

SPOR ve EGZERSİZDE

VÜCUT BİYOMEKANİĞİ

Prof. Dr. H. Serap İNAL

Bahçeşehir Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Fakültesi
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü



© 2017 SPOR ve EGZERSİZDE VÜCUT BİYOMEKANIĞI

ISBN: 978-605-9160-57-5

Tüm hakları saklıdır. 5846 ve 2936 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri yasası gereği; bu kitabın basım, yayın ve satış hakları Hipokrat Yayınevi'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz.

Yazar

Prof. Dr. H. Serap İNAL

Yayıncı

Hipokrat Kitabevi

Grafik-Tasarım

Hipokrat Grafik Tasarım

Baskı - Cilt

Sözkesen Matbaacılık

İvedik Organize 1518. Sokak Matsit İş Merkezi No: 2/40

Tel: (0312) 395 21 10 - Yenimahalle / Ankara



Süleyman Sırrı Caddesi
No:16/2 Sıhhiye/ANKARA
Tel: (0312) 433 03 05 - 15
www.hipokratkitabevi.com



*Bu alışmamı,
Annem Ayten ve Babam Niyazi Goker'e,
Eřim Tamer'e,
Kızlarım Güldal ve İdil'e,
ithaf ediyorum....*

ÖNSÖZ

Bu kitabımda vücut mekaniği konusu ele alınarak egzersiz ve spor yaparken insan hareketleri ve sonuçları incelenmiştir. Bu kapsamda, vücuda etki eden kuvvetler ve bunlar arasındaki etkileşim sonucu ortaya çıkan her türlü pozisyon ve hareket, statik ve dinamik kurallar çerçevesinde kinetik ve kinematik olarak değerlendirilmiştir. Bir başka ifade ile, bu kitapta fizik, matematik ve kinezyoloji bilgileri harmanlanarak vücut biyomekaniği temel prensipleri işlenmiştir. Üçüncü baskı olan bu kitapta, vücut algısı ve imajı ile propriyoseptif duyu ve harekete etkileri de konu edilmiş ve denge, yürüme ve koşma daha geniş olarak ele alınmıştır.

Kitabın, pek çok disiplinden okuyucu kitlesine yönelik olduğu düşünülmektedir. Sağlık alanından, özellikle fizyoterapist, spor fizyoterapistleri, spor hekimi, ortopedi ve travmatoloji uzmanları, ergoterapistler, spor alanından, spor alanındaki eğitimciler, antrenör ve beden eğitimi öğretmenleri, mühendislik alanından, özellikle biyomedikal, mekatronik, bilgisayar, elektrik ve elektronik ve endüstri mühendisleri, şüphesiz öğrenciler ve öğrencilerim için nitelikli bir kaynak kitap olarak hazırlanmaya çalışılmıştır.

Bu kitabın basımı ve dağıtımını üstlenen Hipokrat Yayınevi'ne ve Sayın Ali ÇELİK'e, dizgi aşamasında emeği büyük olan Hüseyin Çağlıkasap'a titiz çalışmalarından dolayı teşekkürlerimi sunarım.

H. Serap İNAL

İstanbul, 2017

ÖZGEÇMİŞ



Prof. Dr. H. Serap İNAL
Fizyoterapist

Hacettepe Üniversitesi'nde (1976) mezun olan Dr. İnal, 1980 yılında H. Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde Fizyoterapi-Rehabilitasyon Anabilim Dalında alt ekstremite protezleri ve rehabilitasyonu konusu ile Yüksek Lisans'ını; 1983 yılında aynı kurumda üst ekstremite protez ve yardımcı cihazları ve rehabilitasyonları konusu ile Doktora unvanını almıştır. 1984 - 1990 tarihleri arasında King Saud University, College of Applied Medical Sciences'da asistan profesör olarak çalışmıştır. 1993 yılında Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda Doçent olmuş, 2000 yılında Marmara Üniversitesi'nde Profesör olarak atanmıştır. Ekim 1994 - Eylül 1995 tarihleri arasında bir yıl süreyle King Saud University'de Konuk Öğretim Üyesi olarak çalışmıştır. 2007 - 2009 yılları arasında İstanbul Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokul Müdürü olarak çalışmıştır. Halen Bahçeşehir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyesidir.

Ortez - protez ve rehabilitasyonu, kas hastalıkları rehabilitasyonu, yaşlılıkta spor ve fiziksel aktivite, engelliler sporu ve spor biyomekaniği alanlarında çalışmalar yapan Dr. İnal'ın Kas Hastalıklarında Ortezler ve Rehabilitasyonu, Üst Ekstremitte Protezleri ve Spor Biyomekaniği adlı kitapları bulunmaktadır.

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

BİYOMEKANİĞİN SPORDA YERİ

1.1. Biyomekanik Nedir?.....	17
1.1.1. Biyomekanik ve Kinezyoloji Arasındaki İlişki Nedir ?	18
1.2. Spor Biyomekaniği Tanımları.....	18
1.3. Biyomekanik Terimleri	18
1.3.1. Mekanik.....	18
1.3.2. Statik ve Dinamik	19
1.4. Özet	20
1.5. Sorular	21

BÖLÜM 2

VÜCUDUN REFERANS DÜZLEMLERİ

2.1. Kardinal Referans Düzlemler	23
2.2. Sekonder Referans Düzlemleri	23
2.3. Vücutun Koordinat Sistemi	24
2.4. Yerçekimi Merkezinin Yeri.....	26
2.4.1. Yerçekimi Merkezinin Yerden Yüksekliğinin Saptanması.....	26
2.4.2. Yerçekimi Hattının Geçiş Yerinin Saptanması	26
2.5. Kinetik Halka: Açık ve Kapalı Kinetik Halka Sistemi.....	28
2.6. Özet	29
2.7. Sorular	29

BÖLÜM 3

POSTÜR / DURUŞ

3.1. Postürün Tanımı	31
3.2. Postural Kontrol	31
3.2.1. Postüral Kontrolde Sorumlu Sistemler	32
3.2.2. Postural Denge	32

2.3. Postural Oryantasyon.....	34
3.3. Postural Kontrolün Korunması	34
3.4. Düzgün Postür-Duruş	35
3.5. Postüre Etki Eden Faktörler	37
3.5.1. Vücut tipi.....	37
3.5.2. Kültür.....	37
3.5.3. Yaş.....	37
3.5.5. Meslek.....	37
3.5.6. Duygusal durum	38
3.5.7. Vücut sistemlerindeki problemleri	38
3.6. Postürün Değerlendirilmesi	38
3.7. Özet	43
3.5. Sorular	43

BÖLÜM 4

DENGE

4.1. Statik Denge.....	45
4.2. Dinamik Denge	47
4.3. Dengenin Değerlendirmesinde Biyomekaniksel Prensipler	49
4.3. Özet	52
4.4. Sorular	52

BÖLÜM 5

DOĞRUSAL KİNEMATİK

5.1. Hareket.....	53
5.1.1. Doğrusal (Linear) Hareket.....	53
5.1.2. Açısal (Angular) Hareket.....	54
5.2. Newton'un Hareket Yasaları:	54
5.2.1. Newton'un Birinci Yasası: Eylemsizlik.....	54
5.2.2. Newton'un İkinci Yasası: Temel Yasa - İvmelenme.....	55
5.2.3. Newton'un Üçüncü Yasası: Etki-Tepki	55
5.1.3. İnsan Vücudunda Görülen Hareketler	56
5.2. Pozisyon	59
5.3. Yer Değiştirme (Displacement)	61
5.4. Sürat ve Hız (Velosite)	63
5.4.1. Sürat	63
5.4.2. Hız (Velosite)	65

5.5. Hızlanma – Akselerasyon.....	65
5.6. Özet	67
5.7. Sorular	68

BÖLÜM 6

AÇISAL KİNEMATİK

6.1. Açısal Pozisyon ve Açısal Yer Değiştirme.....	69
6.1.1. Açısal Hız.....	70
6.1.2. Çizgisel Hız.....	71
6.2. Açısal İvme ve Açısal Hızlanma (Akselerasyon).....	73
6.3. Dönme Frekansı	74
6.4. Özet	75
6.5. Sorular	75

BÖLÜM 7

KİNETİK

7.1. Dış Kuvvetler	79
7.1.1. Yerçekimi Kuvveti - Gravite Kuvveti.....	79
7.1.2. Yer Reaksiyon Kuvveti - Normal Kuvvet	81
7.1.3. Sürtünme - Friksiyon Kuvveti	82
7.1.4. Sürtünme Kuvvetine Etki Eden Durumlar.....	84
7.2. İç Kuvvetler	86
7.2.1. Aktif Kuvvetler.....	87
7.2.2. Pasif Kuvvetler.....	100
7.2.3. Aktif ve Pasif Kuvvetlerin Vücudun Fiziksel Yapısına Etkileri	110
7.3. Özet	111
7.4. Sorular	111

BÖLÜM 8

NET KUVVET VE DEĞERLENDİRİLMESİ

8.1. Net Kuvvet	115
8.2. Net Kuvvetin Komponentleri	117
8.2.1. Vertikal Harekette Net Kuvvet.....	119
8.1.2. Eğilimli Harekette Net Kuvvet	119
8.2.3. Vertikal ve Eğilimli Harekete Yer Reaksiyon Kuvvetinin Etkisi.....	120

8.3. Net Kuvvetin Hesaplanması	122
8.2.1 Kuvvetler Aynı Doğru ve Aynı Düzlemden Uygulanıyorsa (Colinear-Coplanar)	122
8.3.2 Farklı Düzlem ve Açılardan Uygulanan Kuvvetler	122
8.4 İmpuls ve Moment İlişkisi	129
8.5. Kas- Kemik Kaldıraç Sisteminde Net Kuvvet	130
8.5.1. İnsan Hareketlerinin Analizinde Kas - Kemik Kaldıraç Sistemi	130
8.5.2. Kas - Kemik Kaldıraç Sisteminde Hareket ve Denge	133
8.5. Özet	135
8.6. Sorular	135

BÖLÜM 9

TORK-MOMENTİ

9.1. Eklemlerdeki Moment Kuvvet – Tork	138
9.1.1. İç Kuvvetlerin Yarattığı Moment Kuvvet –Tork	139
9.1.2. Dış Kuvvetlerin Yarattığı Moment Kuvvet- Tork	140
9.2. Sporda Tork-Moment Kullanımı	142
9.2.1 Kuvvet Çifti ve Spor Hareketleri	142
9.2.2 Sporda Moment ve Hareketin Yönü	143
9.2.3 Atalet Momenti ve Torka Etkisi	144
9.2.3 Diğer Uygulamalar	145
9.3. Özet	145
9.4. Sorular	146

BÖLÜM 10

STATİK VE DİNAMİK POZİSYONLARDA DURUŞUN KORUNMASI

10.1. Statik Durumda Denge	148
10.1.1. Ayakta Dururken Pelvis ve Yere Binen Yükler	148
10.1.2. Ayakta Dururken Bele Binen Yükler	149
10.1.3. Tek Ayak Üstünde Durma Anında Binen Yükler	150
10.1.4. Oturma Pozisyonunda Bele Binen Yükler	152
10.2. Dinamik Durumda	153
10.2.1. Öne Eğilme Anında Binen Yükler	153
10.2.2. Ağırlık Taşıma	155
10.2.3. Yükün Çift veya Tek El ile Taşınması	156
10.3. Özet	156
10.4. Sorular	156

BÖLÜM 11

AKIŞKAN MEKANİĞİ

11.1 Akışkanın Yüzdürme Kuvvetleri	159
11.1.1 Akışkanın Basıncı	159
11.1.2. Akışkanın Yüzdürme Kuvveti.....	160
11.1.3. Akışkan Akımları	161
11.1.4. Suyun Yoğunluğu	162
11.1.5 Yüzeyde Kalma ve Tork Kuvvet	162
11.2. Akışkanın Dinamiği	163
11.2.1 Dinamik Akışkan Kuvvete Etki Eden Faktörler	164
11.3. Dinamik Kuvvetin Komponentleri	165
11.3.1. Çekme - Sürüklenme - Sürtünme Kuvveti.....	166
11.3.2. Akışkanın Kaldırma Kuvveti	169
11.3. Özet.....	173
11.5. Sorular.....	174

BÖLÜM 12

ATIŞ BIYOMEKANİĞİ

12.1. Atışta Kinetik Halka Mekanizması	175
12.2. Atışa Etki Eden Faktörler	176
12.2.1. Kütle	176
12.2.2. Atış Kuvveti	177
12.2.3. Eğirimli veya Eğirimsiz Atışlar	178
12.2.4. Vücudun Rotasyon Eksenleri.....	178
12.2.5. Omuz Kuşağı Kompleksi	178
12.3 Atış Tipleri	179
12.3.1 Alçak Atış	179
12.3.2 Yüksek Atış	181
12.4. Özet.....	187
12.5. Sorular.....	188

BÖLÜM 13

BTEMAS KUVVETLERİ: ÇARPMA-ÇARPIŞMA-ZIPLAMA

13.1. Çarpışmada Objelere Etki Eden Unsurlar	191
13.1.1. Çarpışmada Objelere Etki Eden Kuvvetler.....	192
13.1.2 Çarpışan Objelerin Fiziksel Özelliklerinin Etkisi	193
13.1.3 Çarpma- Çarpışma Hızı.....	194

13.2 Çarpma-Çarpışma Şekilleri	195
13.2.1 Sabit Yüzeyle Oblik Vuruşlar	196
13.2.2 Hareketli Yüzeylerin Oblik Vuruşları.....	197
13.3 Çarpma ve Çarpışmalarda Eğirim ve Friksiyonun Etkisi	198
13.4. Aktivitelerde Çarpma ve Çarpışma	199
13.4.1. Aktivite Anında Bacakta Oluşan Stiffness - Sertlik.....	200
13.4.2. Yürüme ve Koşmada Bacağa Etki Eden Kuvvetler	200
13.4.3. Yürüme ve Koşmada Düşme ve Çarpmaya Bağlı Yaralanmalar	201
13.4.3. Yürüme ve Koşmada Düşme ve Çarpmadan Korunma.....	202
13.4. Özet.....	202
13.5. Sorular.....	203

BÖLÜM 14

YÜRÜME

14.1. Yürümenin Nörofizyolojik Temelleri.....	206
14.2. Yürüme Devri.....	207
14.3. Yürümenin Zaman ve Mesafeye Bağlı (Tempora/Spatial) Özellikleri	207
14.4. Yürüme Devrinin Kısımları	209
14.5. Yürümede Ağırlık Merkezinin Pozisyonu.....	210
14.5.1 Ağırlık Merkezinin Sagital Düzlemde Vertikal Yer Değiştirmesi.....	211
14.5.2 Ağırlık Merkezinin Frontal Düzlemdeki Hareketi	213
14.5.3 Ağırlık Merkezinin Transvers Düzlem, Vertikal Eksen Çevresindeki Yer Değiştirmesi	213
14.6 Yürümede Ağırlık Merkezinin Pozisyonuna Etki Eden Anatomik Yapılar	213
14.6.1. Pelvis	213
14.6.2. Kalça Eklemleri	214
14.6.3 Diz Eklemleri	215
14.6.4. Ayak Bileği Eklemleri	215
14.6.5. Ayak Eklemleri	216
14.7. Yürüme Tipleri	217
14.7.1 Sınırdaki Yürüme	217
14.7.2 Patolojik Yürüyüş	217
14.7.3 Dinamik Yetersizliklere Bağlı Yürüyüşler	218
14.8. Yürümenin Yaş ve Cinsiyete göre Değişimi:.....	218
14.8.1. Çocuklukta Yürüme Paterni	219
14.8.2. Yaşlılıkta Yürüme Paterni	220
14.9. Treadmil Yürüyüşü:.....	221
14.9.1. Treadmil ve Rehabilitasyon Robotları:.....	221
14.10. Özet	222
14.11. Sorular	222

BÖLÜM 15**KOŞMA**

15.1. Koşma Devri.....	225
15.1.1. Basma Fazı.....	226
15.1.2. Uçuş veya Toparlanma Fazı	226
15.2. Koşma Devrinin Kinetik ve Kinematik Analizi:.....	226
15.2.1. Basma Fazı Kinetiği:.....	227
15.2.2. Uçuş Fazının Kinetiği.....	228
15.2.3. Basma ve Uçuş Fazlarının Kinematiki:.....	228
15.3. Koşmada Eklem Hareketleri	229
15.3.1. Koşma Anında Alt Ekstremitte Eklem Hareketleri	229
15.3.2. Koşma Anında Kol ve Gövdenin Eklem Hareketleri	230
15.3. Koşma Hızına Etki Eden Faktörler.....	231
15.3.1. Adım ve Çift Adım Uzunluğu	231
15.4.2. Ayak Pozisyonu	232
15.4.3. Ayakkabılı (Shod run) veya Ayakkabısız (çıplak ayak-minimal) Koşu	233
15.5. Koşu Ekonomisi - Ekonomik Koşu.....	234
15.5.1. Yorgunluğun Koşmaya Etkisi.....	235
15.6. Treadmil Koşusu	236
15.7. Özet.....	237
15.8. Sorular.....	237

BÖLÜM 16**VÜCUT FARKINDALIĞI**

16.1. Vücut Farkındalığı	239
16.1.1. Vücut İçi- Korporal Farkındalık:.....	240
16.1.2. Vücut Dışı- Ekstrakorporel Farkındalık:.....	240
16.1.3. Vücut Farkındalığında Bedenselleşme (Embodiment)	240
16.2. Vücut Farkındalığında Vücut Şeması ve Vücut İmajı	240
16.2.1. Vücut Şeması:.....	241
16.2.2.Vücut İmajı:	242
16.3. Özet.....	243

BÖLÜM 17**PROPRİYOSEPSİYON**

17.1. Bilinçli ve Bilinç altı Propriyosepsiyon:	246
17.2. Propriyoseptörler ve Fonksiyonları:.....	246
17.2.1. Eklem Pozisyon Duyusu (Statik Pozisyon Duyusu):.....	248
17.2.2. Hareket Hızının (Kinestezi) Duyu Reseptörleri:.....	249

17.3. Motor Kontrolde Kas Stiffness'ı ve Eklem Stiffness'inin Önemi	252
17.4. Propriyoseptif Duyunun Değerlendirilmesi	252
17.4.1. Propriyoseptif Duyu Değerlendirme Yöntemleri	253
17-5. Pertürbasyona Karşı Kas Stiffness'nin Değerlendirilmesi	256
17.6. Özet	257
Ekler	261
Dizin	265