınan bir darbe sonucu kırık varlığında omurilik yaralanması görülebilir. Böyle bir durum varsa hastanın taşınmasında çok dikkatli olunması ve omurların sabitlenerek taşınması gerekmektedir.
- **Ağrıya tepki:** Göğüs kafesinin ön tarafına (iman tahtası üzerine) uygulanan bir basınç ya da aşıl tendonunun sıkıştırılması ile ağrı oluşturularak tepkinin nasıl olduğu değerlendirilir.

Yukarıda belirtilen değerlendirmeler kısa sürede yapıldıktan sonra gerekiyorsa en hızlı şekilde temel yaşam desteği (TYD) sağlanmalıdır. TYD solunum veya kalp durması geçiren sporcunun solunumunu ve kalp atımını tekrar başlatmak için uygulanan, acil hayat kurtarma prosedürüdür. Oksijen tüm

doku ve hücreler için hayati önem taşır. Oksijensiz kalan kalp kısa bir süre sonra tehlikeli aritmiler gösterir. Beyinde ise ilk 4-6 dakikada geri dönüşümsüz değişiklikler başlar. Kalp-solunum canlandırmasına (KSC) hızlı bir şekilde başlanması için uygun bir genel değerlendirme yapılması şarttır. KSC uygulayıcısı daha önceden eğitim almış bir kişi olmalıdır. KSC'ye başlamadan önce hava yolunda bir tıkanma varsa hızlı bir şekilde hava yolunun açılması gerekir. Hava yolunun açmak için kişi sırtüstü yatırılır, bir el ile baş geriye doğru alınırken ve diğer el ile çene yukarı doğru çekilir. Suni solunumla, hava yolunu açılarak ağızdan ağıza solunum ile solunumun idamesi, oksijenin dokulara ulaştırılması sağlanır. Solunum kaybına ek olarak kalp atımının durmasına yönelik de göğüs kafesi dışından baskı uygulanarak kalp masajı yapılır. Eğer KSC'yi tek kişi yapıyorsa, KSC sırasında 15 kalp masajına karşılık 2 solunum olacak şekilde devam edilmelidir. Kalp masajı sırasında dakikada 80-100 baskı uygulanacak şekilde uygulama yapılmalıdır. Kalbin rutin atımları başlarken uygulanan baskı kesilir.



dikkat

Kalp-Solunum Canlandırması uygulayacak kişi mutlaka eğitim almış olmalıdır.

Eğer kanama varsa kanamayı kontrol altına almak için yara üzerine kompresyon uygulanır, yaralanan bölge kalp seviyesinden yukarı kaldırılır ve turnike uygulanır. Kol ve bacak üzerine uygulanan turnikenin süresi önemlidir. Çok sıkı şekilde yapılmış turnike 10 dakikadan sonra pıhtılaşmaya neden olabilir fakat gevşek yapılan turnike de kanamanın durmasını sağlayamayacağı için işlevsizdir.

Dolaşım olarak yetersizlik varsa doku kanlanması bozulur ve şok gelişebilir. Şok belirtileri; derinin soluklaşması, nabızın hızlanması ve zayıflaması, soğuk terleme, göz bebeklerinin genişlemesi ve canlılığının kaybı, kan basıncı düşmesi ve soluk alma hızının artması olarak sayılabilir. Şok varlığında ilk yapılacaklar; hastanın bir battaniye ile sarılarak ısıtılması, damar yolunun açılması ve bacaklarının yukarı kaldırılmasıdır.

Boğulma üst solunum yolunun herhangi bir şekilde tıkanması sonucu ortaya çıkar. Böylece akciğerlere hava gelmez ve yaşam tehlikeye girer.

Boğulma; kuru boğulma, yaş boğulma ve ikincil boğulma şeklinde üç farklı durumda görülebilir. Kuru boğulma, akciğerlere sıvı dolmadığı hâlde hava yolunun kapanmasına bağlı solunumun durması iken yaş boğulma akciğerlerin dolan sıvı nedeniyle havalanamamasına bağlı gelişir. İkincil boğulma ise esas boğulmadan kurtulan kişinin 15 gün sonra akciğerde gelişen ödem, kapanma vb. nedenlerle kaybedilmesidir. Boğulan bir kişiye ilk yardım, sudan çıkarılma ile başlar. Yutulan su miktarı durum ciddiyetini artırır. Soğuk suda boğulmada bir kişinin yaşama şansı, ılık suya göre daha fazladır. Kişi sudan çıkarıldıktan sonra yapılacak ilk iş, üst solunum yolunu tıkayan nesnelerin temizlenmesi ve hava yolunun açılmasıdır. Kısa sürede KSC yapılmaya başlanmalıdır.

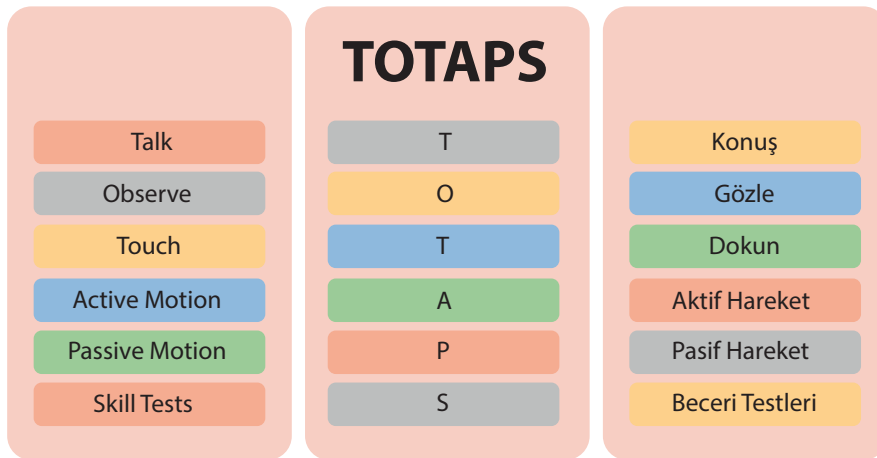
Donma ise ortam sıcaklığının çok düşük olması sonucuna bağlı olarak vücutta bir takım belirtilerin ortaya çıkmasıdır. Donma sürecinden kişinin ne kadar etkileneceği, soğuğa maruz kalma süresine bağlıdır. Hafif hipotermide rektal ısı 33-35 derecedir üşüme, titreme kas spazmı görülür. Orta hipotermide rektal ısı 30-33 derecedir. Bilinç kaybı gelişebilir, yoksa da aşırı yorgunluk vardır hafıza koordinasyon bozulmuş hâldedir. Ağır hipotermide ise bilinç kaybı vardır, gözbebekleri genişlemiş, kalp atımı zayıflamıştır. Hareketsizliğe müsaade edilmez. Orta hipotermide ise dışarıdan bir ısıtıcıya gereksinim vardır. Eğer imkân varsa 40°C'lik bir banyoya sokmak etkili bir tedavidir. Vücut temasıyla ısı transferi, imkanların kısıtlı olduğu durumlarda uygulanabilir. Bilinç kaybı yoksa ılık içecekler verilebilir ve kalp atımları takip edilmelidir. Ağır hipotermi durumunda özellikle göğüs, boyun ve baş bölgelerinin dikkatli ısıtılması gereklidir. Gerekliyorsa KSC uygulaması yapılmalıdır.

Sahada Sporcunun İlk Yardım Açısından Değerlendirilmesi

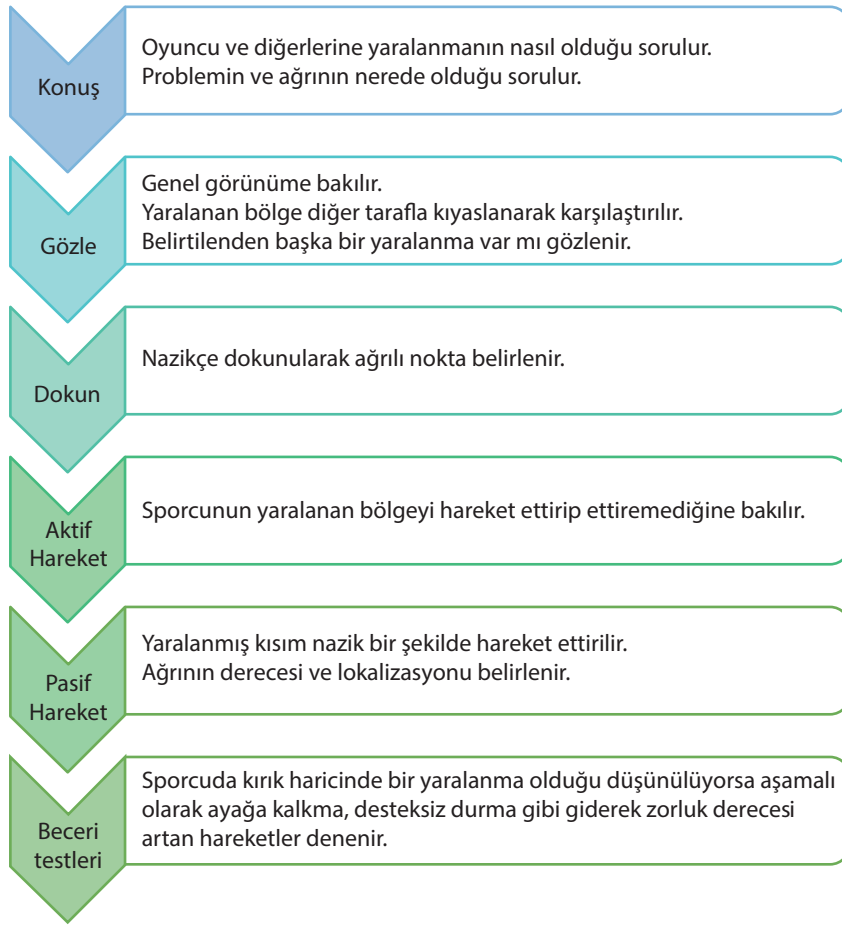
Spor yaralanmaları, çoğu zaman hayati tehlike taşımaya da sporcunun kariyerini etkileyecek boyutta olabilir. Bu nedenle sporcular normal hasta profilinden biraz daha farklı davranırlar ve hemen iyileşmek isterler. Sporcularda, yaralanmanın daha ciddi boyutlara ulaşmasına engel olmak açısından ilk yardım kritik öneme sahiptir. Hastanın da ilk yardım konusunda bilgili olması, hem tedavi süresinin kısalmasına yardımcı olur hem de başka problemlerin ortaya çıkmasını engeller. İlk yardım uygulayıcısının en önemli görevi, daha ileri yaralanmanın önlenmesidir. Sporcuyu değerlendirmeye başlamadan kişi hem kendi için hem de sporcu için alanın güvenli olup olmadığından emin olmalıdır.

Yaralanmayı takiben sporcu değerlendirmesi, ilk yardım uygulayıcısının hasta bilgilerini almasıyla başlar. Sporcunun kişisel bilgilerinin yanı sıra yaralanmanın nasıl ve ne zaman olduğu belirlenmelidir. Sporcunun davranışı ve vücut pozisyonu giderken gözlemlenmeli ve değerlendirilmelidir.

Sporcularda gözlem ve değerlendirme için TOTAPS aşamaları izlenir.



Şekil 4.2 TOTAPS Aşamaları.



Şekil 4.3 Spor Yaralanmasının Değerlendirilmesinde Totaps Aşamaları ve Açıklamaları.

Sporcu değerlendirildikten sonra yaralanmanın ciddiyeti ile ilgili karar verme aşaması başlar. Eğer yaralanmanın ciddi olduğu düşünülüyorsa ya da yaralanma hakkında tam net bir karar verilememişse sporcu saha dışına transfer edilir. Bu noktadan sonra sporcunun doktor tarafından takibi gerekli ise gerekli yönlendirmeler yapılarak ilk yardım süreci başlar.

Spor Yaralanmalarında İlk Yardım

Spor sahalarında olan yaralanmalarda ilk yardım öncelikle saha içi ve/veya saha kenarında yapılmalıdır. Bu yüzden bu tür durumlarda sağlık ekipleri her daim gerekli tıbbi malzeme ile hazır olmalıdır. Özellikle doğası gereği yaralanmaya açık spor branşlarında tedaviye erken başlayabilmek kişide iyileşme süresini ve istenmeyen komplikasyon riskini azaltırken, sporcunun spora erken dönebilmesini sağlar. Motor ve bisiklet sporları başta olmak üzere tüm spor branşlarında meydana gelen kazalar sonrasında ilk prensip tüm sporcuların ve ilk yardım personelinin güvenliğinin sağlanmasıdır. Burada amaç sporcuların yeni bir yaralanmaya maruz kalmaması ve oluşabilecek başka olumsuzlukların önüne geçilmesidir.

Sahada Bulundurulacak İlk Yardım Gereçleri

Tüm spor karşılaşmalarında acil yardım ekipleri ileri yaşam destek sunan ambulans ile birlikte hazır olmalıdır. Spor sahalarında uygulanacak acil ve ilk yardım oldukça önemlidir. Bu yüzden yaşam desteğini sağlayacak olan personel ve gerekli malzemeler her daim hazır olmalıdır. Saha içi akut yaralanmalar sırasında gereken malzemeler, spor kompleksinin içinde belli noktada ilk yardım çantasında bulundurulmalıdır.

Spor sahalarındaki ilk yardım çantasında bulunması gereken malzemeler sıradaki gibidir:

1. Pansuman Malzemeleri

- Alkollü pamuklar veya tamponlar, kapamalar
- Gazlı bez, sargı bezi
- Pamuk
- Batikon, oksijenli su, alkol
- Flaster (alerjik olmayan)
- Boyunluk

2. Araç-gereçler

- Tansiyon aleti, steteskop
- Trakea tüpü
- Dil baskısı
- Termometre
- Otoskop-oftalmoskop
- Plastik steril enjektörler
- Cerrahi eldiven
- Steril dikiş seti
- Bistüri, makas, çengelli iğne
- Lastik turnike
- Eklemler için özel bandajlar
- Splintler

3. İlaçlar

- Soğuk sprey, Antiseptik pomat ve sabun
- Antifungal pomat
- Glukozsolüsyonu
- Serumfizyolojik
- Analjezik ve NSAİ ilaçlar
- Antiasit, antihistaminik, antiemetik
- Kimyasal soğutucu ve ağrı kesici spreylere
- Göz temizleyicileri
- Diyarekekabızlıkilaçlar
- Astım ilaçları
- Kodein
- Pudra
- Vazelin

Spor Yaralanmalarında Ön Tedavi

Sporcularda ilk yardıma başlamadan önce sporcuda yaralanmanın şiddeti ortaya konulmalıdır. Uygulanacak ön tedavide öncelikli amaç yaralanan

bölgede oluşan semptomları azaltmaktır. Sporcunun kıyafetleri ve koruyucu ekipmanlar yaralanan bölgeyi uygun bir şekilde gösterecek kadar çıkarılmalıdır. Olayın oluş şekli iyi değerlendirilmeli ve bu bilgilerin ışığında tedavi gerçekleştirilmelidir.

Yaralanma sonrası, ilk fizyolojik cevap doku içine kanama olmasıdır, bunu ödem (şişlik) takip eder ve yaralanan bölgede ağrı ve hassasiyet gelişir, ciltte sıcaklık artışı ve kızarıklık görülür. Vücudun koruma mekanizması devreye girer, yaralanan bölgenin daha az hareket ettirilmesi için çevre kaslarda spazm meydana gelir. Kanama şişlik, ağrı ve hassasiyete yol açtığından kanamayı durdurmak birinci öncelikli olmalıdır. Ön tedavinin amacı; kişide ağrıyı azaltmak, oluşan şişliği ya da eziklik durumunu minime indirmek ve bireyde hem ağrıyı azaltmak hem de bunun yanı sıra yaralanmış bölgede olabilecek ek stresleri önleyebilmek için gerekli miktarda hareketsizlik durumunu sağlamaktır. Ayrıca yaralanmanın ciddiyet derecesine bağlı olarak bir süre için sportif aktivitelerden uzak kalınmalıdır.

Özellikle sporcularda görülen kas iskelet sistemi yaralanmalarını tedavi etmede kullanılan en güncel ilk yardım metodu "POLICE" olarak bilinen yöntemdir.

POLICE Protokolü

P (Protection), **Koruma:** Yaralanmış bölge korumaya alınır.

OL (Optimal Loading), **Uygun dozda yüklenme:** Eski protokolde (*PRICE*) yaralanmış bölgenin istirahat etmesi sağlanarak iyileşmenin hızlanması beklenirdi ama yapılan çalışmalarla uygun düzeyde yüklenme ile dokuda iyileşmenin daha iyi olduğu gözlenmektedir.

I (Ice), **Buz:** Yaralanan bölgeye 2 saat arayla on beşer dakikalık buz uygulaması yapılır. Bunun direkt deriye temas etmesi önlenmeli, mümkünse yaralanan bölge bandajlandıktan sonra uygulanmalıdır.

C (Compression), **Kompresyon:** Yaralanan bölge elastik bandaj ile bandajlanarak kompresyon sağlanır. Böylece yaralı bölgenin hem desteklenerek hareket etmesi kısıtlanır hem de şişmesi engellenmiş olur.

E (Elevation), **Elevasyon:** Yaralanmış bölge kalp seviyesinden daha yukarı doğru kaldırılarak zedelenmiş dokuda yerçekimine bağlı olarak gelişen şişliğin (ödem) oluşması engellenmiş olur.

Koruma - Protection (P)

Korumanın amacı, yaralanmış dokuyu daha ileri yaralanmalara karşı korumak ve vücudun yeterli ve etkili doku iyileşme mekanizmalarını devreye sokarak doku iyileşmesine izin vermektir. Burada istenilen zedelenen dokunun aşırı hareketine izin vermemektir. Dokunun korunması ve optimal denilen uygun ve yeterli stresle yüklenmesi iyileşmeyi kolaylaştırır. Yaralanmadan sonra erken dönemde vücudun kendi kendini iyileştirmesini sağlayan en önemli tedavi seçeneği yaralanan kısmın kontrollü kullanımıdır. Bunun için kol ya da omuzda olan bir yaralanma için üçgen askı, kalça, bacak veya ayakta olan bir yaralanma için ise mutlaka koltuk değneği verilerek yaralanan bölgenin tam olarak korunduğundan emin olunmalıdır. Fakat bu durum, yaralanan doku haricinde diğer vücut bölgelerini de kapsayan uzun süreli hareketsizlik anlamına gelmemektedir. Bu şekilde hareketsiz kalmak, zararlıdır ve dokuların kuvvetini olumsuz yönde etkiler.

Uygun Yüklenme - Optimal Loading (OL)

Uygun yükleme, vücudun normal çalışma mekanizması ne gerektiriyorsa, vücut dokuları üzerinde uygulanan dengeli yüklenme olarak tanımlanabilir. Uygun yüklenme ile bağ doku, tendon kas ve sinir yapısına ve fonksiyonuna uygun olarak iyileşme sağlanır, hareketsizliğin yarattığı olumsuz etkilerden korunulmuş olur. Uygun yükleme, yaralanmış bölgeyi koruyarak ek kanama ve şişliğe neden olmadan aşamalı olarak dokuya yüklenilmesi hâlidir.

Soğuk (Buz) Uygulama - Ice (I)

Kas- iskelet sisteminde gerçekleşen bir yaralanmada ilk olarak genellikle soğuk uygulanır. Soğukun temel etkisi yaralanmaya bağlı olarak doku dışında gözlenen ya da doku içine doğru olup gözlenemeyen kanamanın artmasını engelleyerek şişmeyi azaltmaktır. Aynı zamanda 15 derecenin altındaki sıcaklıklar ağrının algılanmasını sağlayan sinir liflerinin çalışmasını yavaşlatarak ağrının daha az hissedilmesini sağlar. Soğuk uygulama her ne kadar ağrıyı azaltmak için kullanılsa da, uygulamadan sonraki 5-60 sn içinde daha çok ağrı hissedilmeye başlar ama bir müddet sonra ağrı doğrusal bir biçimde azalır. Ağrı azaldıkça onun yerini bir iğnelenme daha sonra da uyuşma hissi alır. Soğuk uygulama ile ağrıyı tümüyle geçirmek mümkün değildir.

Soğuk uygulama ile yaralanmaya yakın bölgelerde görülen kas spazmları azaltılabilirken yaralanmış sahanın metabolik ihtiyaçları da azalır. Ek olarak soğuk etkisi ile uygulanan bölgedeki yumuşak dokuda sertlik oluşur ve bu durum o bölgedeki hareketlerin yavaşlamasını sağlar. Bu sayede soğuk uygulama ile ilk yardımın diğer bir parçası olan “koruma” fazına da destek verilmiş olur.

Soğuk Tedavisinin Uygulama Prensipleri

Soğuk tedavisi; soğuk torbalar, soğuk suya daldırma, buz masajı, kimyasal buz torbaları, soğuk havlular, soğuk kimyasal spreylere, soğuk su ile doldurulmuş basınçlı ortezler gibi birçok şekilde uygulanabilir. Soğuk tedavisi, spor yaralanması olduğu anda yaralanmış kısmın üzerine uygulanarak başlamalıdır. Uygulama ile ilgili dikkat edilmesi gereken noktalar aşağıda sıralanmıştır;

1. Soğukun etkisinin görülmesi için uygulama süresi minimum 12-15 dk. maksimum 30 dk. olmalıdır.
2. Yaralanma derindeyse minimum süre 15 dakikadan biraz daha uzun olabilir.
3. Buz uygulandığında ilk 3 dakika içinde soğuk hissedilir. 2-7. dakikalar arasında önce yanma, ısınma sonra ağrı ve acı hissedilir. Son olarak üçüncü aşamada ise lokal hissizlik ve uyuşma hissi algılanır. Bu hisler için sporcuya öncesinde bilgi verilmelidir.
4. Soğuk uygulama genellikle sporcu yaralandıktan sonraki ilk 24-48 saat içinde kullanılır. Fakat yaralanmanın çeşidine göre tedavi amaçlı olarak buz kullanımına 7-10 güne kadar devam edilebilir.
5. Buz uygulaması ilk 24 saatte her 2 saatte bir şeklinde uygulanırken daha sonra sıklık 4-6 saatte bir şeklinde uygulanabilir.
6. Soğuk uygulama sırasında kullanılan buz kalıpları veya jeller kesinlikle direkt cilde temas etmemelidir. Cilt ile soğuk uygulama materyali arasında mutlaka bir ara bez/havlu /bandaj konulmalı uygulama öncesinde bu bez/havlu/bandaj ıslatılmalıdır.
7. Soğuk uygulama sırasında, uygulama yapılan bölge takip edilmeli aşırı morarma, dolaşım bozukluk gözlenirse soğuk tedavisi uygulanmamalıdır.
8. Bazı kişiler buz uygulaması sırasında, rahatsızlık hissedebilir ve mide bulantısı yaşayabilir.

bilirler. Böyle bir durum olursa buz yerine soğuk su tercih edilmelidir.

9. Eğer açık yara varsa buz torbası direkt yara üzerine uygulanmamalıdır.
10. Özellikle romatolojik problemi olan hastalarda soğuk uygulama farklı reaksiyonlara neden olabilir, dikkatli uygulanmalıdır. Yine benzer şekilde soğuk alerjisi olan kişilerde soğuk uygulama sonrası döküntü ve eklem ağrıları görülebilir dikkatli olunmalıdır.

Kompresyon - Compression (C)

Kompresyon uygulaması ile yaralanmış bölge üzerinde basınç oluşturarak kanamayı durdurmak, kontrol altına almak ve şişliği önlemek amaçlanmaktadır. Bu durum sıvı birikmesi için gereken boşluğun mekanik olarak azaltılması ile sağlanır. Çoğu durumda akut yaralanmalar sonrasında uygulanan lokal kompresyon, soğuk ve elevasyonun önemli tamamlayıcılarından biridir. Kompresyon uygulamak için genellikle elastik bandaj kullanılır. Bazen yaralanan bölgeye bağlı olarak halka ve alt nalı şeklinde pedler de kullanılabilir. Dolaşım problem yaratmamak için, bandaj uygulaması spiral şeklinde ya da 8 şekilli olarak uygulanmalıdır. Kompresyon uygulamasından sonra mutlaka uygulama yapılan bölgenin alt kısımları incelenmeli, renk değişikliği veya beyazlama varsa dolaşımın etkilendiği düşünülerek bandaj çözülmesi rengin

normale dönmesi sağlanmalıdır. Daha sonra bandaj tekrar yapılabilir. Basınç bandajı, mutlaka uygulanan bölge kalp seviyesinden daha yukarıda tutularak uygulanmalı ve mümkünse işlem bitimine kadar elevasyonda tutulmalıdır. Uygulama yapılırken bandajın yönü kalbe doğru olmalı, uygulama bölgesinde ilk olarak daha alt seviyeden başlanarak kalbe doğru ilerlenmelidir. Örneğin ayak bileğine bir bandaj uygulanacaksa, ayak parmaklarından başlanarak bandajlama yapılması daha uygun olur.

Elevasyon (E)

En basit tanımlama ile elevasyon, yaralanmış bölgeyi kalp seviyesinin üzerine yükseltmektir. Amaç yaralanma sonrası gelişen ödemin (şişlik) kontrol edilmesi ve en kısa sürede azaltılmasıdır. Pratikte yaralanan bölge kalp hizasından yukarı kaldırılıp, altına yastık veya tabure vb. destek konularak elevasyon sağlanır. Soğuk ve kompresyonla birleştirilerek her 2 saatte bir 20 dk. süre ile uygulanabilir. Kanamanın ve şişliğin fazla olduğu durumlarda 24-48 saat süreyle elevasyona devam edilebilir.

Spor yaralanmalarından sonra uygulanan ilk yardım protokolü, akut evre sonrasında yerini uygun rehabilitasyon programına bırakır. Sporcu sağlık profesyonelleri tarafından medikal yönden daha ayrıntılı olarak değerlendirildikten sonra gerekirse rehabilitasyon sürecine alınır.

Öğrenme Çıktısı



- 4 Sporda ilk yardımın temel ilkelerini sıralayabilme
- 5 Spor yaralanmalarında ön tedavi hakkında bilgi sahibi olabilme

Araştır 4

Eskiden kullanılan ilk yardım protokolleri ile POLICE protokolleri arasındaki büyük fark nedir? Açıklayın.

İlişkilendir

Spor yaralanması sonrası gelişen kas spazmı POLICE protokolündeki hangi maddeye destek sağlar niteliktedir? İlişkilendirerek açıklayın.

Anlat/Paylaş

Hiç yaralanma geçirdiniz mi? İlk yardım protokolü doğru uygulandı mı?

1

Sağlık kavramını ve sporda sağlık organizasyonunu açıklayabilme

Sağlık Kavramını ve Sporda Sağlık Organizasyonu

Sağlık, fiziksel zihinsel ve sosyal yönden iyi olma hâlidir. Egzersiz ve spor bu bağlamda sağlıklı yaşamın vazgeçilmez bir ögesidir. Belirli bir spora katılım göstermek, bireylerde fiziksel aktiviteyi artırmada önemli bir stratejidir.

2

Spor yaralanması ve etkili faktörleri açıklayabilme

Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler

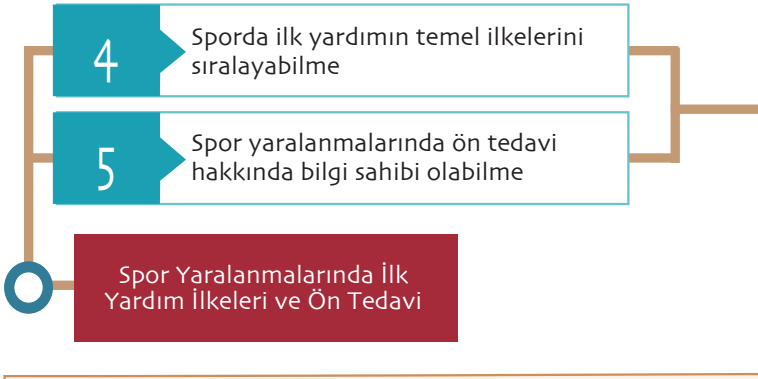
Spor yapanların sayısı son yıllarda oldukça artmıştır. Bu uğraşlar amatör veya profesyonel olarak yapılmaktadır. Spor yaparken ortaya çıkan yaralanmaların büyük kısmı hafif yaralanmalar olurken, çok ciddi yaralanmalarla da karşılaşmaktadır. Spor yaralanmaları açısından birçok faktör hazırlayıcı rol üstlenebilir. Bu faktörlerden bazıları kişiye bağlı iken bazı faktörler de çevresel kaynaklıdır. Spor yaralanmaları genellikle kas-iskelet sistemi problemlerini içerir. Spor yaralanması geliştiğinde yumuşak doku cevabı olarak doku içinde kanama, ödem, ağrı, ciltte ısı artışı ve kızarıklık görülürken aynı zamanda fonksiyon kaybı da görülür.

3

Spor yaralanmalarının önlemlerini kavrayabilme

Spor Yaralanmalarının Önlenmesi

Spor yaralanmaları, yaralanmalara neden olan risk faktörlerinin belirlenip, bu risk faktörlerine yönelik yapılan müdahalelerle önlenir ve/veya sıklığı azaltılabilir. Spor yaralanmalarını önlemek için yapılabilecek müdahaleler, ekipman desteği (breysler, ortezler, koşu zeminleri, kıyafet ve ayakkabı), eğitim (kas kuvveti, endüransı, eklem hareket açıklığı, reaksiyon zamanı ve propriosepsiyon), kurallar ve düzenlemeler şeklinde kabaca açıklanabilir.



Sahada, doğru yapılacak ilk ve acil yardım hayat kurtarıcı olabileceği gibi, sporcunun da kısa sürede iyileşmesine ve komplikasyonların az olmasına neden olur. Sporcu için ilk yardımın esas prensibi zamanında ve erken müdahaledir. Bu amaçla sahada görevli herkesin ilk ve acil yardımı, sağlık personeli müdahale edene kadar yapabilmesi gerekir. İlk gözlem ve müdahale ile dokuz hayati bulgu nabız, solunum, kan basıncı, göz bebekleri, bilinç durumu, hareket yetisi, ağrıya cevap, cilt durumu vücut sıcaklığı değerlendirilir ve kalp-solunum canlandırmasının yapılıp yapılamayacağına karar verilebilir. Eğer gerekmiyorsa sporcu kas iskelet sistemi yaralanması varlığı düşüncesiyle TOTAPS protokolüne göre değerlendirmeye alınır. Gerekli görülürse POLICE protokolüne göre sporcunun ön tedavisi yapılır. Tedavinin ana başlıklarını; koruma, uygun yüklenme, soğuk tedavi, kompresyon ve elevasyon oluşturur.

1 Aşağıdakilerden hangisi sporun kişiye yarattığı faydalar arasında **sayılamaz**?

- A. Bazı kanser türlerini önler.
- B. Diyabet riskini azaltır.
- C. Kalbi güçlendirir.
- D. Vücut esnekliğini azaltır.
- E. Kasların güçlenmesini sağlar.

2 Aşağıdaki faktörlerden hangisi spor yaralanmalarına hazırlayıcı çevresel faktörler arasında **yer almaz**?

- A. Antrenör tutumu
- B. Biyomekaniksel dizilim bozukluğu
- C. Hava koşulları
- D. Spor tipi
- E. Aşırı antrenman yoğunluğu

3 Aşağıdakilerden hangisi ilk yardımın ilk aşaması olan dokuz hayati bulgu değerlendirmesi arasında **yer almaz**?

- A. Nabız değerlendirmesi
- B. Kan basıncının değerlendirilmesi
- C. Ayakta durma durumunun değerlendirilmesi
- D. Cilt renginin değerlendirilmesi
- E. Göz bebeklerinin değerlendirilmesi

4 Aşağıdaki spor yaralanmalarına zemin hazırlayan risk faktörlerinden hangisi, kişiye bağlı risk faktörleri arasında sayılır?

- A. Yaş
- B. Spor ayakkabı
- C. Hava koşulları
- D. Zemin özellikleri
- E. Işıklandırma

5 Solunumu ve nabızı olmayan yetişkin bir kişiye suni solunum, kalp masajı sayılarınız ne kadar olmalıdır?

- A. İki nefes suni solunum, 15 kalp masajı
- B. Üç nefes suni solunum, 10 kalp masajı
- C. Beş nefes suni solunum, 10 kalp masajı
- D. Beş nefes suni solunum, 5 kalp masajı
- E. Üç nefes suni solunum, 5 kalp masajı

6 Aşağıdakilerden hangisi spor yaralanmalarını önleme piramidinde ilk basamağı oluşturur?

- A. Yüklenme yönetimi
- B. Beceri testleri
- C. Germe
- D. Risk faktörü analizi
- E. Fiziksel uygunluk düzeyini geliştirme

7 Aşağıdakilerden hangisi spor yaralanması sonrası yumuşak doku hasarı olan bir sporcuda görülen semptomlardan biri **değildir**?

- A. Ciltte kızarıklık
- B. Şişlik
- C. Ağrı
- D. İğnelenme
- E. Ciltte ısı artışı

8 Aşağıdakilerden hangisi spor yaralanmaları sonrası uygulanan kabul görmüş en güncel ilk yardım protokolünün kısaltmasıdır?

- A. RICE
- B. PRICE
- C. POLICE
- D. POLICET
- E. RICED

9 Aşağıdakilerden hangisi spor yaralanmalarından sonra uygulanan ilk yardım protokolünün aşamalarından biri **değildir**?

- A. Koruma
- B. Dinlenme
- C. Buz
- D. Kompresyon
- E. Elevasyon

10 Soğuk uygulama prensipleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi **yanlıştır**?

- A. Genellikle sporcu yaralandıktan sonraki ilk 24-48 saat içinde kullanılır.
- B. Uygulama süresi minimum 25 dakikadır.
- C. Buz kalıbı direkt cilde uygulanmamalı, araya bir bandaj/ havlu yerleştirilmelidir.
- D. Uygulama yapılan bölge takip edilmeli aşırı morarma, dolaşımsal bozukluk gözlenirse soğuk tedavisi uygulanmamalıdır.
- E. Açık yara varsa buz torbası direkt yara üzerine uygulanmamalıdır.

1. D	Yanıtınız yanlış ise “Sağlık Kavramını ve Sporda Sağlık Organizasyonu” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	6. D	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarının Önlenmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. B	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	7. D	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. C	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	8. C	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. A	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanması ve Etkili Faktörler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	9. B	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. A	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.	10. B	Yanıtınız yanlış ise “Spor Yaralanmalarında İlk Yardım İlkeleri ve Ön Tedavi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4

Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Düzenli egzersiz yapılan aktivitenin tipine, şiddetine ve süresine bağlı olarak vücutta bazı fizyolojik değişikliklere neden olmaktadır. Kas iskelet sisteminde oluşan değişiklikler; damarsal yoğunluk, mitokondri boyutu ve sayısı artar, kas glikojeni ve kan glikozu tüketiminin hızı yavaşlar, yağ yakımı yüzdesi artar, eklemlere binen stres azalır. Kalp hızı, kan basıncı ve solunum hızı azalır. Fiziksel uygunluğu artırır. Denge, refleks ve koordinasyon gelişir. Vücuttaki yağ kitlesi azalır. İyi olma hâli artarken depresyon ve anksiyete hissi azalır.

Araştır 2

Biyomekaniksel bozukluklar, spor yaralanmalarına neden olan kişisel faktörler arasında yer alır. Kasal kuvvet ve koordinasyon ile doğrudan ilişkili olan biyomekaniksel bozukluklar vücut yapıları üzerinde normalde karşılanan stresin üzerinde bir strese neden olarak, yaralanmalara zemin hazırlar. Örneğin kalça kaslarındaki kuvvetsizlik, dizin daha çok içe doğru açılmasına neden olur. Bu durum ise sportif aktiviteler sırasında kişinin özellikle sıçradıktan sonra yere düşme anında diz kontrolünün azalmasına neden olarak dizde sıklıkla görülen ön çapraz bağ yaralanmasıyla sonuçlanabilir.

Araştır 3

Futbolculara özgü oluşturulmuş FIFA "11+" yaralanmaları önleme programı FIFA Medikal ve Araştırma Merkezi (F-MARC) tarafından kasal kuvvet ve vücut farkındalığına odaklanan kapsamlı bir ısınma programı tasarlanmıştır. FIFA 11+ olarak adlandırılan bu program, 3 bölüm ve 15 egzersizden oluşur ve yaklaşık 20 dk sürer. Birinci bölümde, düşük tempo koşular ve dinamik esneklik egzersizleri yer alırken ikinci bölümde denge, kuvvet, sıçramalar ve çeviklikten oluşan bir seri egzersiz yapılır. Son bölüm olan 3. bölümde ise yön değiştirme hareketleri ile birleşik koşu egzersizleri yer alır. Bu programın en az haftada iki kez uygulanması, maç öncesi ısınma sırasında ise birinci ve üçüncü bölümlerin uygulanması önerilmektedir.

Araştır 4

POLICED protokolü önceleri RICE (Dinlenme (rest), Soğuk uygulama (Ice), Kompresyon (Compression), Elevasyon (elevation)) daha sonra da PRICE (Koruma (protection), Dinlenme (rest), Soğuk uygulama (Ice), Kompresyon (Compression), Elevasyon (elevation)) olarak tanımlanmaktaydı. Bu protokollerin POLICED den en önemli farkı dinlenme içermeleridir. Yapılan çalışmalarda, yaralanmış doku üzerine herhangi bir stres- yüklenme olmadan hareketsiz bırakılırsa, dokunun güçlü bir şekilde iyileşemeyeceği belirtilmektedir. Optimal yüklenme iyileşme sürecini hızlandırır. Kemik, kas, tendon yaralanmaları sonrası iyileşmeyi uyarmak için bir miktar yüklenme olması gereklidir.

Kaynakça

- Atalay Güzel, N. ve Kafa, N. (2017). *Sporcu Sağlığı*. Ankara: Hipokrat Kitabevi.
- Bleakley C. M., Glasgow P. ve MacAuley D. C. (2012). PRICE needs updating, should we call the POLICE? *British Journal of Sports Medicine*, 46, 220–221.
- Ege, R. (1999). *Kaza, Hastalık ve Yaralanmalarda İlk ve Acil Yardım*. (3. Basım) Ankara: Türk Hava Kurumu Basımevi.
- Ege, R. (1999). *Kaza, hastalık ve yaralanmalarda ilk ve acil yardım*. İstanbul: Türk Hava Kurumu Basımevi.
- Erdoğan, Ö. (2019). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bölümü Öğrencilerinin İlk Yardım Bilgi Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ulusal Tez merkezi (556871).
- Ergen, E. (1986). *Spor Hekimliği*. (3. Basım). İzmir: Gata Basımevi.
- Ergun, N. ve Baltacı, G. (2018). *Spor yaralanmalarında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Prensipleri*. (6. Basım). Ankara: Hipokrat Kitabevi.
- İnan, H. F., Kurt, Z. ve Kubilay, İ. (2011). *Sağlık Bakanlığı Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü İlk Yardım ve Acil Sağlık Hizmetleri Daire Başkanlığı Temel İlk Yardım Uygulamaları Eğitim Kitabı*, Ankara.
- Kambir, O. (2001). *Sporda Sağlık Bilinci ve İlk Yardım* (2. Basım). Bursa: Ekin Kitabevi.
- Koşar, N. Ş., Demirel, H. A., Aydoğ, T. S. ve Doral, M. N. (2006). Adölesanlarda Sporcu Sağlığı. *Türkiye Klinikleri Pediatric Sciences*, 2(7), 25-33.
- Tan, A. K. (2006). Spor yaralanmalarında ilk ve acil yardım. *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences*, 2(27), 46-51.

Bölüm 5

Dopingle Mücadele I

öğrenme çıktıları

Doping ve Dopingle Mücadele

- 1 Doping kavramını tanımlayabilme
- 2 Dopingle mücadele kural ihlallerini açıklayabilme

Yasaklılar Listesi

- 3 Yasaklılar Listesini tanımlayabilme
- 4 Yasaklı madde ve yöntemlerin sporcu açısından önemini açıklayabilme

Doping Kontrol İşlemleri

- 5 Doping kontrol süreçlerini kavrayabilme

Sporcuların ve Antrenörlerin Dopingle Mücadele Görev ve Sorumlulukları

- 6 Sporcuların ve antrenörlerin dopingle mücadeledeki önemlerini kavrayabilme
- 7 Antrenörün dopingle mücadeledeki görev ve sorumluluklarını açıklayabilme

Anahtar Sözcükler: • Dopingle Mücadele • Yasaklılar Listesi • Bulunabilirlik Bildirimi
• Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası • Sonuçların Değerlendirilmesi



GİRİŞ

Yasaklı madde ve yöntemler; sporcular tarafından dayanıklılığı ve kas kuvvetini artırmak, ağırlığı azaltmak ya da doping kontrolleri sırasında diğer ilaçların kullanımını gizlemek gibi çok değişik amaçlarla kötüye kullanılır. Ancak yasaklı madde ve yöntemlerin kullanımı ciddi sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olur. Yasaklı madde ve yöntemlerin kullanımı, sporla sınırlı olmanın ötesinde, son yıllarda halk sağlığını ilgilendiren bir soruna dönüşmüştür. Bu bölümde dopinge mücadele konusunda antrenörlerin bilgilendirilmesi amaçlanmaktadır.

DOPİNG VE DOPİNGLE MÜCADELE

Doping, yasaklı maddelerin veya yöntemlerin kullanımı olarak bilinmektedir. Ancak Dünya Doping Mücadele Ajansı'nın (WADA) tanımlamasına göre Dünya Doping Mücadele Kurallarının 2. maddesindeki bir veya birden fazla dopinge mücadele kuralının ihlal edilmesi doping olarak kabul edilir.

Dopingin Yasaklanma Nedenleri

On dokuzuncu yüzyılın sonlarından bu yana, bazı sporcular ne yazık ki, çeşitli maddeleri ve yöntemleri kullanarak müsabakalarda başarı elde etmeye çalışmıştır. Özellikle son 50 yıldır çok sayıda doping vakasıyla giderek daha belirgin hale tür yaklaşımlar sporu ve sporcuları tehdit etmeye başlamıştır. Doping hem sporcunun sağlığına hem de sporun bütünlüğüne yönelik, olumsuz etkileri olması gerekçeleriyle yasaklanmıştır.

Sağlık Üzerindeki Olumsuz Etkileri Açısından

Doping sporcularda birçok sağlık sorununa neden olur ancak bu olumsuz etkilerin anlaşılması zor olabilir. Dopingin sporcu sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri aşağıdaki etkenlerle birleştiğinde çok daha karmaşık bir hale gelebilir:

- Doping yapan sporcuların, bu konu hakkında konuşmamaları sonucunda sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin tespit edilmesinin zorlaşması,

- Hasta insanlar veya hayvanlar tarafından kullanılması amacıyla üretilen maddelerin ve yöntemlerin, sağlıklı sporcular üzerinde farklı yan etkilere neden olabilmesi
- Söz konusu madde ve yöntemlerin sporcular tarafından normal tedavi dozlarından çok daha yüksek dozlarda kullanılması
- Farklı madde ve yöntemler bir arada kullanılarak yan etkilerinin artırılması.



dikkat

Dopinge karşı verilen mücadelenin en temel ilkesi, sporcunun sağlığını korumaktır.

Bireysel ve Sportif Açıdan

- Bireysel dürüstlük, sporcunun temiz spor standartlarına bağlı kalmasını sağlar. Ancak doping bir aldatmaca olduğu için bireysel dürüstlüğü ters düşer.
- Hile yapmak hem sporcunun kendisine hem de başkalarına saygısızlıktır.
- Sporcuların birbirlerine saygı göstermesini beklemeye hakkı vardır.
- Hile ile elde edilen başarı gerçek mutluluğu getirmez.

Dopinge Mücadeleden Sorumlu Kuruluşlar

Dopinge Mücadele Kuruluşları, doping kontrol sürecinin herhangi bir bölümünün başlatılması, uygulanması ve yürütülmesine ilişkin kuralları belirlemekten sorumlu kuruluşlardır. Bu kuruluşlar, Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA), Ulusal Doping Mücadele Kuruluşları, Bölgesel Doping Mücadele Kuruluşları, Uluslararası Olimpiyat Komitesi, Uluslararası Paralimpik Komitesi, kendi müsabakalarında doping kontrolleri düzenleyen Büyük Çaplı Turnuva Düzenleyicileri ve Uluslararası Federasyonlar gibi kuruluşlardır.

Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA)

Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) sporda her türlü dopinge mücadele faaliyetini

desteklemek, koordine etmek ve denetlemek için 1999 yılında kurulan bağımsız uluslararası bir kuruluştur. Hükümetler ve spor hareketi Dünya Dopingle Mücadele Ajansı'nın (WADA) yönetiminde eşit olarak temsil edilirler ve eşit ölçüde maddi kaynak sağlarlar.



Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) ile ilgili detaylı bilgilere www.wada-ama.org adresinden ulaşabilirsiniz.

Ulusal Dopingle Mücadele Kuruluşları

Ulusal düzeyde doping kontrol sürecinin başlatılması, uygulanması ve yürütülmesinden sorumlu olan kuruluşlardır. Türkiye Dopingle Mücadele Komisyonu (TDMK) ülkemizde Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından tanınmış tek Ulusal Dopingle Mücadele Kuruluşudur.



Türkiye Dopingle Mücadele Komisyonu (TDMK) ile ilgili detaylı bilgilere www.tdmk.org.tr adresinden ulaşabilirsiniz.

Uluslararası Federasyonlar

Uluslararası Federasyonlar kendi kurallarına tabi olan sporculara doping kontrolü yapmaya yetkilidir. Bu sporculara, bazı uluslararası müsabakalara katılan sporcular ve Uluslararası Federasyonun üyesi olan veya Uluslararası Federasyonun doğrudan veya dolaylı üyesi olan kuruluşların üyesi olan veya Uluslararası Federasyon ve üye kuruluşlar tarafından lisans verilen sporcular dâhildir.

Büyük Çaplı Turnuva Düzenleyicileri

Büyük çaplı turnuva düzenleyicileri, birçok ülkenin katılım sağladığı birden fazla spor dalını kapsayan büyük çaplı turnuvaları düzenleyen spor kuruluşlarının Akdeniz Oyunları Uluslararası Komitesi (ICMG), Commonwealth Oyunları Federasyonu (CGF), Uluslararası Askeri Spor Konseyi (CISM) gibi kıtasal, bölgesel ya da kültürel

ortaklıklardır. Büyük çaplı turnuva düzenleyicileri genellikle kendi müsabakalarına katılan sporculara doping kontrolü yapmaya yetkilidir.

Doping Kontrol Laboratuvarları

Doping kontrol örneklerinin analizi Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından akredite edilen laboratuvarlar tarafından gerçekleştirilir. Dünyada yaklaşık otuz doping kontrol laboratuvarı bulunmaktadır. Bu laboratuvarlardan biri de ülkemizdeki Hacettepe Doping Kontrol Laboratuvarıdır.

Doping kontrol laboratuvarları, Laboratuvarlara İlişkin Uluslararası Standartlara uymakla yükümlüdür ve Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından düzenli olarak haberli ve habersiz olmak üzere iki çeşit denetime tabi tutulurlar. Bu denetimler sonrası herhangi bir uyumsuzluk tespit edildiğinde bu laboratuvarların akreditasyonları, Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından belirlenen süre boyunca askıya alınmaktadır ya da iptal edilmektedir.

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları, her spor dalında ve her ülkede doping mücadeleyle ilgili mevzuatı ve programı uyumlu hale getiren bir belgedir. Dünya Dopingle Mücadele Kuralları spor kuruluşlarının, ülkelerin doping mücadele programlarının ve faaliyetlerinin çerçevesini belirlemektedir. Söz konusu program sayesinde ülkesi, uyruğu ya da spor disiplini ne olursa olsun doping kontrollerinde tüm sporculara aynı doping mücadele kurallarının ve işlemlerinin uygulanması sağlanır.

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları ilk olarak 2003 yılında kabul edilmiş, 1 Ocak 2004 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sonrasında, birincisi 1 Ocak 2009, ikincisi ise 1 Ocak 2015 tarihinde olmak üzere yeniden gözden geçirilerek iki kez değiştirilmiştir. Güncellenen yeni Dünya Dopingle Mücadele Kuralları ise 1 Ocak 2021 tarihinde yürürlüğe girecektir.



dikkat

Dünya Dopingle Mücadele Kurallarının amacı, temiz sporcuların haklarını korumaktır.

Dünya Dopingle Mücadele Kurallarının ve Dünya Dopingle Mücadele Programının amaçları şu şekildedir:

- Sporcuların dopingsiz spor etkinliklerine katılma temel hakkını korumak ve böylece dünyanın her yerinde sporcular için sağlığın, dürüstlüğün ve eşitliğin gelişmesine yardımcı olmak,
- Dopingin araştırılması, tespiti ve engellenmesi ile ilgili uluslararası ve ulusal düzeyde uyumlu, koordineli ve etkin dopingle mücadele programlarını oluşturmak.

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları, dopingle mücadelenin ana çerçevesini oluşturur. Bu Kurallar tüm dünyada olimpik hareket çerçevesindeki birçok spor kuruluşu ve Ulusal Dopingle Mücadele Kuruluşları tarafından kabul edilmiştir.

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) ayrıca bu belgeyi desteklemeye yönelik farklı teknik ve faaliyet alanlarına ilişkin “Uluslararası Standartlar” geliştirmiştir. Bunlar; Yasaklı Madde ve Yöntemler Listesi, Doping Kontrolü ve Soruşturmalar, Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası, Laboratuvarlar, Mahremiyetin ve Kişisel Bilgilerin Korunması, Sonuçların Değerlendirilmesi, Eğitim ve Dopingle

Mücadele Kurallarına Uyumluluk adlı Uluslararası Standartlardır.

Dopingle Mücadele Kural İhlalleri

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları 2. maddesine göre; yasaklı maddeleri ve yöntemleri kullanmaya teşebbüs etme, bulundurma ve kaçakçılığını yapmanın yanı sıra doping kontrolünde hile yapma, doping kontrolüne katılmama, doping yapan sporculara yardımcı olma gibi eylemler de *Dopingle Mücadele Kurallarının İhlali* olarak kabul edilmektedir.

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları 2. maddesinin amacı, hangi koşulların ve davranışların dopingle mücadele kural ihlali sayılacağını açıklamaktır. Doping vakalarıyla ilgili yargılamalar, bu kurallardan bir veya daha fazlasının ihlal edildiğine dair iddialara dayanılarak yürütülür. Sporcular ve antrenörler, dopingle mücadele kural ihlali teşkil edebilecek konular ve Yasaklılar Listesinde geçen maddeler ve yöntemler hakkında bilgi sahibi olmak zorundadırlar.

Dünya Dopingle Mücadele Kuralları 2. maddesine göre Tablo 5.1.’de belirtilenler dopingle mücadele kural ihlallerini oluşturur:

Tablo 5.1 Dopingle mücadele kural ihlalleri.

Dopingle Mücadele Kural İhlalleri	
2.1	Sporcudan Alınan Örnekte Yasaklı Bir Maddenin veya Parçalanma Ürünlerinin veya Belirteçlerinin Tespit Edilmesi
2.2	Yasaklı Bir Madde veya Yasaklı Bir Yöntemin Sporcular Tarafından Kullanılması veya Kullanılmaya Teşebbüs Edilmesi
2.3	Örnek Vermekten Kaçınılması, Örnek Vermenin Reddedilmesi veya Örnek Verilmemesi
2.4	On İki Aylık Süre İçinde Üç Kez Bulunabilirlik Kusurunda Bulunulması
2.5	Doping Kontrolünün Herhangi Bir Bölümünün Bozulması veya Bozmaya Teşebbüs Edilmesi, Hile Yapılması veya Hile Yapmaya Teşebbüs Edilmesi
2.6	Yasaklı Bir Maddenin veya Yasaklı Bir Yöntemin Bulundurulması
2.7	Herhangi Yasaklı Bir Maddenin veya Yasaklı Bir Yöntemin Yasadışı Ticaretinin Yapılması veya Yasadışı Ticaretinin Yapılmasına Teşebbüs Edilmesi
2.8	Herhangi Yasaklı Bir Madde veya Yasaklı Bir Yöntemin Herhangi Bir Sporcuya Bir Müsabaka İçinde Tatbik Edilmesi veya Tatbik Etmeye Teşebbüs Edilmesi veya Müsabaka Dışında Yasaklı Olan Herhangi Yasaklı Bir Madde veya Yasaklı Bir Yöntemin Herhangi Bir Sporcuya Müsabaka Dışındaki Bir Dönemde Tatbik Edilmesi veya Tatbik Etmeye Teşebbüs Edilmesi
2.9	Herhangi Bir Dopingle Mücadele Kural İhlalinde Suç Ortaklığı Yapılması
2.10	Ceza almış Sporcu Destek Personeliyle Yasak İş Birliği Yapılması
2.11	Bir Sporcuyu veya Başka Bir Kişiyi Yetkililere Bilgi Vermekten Vazgeçirilmesi veya Gözünün Korkutulması (1 Ocak 2021’de yürürlüğe girecek)

Öğrenme Çıktısı

- 1 Dopingle kavramını tanımlayabilme
- 2 Dopingle mücadele kural ihlallerini açıklayabilme



Araştır 1

“Temiz Spor” anlayışına sahip, sağlığını koruyan ve adil yarışan bir sporcu yetiştirmek için antrenör olarak yapmanız gerekenler nelerdir?

İlişkilendir

Dopingle mücadele kurlarının temiz sporcuların haklarını nasıl koruduğunu yazın.

Anlat/Paylaş

Dopingle mücadele programının amaçlarını sporcularınızla paylaşın.

YASAKLILAR LİSTESİ

Yasaklı madde ve yöntemlerin listesi Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından hazırlanır ve yılda en az bir kez olmak üzere belirli aralıklarla güncellenir. Yayımlanan bu liste her yılın 1 Ocak tarihinden 31 Aralık tarihine kadar geçerlidir.



dikkat

Sporcular ve antrenörler, hangi madde ve yöntemlerin Yasaklılar Listesinde olduğunu bilmekle yükümlüdür.

Bu liste içindeki yasaklı madde ve yöntemlerin sporcular tarafından kullanımı kesinlikle yasaktır. Yasaklı madde terimi yasaklı madde özelliklerini gösteren tüm maddeleri içerebilir. Müsabakalara katılacak sporcular, Yasaklılar Listesinde bulunan maddeleri ve yöntemleri tedavi amaçlı dahi olsa kullanamazlar. Ancak, tıbben belgelenmiş bir rahatsızlığı bulunan ve tedavisi için yasaklı bir madde veya yasaklı bir yöntemi kullanması gereken sporcular bağlı oldukları dopingle mücadele kuruluşundan, bir **Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası (TAKİ)** onayı aldıktan sonra söz konusu madde veya yöntemi kullanabilirler.

✓ **Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası:** Bazen tanısı konmuş bazı hastalık veya sağlık sorunlarının tedavisi için, sporcuların Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) Yasaklılar Listesinde bulunan madde veya yöntemleri kullanması gerekebilir. Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası (TAKİ) onayı, tedavinin uygulanması için sporcuya gerekli izni verebilir.

SORUN RUHU

Ahlak, Sporda hakkaniyet ve Dürüstlük

Sağlık

Mükemmel Performans

Kişilik ve Eğitim

Keyif Alma ve Eğlenme

Ekip Çalışması

Adanmışlık ve Bağlılık

Kurallara ve Yasalara Saygı

Kendine ve Diğer Katılımcılara Saygı

Cesaret

Resim 5.1 Sporun ruhu.



Yasaklılar Listesi ile ilgili detaylı bilgilere <http://www.tdmk.org.tr/yasaklılar-listesi/ad-resinden> ulaşabilirsiniz.

Herhangi Bir Madde veya Yöntemin Yasaklılar Listesi'ne Alınma Süreci

Yapılan araştırmalara göre Yasaklılar Listesi sürekli güncellenmekte ve yeni maddeler listeye eklenmekte, bazı maddeler ise listeden çıkarılmaktadır. Dünya Dopingle Mücadele Ajansı Yasaklılar Listesini hazırlarken madde ve yöntemlerde aşağıdaki üç değerlendirme ölçütünün en az ikisinin bulunmasının yasaklanma kararı için gerekli olduğunu kabul etmektedir:

- Söz konusu madde veya yöntemin, tek başına veya diğer maddelerle veya yöntemlerle birlikte, sportif performansı artırdığına veya artırma potansiyeline sahip olduğuna dair tıbbi veya diğer bilimsel kanıt, farmakolojik etki veya deneyim
- Söz konusu madde veya yöntemin kullanılmasının, sporcunun sağlığına fiili veya potansiyel bir risk oluşturduğuna dair tıbbi veya diğer bilimsel kanıt, farmakolojik etki veya deneyim
- Söz konusu madde veya yöntemin kullanılmasının, Dünya Dopingle Mücadele Kurallarının giriş kısmında tanımlandığı şekliyle sporun ruhuna aykırılık teşkil ettiğinin Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından belirlenmesi

Yasaklılar Listesi Sınıflaması

Yasaklılar Listesi'nde 3 sınıf bulunmaktadır:

1. Her zaman (müsabaka içi ve müsabaka dışı) kullanımı yasaklı olan madde ve yöntemler
2. Müsabaka içinde kullanımı yasaklı olan madde ve yöntemler
3. Bazı spor dallarında kullanımı yasaklı olan maddeler

Her Zaman (Müsabaka İçi ve Müsabaka Dışı) Kullanımı Yasaklı Olan Maddeler

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı'nın Yasaklılar Listesi'nde her zaman (müsabaka içi ve müsabaka dışı) kullanımı yasaklı olan madde sınıfında 6 ana grup bulunmaktadır:

- S0- Onaylanmamış Maddeler
- S1- Anabolik Maddeler
- S2- Peptid Hormonlar, Büyüme Faktörleri, İlgili Maddeler ve Mimetikleri
- S3- Beta 2 Agonistler
- S4- Hormon ve Metabolik Modülatörler
- S5-İdrar Söktürücüler ve Diğer Maskeleyici Maddeler

Her Zaman (Müsabaka İçi ve Müsabaka Dışı) Kullanımı Yasaklı Olan Yöntemler

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı'nın Yasaklılar Listesi'nde her zaman kullanımı yasaklı olan yöntemler sınıfında 3 ana grup bulunmaktadır:

- M1- Kan ve Kan Ürünlerinin Uygulanması
- M2- Kimyasal ve Fiziksel Müdahale
- M3- Gen Dopingu

Müsabaka İçinde Kullanımı Yasaklı Maddeler

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı'nın Yasaklılar Listesi'nde müsabaka içinde kullanımı yasaklı olan maddeler sınıfında 4 ana grup bulunmaktadır:

- S6- Uyarıcılar
- S7- Narkotikler
- S8- Kannabinoidler
- S9- Glukokortikosteroidler

Bazı Özel Sportlarda Kullanımı Yasaklı Maddeler

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı'nın Yasaklılar Listesi'nde bazı özel sportlarda kullanımı yasaklı maddeler sınıfında 1 ana grup bulunmaktadır:

- P1- Beta bloke ediciler

✓ Kusursuz Sorumluluk İlkesi:

- Sporcu doping kontrol örneğinde bulunan maddeden direkt olarak kendisi sorumludur.
- Sporcu kullandığı tüm ilaç ve besin destek ürününden sorumludur.
- Sporcu dopingle mücadele yükümlülüklerini bilmekten sorumludur.



dikkat

İçeriği hakkında şüphe duyulan besin destek ürünleri kullanılmamalıdır.

maddeyi içeriyor olabilir. Bu nedenle besin destek ürünlerinin güvenli olup olmadığını anlamamız mümkün değildir. Bu yüzden besin destek ürünleri kullanılırken son derece dikkatli olunmalıdır.

Besin destek ürünlerinin kullanımı nedeniyle ciddi sayıda doping kontrol örneğinde yasaklı madde tespit edilmektedir ve böyle durumlarda Aykırı Analitik Bulgunun (AAB) yetersiz şekilde etiketlenmiş bir besin destek ürününden kaynaklandığı yönünde yapılan açıklamalar, dopingle mücadele yargılamalarında yeterli bir savunma olarak kabul edilmez.

Besin destek ürünü kullanım riski ile elde edilebilecek olası fayda dengesi iyi tartılmalıdır ve sporcular, bulaşık bir ürünün yol açabileceği Dopingle Mücadele Kuralı İhlalinin getireceği olumsuz sonuçların tamamen farkında olmalıdır.

Besin destek ürünü kullanımı güvenli midir?

Sporcular tarafından besin destek ürünlerinin kullanılması ciddi ölçüde endişe vericidir çünkü birçok ülkede besin destek ürünlerinin üretimi ve etiketlenmesi katı kurallara tabi değildir. Bir besin destek ürünü, etiketinde beyan edilmemiş ancak dopingle mücadele kuralları uyarınca yasaklı kabul edilen bir



dikkat

Bir ürünün içeriğinden emin değilseniz, o ürünü kullanılmaması gerekir. Bilmemek, farkında olmamak, hiçbir zaman bahane olarak kabul edilemez.

Öğrenme Çıktısı



3 Yasaklılar listesini tanımlayabilme
4 Yasaklı madde ve yöntemlerin sporcu açısından önemini açıklayabilme

Araştır 2

Yasaklılar listesinde bulunan madde ve yöntemlerin yasaklanma sebeplerini sağlık ve ahlaki gerekçelerle sporcularınıza nasıl anlatabilirsiniz?

İlişkilendir

Yasaklı Madde ve Yöntemlerin sporcu açısından önemini açıklayın.

Anlat/Paylaş

Yasaklılar listesindeki madde ve yöntemler hakkında Türkiye Dopingle Mücadele Komisyonu'ndan bilgi alabileceklerini sporcularınızla paylaşın.

DOPİNG KONTROL İŞLEMLERİ

Bir sporcu üzerinde doping kontrol örneği alma yetkisi olan her Dopingle Mücadele Kuruluşunun o sporcudan herhangi bir zamanda ve herhangi bir yerde idrar ve/veya kan örneği alma ve bu örnekleri dopingle mücadele amacıyla analiz ettirme hakkı vardır.

Doping Kontrolü Yapmaya Yetkili Kuruluşlar

- Ulusal Doping Mücadele Kuruluşları aşağıdaki sporculara doping kontrolü yapmaya yetkilidir:
 - O ülkenin vatandaşı olan sporcular, o ülkede ikamet eden diğer sporcular, o ülkenin lisansına sahip veya o ülkenin spor kuruluşlarına üye olan sporcular,
 - Geçici olarak Doping Mücadele Kuruluşunun ülkesinde bulunan sporcular,
 - Bir Uluslararası Federasyonun kuralları doğrultusunda kendilerine daha fazla yetki verildiği takdirde normalde yetkisi altında bulunmayan diğer sporcular.
- Uluslararası Federasyonlar kendi kurallarına tabi olan aşağıda belirtilen sporculara doping kontrolü yapmaya yetkilidir:
 - Bazı belli uluslararası müsabakalara katılan sporcular,
 - Uluslararası Federasyonun üyesi olan veya Uluslararası Federasyonun doğrudan veya dolaylı üyesi olan kuruluşların üyesi olan veya Uluslararası Federasyon ve üye kuruluşlar tarafından lisans verilen sporcular.
- Büyük çaplı turnuva düzenleyicileri genellikle kendi müsabakalarına katılan sporculara doping kontrolü yapmaya yetkilidir.

Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) normalde doping kontrolü yapmaz, ancak doping kontrolü yapmaya yetkilidir. Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) doping kontrolü yapmaya karar verdiğinde, doping kontrolünün gerçekleştirilmesi için diğer Doping Mücadele Kuruluşları ile iş birliği yapar.



dikkat

Her zaman her yerde doping kontrol örneği alınabilir.

Doping Kontrol İşleminin 11 Basamağı

Doping kontrol işlemleri için ilk etapta vurgulanması gereken şey sporcudan alınacak örneğin bütünlüğüdür. Aşağıda verilen işlemler dizisinden bir sapma olması durumunda, örneğin bütünlüğü bozulmadığı sürece doping kontrolü geçersiz sayılmaz.



Doping kontrol süreci videosuna <http://www.tdmk.org.tr/egitim-ve-bilgilendirme/> adresinden ulaşabilirsiniz.

Sporcunun Doping Kontrolü için Seçilmesi

Sporcular müsabaka içi ve/veya müsabaka dışında doping kontrolüne tabi tutulabilir:

- Müsabaka İçi Doping Kontrolü: Sporcu rastgele, derecesine göre veya herhangi bir nedenden dolayı doping kontrolüne seçilebilir.
- Müsabaka Dışı Doping Kontrolü: Sporcu herhangi bir zamanda, herhangi bir yerde doping kontrolüne tabi tutulabilir.

Sporcuya Bildirim Yapılması

Yetkili bir doping kontrol görevlisi sporcudan örnek vermesini isterse, sporcu bu talebi yerine getirmek zorundadır. **Doping kontrol görevlisi** veya doping kontrol eşlikçisi sporcuya doping kontrolüne seçildiğine dair bildirim yapar ve sporcudan doping kontrol bildirim formunu imzalaması ister. Aynı zamanda sporcuyu hak ve sorumlulukları konusunda bilgilendirir. Sporcunun hak ve sorumlulukları aşağıdaki gibidir:



Doping Kontrol Görevlisi (DKG): Doping kontrolü de dâhil olmak üzere dopping mücadele konusunda yetkilendirilmiş kişi.

Sporcunun Hakları:

- Beraberinde bir temsilci ve/veya gerekliyse bir tercüman bulundurmak,
- Örnek alım süreci hakkında detaylı bilgi talep etmek,
- Doping kontrol görevlisi tarafından onaylanan geçerli nedenler doğrultusunda doping kontrol istasyonuna geç gitme talebinde bulunmak,
- Eğer engelli bir sporcu ise engel durumuna göre örnek toplama işlemlerinde değişiklik talep etmek.

Sporcunun Sorumlulukları:

- Bildirim yapıldığı andan örnek toplama işlemi tamamlanıncaya kadar kesintisiz olarak doping kontrol görevlisinin veya eşlikçisinin doğrudan gözlemi altında bulunmak,
- Kurallara uygun şekilde fotoğraflı bir kimlik belgesi göstermek,
- Örnek alım işleminin gerektirdiği kurallara uymak (kurallara uymamak dopingle mücadele kural ihlali olarak değerlendirilir).
- Gecikme için geçerli nedenler olmadıkça, derhal doping kontrol istasyonuna gitmek.

Sporcunun Doping Kontrol İstasyonuna Geç Gelmesi İçin Geçerli Nedenler:

- Ödül törenine katılma,
- Medya yükümlülüklerini yerine getirme,
- Aynı gün içerisinde takip eden müsabakalarına katılma,
- Soğuma egzersizi yapma,
- Gerekli tıbbi tedavi alma,
- Temsilci ve/veya tercümana ulaşma,
- Resimli bir kimlik belgesi alma,
- Gerekçeli ve belgelendirilmiş herhangi başka bir olağanüstü durum.

Doping Kontrol İstasyonuna Gidiş

Doping kontrolüne seçildiğine dair bildirim yapılan sporcunun vakit geçirmeden doping kontrol istasyonuna gitmesi gerekir. Sporcunun doping kontrol görevlisi tarafından onaylanan geçerli nedenlerle istasyona gecikmeli olarak gitmesine izin verilirse o etkinlik bitinceye kadar doping kontrol görevlisi veya eşlikçisi sporcuyu gözlem altında tutar.

Örnek Toplama Kabının Seçilmesi

Sporcudan hepsi ayrı ayrı kilitli naylon torba içinde bulunan bir dizi örnek toplama kabından bir tane seçmesi ve kabın sağlam, içinin boş, temiz, torbanın daha önce açılmamış olduğunu doğrulaması istenir. Örnek toplama kabı seçildikten doping kontrol işlemi bitene kadar kabın kontrolü sporcunun sorumluluğundadır.

Örnek Verme İşlemi

Örnek verme işlemi sırasında, sporcuyla aynı cinsiyetten bir doping kontrol görevlisi veya eşlik-

çisi örnek verilmesini izlemek amacıyla sporcuya eşlik eder. Sporcu örnek verme işlemine başlamadan önce, ellerini sabunsuz olarak sadece su ile yıkar ve örneğe yabancı maddelerin bulaşmaması sağlanır. Sporcudan idrar çıkışının açıkça gözlenebilmesi amacıyla ellerden dirseklere, dizlerden göbük deliğine kadar soyunması istenir. Bu, doping kontrol görevlisi veya eşlikçisinin idrarın çıkış yerini doğrudan gözlemleyebilmesi için gerekli bir işlemdir.

Gerekli Olan İdrar Miktarı

Sporcudan bir doping kontrolünde en az 90 ml idrar örneği vermesi istenir. Sporcu eğer ilk etapta 90 ml idrar örneği veremezse, bu miktara ulaşana kadar ek idrar vermesi istenir.

Örneğin İkiye Bölünmesi

İdrarın ikiye bölünmesi işleminin sporcunun kendisi tarafından yapılması istenir ancak sporcunun yardıma ihtiyaç duyması durumunda temsilcisinden veya doping kontrol görevlisinden kendi adına işlemi yapmasını isteyebilir.

Sporcudan; hepsi ayrı ayrı paketlenmiş idrar örneği taşıma kitlerinden birini seçmesi, malzemenin açılmamış ve üzerinde oynanmamış olduğunu doğrulaması istenir. Daha sonra sporcu seçtiği idrar örneği taşıma kitini açıp **A ve B** şişelerini ambalajından çıkarmalı, şişelerin tüm parçalarının tam olduğunu, şişelerin ve idrar örneği taşıma kitinin diğer tüm parçalarının aynı örnek kod numarasına sahip olduğunu kontrol etmelidir.

✓ A ve B Örneği: Örnek alındıktan sonra, A örneği ve B örneği olarak iki eşit parçaya bölünür. Laboratuvarı ilk olarak A örneği analiz edilir. B örneği ise ileride gerekli görülmesi durumunda Aykırı Analitik Bulgunun teyidi için güvenli bir şekilde saklanır.

Sporcu, daha sonra B şişesini en az gerekli olan hacim çizgisine kadar (30 ml) doldurmalıdır. Ardından örneğin geri kalanıyla A şişesini doldurabildiği kadar, ancak en az "asgari hacim çizgisine" kadar (60 ml) doldurmalıdır. Sporcudan örnek toplama kabında çok az miktarda idrar bırakılması istenir. Bunun nedeni doping kontrol görevlisinin özgül ağırlık ölçümü yapabilmesi içindir.

Örneklerin Kilitlenmesi A ve B Örneği

Bu aşamada doping kontrol görevlisi, sporcudan idrar örneği taşıma kitinin şişelerini kapatmasını ve sıkıca kapatılmış olduğunu onaylaması için güvenlik sistemini kontrol etmesini ister. Şişe kapakları sporcu tarafından kapatılır. Bu aşamada, sporcu, sporcu temsilcisi ve doping kontrol görevlisinin şişelerin iyice kapatıldığından emin olması gerekir. Sonrasında sporcu A ve B şişesini kitten çıkan poşetlere koyarak ağızlarını kapatır.

Özgül Ağırlık Ölçümü

Doping kontrol görevlisinin, örneğin analiz için asgari özgül ağırlık değerine sahip olup olmadığını öğrenmek için örnek toplama kabında arta kalan az miktardaki idrarın özgül ağırlığını ölçmesi gerekir. Eğer idrar fazla seyreltik ise ve gerekli koşulları sağlamıyorsa sporcudan başka bir örnek vermesi istenir.

Doping Kontrol Formunun Doldurulması

Doping kontrol formunda sporcunun kişisel bilgileri, son bir hafta içinde kullandığı maddeler, reçeteli veya reçetesiz ilaçlar ile besin destek ürünlerinin isimleri, doping kontrol işlemi ile ilgili varsa söylemek isteyebileceği herhangi bir şey veya endişe ettiği konular yer alır.

Doping kontrolü amacıyla yapılan analizlerin sona ermesinin ardından, sporcunun kimliğinin kullanılmadan örneğinin bilimsel çalışma amacıyla kullanılmasına onay verip vermeyeceği de sorulur. Sporcu bu soruya “evet” veya “hayır” şeklinde yanıt verebilir.

Sporcu bilgilerin, kaydedilen rakamların ve örnek kod numarası da dâhil formda yazılan her şeyin doğru olduğundan ve laboratuvar kopyasının sporcunun kimlik bilgilerini ortaya çıkaracak herhangi bir bilgi içermediğinden kesinlikle emin olmalıdır. Bu kontrol işlemi bittikten sonra form sporcu temsilcisi, doping kontrol görevlisi ve sporcu tarafından imzalanır. Örnek alım işlemi bittikten sonra, doping kontrol formunun bir kopyası sporcuya teslim edilir.

Doping kontrol örnekleri taşınmak üzere paketlenir ve güvenli bir süreç dahilinde sıkı gizlilik önlemleri alınarak Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) tarafından akredite edilen bir laboratuvara gönderilir. Sporcunun kişisel bilgileri

kesinlikle gizli tutulur ve güvenliğin sağlanması için takip altına alınır.

Örneklerin Analizi

Laboratuvarlar örnekleri analiz ederken sporcuların kimlik bilgilerini değil, sadece örneklerin kod numaralarını görebilir. Laboratuvarlarda öncelikle A örneği analiz edilir ve B Örneği gerekli görüldüğü takdirde analiz edilmek üzere güvenli bir ortamda saklanır. B örneği, A örneğinde **Aykırı Analitik Bulguya (AAB)** rastlanması durumunda teyit etmek için kullanılabilir. Laboratuvar, örnek analizinin sonuçlarını ilgili Doping Mücadele Kuruluşu ve Dünya Doping Mücadele Ajansı'na (WADA) bildirir.

✓ **Aykırı Analitik Bulgu (AAB):** Doping kontrol örneğinde yasaklı bir maddenin varlığını ya da yasaklı bir yöntemin kullanıldığına dair kanıtı gösteren laboratuvar bulgusudur.

Kan Örneği Alım İşlemi

Bildirim, kimlik tespiti yapılması, sporcuya eşlik edilmesi ve işlemin anlatılması gibi idrar örnek alımı için geçerli koşulların aynısı kan örnek alımı için de geçerlidir. Bu süreç de benzer bir şekilde, gerekli güvenlik önlemleri alınarak yürütülür.

Örneklerin Saklanma Süreleri

Örnekler 10 yıl süreyle dondurulup depolanabilir ve yeniden analiz edilebilir. Teknoloji hızla gelişiyor. Günümüzde saptanamayan bazı yasaklı madde ve yöntemler gelecekte kolaylıkla ortaya çıkarılabilecektir. Depolanan örneklerin ileride tekrar analiz edilecek olması güçlü bir caydırıcı etki yaratmaktadır.



dikkat

Söz konusu işlemler 18 yaşından küçük ve engelli sporcular için bazı özel, küçük değişikliklerle gerçekleştirilir. Dünya Doping Mücadele Ajansı'nın (WADA) internet sitesinden, Ulusal Doping Mücadele Kuruluşundan veya Uluslararası Federasyonunuzdan daha fazla bilgi edinebilirsiniz.

Öğrenme Çıktısı

5 Doping kontrol süreçlerini kavrayabilme

Araştır 3

Doping kontrolü için seçilen sporcunuz, doping kontrol örneği vermeyi reddediyor. Bu durumda karşılaşılabileceği sonuçlarla ilgili sporcunuzu nasıl bilgilendirirsiniz?

İlişkilendir

Sporcunun doping kontrol sürecindeki hak ve sorumluluklarını yazın.

Anlat/Paylaş

Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) ve Türkiye Dopingle Mücadele Komisyonu'nun internet sayfalarına girerek doping kontrol sürecine ilişkin video ve görselleri sporcularınızla paylaşın.

SPORCULARIN VE ANTRENÖRLERİN DOPİNGLE MÜCADELE GÖREV VE SORUMLULUKLARI

Sporcuların ve antrenörlerin dopingle mücadele kural ihlallerini, "Kusursuz sorumluluk" ilkesini bilmesi ve nelerin dopinge yol açtığının farkında olması çok önemlidir. Bu nedenle hem sporcuların hem de antrenörlerin dopingle mücadele konusunda birçok görev ve sorumlulukları bulunmaktadır.

Sporcuların Görev ve Sorumlulukları

Sporcuların belli başlı görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bunlar:

- Yürürlükte olan tüm dopingle mücadele ilke kurallarını bilmeli ve bunlara riayet etmelidirler.
- Yiyip içtikleri ve vücuduna girebilecek her şey için sorumluluk almaları gerekmektedir. Özetle sporcu vücudunda bulunan her şeyden sorumludur.
- Örnek alımı için her zaman hazır bulunmalıdır.
- Tedavi uygulayacak olan bir sağlık personeli yasaklı bir madde vermemesi ya da yasaklı bir yöntem uygulamaması konusunda uyarmaları gerekmektedir. Ayrıca aldıkları

herhangi bir tıbbi tedavinin Dünya Dopingle Mücadele Kuralları'na aykırı olmadığından emin olmaları gerekir.

- Dopingle mücadele kural ihlalleri konusunda araştırma ve soruşturma yapan dopingle mücadele kuruluşlarıyla iş birliği yapmaları gerekir.

Antrenörlerin Görev ve Sorumlulukları

Bir antrenörün en önemli sorumluluklarından biri sporcuları dopingle mücadele hakkında bilgilendirmek ve bu bilgilendirme sonucu sporcuları olası Dopingle Mücadele Kural İhlallerinden korumaktır.



Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) Dopingle Mücadele E-ğitimlerine (ADEL) <https://adel.wada-ama.org> adresinden ulaşabilirsiniz.

Bu nedenle antrenör, dopingle ilgili temel kavramları, sporcu hak ve sorumluluklarını, yasaklı madde ve yöntemleri, doping kontrol sürecini sonuçların değerlendirilmesini ve besin destek ürünlerinin risklerinden korunmayı çok iyi bilmeli ve sporcularına doğru bir şekilde aktarmalıdır.

Antrenörler sporculara örnek verme işlemi konusunda eğitim vererek doping kontrolüne yardımcı olmamalıdır. Bir sporcunun doping kontrolünü reddetmesi veya örnek vermekten kaçınması bir Doping Mücadele Kural İhlalidir. Bu durum, sporcunun hak mahrumiyeti cezası almasıyla sonuçlanabilir.

Antrenörlerin doping risk faktörlerini değerlendirerek bir sporcunun doping kullanımına eğilimli olup olmadığını öğrenmeye çalışması beklenir. Dopinge yönelik davranışlara daha açık olan ve daha fazla risk altında olan sporcuların belirlenmesi, antrenörlerin tedbirli davranarak dopinge karşı önlem almaları açısından çok önemlidir.



dikkat

Bir antrenör olarak sporcularınızı doping mücadele kural ihlallerinden korumak için onları doping mücadele hakkında bilgilendirmeniz gerekmektedir.

Öğrenme Çıktısı



6 Sporcuların ve antrenörlerin doping mücadeledeki önemlerini kavrayabilme
7 Antrenörün doping mücadeledeki görev ve sorumluluklarını açıklayabilme

Araştır 4

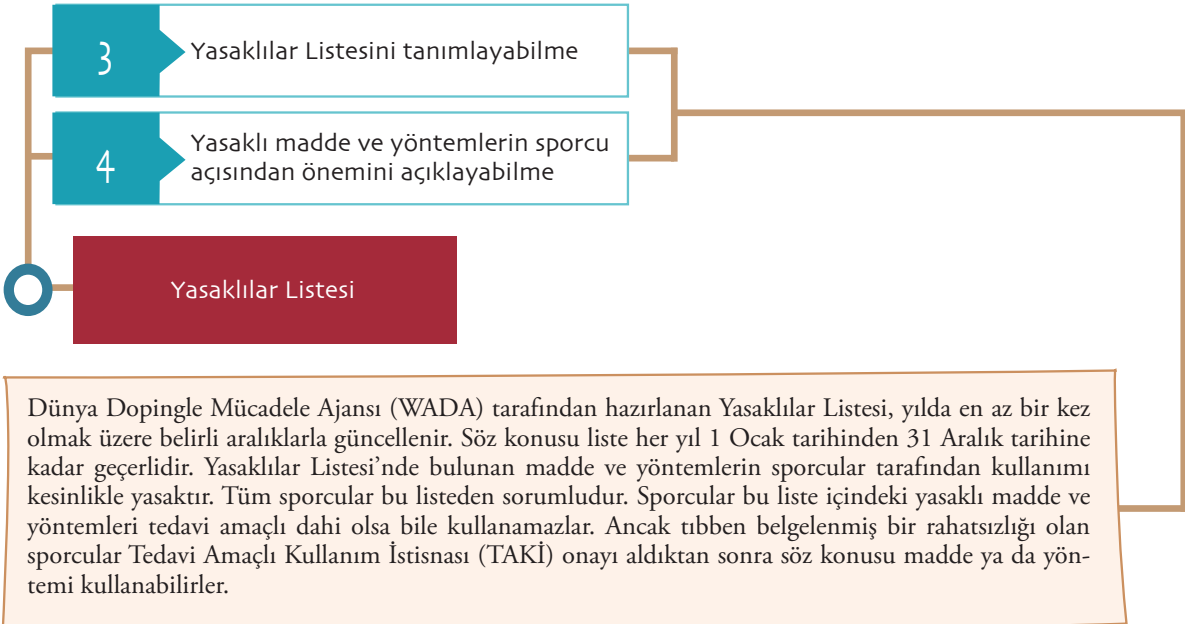
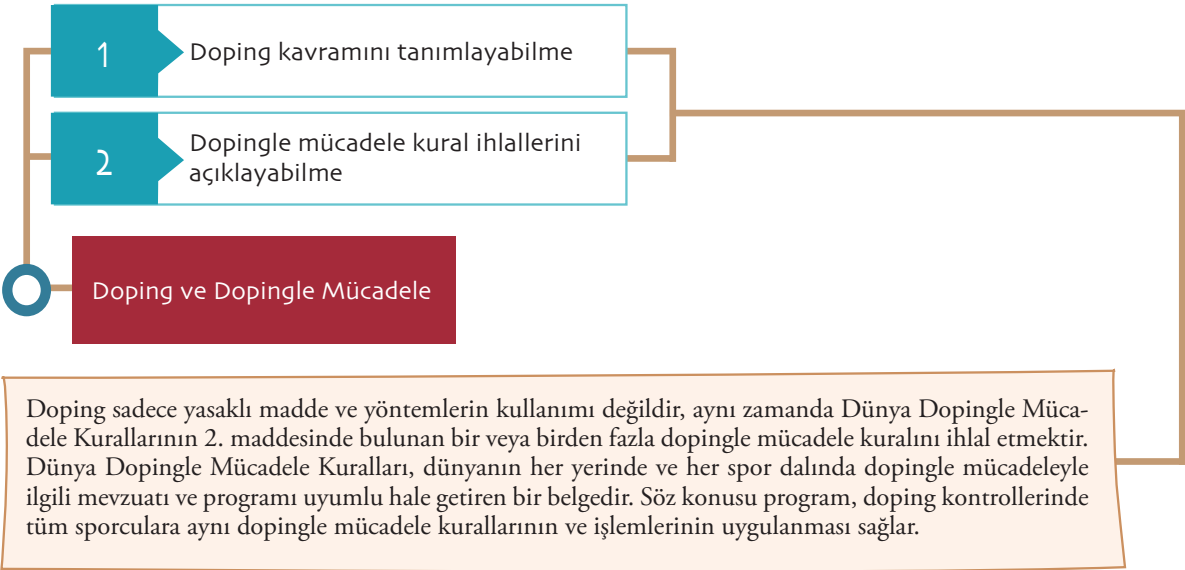
Sporcuların birbirlerine doping kontrol süreci ile ilgili yanlış bilgiler aktardıklarını fark ettiniz. Daha önce doping kontrol sürecini anlatmanıza karşın birbirlerinden duyduklarına göre hareket etmelerinden çekindiğiniz için sporcularınıza doping kontrol sürecini yeniden nasıl anlatabilirsiniz?

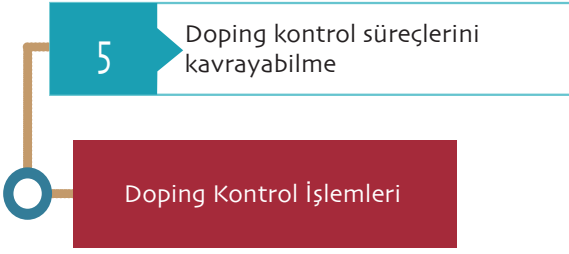
İlişkilendir

Sporcunun doping mücadele konusunda görev ve sorumluluklarını maddeler hâlinde yazın.

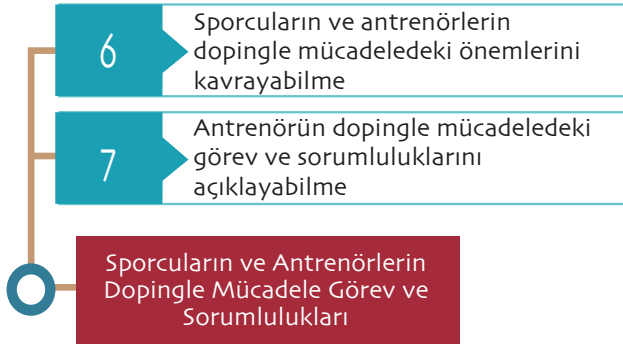
Anlat/Paylaş

Doping kontrol sürecinde dikkat etmeleri gerekenleri sporcularınıza anlatın.





Dopingle Mücadele Kuruluşu sporcudan herhangi bir zaman ve herhangi bir yerde doping kontrol örneği alabilir. Müsabaka içi ve müsabaka dışı olmak üzere iki çeşit doping kontrolü bulunmaktadır. Doping kontrolü, sporcu seçiminden örneklerin analizine kadar giden 11 basamaklı bir süreçtir. Burada en önemli şey sporcudan alınacak örneğin bütünlüğüdür. Örneğin bütünlüğü bozulmadığı sürece doping kontrolü geçersiz sayılmaz. Sporcuya bildirimi yapıldıktan sonra sporcu doping kontrol işlemi bitene kadar tüm kurallara uymakla yükümlüdür.



Dopingle mücadelede hem sporcuların hem de antrenörlerin görev ve sorumlulukları bulunmaktadır. Bu görev ve sorumlulukların temeli, dopingle mücadele ilke ve kurallarını bilmeye ve bunlara riayet etmeye dayanmaktadır. Sporcuların vücutlarında bulunan her şeyden kendilerinin sorumlu olduğu ve örnek alımı için her zaman hazır bulunmaları gerektiği unutulmamalıdır. Antrenörlerden beklenen sporcularını dopingle mücadele konusunda bilgilendirmeleri, onlara yardım etmeleri ve temiz spora teşvik etmeleridir.

1 Aşağıdakilerden hangisi dopingle mücadelenin **temel** ilkelerinden biridir?

- A. Yasaklı maddelerin satılmasına engel olmak
- B. Sporcuların arasındaki rekabeti artırmak
- C. Yasaklı yöntemleri kullananların ceza almasını sağlamak
- D. Sporcunun sağlığını korumak
- E. İlaç endüstrisinin sporculara erişimini kısıtlamak

2 Yasaklılar Listesi'nin açıklaması aşağıdakilerin hangisinde doğru verilmiştir?

- A. Müsabakalardan men edilmiş sporcuların listesidir.
- B. Müsabaka içi ve müsabaka dışı uyulması gereken disiplin kuralları listesidir.
- C. Müsabaka içi ve müsabaka dışı kullanımı yasaklı madde ve yöntemlerin listesidir.
- D. Dopingle mücadele kural ihlalleri nedeniyle ceza almış sporcularla çalışmalarına izin verilmeyen sporcu destek personelinin listesidir.
- E. Dopingle mücadele kural ihlalleri nedeniyle ceza almış sporcularla çalışmalarına izin verilmeyen doktorların listesidir.

3 Yasaklılar Listesi hangi sıklıkla güncellenir?

- A. Her yıl
- B. Her dört yılda bir
- C. Olimpiyatlardan önce
- D. Her iki yılda bir
- E. Her yıl iki kere

4 Aşağıdakilerden hangisi herhangi bir madde veya yöntemin "Yasaklılar Listesine" alınma gerekçelerinden biridir?

- A. Eczanelerde satılıyor olması
- B. Reçeteli ilaç kapsamına girmesi
- C. Sağlık riski oluşturması
- D. Reçetesiz ilaç kapsamına girmesi
- E. Besin destek ürünü kapsamına girmesi

5 Yaklaşan bir doping kontrolüyle ilgili sporcu ya ne zaman haber verilmelidir?

- A. 24 saat önce
- B. 7 gün önce
- C. 1 ay önce
- D. Sadece müsabaka içi doping kontrollerinde önceden haber verilmelidir.
- E. Önceden bildirim yapılması gerekli değildir.

6 Bir sporcu hangi durumda doping kontrolünü **reddedebilir**?

- A. Ailevi yükümlülükler olduğunda.
- B. Yoğun bir program olduğunda.
- C. Tatile gidilmesi durumunda.
- D. Eğitimle ilgili yükümlülükler olduğunda.
- E. Sporcular doping kontrolünü reddedemez.

7 Sporcunun örneği ile birlikte laboratuvara giden bilgiler aşağıdakilerden hangisidir?

- A. Sporcunun adı ve doğum tarihi
- B. Sporcunun adı ve telefon numarası
- C. Sporcunun branşı, cinsiyeti, bağlı olduğu federasyonu ve doping kontrol tarihi
- D. Sporcunun imzası ve e-posta adresi
- E. Sporcunun adresi ve doğum tarihi

8 Doping kontrol örneği için **en az** ne kadar idrar gereklidir?

- A. 100 mL
- B. 120 mL
- C. 50 mL
- D. 90 mL
- E. 80 mL

9 Doping kontrol örneklerinin saklanması gereken süre aşağıdakilerden hangisidir?

- A. 3 ay
- B. 6 ay
- C. 1 yıl
- D. 5 yıl
- E. 10 yıl

10 Sporcunun vücudunda saptanan maddelerden kim sorumludur?

- A. Sporcunun ailesi
- B. Sporcunun kendisi
- C. Sporcunun doktoru
- D. Sporcunun antrenörü
- E. Sporcuya maddeyi veren kişi

1. D

Yanıtınız yanlış ise “Doping ve Dopingle Mücadele” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2. C

Yanıtınız yanlış ise “Yasaklılar Listesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

3. A

Yanıtınız yanlış ise “Yasaklılar Listesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

4. C

Yanıtınız yanlış ise “Yasaklılar Listesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5. E

Yanıtınız yanlış ise “Doping Kontrol İşlemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

6. E

Yanıtınız yanlış ise “Doping Kontrol İşlemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

7. C

Yanıtınız yanlış ise “Doping Kontrol İşlemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

8. D

Yanıtınız yanlış ise “Doping Kontrol İşlemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

9. E

Yanıtınız yanlış ise “Doping Kontrol İşlemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

10. B

Yanıtınız yanlış ise “Sporcuların ve Antrenörlerin Dopingle Mücadele Görev ve Sorumlulukları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

5

Araştır Yanıt Anahtarı

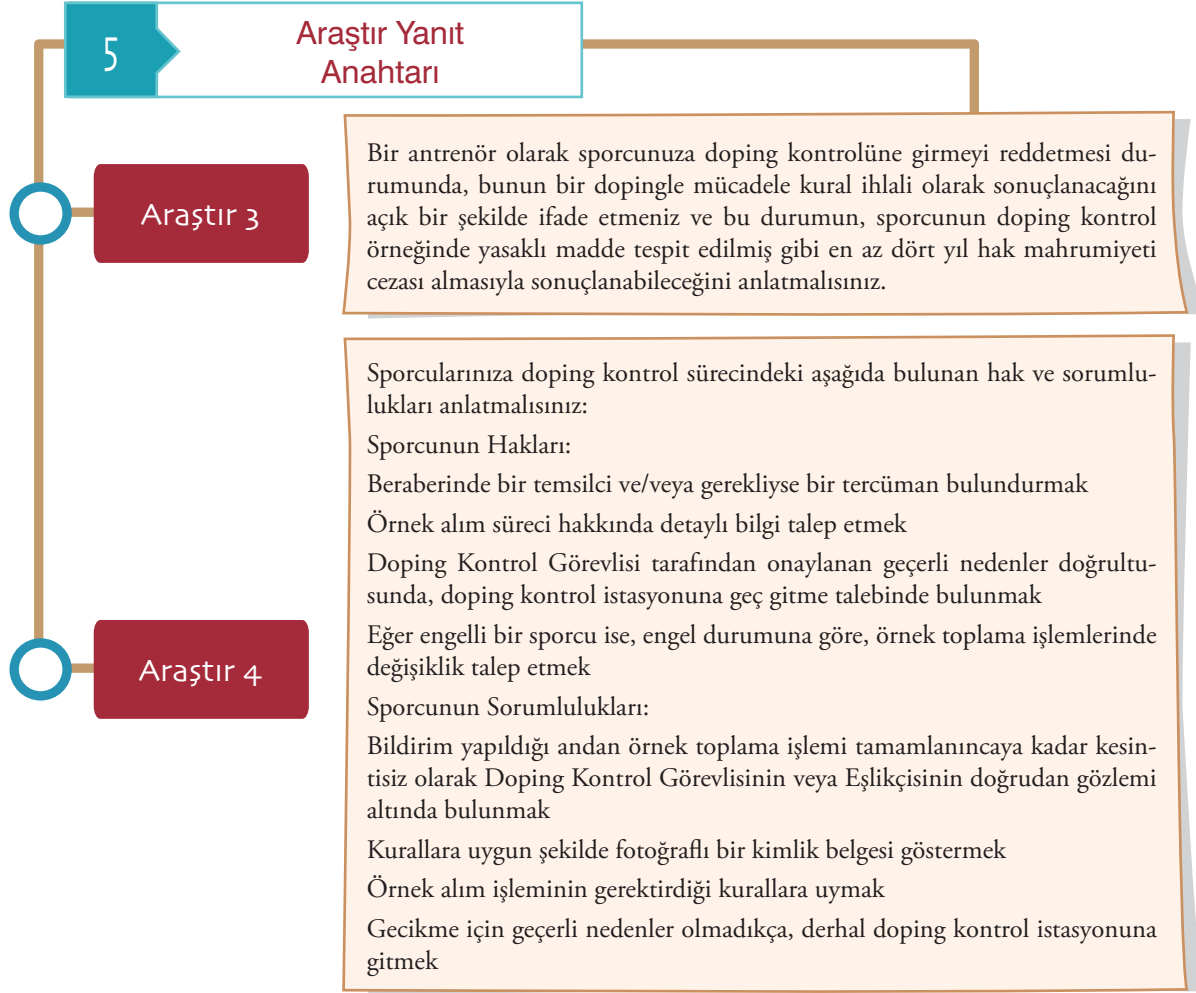
Araştır 1

Bir antrenör olarak sporcunuza ahlaklı bir sporcu olması için hakkaniyetli ve dürüst olması gerektiğini, kurallara ve yasalara saygı duyması gerektiğini öğretmelisiniz. Yapay bir destek olmadan kendi kapasitesinde en mükemmel performansa ulaşmaya çalışmasını, dayanışma içinde ekip çalışmasına önem vererek yaptığı işten keyif alarak kendine ve diğer katılımcılara saygı duymasını sağlamalısınız. En önemli şeyin her zaman kendi yapacağının en iyisini yapmak olduğunu sporcunuza anlatın. Keyif almanın kazanmaktan çok daha önemli olduğunu onlarla paylaşın.

Araştır 2

Bir madde veya yöntemin Yasaklılar Listesi'ne alınması için 3 gereklilik bulunmaktadır. Bunlar:

- Söz konusu madde veya yöntemin, tek başına veya diğer maddelerle veya yöntemlerle birlikte, sportif performansı artırdığına veya artırma potansiyeline sahip olduğuna dair tıbbi veya diğer bilimsel kanıt, farmakolojik etki veya deneyim
- Söz konusu madde veya yöntemin kullanılmasının, Sporcunun sağlığına fiili veya potansiyel bir risk oluşturduğuna dair tıbbi veya diğer bilimsel kanıt, farmakolojik etki veya deneyim
- Söz konusu madde veya yöntemin kullanılmasının, Dünya Dopingle Mücadele Kurallarının giriş kısmında tanımlandığı şekliyle sporun ruhuna aykırılık teşkil ettiğinin Dünya Dopingle Mücadele Ajansı (WADA) tarafından belirlenmesi



Kaynakça

- Güner, R. (2016). Doping ve Dopingle Mücadele. *Türkiye Klinikleri J Sports Med-Special Topics*, 2(3), 49-65.
- World Anti-Doping Agency. (2014). *Athlete Reference Guide to the 2015 World Anti-Doping Code*.
- World Anti-Doping Agency. (-). *Parents' Guide to Support Clean Sport*.
- World Anti-Doping Agency. (2015). *The World Antidoping Code*.
- World Anti-Doping Agency. (2019). *The World Antidoping Code*. International Standard for Therapeutic Use Exemptions.
- World Anti-Doping Agency. (2020). *The World Antidoping Code*. International Standard for Testing and Investigations (ISTI).
- World Anti-Doping Agency. (2019). *The World Antidoping Code*. The 2020 Prohibited List International Standard.

■ İnternet Kaynakları

- Doping kontrol süreci. tdmk.org.tr/egitim-ve-bilgilendirme. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA). wada-ama.org. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) Doping Mücadele E-öğretimleri (ADeL). adel.wada-ama.org. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- Dünya Doping Mücadele Ajansı (WADA) Yasaklılar Listesi. tdmk.org.tr/yasakli-listeri. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- Tedavi Amaçlı Kullanım İstisnası (TAKİ). tdmk.org.tr/tedavi-amacli-kullanim-istisnasi. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- Türkiye Doping Mücadele Komisyonu (TDMK). tdmk.org.tr. Erişim tarihi: 19 Nisan 2020.
- World Anti-Doping Agency. ALPHA-Athlete Learning Program about Health & Anti-Doping. wada-ama.org.
- World Anti-Doping Agency. Coach True. adel.wada-ama.org.
- World Anti-Doping Agency. Sport Physician's Tool Kit. adel.wada-ama.org.