

KİNEZYOLOJİYE GİRİŞ

Doç.Dr. Özlem KÖROĞLU

Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon AD

Kinezyoloji, kısaca hareket bilimi olarak tanımlanabilir. Herhangi bir kuvvet tarafından meydana getirilen hareketleri ve bu hareketleri doğuran kuvvetleri inceleyerek bunların patolojik durumlarla karşılaştırmasını yapan bilim dalıdır. Normal insan vücudu ve hareketlerini inceleyen, normal değerleri patolojik durumlarla karşılaştıran bilim dalıdır. Kas iskelet sistemi çalışma mekaniğini bilmek, gerektiğinde insanlara destek olmak, minimal enerji sarfı ile maksimal performansı amaçlayan bir bilim dalı olan kinezyolojinin içeriği; Mekanik, biyomekanik, anatomi ve fizyolojidir. Hareket, belirli bir noktaya göre yer değiştirmez. Hareket doğrusal veya açısal olabilir. Doğrusal harekette birim zamanda alınan mesafeye hız denir. Bazı hareketler açısal ve doğrusal hareketin bileşkesidir. Harekette yer çekimi ve kütle önemli yer tutar. Hareket eden cismin tüm noktaları aynı doğrultu ve aynı yönde ise bu harekete doğrusal hareket denir. Merkez nokta etrafında diğer noktaların hareket etmesine ise dairesel hareket denir. Bükümlü hareket ise ilk iki hareketin birleşimi ile oluşan harekettir.

Hareketi doğuran kuvvetleri internal kuvvetler (Kaslar, ligamanlar, tendonlar, eklemler vs.) ve eksternal kuvvetler (Yerçekimi ve diğer dış kuvvetler) olarak ikiye ayırabiliriz. Hareketi etkileyen faktörler ise vücudun ağırlığı, yer çekimi, etki-tepki kuvveti , sürtünme kuvvetidir. Kinematik, hareket sırasında boşlukta eklemlerin aldığı açısal değerleri inceler. Kinetik ise hareketi doğuran kuvvetleri inceler. Kinematik 5 ana değişkeni içerir. Bu değişkenler zaman, konum, hareketin yer değiştirmesi, hız ve ivmedir. Kinetik veriler hareket halindeki vücuda etki eden kuvvetlerin tanımlanmasıdır. Kinetik analizde ölçülebilen yer tepkimesi kuvvet vektörü, vücut ağırlık merkezinden geçen ağırlık kuvvet vektörüne, yeryüzü tarafından oluşturulan büyüklüğü aynı fakat yönü ters olan kuvvet vektörüdür. Vertikal güç, koronal güç, sagittal güç olmak üzere 3 bileşeni vardır. Bu güçler kuvvet platformu kullanılarak ölçülür. Bu ölçümlere dayanılarak bilgisayar ortamında biyomekanik modellemeler ve matematik hesaplama yöntemleri ile eklemlerdeki momentler ve güçler teorik olarak hesaplanabilir. Her

eklemlerde dıştan uygulanan güçlerle , kaslar, ligament ve kemik yapıların oluşturduğu eklem içi güçler ve momentler arasında bir denge vardır.

Cisimler hareket veya istirahat sırasında meydana gelen değişikliklere karşı direnç gösterirler. Bir cisme dış kuvvetler etki etmediği sürece hareketli ise hareketine devam eder, istirahatte ise istirahatini korur. Bu prensibe eylemsizlik denir. Bir cisme bir kuvvet etki edecek olursa bu cisimde bir akselerasyon oluşur. İvme yönü, kuvvet yönündedir ama cismin kütlesi ile ters orantılıdır. Bir cisme bir kuvvet uygulandığında uygulanan kuvvete eşit fakat zıt yönde bir reaksiyonel kuvvet meydana gelir. Buna etki-tepki kanunu denir. Bir cisme uygulanan mekanik hareket/ etkiye kuvvet denir. Birimi Newtondur. İnsan vücuduna etki eden en önemli kuvvetler: yerçekimi, ayakların, ellerin veya vücudun yerle teması, vücuda çarpan cisimler, kas-tendon yapılarının oluşturduğu kuvvetler, eklemlere etki eden ligaman kuvvetleri, uzun kemiklere etki eden basma kuvvetleridir. Kuvvetin büyüklüğü, yönü, vücudun neresine uygulandığı, süresi, sıklığı, sabit veya değişken olup olmadığı, oranı ve hızı yaralanmanın şiddetini belirler.

Ağırlık merkezi, bir cismi meydana getiren tüm parçacıkların yoğunlaştığı varsayılan noktadır. Vücut ağırlığının eşit olarak dağıldığı bir denge noktasıdır. Dik pozisyonda olan bir insanda sakral ikinci vertebranın ön yüzündedir. Çocuklarda 12. Torakal vertebra düzeyindedir. Ağırlık merkezi kişinin postürüne göre değişir, hareketle yer değiştirir. Ayakta sabit duran kişide verteksten başlar. Mastoid çıkıntı üzerinden, omuz ekleminin hemen önünden , kalça ekleminin içinden, diz eklemi merkezinin hemen önünden ve ayak bileği ekleminin önünden geçer. Vertebral kolon ile kesişme noktaları C4, L3 ve S2 seviyeleridir. Destek yüzeyi; bir cismin yere temas eden tüm noktaları ve bu noktalar arasında kalan bölgedir. Ayakta duran bir kişi için her iki ayağın dış yüzü ile topuklar ve başparmaklar arasında kalan alandır. Dengeli duruşta yerçekimi hattının zeminle kesiştiği nokta destek yüzeyinin içine düşer. Bir yapının stabilitesini arttıran durumlar; destek yüzeyinin genişlemesi, yerçekimi hattının destek yüzeyinin merkezini mümkün olduğunca kesmesi, ağırlık merkezinin mümkün olduğunca yere yakın olması, bütünü oluşturan parçaların ağırlık merkezlerinin yerçekimi hattına yakın olmasıdır.

Denge ağırlığın stabil kalmasıdır. Ayakta iken denge; ayak uzunluğu ve destek yüzeyi ile belirlenir. Denge birçok sinerjist ve antagonist kaslar birlikte çalışırlar. Dik pozisyonda

vücudun dengede kalışına yardımcı olan en önemli faktör, omurganın kifoz-lordoz eğrilikleridir. Bu sayede yerçekimi hattı destek yüzeyini merkezi bir noktada keser. Servikal , torakal ve lomber eğrilikler ağırlık merkezinin orta hattın dışına çıkmasını engelleyip stabiliteyi arttıırırlar.

Postür; vücudun kısımlarının birbirlerine göre durumlarının görünüşüdür.

Aktif hareket; vücudun herhangi bir kısmının istemli olarak yer veya pozisyon değiştirmesidir.

Hareket sistemi (Lokomotor sistem) ; kemik ,eklem ve kas olarak temelde üç kısımda incelenir.

Kemik doku

Organik ve inorganik elementlerin birlikteliği ile vücudun en sert, en kuvvetli yapılarındanındır.

Kalsiyum, fosfat mineralleri, organik elementler ve kollajen yapısı içeren kemik dokusu iskeletin temel yapı taşıdır. Kemik dokunun %25'i sudur. Kemiğin temel görevi kaldıraç modelindeki çatıyı oluşturup kasların yapışmasına imkan vermek, iç organları koruyarak desteklemektir. Kemik kuvveti beslenme ve fiziksel aktivite ile direkt ilişkilidir. İçerdiği kemik iliği ile kan hücresi yapımını sağlar(hematopoiesis). Kortikal ve trabeküler yapılardan oluşur. Travma, immobilizasyon, aşırı aktivite kemik yapısını etkileyebilir. Kemik doku yeniden şekillenebilir. Kemik şekline göre uzun kemikler (os longum), kısa kemikler (os breve), yassı kemikler (os planum), düzensiz kemikler (os irreguler), sesamoid kemikler (os sesomoidea), pnömotik (havalı) kemikler (os pneumaticum) ve aksesuar kemikler olarak sınıflanır.

Eklem

En az iki kemiğin bir araya gelmesi ile oluşan, hareketi sağlayan bağlantı noktalarıdır. Eğer eklem iki kemik tarafından oluşturulmuş ise buna basit eklem (art. Simplex), ikiden fazla kemik tarafından oluşturulmuş veya eklemde yardımcı oluşumlardan labrum, meniscus ve discus'tan biri varsa buna karmaşık eklem (art. Composita) adı verilir. (Ör: art. Radiocarpalis). Art. Fibrosae (art. Synarthrosae) oynamaz eklemler , Art. Cartilagineae (art. Amphiarthrosae) yarı oynar eklemler, Art. Synoviales (art. Diarthrosae) oynar eklemlerdir. Tam hareketli

eklemler (Sinovial eklemler), eklem kıkırdağı, eklem kapsülü, sinovial zar, sinovial sıvı içerirler. Eklem kapsülünün içi metabolik olarak aktif olan sinoviyal zar ile kaplanmıştır ve sinoviyal sıvı salgılar. Eklemleri oluşturan kemiklerin uç kısımlarında eklem kıkırdağı bulunur. İki eklem kıkırdağı ve sinoviyal doku ile sınırlanan bu kaviteyi sinoviyal sıvı doldurur. Sinoviyal sıvı avasküler eklem kıkırdağını besler ve lubrikasyonda rol oynar. Günlük yaşamda yük taşıyan eklemler(kalça diz) vücut ağırlığının 2,5-10 katı yüklenme altında çalışırlar. Sinovial eklemler, eklem yüzlerinin şekil ve uyumuna göre altı tipte incelenir:

Menteşe tip: sadece fleksiyon-ekstansiyon hareketine izin verir. (örn: dirsek eklemi)

Trokoid tip: sadece rotasyon hareketine izin verir. (örn: atlanto-aksiyel eklem)

Elipsoid (kondiler) tip: fleksiyon - ekstansiyon ve abduksiyon-adduksiyon hareketlerine izin verir. (örn: radiokarpal eklem)

Plana tip: sadece hafif bir kayma hareketi meydana gelir. (örn: karpal kemikler arasındaki eklemler)

Sellar tip: flek-ekst, abd-add, hafif rotasyon ve sirkumdiksiyon hareketlerine izin verir. (örn: 1. karpometakarpal eklem)

Küresel (sferoid, ball-socket) tip: flek-ekst, abd-add, iç-dış rot, sirkumdiksiyon hareketlerine izin verir. (örn: kalça eklemi)

Kıkırdak doku: Eklem yüzeylerinde kemik teması engelleyen yapılardır. %60-80'ni su oluşturur. Kıkırdak dokudaki katı maddelerin çoğunluğu kollajen(%60) ve proteoglikan (%40 kadar) oluşturur. Kıkırdak mekanik uyarılar yapabilir. Egzersiz kartilaj defisitlerini azaltır. İnsan vücudunda 3 tip kıkırdak bulunur;

1.Hyalin kıkırdak: Solunum sisteminde, sinovial eklemlerin eklem yüzlerinde, kıkırdak kosta'lar ve kemiklerin epifiz plağında bulunur.

2. Elastik kıkırdak: Kulak kepçesi, larynx'teki processus vocalis ve epiglotiste bulunur.

3. Fibroz kıkırdak: Diskus, labrum ve menisküsler, sternoclavicular eklem ve akromioklavikuler eklemlerdeki eklem yüzlerinde bulunur.

Kas

Kas dokusu %72-78 su, %3 lipid, %1 glikojen ve %19-20 protein içerir. Hareketin temel öğelerinden olan kaslar iskelet kası (çizgili kas), kalp kası ve düz kaslar olarak üçe ayrılır. Çizgili kasların ortak özellikleri uyarılabilme, iletebilme, kasılabilme, elastik olma, vizkozitedir. Kaslar şeklini değiştirmek isteyen kuvvetlere karşı iç sürtünmeler nedeni ile bir direnç gösterirler. İskelet kası fonksiyonları ise hareket, koruma, postür ve vücut pozisyonu, ısı meydana getirme ve mekanik iş oluşturmaktır. İskelet kaslarında motor sinirler, duysal sinirler, sempatik sinirler olarak 3 tip sinir bulunur. Motor sinirler: Merkezi sinir sisteminden gelen efferent sinirler refleks veya istemli emirleri kasa iletirler. Medulla spinalisin ön köklerinden çıkan her bir α -motor nöron kasın tipine göre, 5-2000 arasında değişik adette kas fibriline sinir dalları verir. Sinir dalları verdiği kas fibrilleri ile birlikte motor üniteyi oluşturur.

Düzlemler

Sagittal Düzlem : Ön-arka yönden gravite merkezinden geçer. Horizontal ve frontal düzleme diktir. Vücudu simetri ve ağırlık açısından sağ ve sol iki eşit parçaya ayırır

Frontal (Coronal) Düzlem: Vücudu ağırlık açısından ön-arka iki eşit parçaya böler

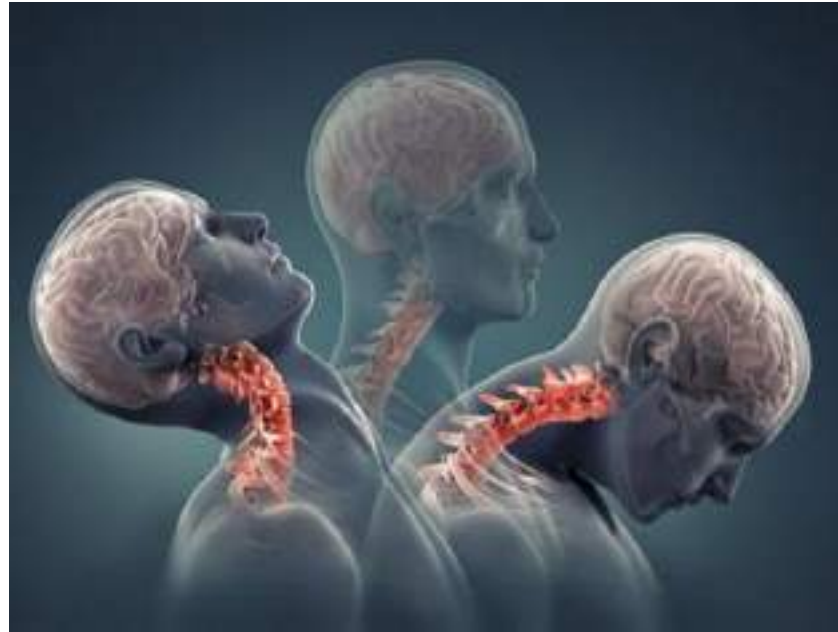
Horizontal ve sagittal düzlemlere diktir.

Horizontal (transvers) Düzlem : Gravite merkezinden geçer ve vücudu sadece ağırlık açısından alt ve üst olarak iki eşit parçaya böler.

Kaynaklar

1. Dursun N. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon (2016). Güneş Tıp Kitabevleri. Ankara
2. Yavuz S. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon (2016). Güneş Tıp Kitabevleri. Ankara
3. Taştekin N. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon (2016). Güneş Tıp Kitabevleri. Ankara

Servikal Omurga Biyomekaniği



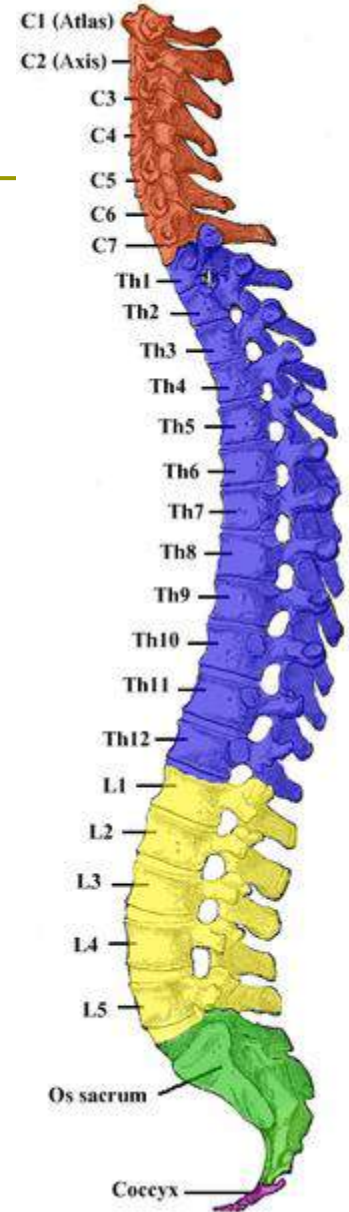
DR. KURTULUŞ KÖKLÜ
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziler FTR EAH

Hedefler

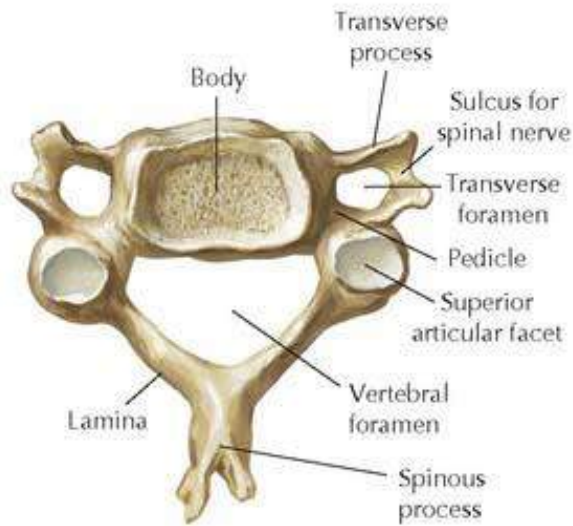
- ❖ Gövde kaslarını
- ❖ Mobil segmenti
- ❖ İntervertebral diskleri
- ❖ Omurgadaki eklemleri
- ❖ Spinal eğim tiplerini tanımak

Anatomi

- Spinal kolon 33-34 vertebranın üstüste sıralanması ile oluşmuştur.
- 33-34 vertebradan ilk 24' ü birbirine eklem ve bağlar aracılığı ile bağlanmış olup presakral vertebralar adını alır.
- Presakral vertebralar arasında 23 adet intervertebral disk bulunur.



Anatomi

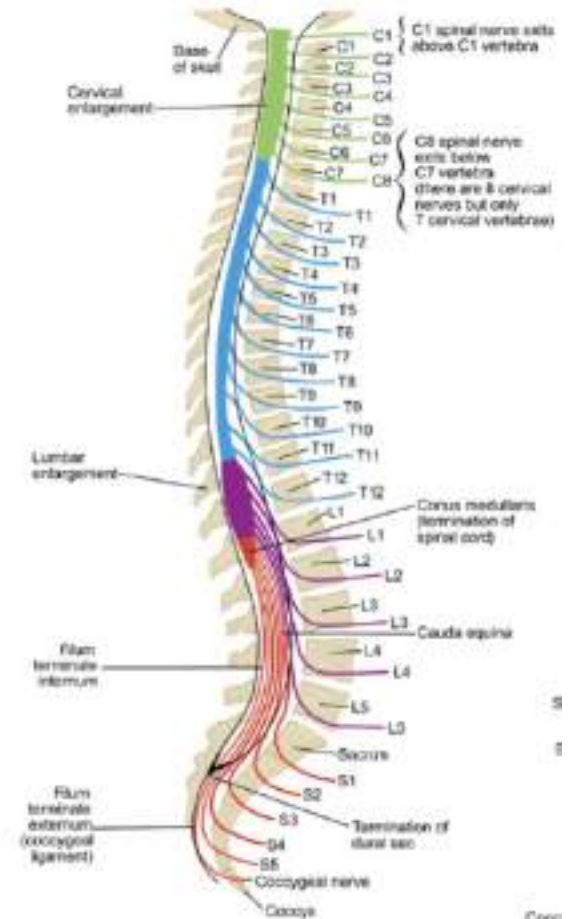


4th cervical vertebra:
superior view

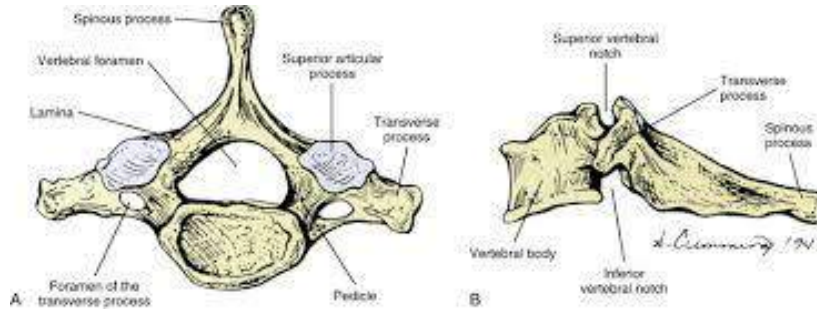
F. Netter M.D.



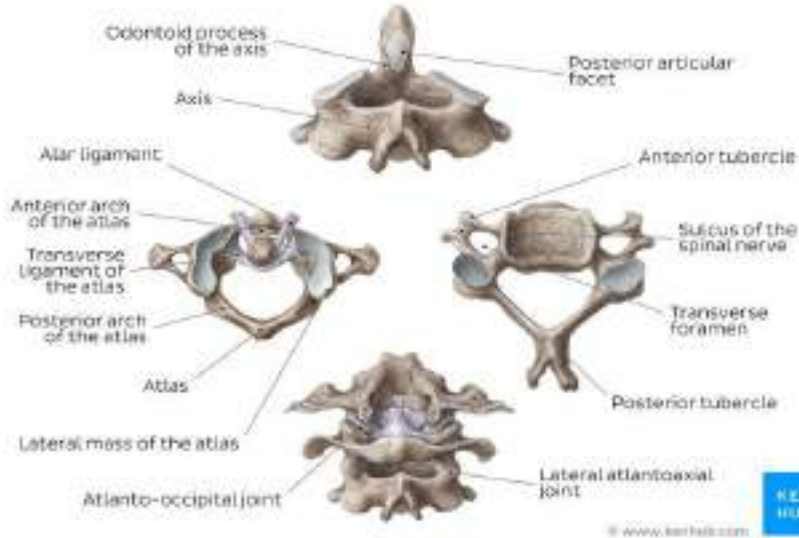
Cervical vertebrae: lateral view



Anatomi



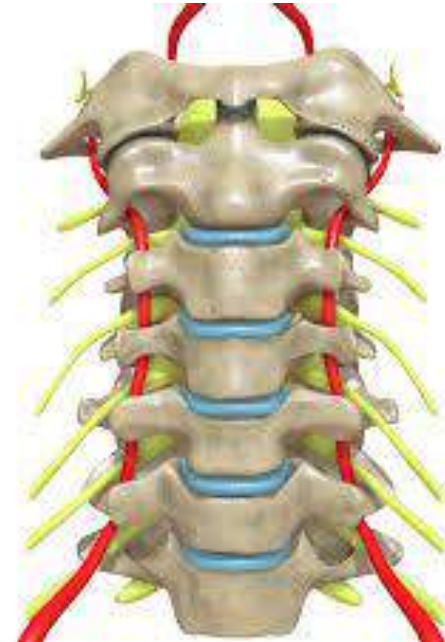
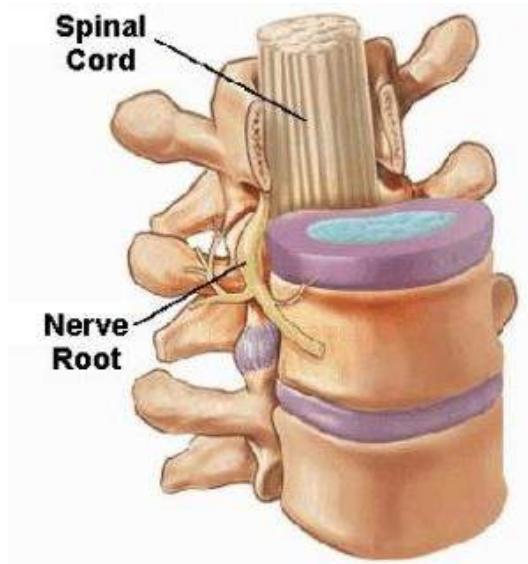
- Gövde
- İki Pedikül
- İki Lamina
- Faset Eklemler
 - Superior
 - Inferior
- Spinöz Çıkıntılar
- Transvers Çıkıntılar
- Vertebral Foramen



Anatomi

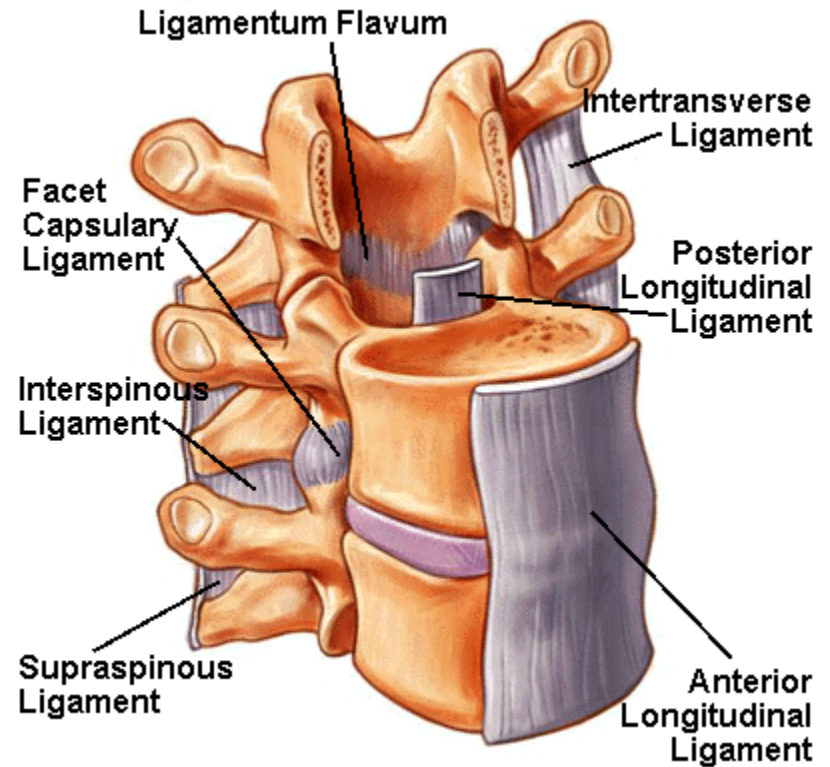
İntervertebral disklerin;

- Posteriorundan spinal kord,
- Posterolateralindeki intervertebral foramenlerden spinal sinir kökleri geçer.

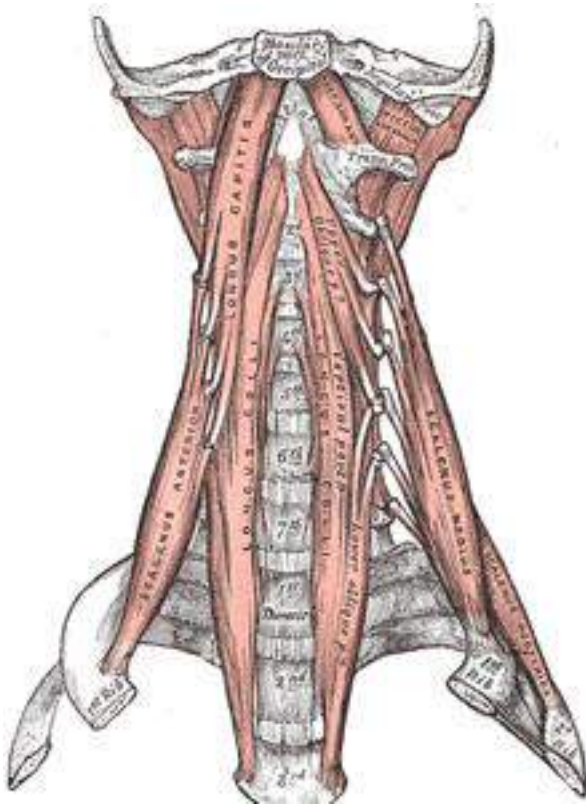


Spinal Ligamentler

- ❑ Kapsüller
- ❑ Anterior Longitudinal
- ❑ Posterior Longitudinal
- ❑ Ligamentum Flavum
- ❑ Supraspinöz
- ❑ Intertransvers
- ❑ Interspinöz

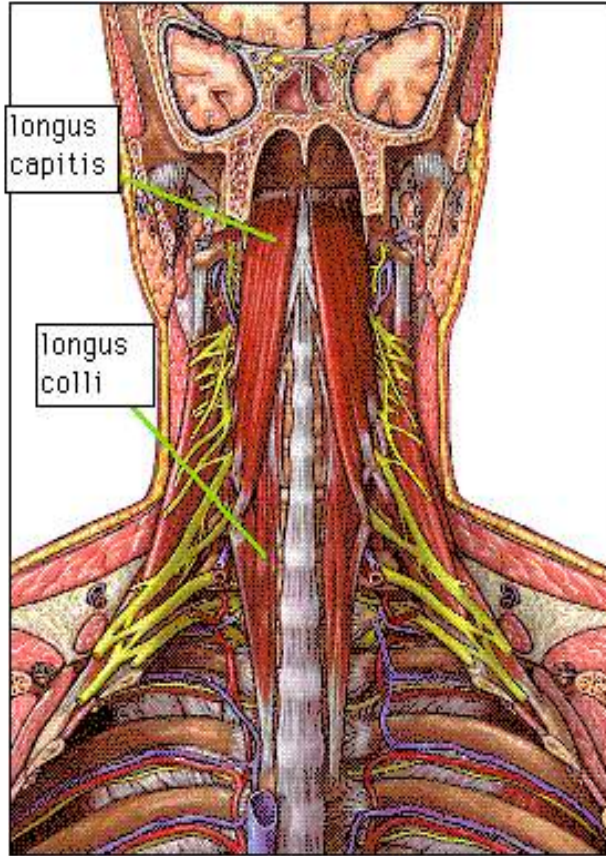


Servikal Spinal Kaslar



- Servikal Anterior
 - Rektus kapitis anterior
 - Servikal fleksiyon
 - Lateral fleksiyon

Servikal Spinal Kaslar



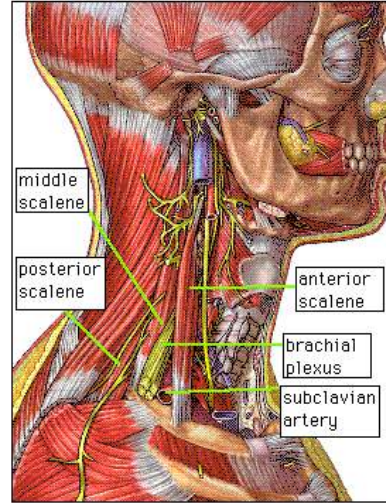
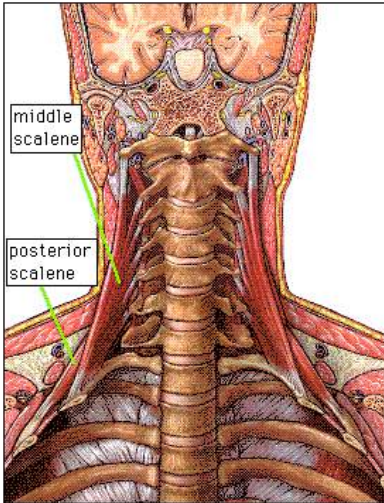
- Servikal Anterior
 - Longus kapitis
 - Fleksiyon
 - Lateral Fleksiyon
 - Aynı tarafa rotasyon
 - Longus kolli
 - Fleksiyon

Servikal Spinal Kaslar

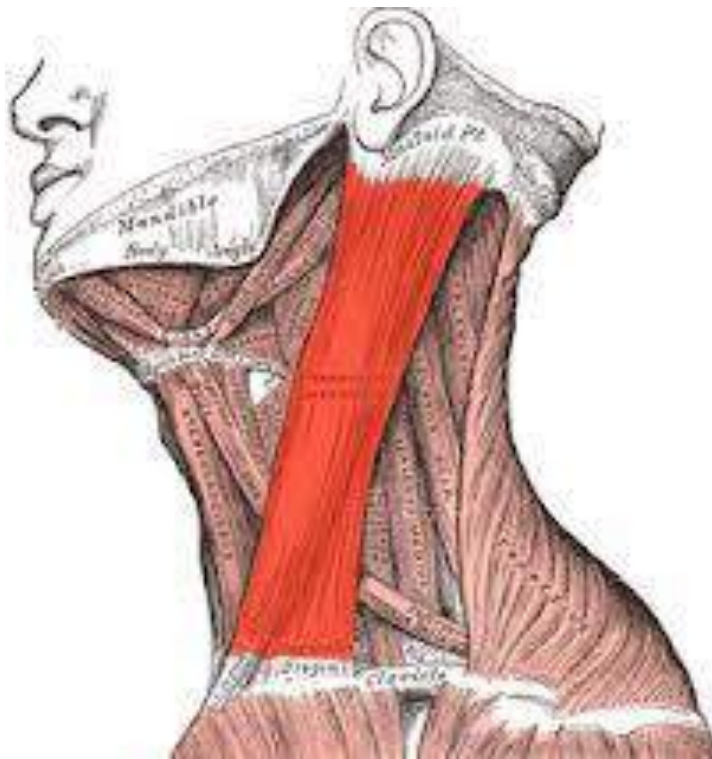
□ Servikal Anterior

■ Skalen anterior, orta ve posterior

- Fleksiyon
- Lateral fleksiyon
- Rotasyon



Servikal Spinal Kaslar



- Servikal Anterior
Sternokleidomastoid

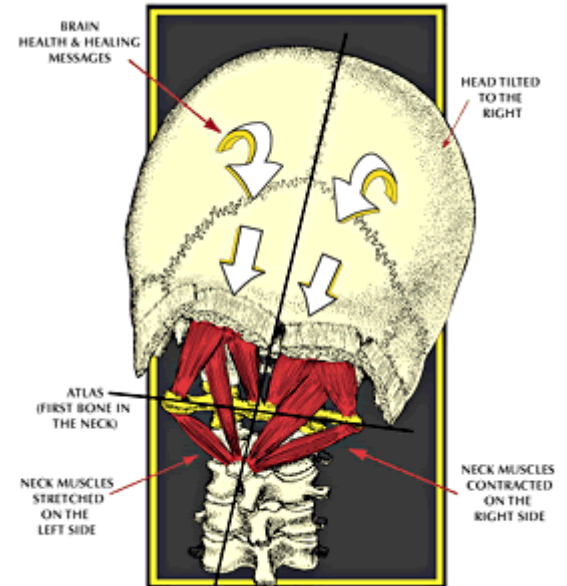
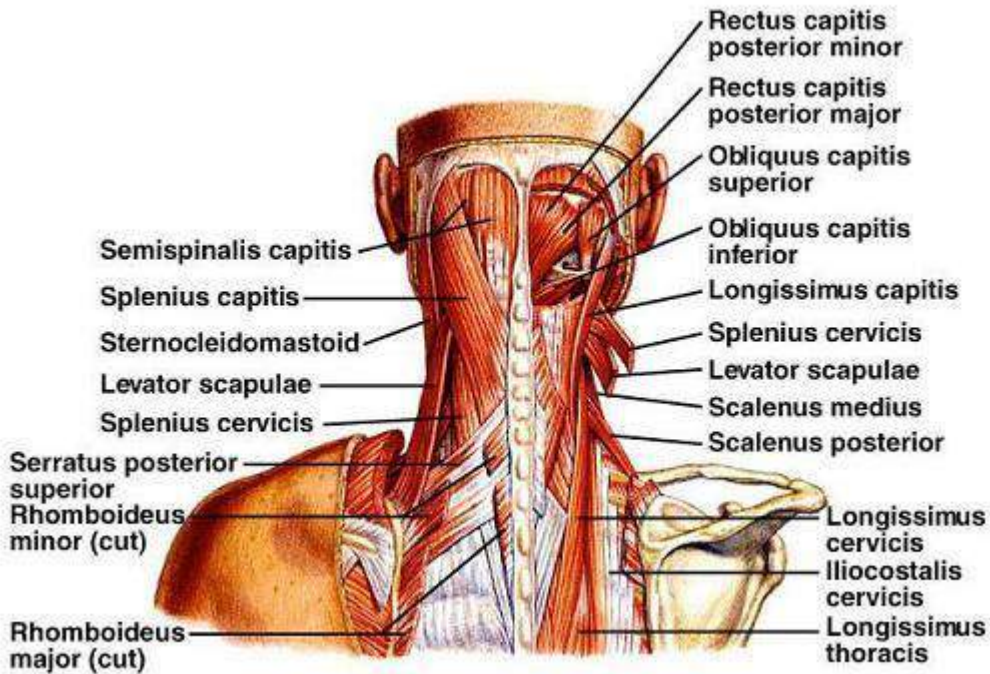
Servikal Spinal Kaslar

□ Servikal Posterior

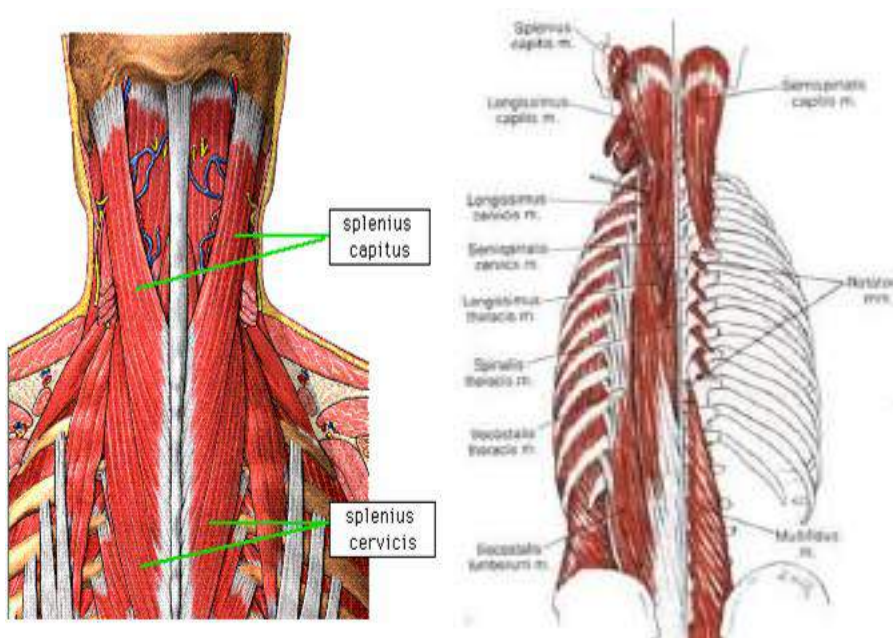
■ Rektus Kapitis posterior major / minör

□ Ekstansiyon

□ Lateral fleksiyon



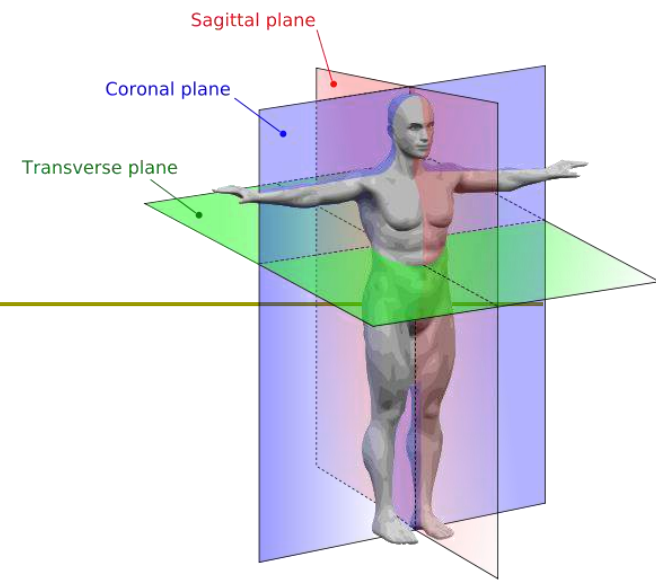
Servikal Spinal Kaslar



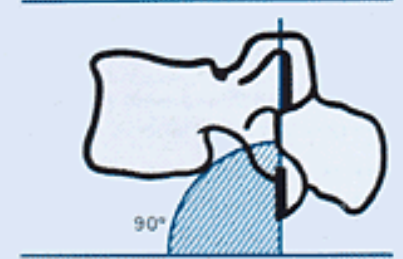
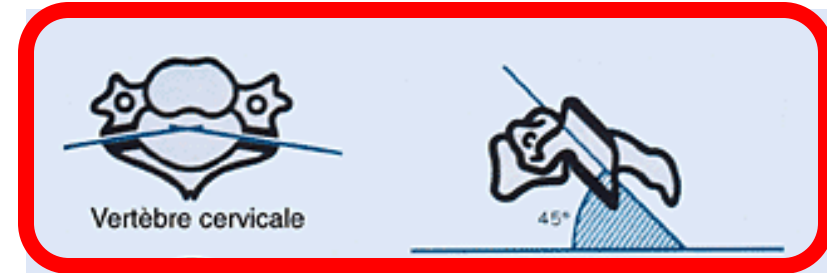
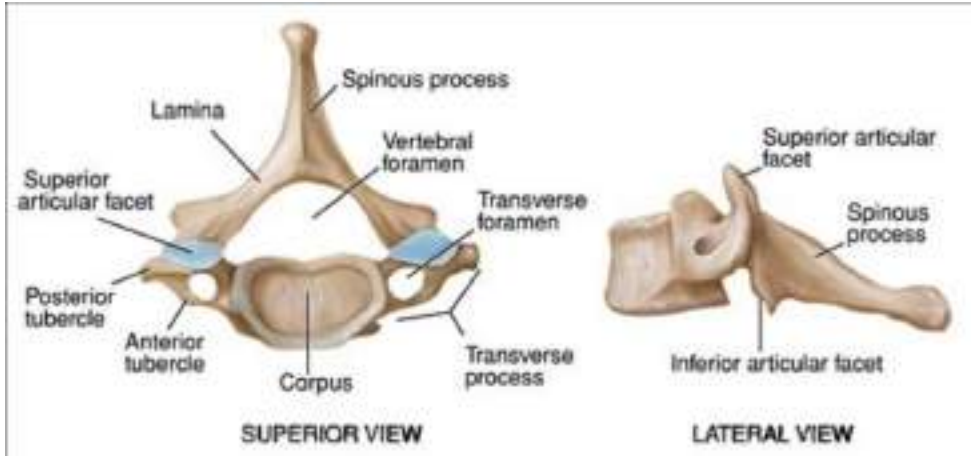
□ Servikal Posterior

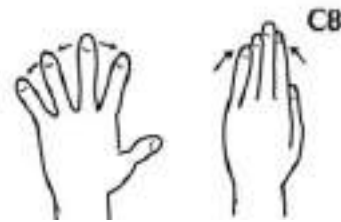
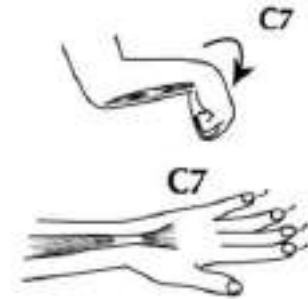
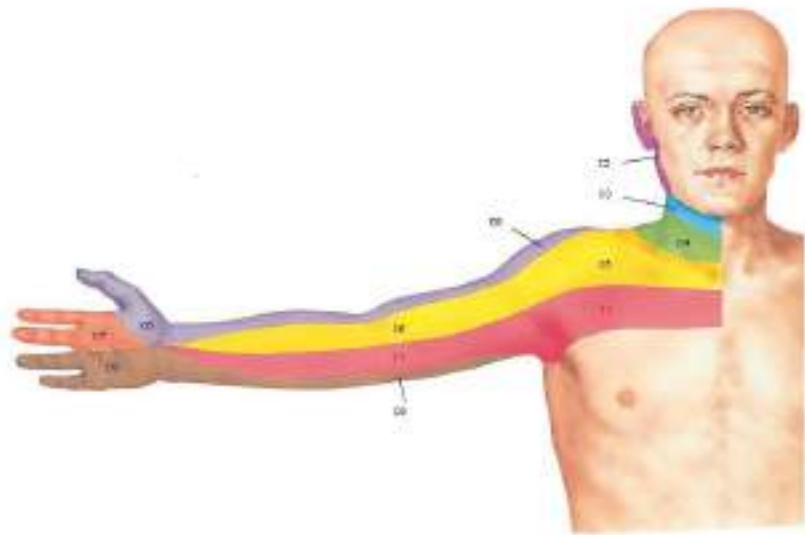
- Splenius kapitis / servicis
- Longissimus Kapitis
- İliokostalis Servicis
 - Ekstansiyon
 - Lateral fleksiyon
 - Rotasyon

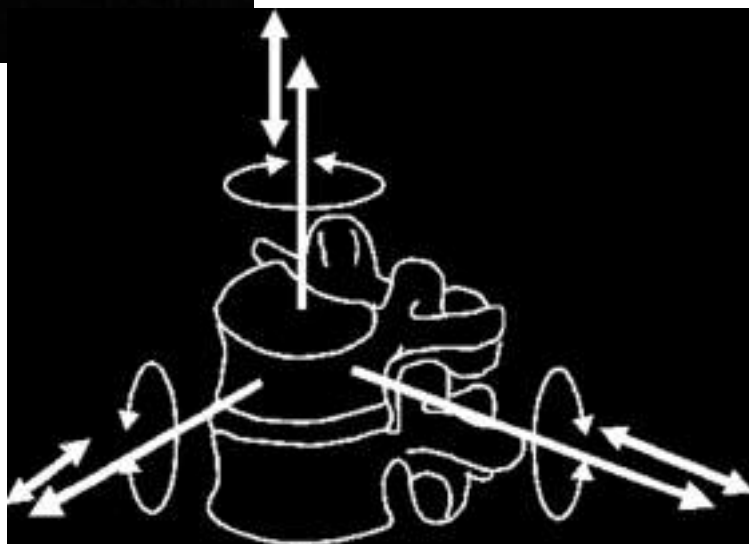
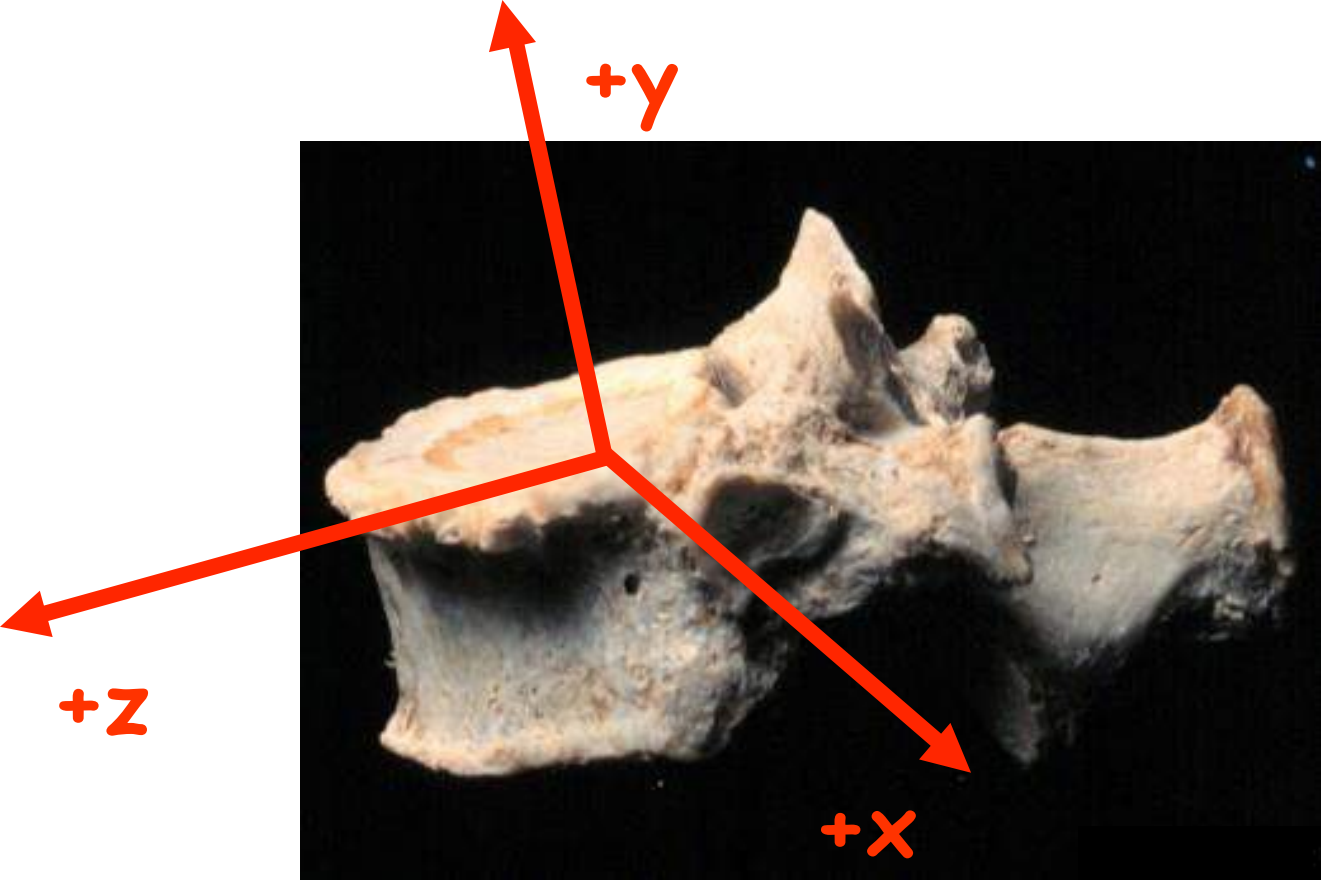
Servikal Faset Eklemler



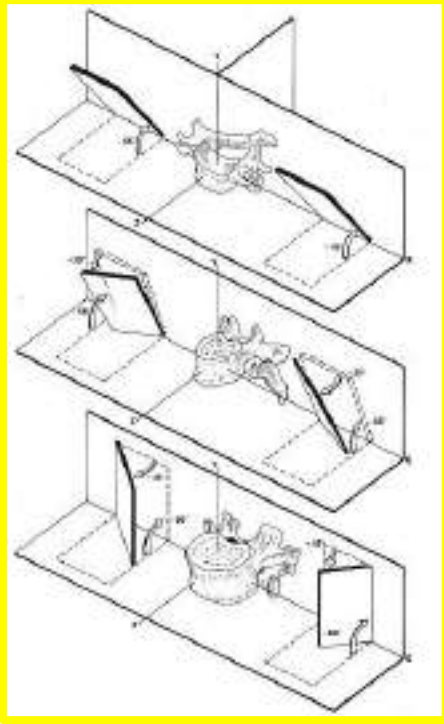
- Transvers düzleme 45 derece açılı
- Tüm düzlemlerde hareket



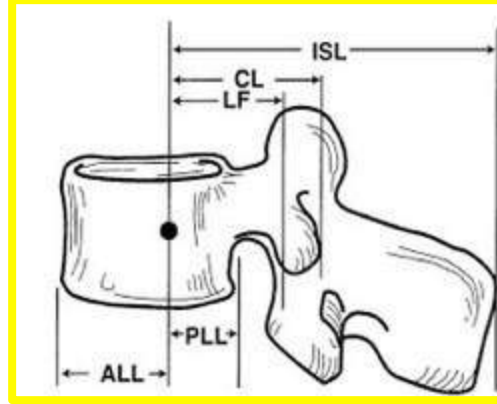




Hareketi Sağlayan Yapılar



Fasetler



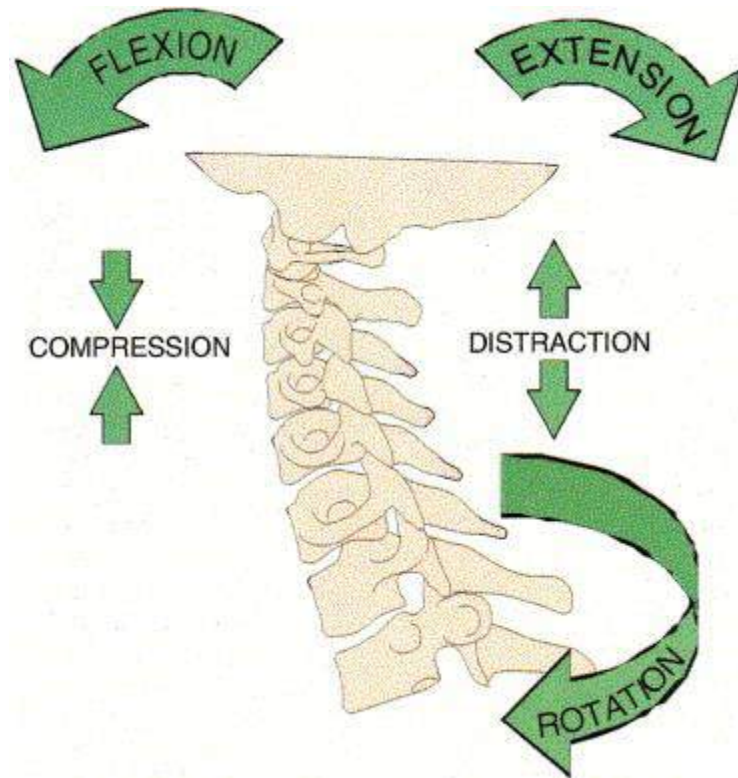
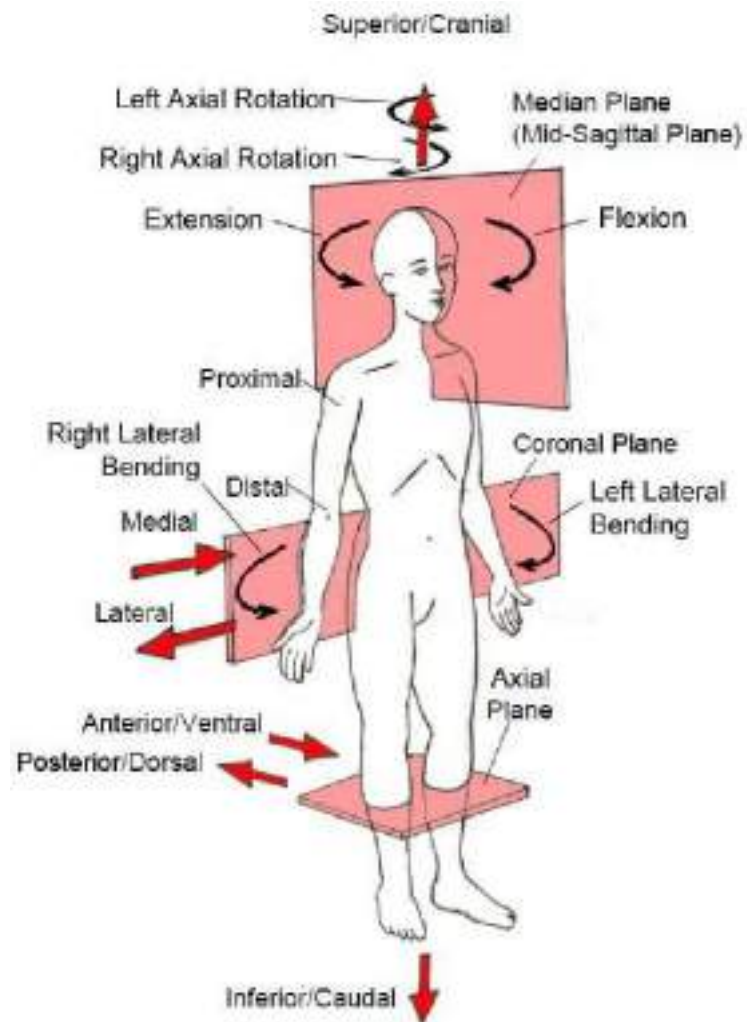
Ligamanlar



İntervertebral Diskler



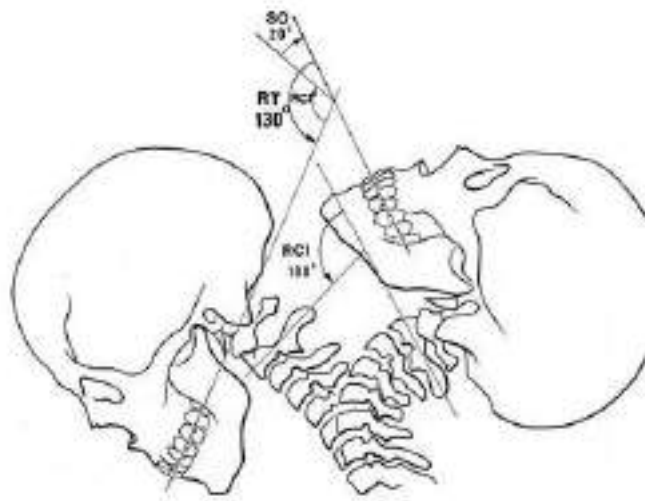
Kaslar



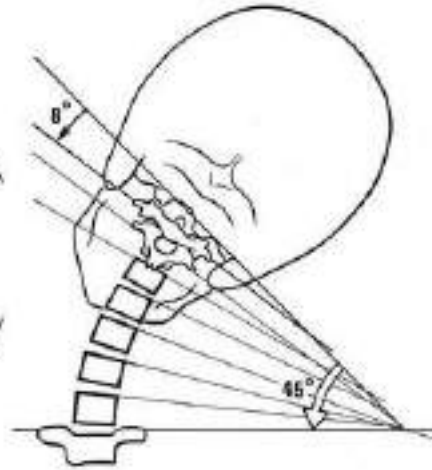
Servikal Vertebra Hareket Açıklığı

	CO-C1	C1-C2	C2-C3	C3-C4	C4-C5	C5-C6	C6-C7
Fleksiyon	7.2±2.5	12.3±2.0	3.5±1.3	4.3±2.9	5.3±3.0	5.5±2.6	3.7±2.1
Ekstansiyon	20.2±4.6	12.1±6.5	2.7±1.0	3.4±2.1	4.8±1.9	4.4±2.8	3.4±1.9
Rotasyon	9.9±3.0	56.7±4.8	3.3±0.8	5.1±1.2	6.8±1.3	5.0±1.0	2.9±0.8
Lateral Fleksiyon	9.1±1.5	6.5±2.3	9.6±1.8	9.0±1.9	9.3±1.7	6.5±1.5	5.4±1.5

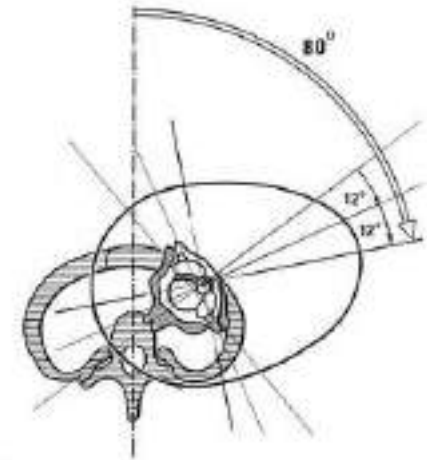
Servikal Vertebra Hareket Açıklığı



Total Flexion-extension 130°
C2-C7 flexion extension: 100°
C1-C2 flexion extension: 20- 30°

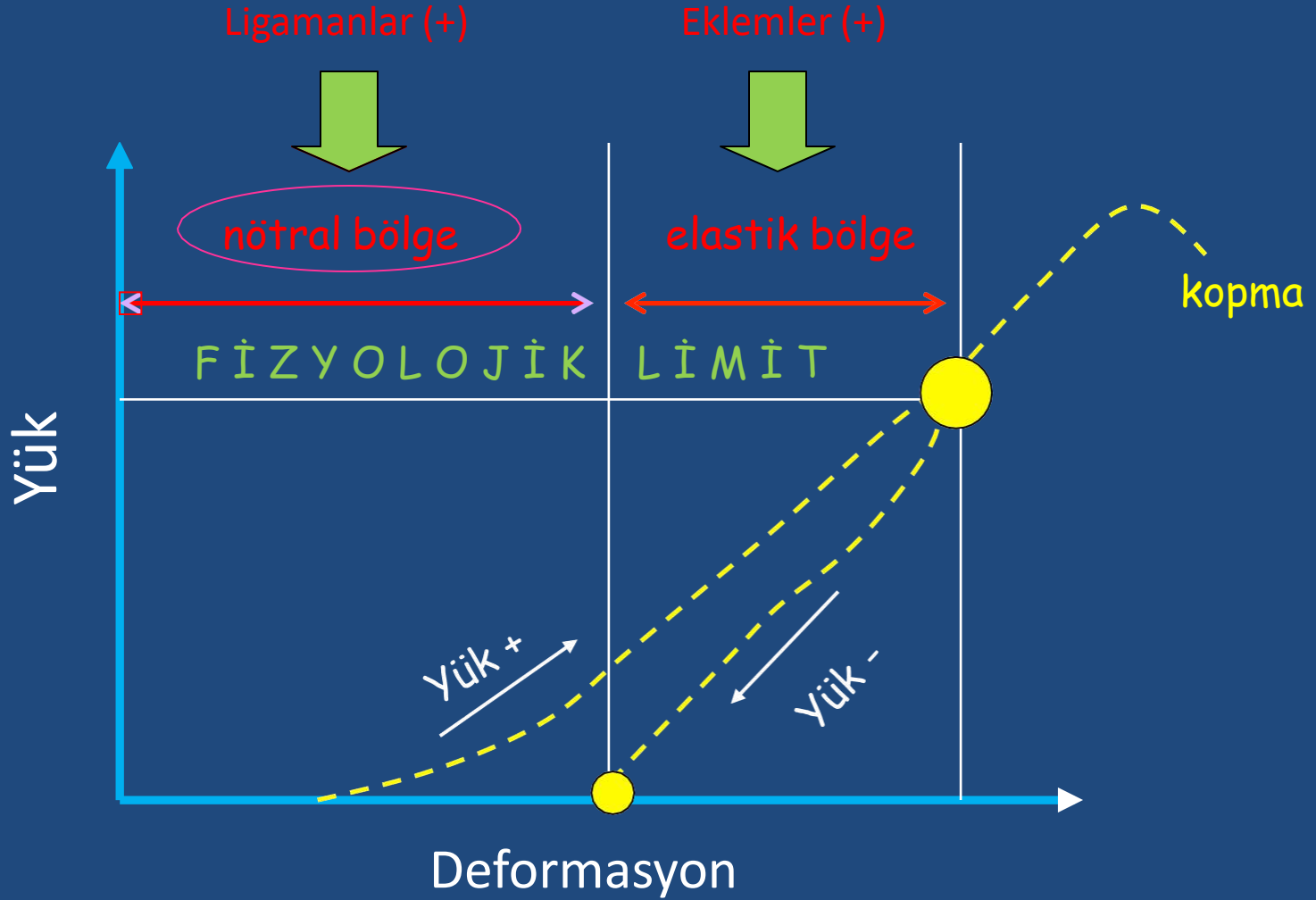


Total Lateral Bending 45°
C0-C1 lateral bending 8°
C2-C7 lateral bending 37°



Total Rotation 80°
C1-C2 rotation 24°
C2-C7 rotation 56°

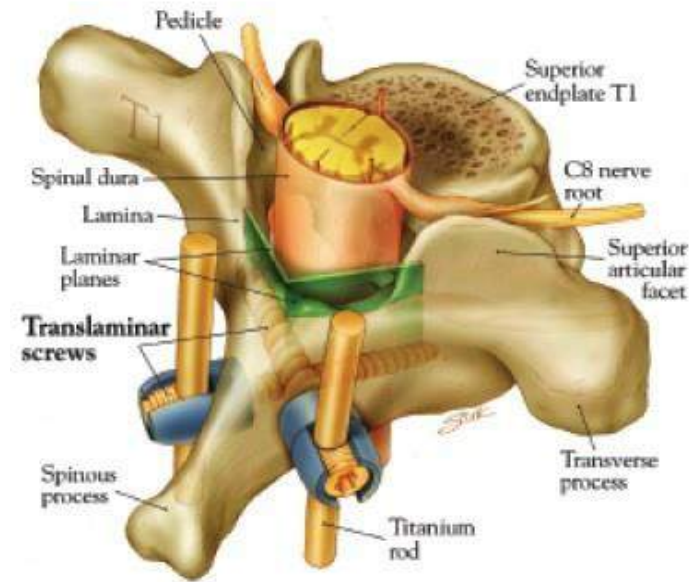
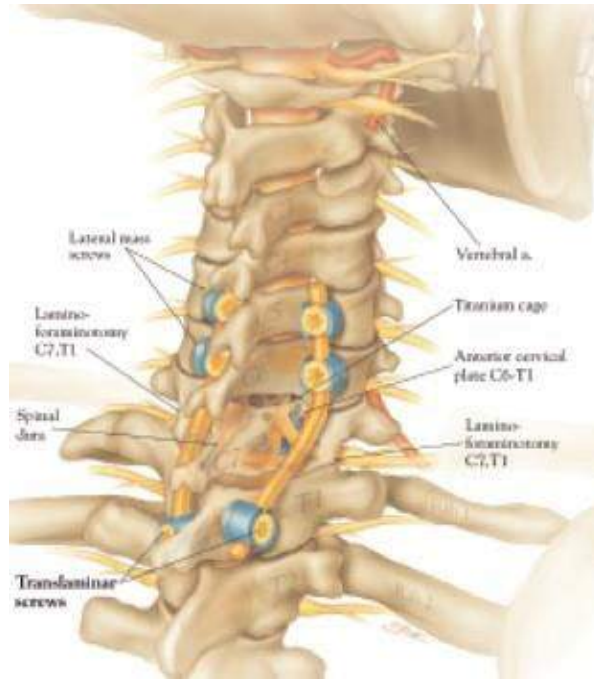
Hareket Açıklığı



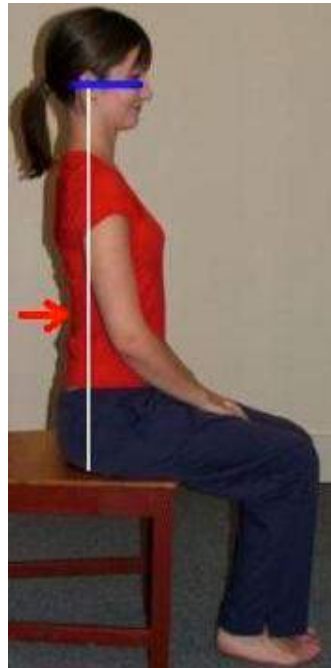
Servikal Instabilite



Vertebral Stabilizasyon



Postür - ergonomi



Egzersiz



Active neck rotation



Active neck sidebend



Neck flexion



Neck extension



Chin tuck



Scalene stretch

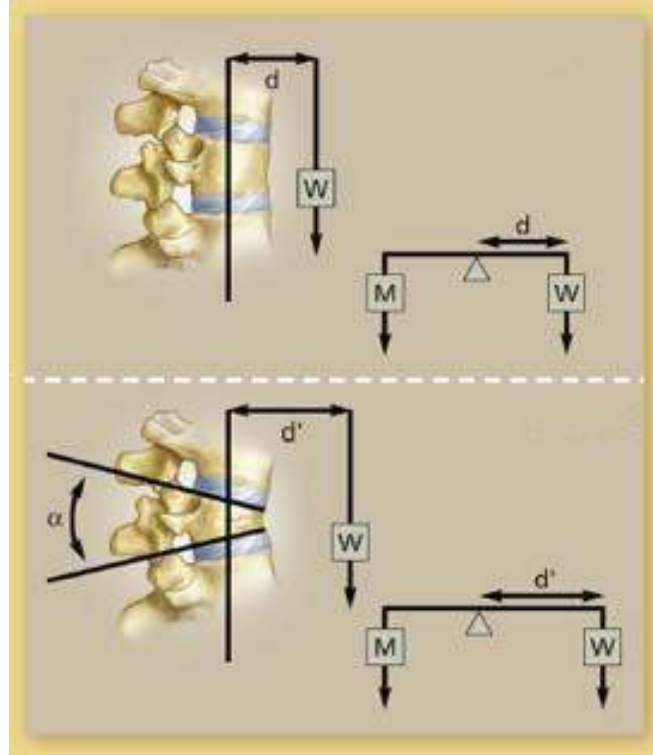


Isometric neck flexion



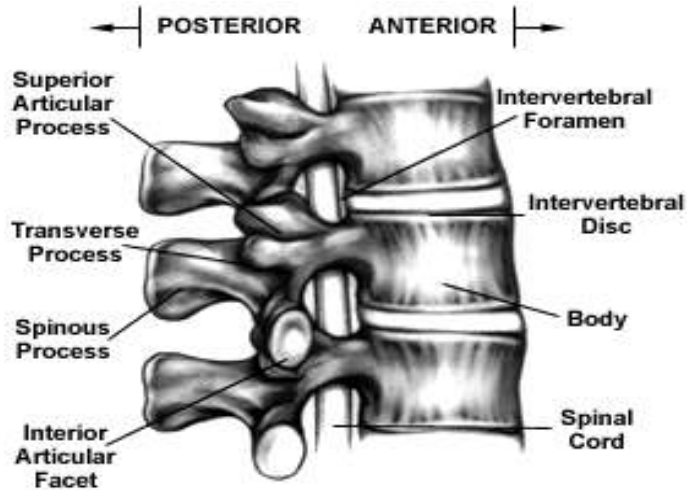
Başarılar dilerim..

Lomber Omurga Biyomekaniği



Dr. Kurtuluş Köklü
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gaziler
Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon EAH

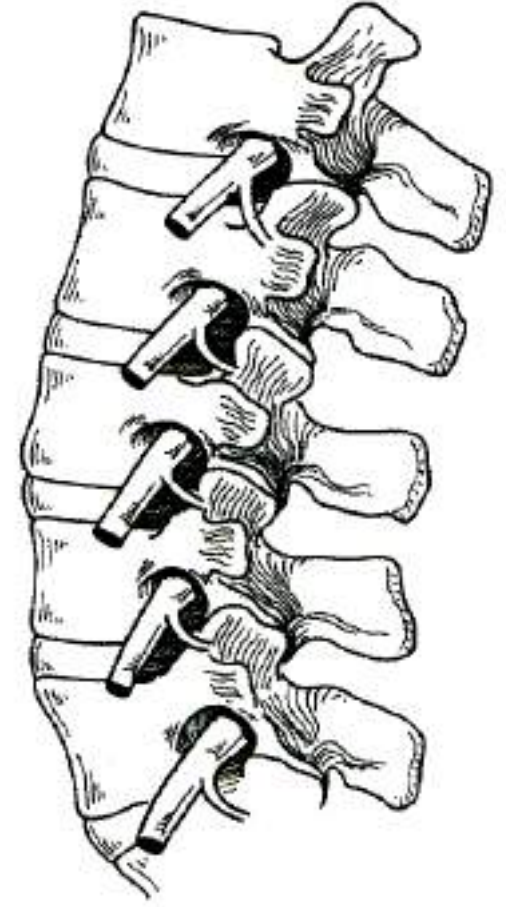
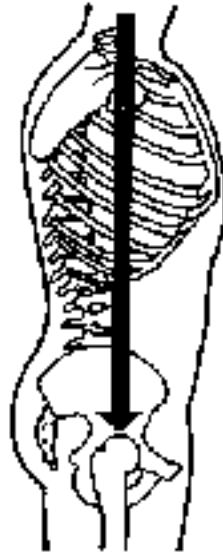
Anatomi



- Gövde
- İki Pedikül
- İki Lamina
- Faset Eklemler
 - Superior
 - Inferior
- Spinöz Çıkıntılar
- Transvers Çıkıntılar
- Vertebral Foramen

Anatomi

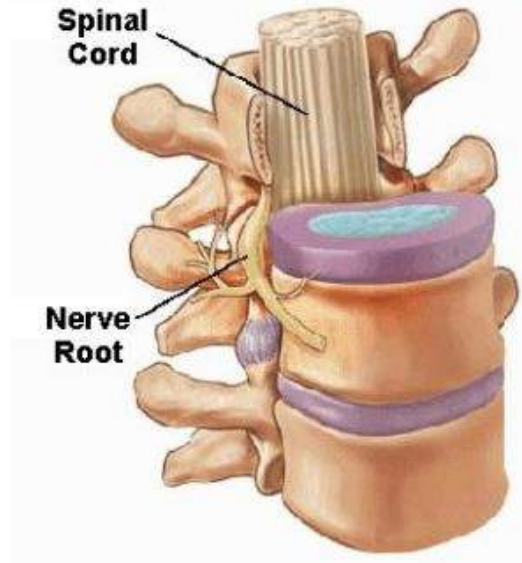
- Faset eklemler aksiyal yükün %20' sini,
- Diskler %80' ini taşır.
- Faset eklemler rotasyon ve hiperfleksiyonu sınırlayıcıdır.



Anatomi

İntervertebral disklerin;

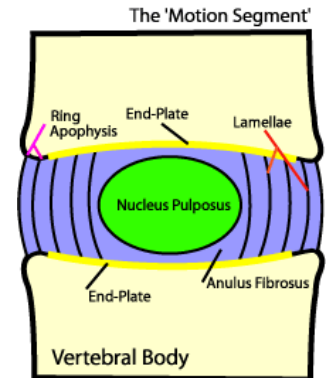
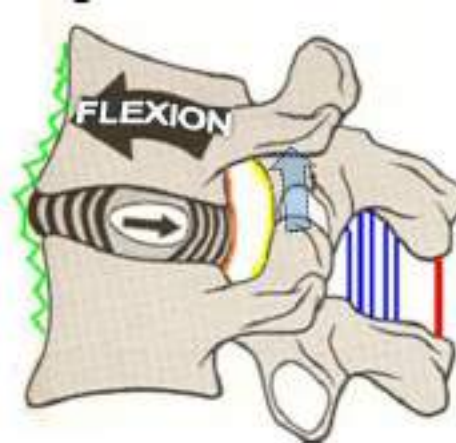
- Posteriorundan spinal kord,
- Posterolateralindeki intervertebral foramenlerden spinal sinir kökleri geçer.



Anatomi

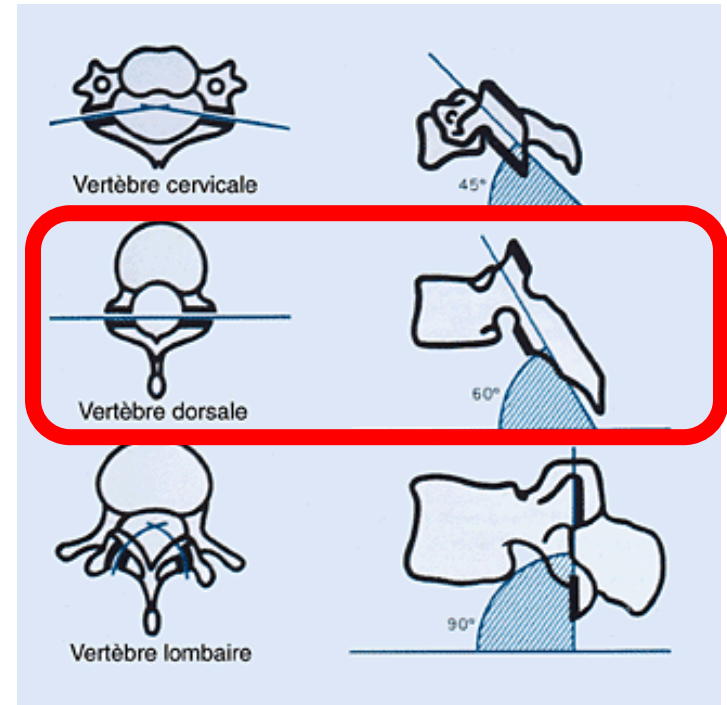
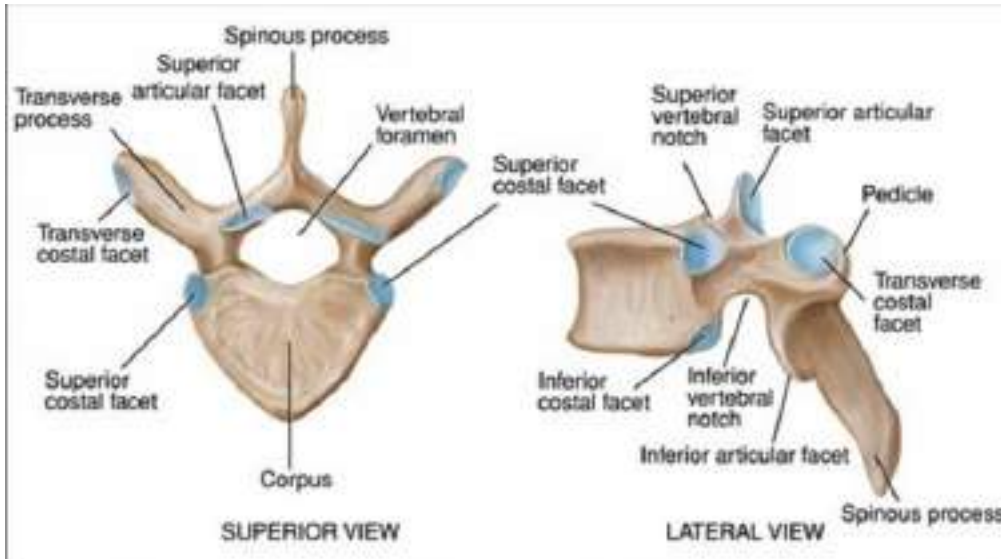
Fonksiyonel Spinal Ünite (hareket segmenti):

- Komşu iki vertebra
- İntervertebral disk
- Faset eklemler
- Ligamentlerden oluşur

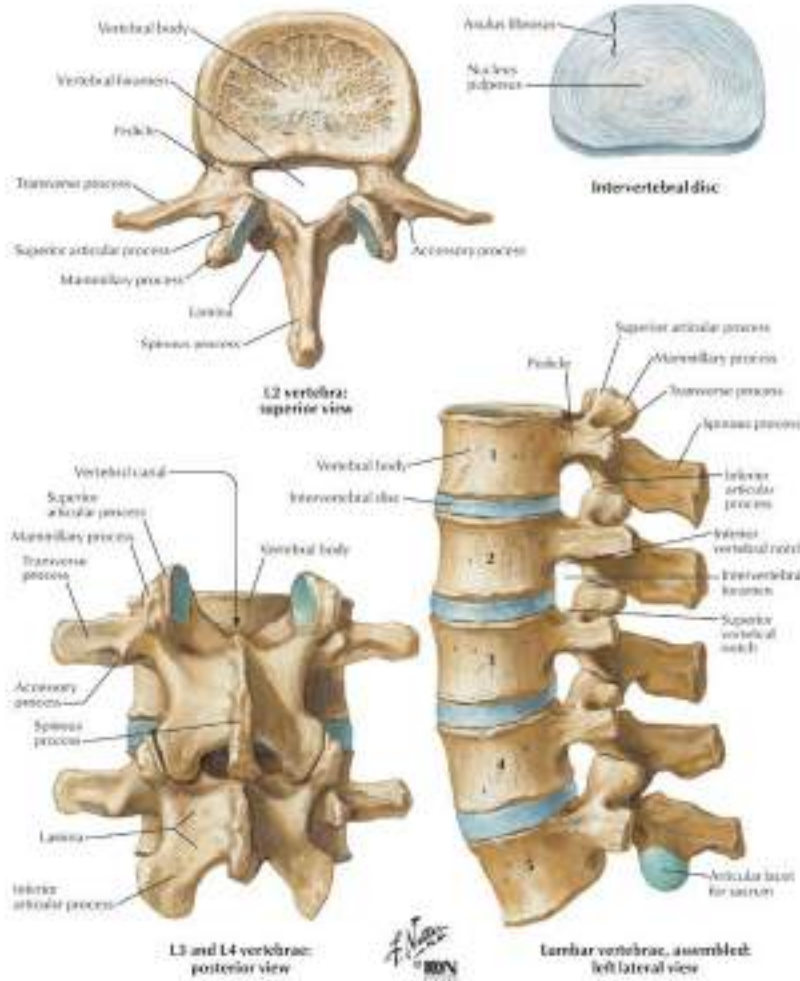


Torakal Faset Eklemler

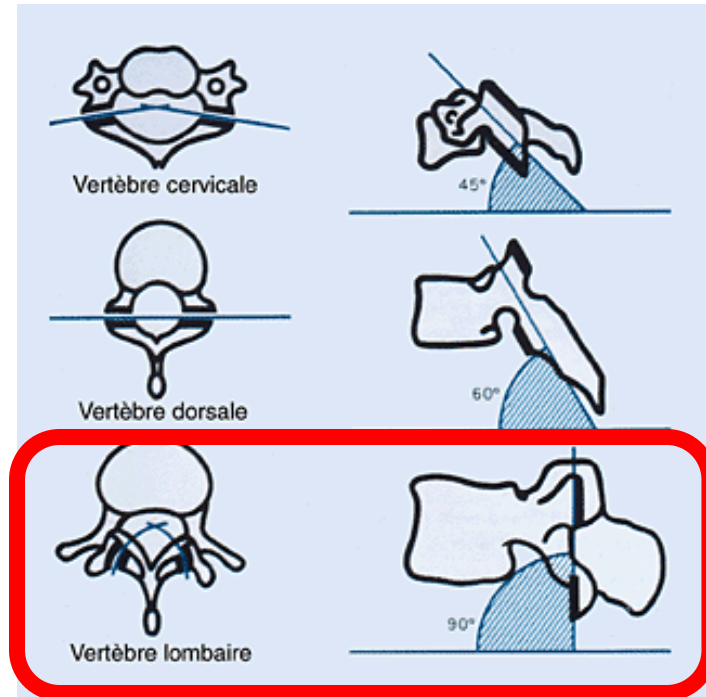
- Transvers düzleme 60,
- Frontal düzleme 20 derecede
- Eklem yüzeyi geniş
- Lateral fleksiyon ve rotasyon



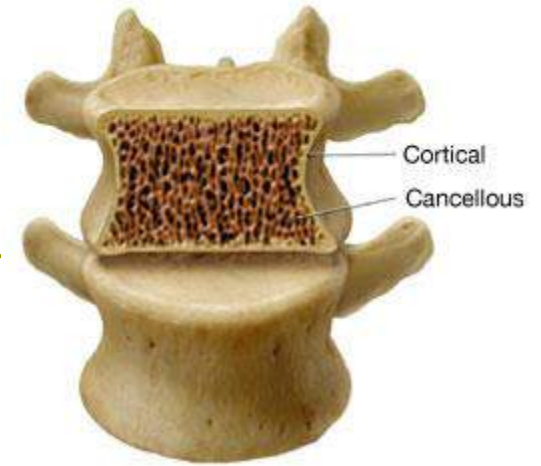
Lomber Faset Eklemler



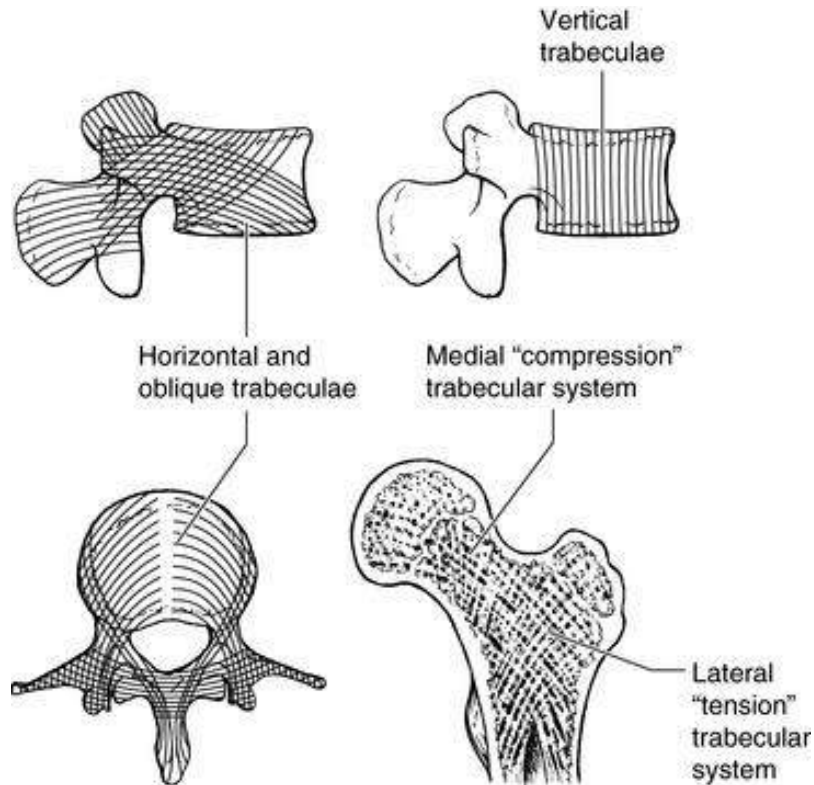
- Transvers düzleme 90,
- Frontal düzleme 45 derece
- Daha çok sagittal düzlemde

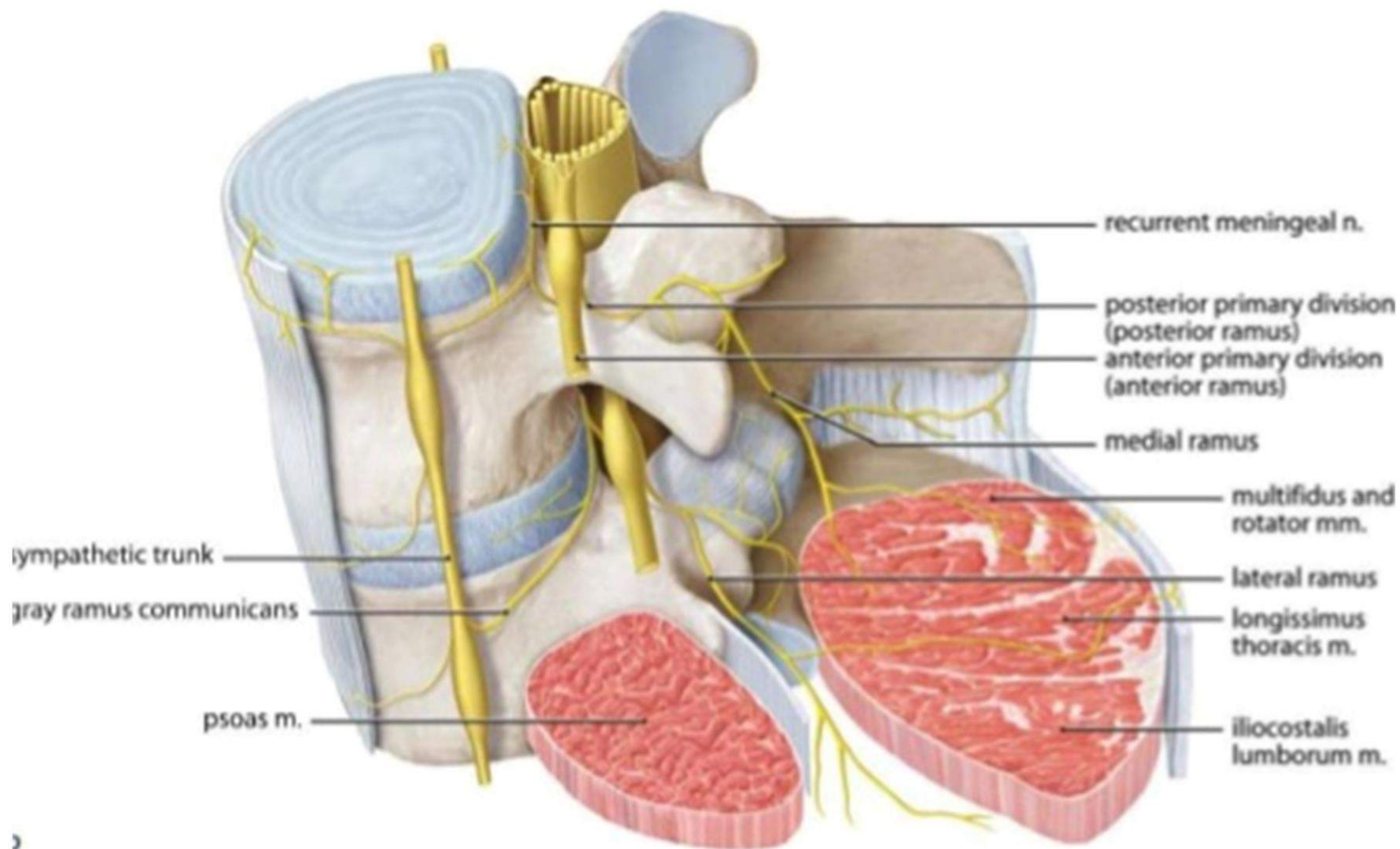


Trabekül



- Vertikal & eğimli yapı





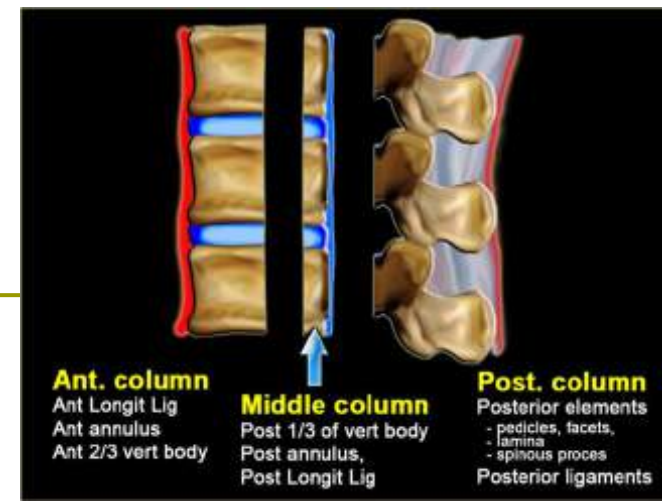
Hareket Kolonları

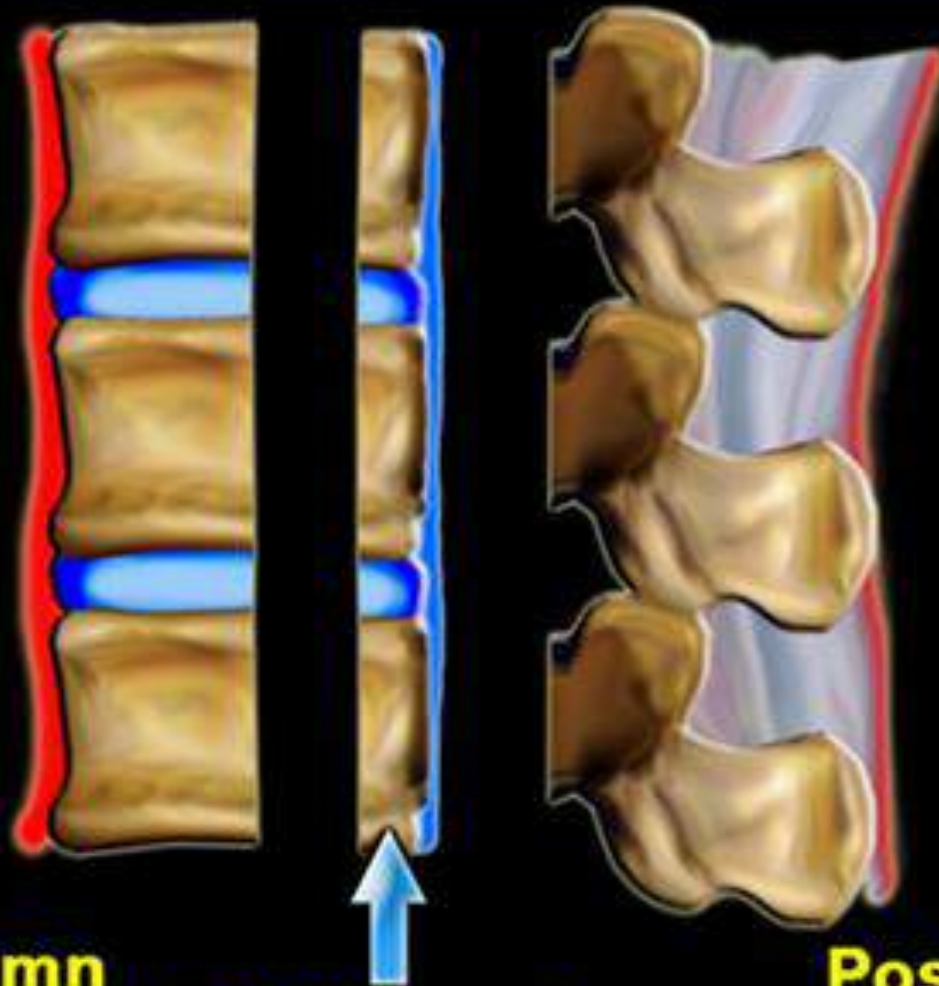
Anterior & Orta (Korpus):

- ✓ Yüğü taşıyan bölüm
- ✓ Kavernöz kaviteyi çevreleyen kortikal kemik kabuk
- ✓ Trabeküler yapı

Posterior (Nöral ark):

- ✓ Nöral yapılar
- ✓ Stabilizasyon & hareketi sınırlayıcı





Ant. column

Ant Longit Lig
 Ant annulus
 Ant 2/3 vert body

Middle column

Post 1/3 of vert body
 Post annulus,
 Post Longit Lig

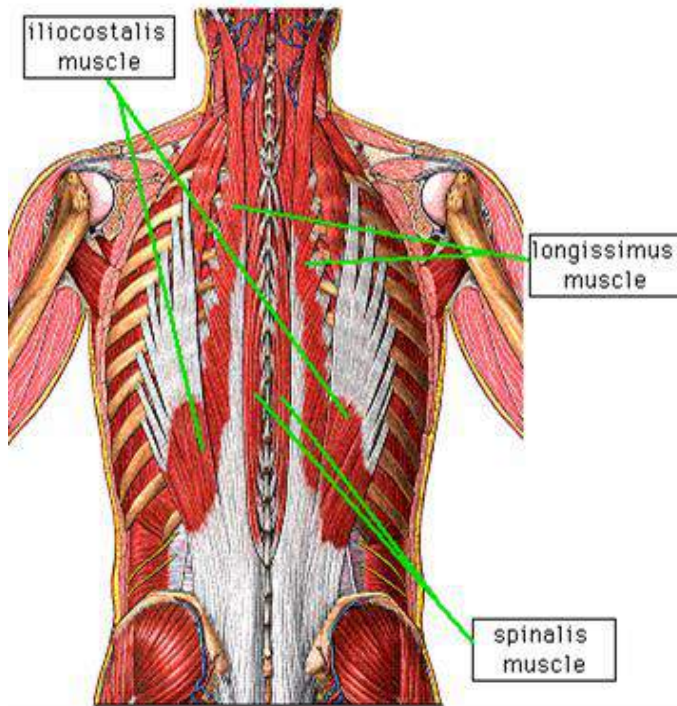
Post. column

Posterior elements
 - pedicles, facets,
 - lamina
 - spinous proces
 Posterior ligaments

Spinal Kaslar

□ Torakal ve lomber derin kaslar

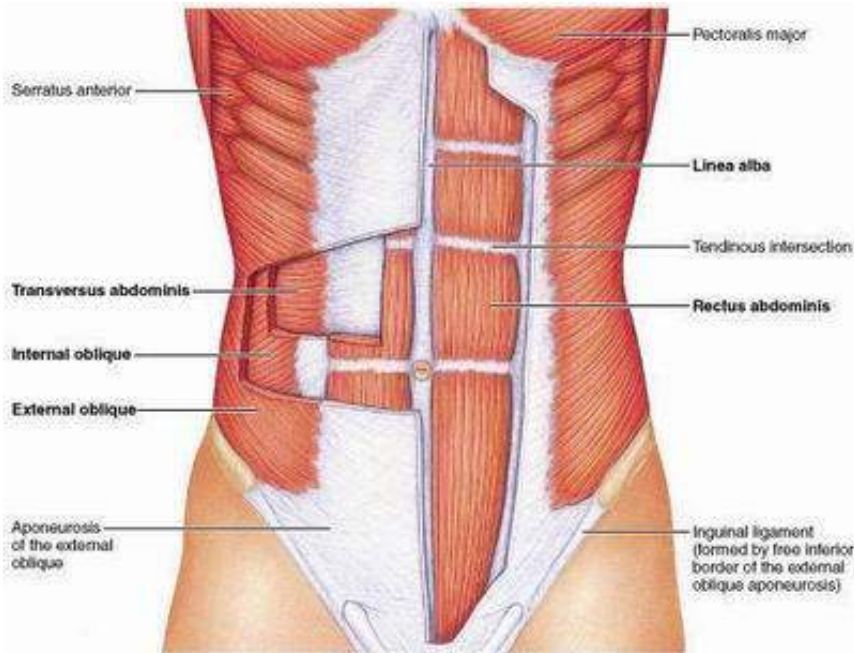
- İliokostalis
- Longissimus
- Spinalis



Spinal Kaslar

Anterior ve Lateral Gövde Kasları

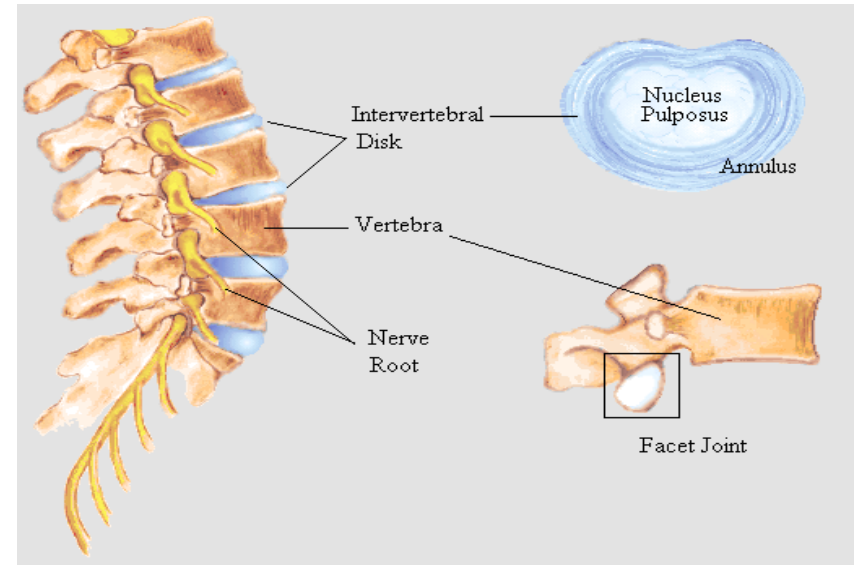
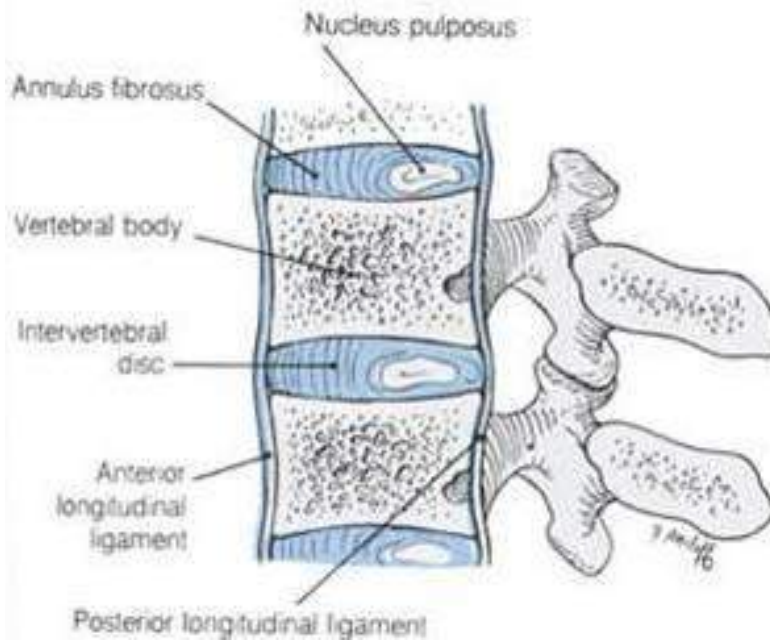
- ❑ Rektus Abdominis
- ❑ Eksternal Oblik
- ❑ İnternal Oblik
- ❑ Transvers Abdominis



Vertebra Eklemi

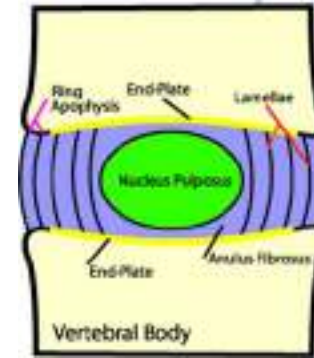
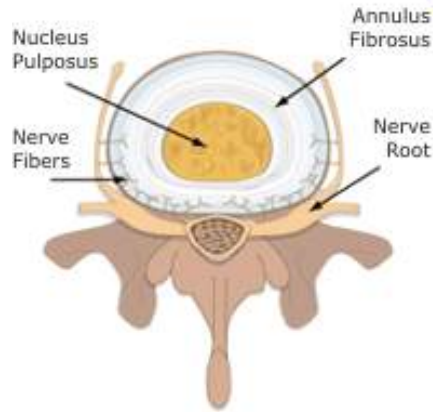
□ İntervertebral Diskler

- Annulus Fibrozus
- Nükleus Pulpozus



Disk Anatomisi

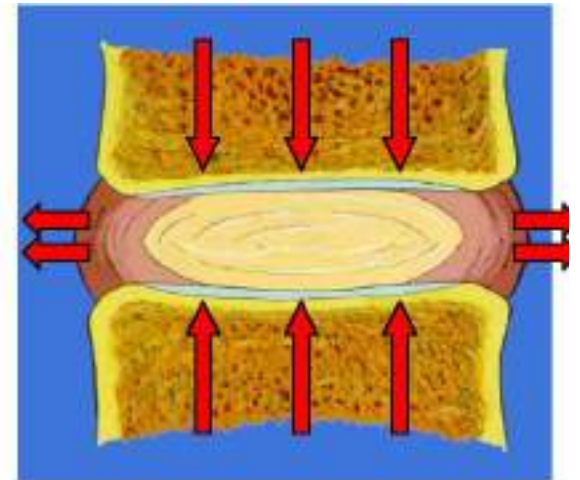
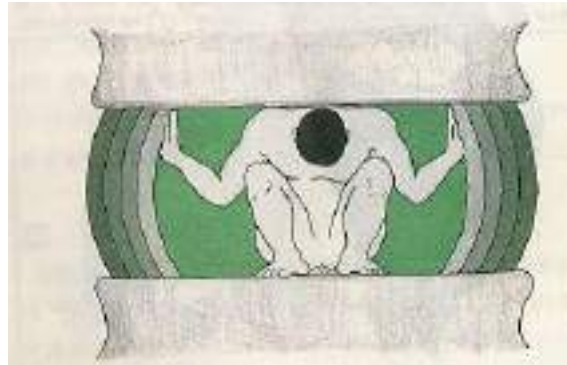
- Vertebra korpuslarını birbirine bağlayan oluşumlara **intervertebral disk** adı verilmektedir.



- Nükleus pulposus (NP) ve annulus fibrosusdan oluşur.
- Hareketi & fleksibilitiyi sağlar.
- Yükü vertebraya homojen olarak dağıtır.
- Hidroelastik yapıda, şok absorban olarak görev yapar.

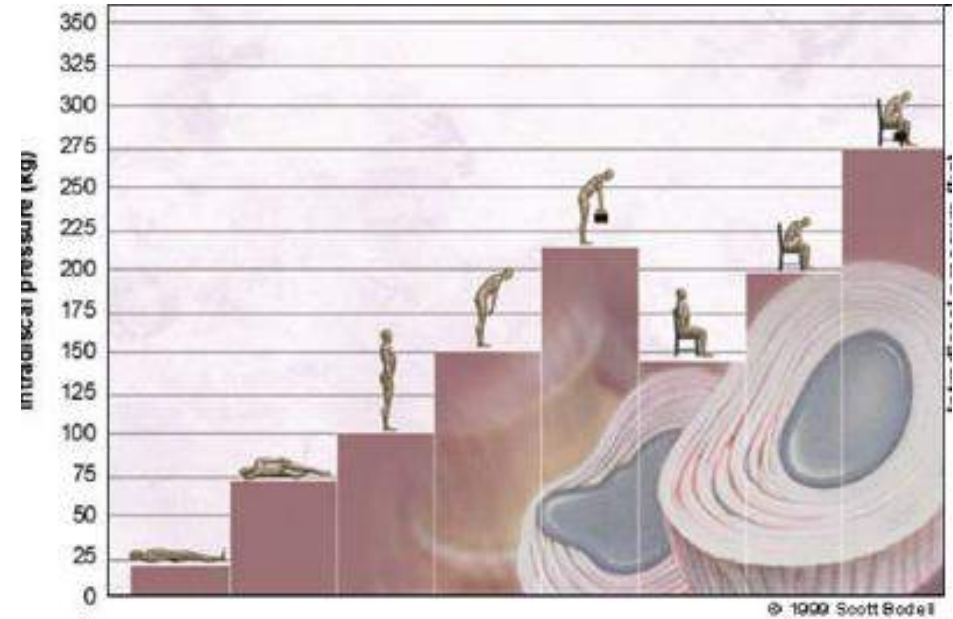
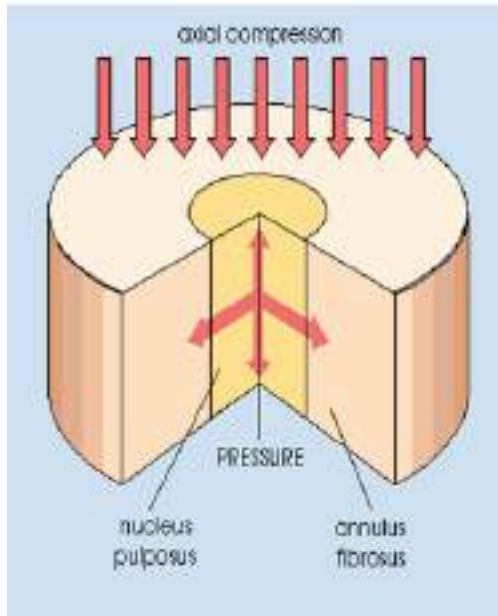
Diskin biyomekaniği

- Dış annulus gerilme kuvvetine, rotasyonel makaslayıcı güçlere direnç gösterir.
- NP deformasyona direnç gösteren hidrostatik bir bariyerdir.
- NP ve iç annulus, %75-80 su ihtiva eder.
- 6 saat süreyle ayakta durmak disk yüksekliğini %16-21 oranında azaltır.



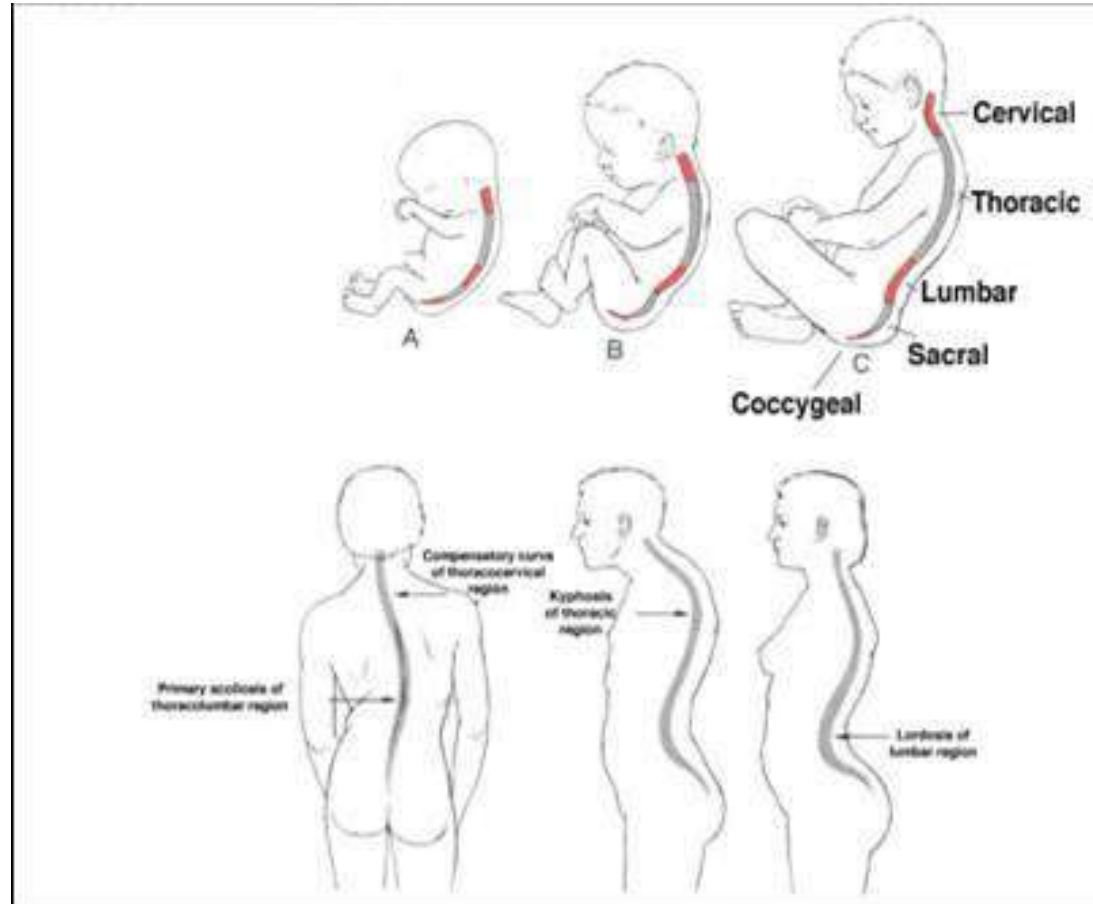
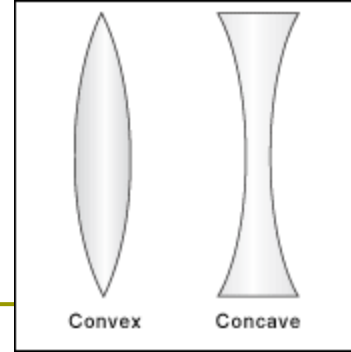
Diskin biyomekaniği

- 5 derecelik lomber fleksiyon intradiskal basıncı 6 kat artırır.
- L4-5 seviyesinde intradiskal basınç oturmaya göre ayakta %3, yatar pozisyonda %50 azalır.



Spinal Eğimler

- Primer Eğimler
 - Torakal ve sakral
 - Anterior konveks
- Sekonder Eğimler
 - Lomber ve servikal
 - Anterior konkav
- Anormal Eğimler
 - Skolyoz
 - Kifoza
 - Hiperlordoz



Spinal Hareketler

- Fleksiyon
- Ekstansiyon
- Lateral Fleksiyon
- Spinal Rotasyon

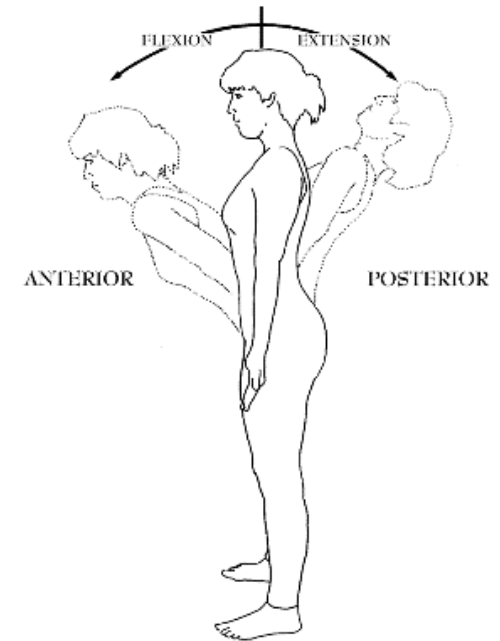


Fig. 5
Forward bending
(flexion)

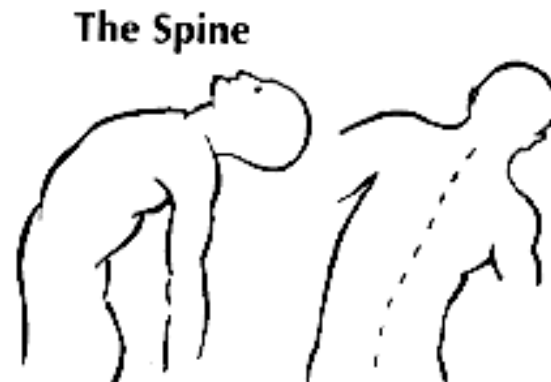


Fig. 6
Backward Bending
(extension)



Fig. 7
Lateral bending
right and left

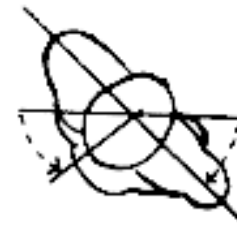
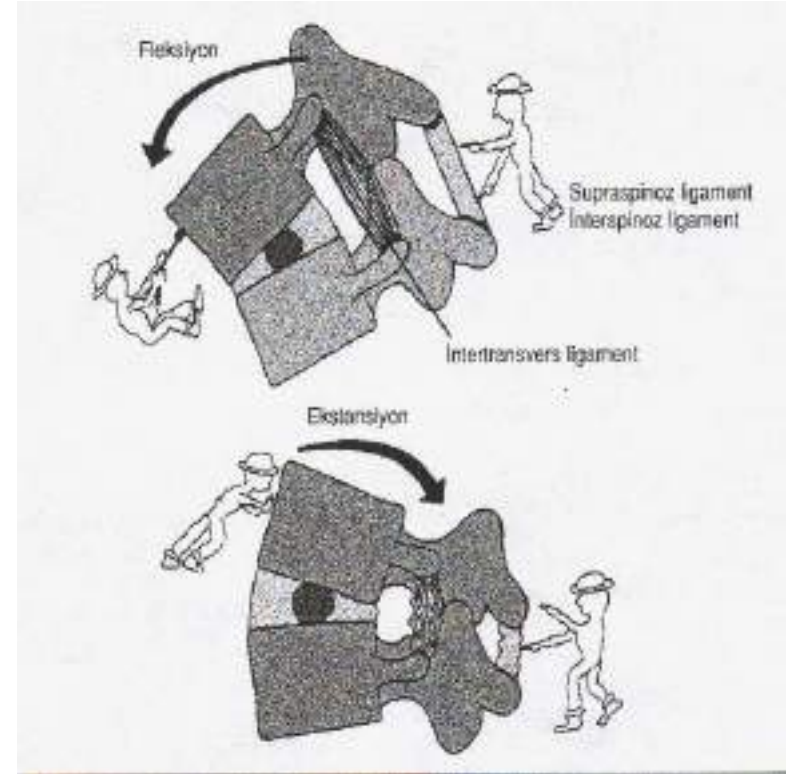


Fig. 8
Rotation,
right and left

Anatomi

- **Fleksiyon** supraspinöz, interspinöz ve intertransvers ligamentlerce sınırlandırılır, yük disk üzerine biner.
- **Ekstansiyon** ise vertebranın posterior osseöz yapılarınca sınırlandırılır. Yük vertebra arka elemanları üzerine biner.



Omurga Üzerine Etki Eden Kuvvetler

- Vücut ağırlığı
- Spinal ligamentlerdeki gerilim
- Spinal kaslardaki gerilim
- Karın içi basınç
- Omurga üzerine etki eden majör kuvvet:
 - Aksiyal

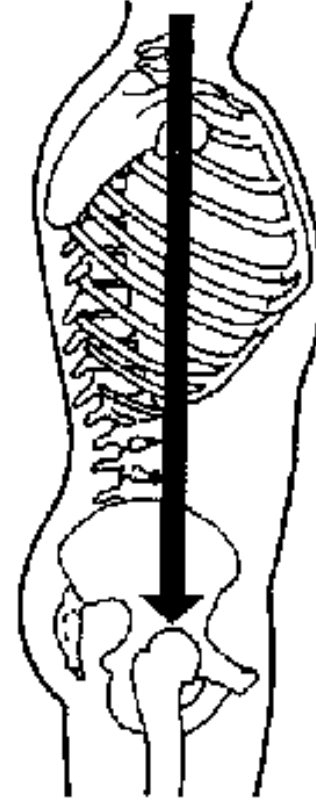
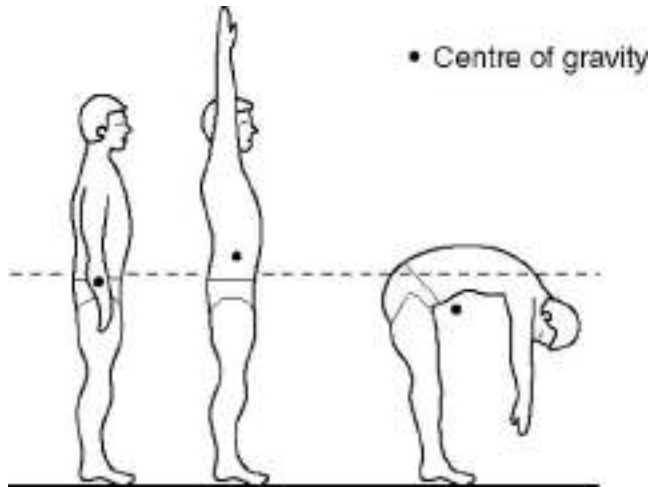
Dik Pozisyon

□ Spinal Kompresyon

- Vücut ağırlığı + kollarla kaldırılan ağırlıktan kaynaklanır

□ Dik dururken

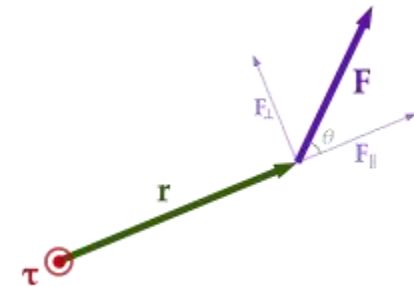
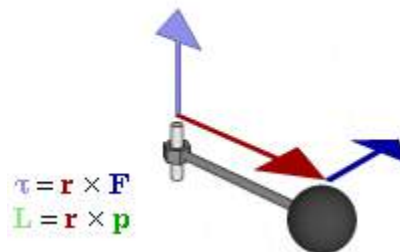
- Vücudun yerçekimi merkezi spinal kolonun önündedir



$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

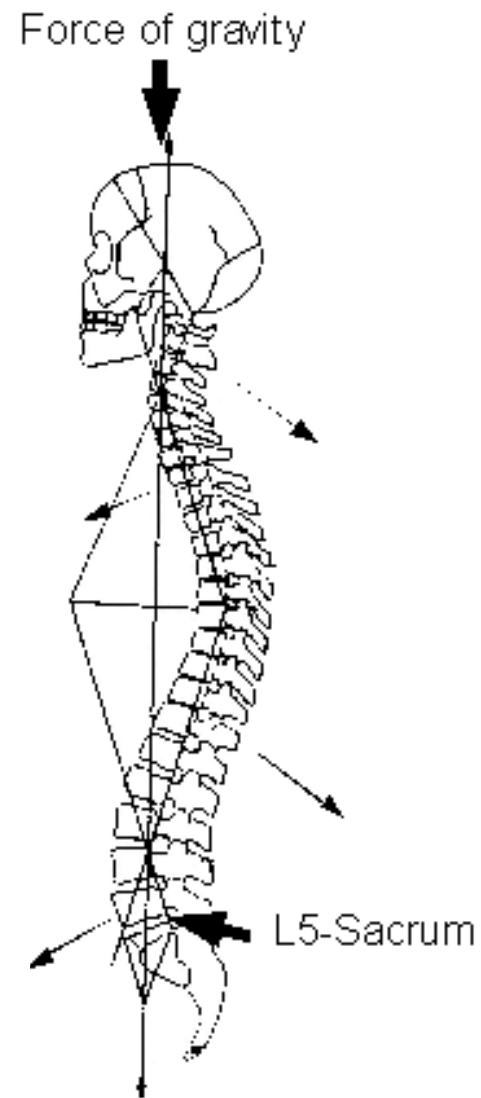
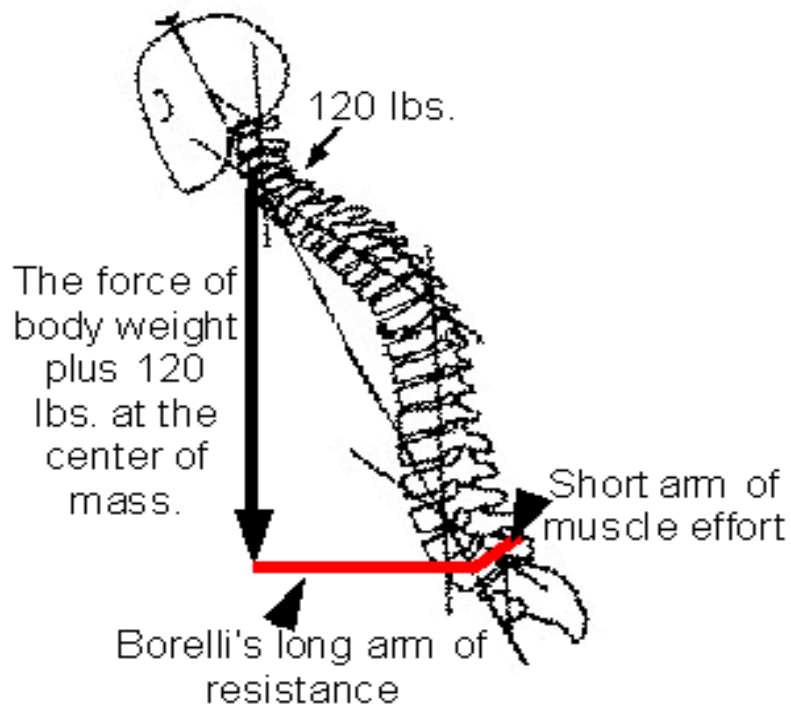
Tork

- Kuvvet momenti ya da dönme momenti bir cismin, bir eksen etrafında dönmesine sebep olan etkidir.
- Bu etki, dönme eksenine olan uzaklıkla ve dönmeyi sağlayan kuvvetle doğru orantılıdır.
- Dik pozisyonu sağlamak için
 - Spinal ekstansör kasların kuvveti ile torka karşı konulur

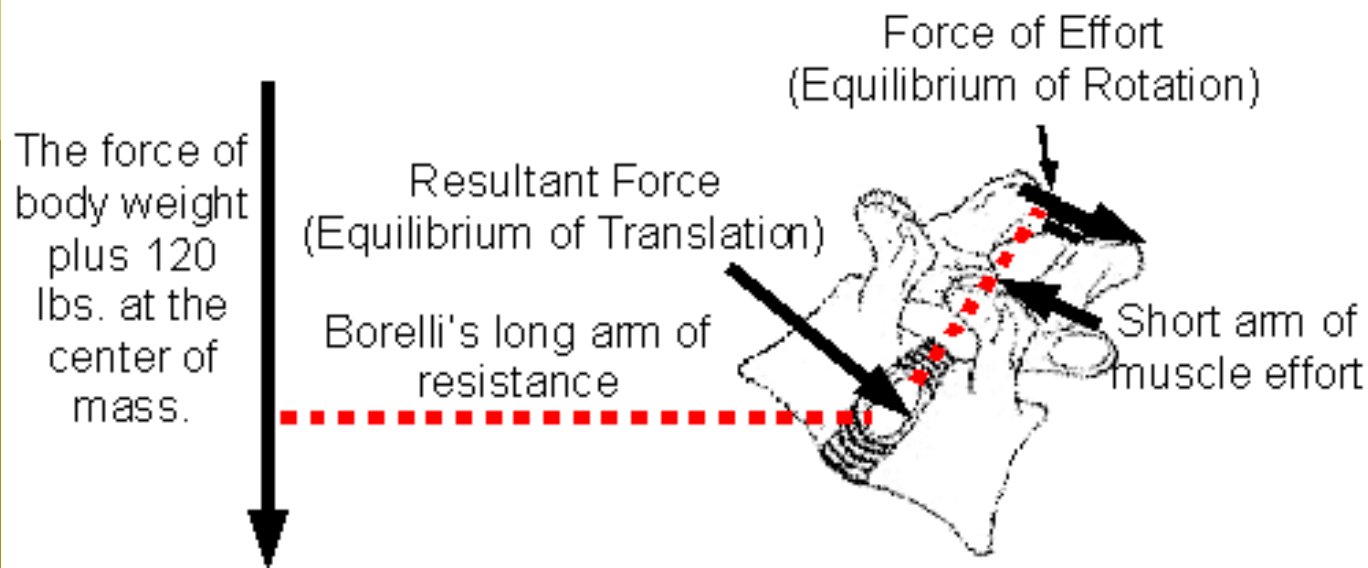




Picture from *De Motu Animalium* (1680), by Giovanni Borelli.



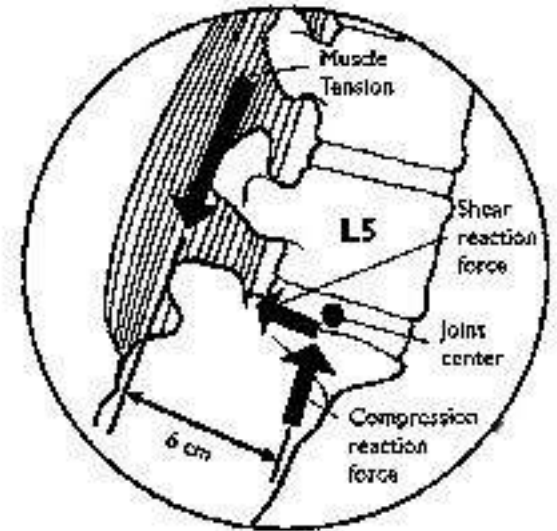
Arrows indicate direction of shear forces.



Yük kaldırmada spinal kasların rolü

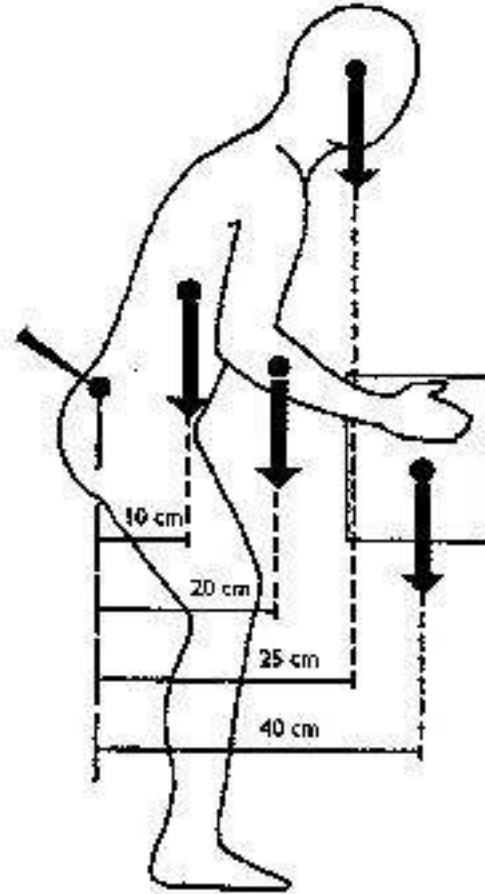
- Vertebral eklemler nedeniyle spinal kasların kısa moment kolları vardır
- Vücut ağırlığı ve kaldırılan cisimlerin neden olduğu torku dengelemek için büyük kuvvet oluşturmaları gerekir

Erektor Spina Kasları



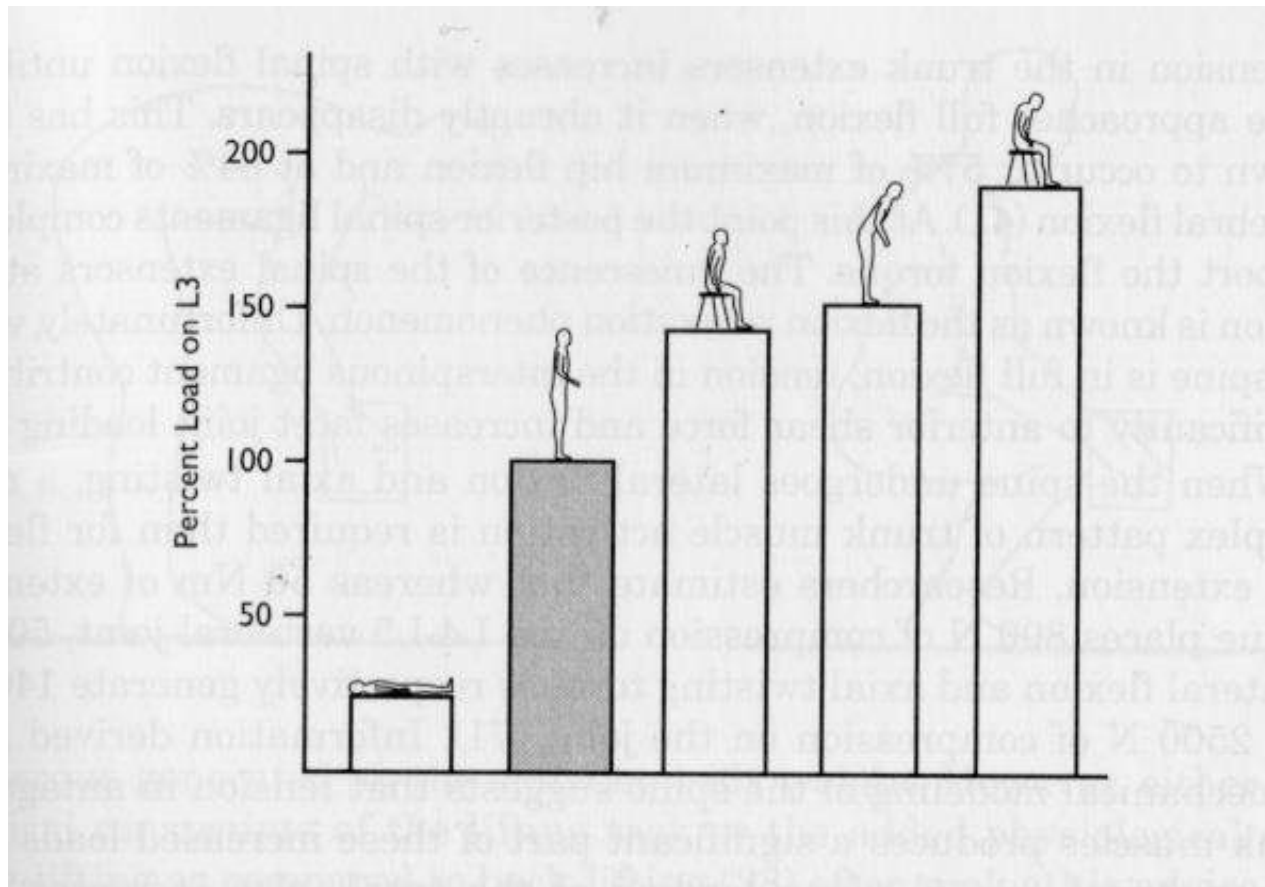
Neden yük kaldırırken bacaklar kullanılmalı?

- 6 cm.lik moment koluna sahip bel kasları, vücut ağırlığı ve harici ağırlıkların neden olduğu torku karşılamak zorunda

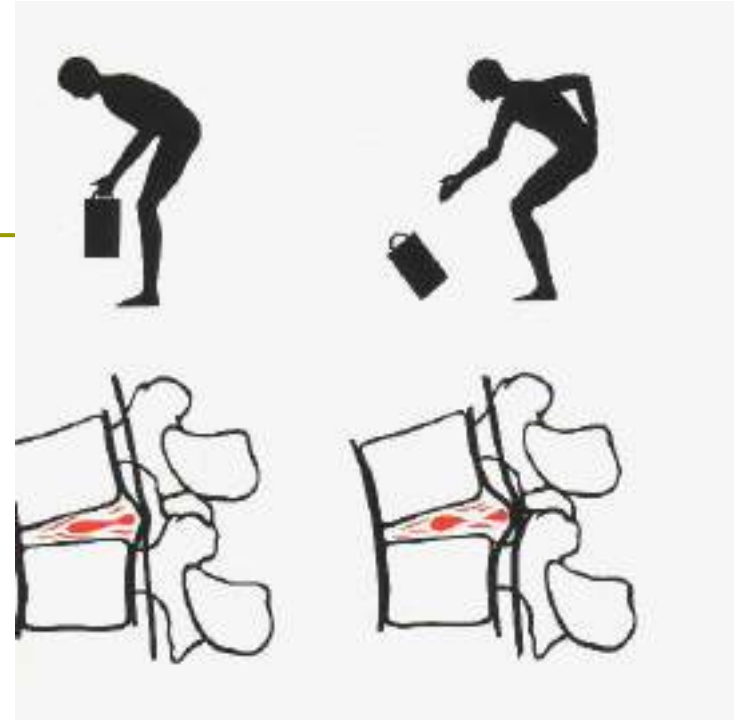
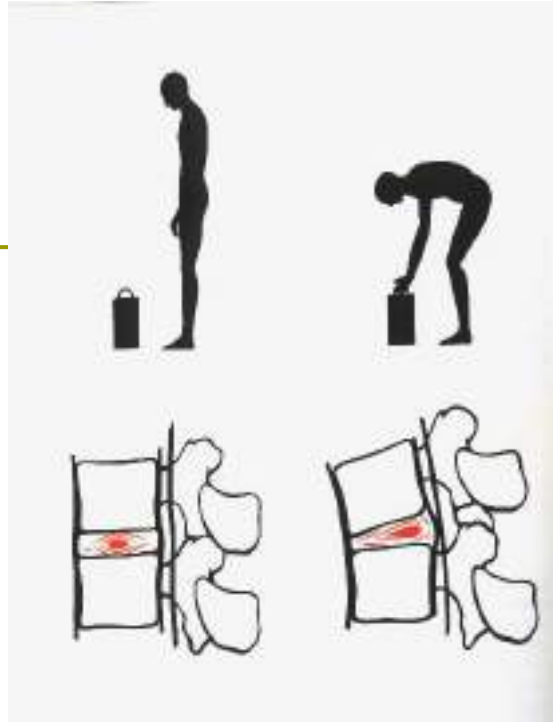


-
- Cismin gövdeye yapışık olarak taşınması cismin ve gövdenin ağırlık merkezlerini birbirine yaklaştırdığı için uzakta tutarak taşımaya göre lomber omurgada daha az eğilme momenti oluşturur.

Araştırmaların Gösterdiği



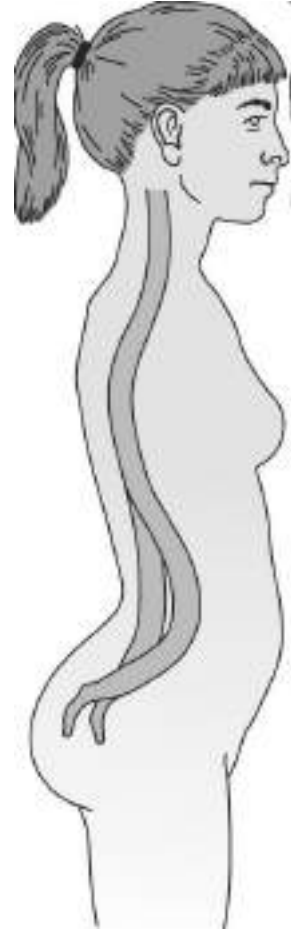
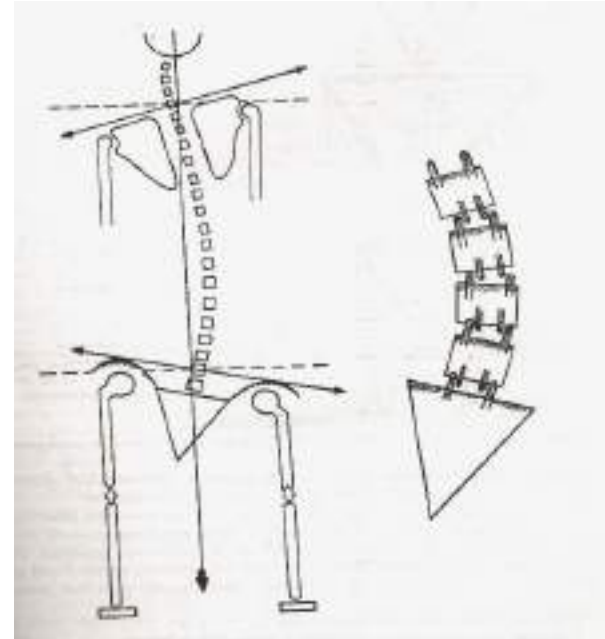
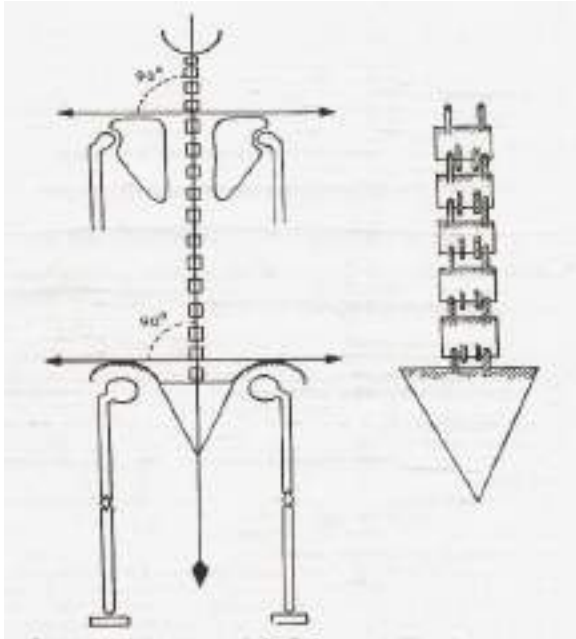
-
- Disk üzerine yüklenmenin en az olduğu pozisyon sırt üstü yatma pozisyonudur.
 - Oturmak, ayakta dik durmaya göre disk üzerinde daha fazla basınç artışına neden olurken
 - Disk üzerine en yüksek basıncın olduğu pozisyon otururken öne eğilmedir.



Lomber disk hernisinin en çok görülen nedeni ağır bir yükün kaldırılması ve fleksiyonda ani zorlanmadır.

Fiziyatrik Değerlendirme

- Lomber lordoz d¼zleşmesi veya hiperlordoz olabilir,
- Lateral lomber shift (ağrılı tarafın aksine eğik duruş) mevcuttur.





Başarılar dilerim..

Üst ekstremite kinezyolojisi

Doç.Dr. Özlem KÖROĞLU

Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon AD

OMUZ

Omuz eklemi kompleksi insan vücudundaki en hareketli eklemdir. Omuz eklemi; Glenohumeral, akromioklaviküler, sternoklaviküler eklemler ve skapulotorasik artikülasyondan oluşur. Omuz eklemi hareket genişliği: fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon gibi belirli düzlemlerde ifade edilir. Günlük yaşam aktivitelerinin çok azı bu düzlemlerde gerçekleşir. Günlük yaşamda humeral elevasyon en fazla koronal düzlemin 50-60 derece anteriorunda gerçekleşir. Bu hareket esnasında skapular düzlem, koronal düzlemin 30-50 derece anteriorunda bulunur.



Şekil1. Sternoklavikuler eklem

Günlük yaşam aktivitelerinin kinematliğini daha iyi tanımlamak için humerusun toraksa göre pozisyonunu tanımlayan bir sistem geliştirilmiştir. Koronal düzlemdeki abduksiyon 0 düzlemi, anterior sagittal düzlemdeki fleksiyon +90 düzlemi olarak tanımlanmıştır. Glenohumeral eklemden maksimum humeral elevasyon skapular düzlemin anteriorundaki düzlemlerde gerçekleşir. Kolun elevasyonu esnasında glenoid yukarı rotasyon yapar. Skapulanın yukarı rotasyonu baş üzeri aktivitelerde glenohumeral eklemde stabilitesini artırır ve rotator cuff kaslarının korakoakromial ark altında sıkışma riskini azaltır. Skapulanın rotasyonu üst trapezius, levator skapula, üst serratus anterior kasları ile alt trapezius ve alt serratus anterior kaslarının sinerjik kontraksiyonları ile oluşur. Kolun elevasyonu sırasında glenohumeral/ skapulotorasik hareket oranı değişkendir. Glenohumeral eklem, her yöne normal sınırlarda bir laksite gösterir. Eklem stabilitesini esas yumuşak dokular (kas, kapsül,

ligamnetöz yapılar) sağlar. Inferior glenohumeral ligament, glenohumeral eklemin en önemli statik stabilizatörüdür. Kolun elevasyonu için hem supraspinatus hem de deltoid gereklidir. Kolun saf abduksiyonu ve saf fleksiyonu esnasında deltoid ve rotator manşon arasında aynı sinerji mevcuttur. Fleksiyonda primer kaslar anterior ve orta deltoid kaslarıdır. Fleksiyonda primer stabilizatörler infraspinatus, supraspinatus, latissimus dorsi kaslarıdır. Humerusun primer eksternal rotatoru; infraspinatus, teres minör kaslarıdır. Omuz abduksiyonunda görevli kaslar; supraspinatus ve deltoid kaslarıdır. Omuz adduksiyonunda ise pectoralis major, latissimus dorsi, teres majör görevlidir. Omuz fleksiyonunu deltoid, biceps ve korakobrakialis kasları yapar. Humerusu stabilize eden yapılar kaslar; supraspinatus, infraspinatus, subskapularis ve teres minör kaslarıdır. Glenohumeral eklemin dinamik stabilizatörleri Rotator manşon kaslarıdır. Kapsül sağlam ise dinamik stabilize en fazla infraspinatus ve teres minör tarafından sağlanır. Kapsülün sağlam olmadığı durumlarda stabilizeyi en fazla biceps sağlar. En önemli statik stabilizasyon sağlayan yapı ise inferior glenohumeral ligamenttir.

DİRSEK

Üst ekstremitede omuz ve el arasında mekanik bağlantı sağlayan dirsek aynı zamanda ön kola destek olur. Pozisyonlamaya yardımcı olma görevi de mevcuttur. Açık kinetik zincir hareketlerinde dirsek ele pozisyonlama sağlar (eli ağza götürülmesi, uzanma, fırlatma). Kapalı kinetik zincir hareketlerinde dirsek stabilizasyon sağlar (ağır obje itme, vida vb el aletleri kullanma, amuda kalkma).

Humeroulnar eklem ve Humeroradial eklem, fleksiyon ve ekstansiyonda görevli iken proksimal radioulnar eklem; ön kolun supinasyon ve pronasyonunda görevlidir. Humeroulnar eklem: tek eksenli, diartrodial menteşe tipi, stabil bir eklemdir. Humeroradial eklem ise tek eksenli, diartrodial eklemdir. Proksimal radioulnar eklem; pivot tipi eklemdir. M. Biceps Brachii, M. Brachialis, M. Brachioradialis ve M. Pronator teres dirsek fleksörleridir. M. Triceps Brachii ve M. Anconeus ise dirsek ekstensörleridir. Saf dirsek fleksörü brakialis sadece bir eklemden geçer, humerusun anterior şaftından başlayarak tuberositas ulna ve koronoide yapışır. Biceps, omuz, dirsek ve radioulnar eklemlerden geçer. Kısa başı skapulanın korokoid çıkıntısından, uzun başı supraglenoid tüberkülden başlar ve radial tüberositasin posterior yüzüne yapışır. Biceps tendonu, radiusta bisipital tüberositas etrafını sarar ve dirsek

fleksiyonu başlatmadan ön kola supinasyon yaptırmasını sağlar. Tam supinasyonda biceps dirseğin en kuvvetli fleksörüdür. Brakioradialis primer olarak dirsek fleksörüdür, ancak rotatuvar etkisi de vardır. Brakioradialis, supinasyon pronasyondaki kolun nötral pozisyona dönmesini sağlar. Pronator teres, ön kol pronasyonda iken dirseğe fleksiyon yaptırır. Trisepsin uzun başı skapulanın infraglenoid tüberkülünden , posterior ve medial başı humerusun posterior yüzünden başlar ve proksimal olekranonun posterior yüzeyine yapışırlar. Uzun baş omuz ve dirseğe ekstansiyon, omuza adduksiyon, lateral ve medial başlar ise dirseğe ekstansiyon yaptırır.

Dirseğin valgus, varus rotasyon hareketleri kısıtlıdır. Dirsekte varus/ valgus görülmesi instabiliteyi gösterir. Rotasyonel hareketlere karşı en büyük direnç medial kollateral ligaman tarafından gösterilir. Geri kalan direnç ise anterior kapsül ve artiküler yüzeyin şekli tarafından gösterilir. Varus stresine karşı stabilite lateral kollateral ligaman, ankoneus ve eklem kapsülü tarafından sağlanır. Dirsek stabilizatörlerinden statik olanlar eklem yüzeyi, kapsülü, ligamentöz yapılar, interosseöz membran, humeroulnar eklem, radius başı ve koronoid çıkıntısıdır. Primer dirsek stabilizatörü ise lateral ulnar kollateral ligamandır. Radial kollateral ligaman annuler ligamanla birleşip radius başını stabilize eder. Annuler ligaman; fibrokartilaj yapıda olup radius başını çevreleyerek ön kola traksiyon uygulandığında radius başının inferiora subluksasyonunu engeller, humerus üzerinde ön kolun aşırı posterolateral rotasyonunu sınırlar. Medial kollateral ligaman dirseğin primer statik stabilizatörlerinden olup valgus kuvvetine karşı stabilite sağlar.

EL & EL BİLEĞİ

El ve el bileği 8 karpal kemik, 5 metakarpal kemik, 14 falanks, Radiokarpal eklem, Midkarpal eklem, İnterkarpal eklemler, Karpometakarpal eklemler, Metakarpofalangeal eklemler ve İnterfalangeal eklemlerden oluşan bu kompleks yapıyı 27 kemik, 29 eklem, 123 ligaman, 34 kas, 48 sinir, 30 arter oluşturur. Radiokarpal eklem, sirkumdüksiyon ve rotasyon dışında tüm yönlerde hareket edebilir. Metakarpofalangeal (MKF) eklem, başparmak dışında kondiller eklem olup, fleksiyon-ekstansiyon, abduksiyon-adduksiyon hareketlerini yapabilir. 1. MKF menteşe tipinde olup fleksiyon ve ekstansiyona izin verir. İnterfalangeal (IF) eklemler menteşe tipinde olup fleksiyon-ekstansiyon hareketine izin verir. Fleksör ve Ekstansör Karpi Radialis kaslarının kombine kasılması ile Radial deviasyon gerçekleşirken Ekstansör ve

Fleksör Karpi Ulnaris kaslarının kombine kasılması sonucu ise ulnar deviasyon oluşur. Elin kavisleri; 2 transvers (Karpal kavis, metakarpal kavis), 5 longitudinal ve 4 adet oblik kavisten oluşur. Elimizi günlük yaşam aktivitelerinde kullanırken kavramalar yaparız. Bu kavrama şekillerini özetleyecek olursak;

Kaba kavramada primer ekstrensek kaslar rol oynar. En önemli rol fleksörlerindir. Silindirik, sferik ve çengel kavrama olarak ayrılır.

Silindirik kavramada tüm parmaklar maksimum fleksiyondadır. Primer sorumlu fleksör digitorum profundus kasıdır.

Sferik kavrama (örneğin bir futbol topunu tutma) tutulan obje parmaklardan büyüktür. Sabitlemek için başparmak opozisyonu yapılır. İnterosseal kaslar daha aktiftir.

Çengel kavramada ise tüm parmakların . Proksimal interfalangeal (PİF) eklemleri fleksiyonda, başparmak abduksiyondadır. Örneğin bir çantayı elimizde tutmak (Şekil 2)



Şekil2: Çengel kavrama

Küçük cisimler başparmak ile 2. veya 3. parmakların uçları arasında tutulur. Objeye büyüdükçe daha ulnar parmaklar da kavramaya katılırlar. Hassas aktiviteler parmakların pulparları ile yapılır. En tipik hassas kavrama şekilleri palmar, uç ve lateral kavramalardır.

İNCE KAVRAMA(TUTMA)

1. İki veya üç nokta kavrama(pad to pad)

2.Uç uca kavrama(tip to tip)

3.Anahtar (lateral) kavrama(pad to side); şeklinde sıralanabilir.

İki-üç nokta kavrama: Kalem tutma örneğinde olduğu gibi baş parmak pulpası işaret/işaret ve orta parmak pulpasına opozisyonu olur. Volar dorsal interosseal ve tenar kasların resiprokal kontraksiyonları ile gerçekleşir.

Uç-uca kavrama: Küçük bir cismi 1. ve 2. parmaklar arasında tutma örneğinde olduğu gibi tüm İF eklemler fleksiyondadır. Fleksör digitorum profundus (FDP) ,Pollisis longus ve interosseal kaslar aktiftir.

Anahtar(lateral) kavrama: Başparmak adduksiyon+ekstansiyon+ oppozisyondadır. Fleksör pollisis brevis (FPB) ve adduktor pollisisde aktivite artmış, opponens pollisisde azalmıştır.

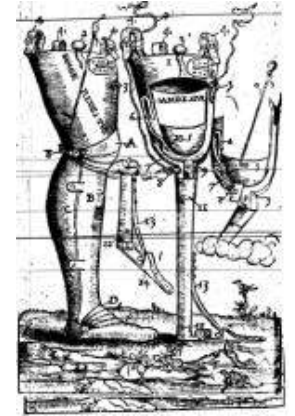


Alt Ekstremitte Amputasyonları Vaka alışması

Prof.Dr. Koray AYDEMİR

Alt Ekstremitte Protezleri Tarihçesi

- *Eski Mısır, ayak başparmak protezi, MÖ. 950*
- *Hegesistratus, tahta bacak, MÖ. 484*
- *İlk eklemlili diz üstü protez Ambroise Paré, 1529*
- *Ahşap-demir eklem, Anglesey bacak, 1800*
- *Çelik yay ve teller, Selpho bacak, 1846*
- *Dr. Bly'nin anatomik bacağı, 1858*



Tarihçe



- Tersane-i Aletî Nazîkiye, Sultan II. Abdülhamid Han (1910)
- Gülhane Seririyat Hastanesi (1914)
- Birinci Dünya Savaşı (Trablus/Çanakkale/Arabistan cepheleri)
- Asker & sivil teknisyenlerin Viyana/Bonn'da eğitimi (1920)
- Kifidis (1928), ilk özel yapılanma
- Ankara Üni. P/O Atölyesi (1940), ilk devlet üniversitesi atölyesi
- Gülhane P/O Atölyesi (1961)
- Hacettepe Üni. P/O ve Biyomekanik Ünitesi (1965)
- Ege Üni. P/O Atölyesi (1984)
- Ankara Üni. SHMY P/O Laboratuvarı (1993)
- Gaziler FTR EAH (TSK Reh. ve Bkm. Mer.) P/O Atölyesi (2000)



Etyoloji

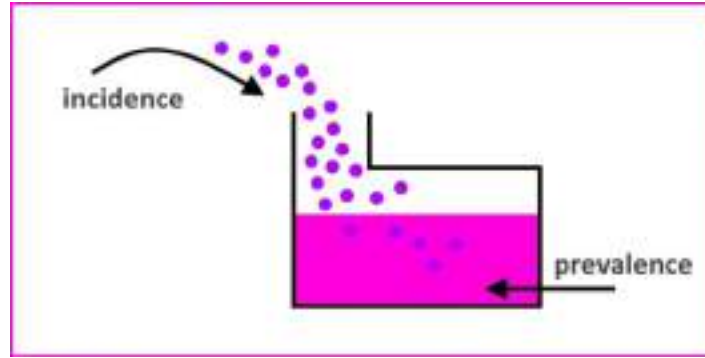
- Travmalar
- Progresif arteryel hastalıklar, en sıklıkla DM
- Gangren / enfeksiyon
- Konjenital deformiteler
- Kronik osteomyelit
- Neoplastik hastalıklar



Amputasyon Seviyeleri



- Hemipelvektomi
- Kalça Dezartikülasyonu
- Diz üstü amputasyon
- Diz Dezartikülasyonu
- Diz altı amputasyon
- Ayak bilek dezartikülasyonu
- Parsiyel ayak amputasyonu



- Dünya genelinde alt ekstremitte major amputasyon insidansı*
 - Normal popülasyonda 3.6-68.4/100,000
 - Diyabetlilerde 5.6-600/100,000
- %80, 65y↑
- %80-90, periferik damar hastalıkları
- %87, alt ekstremitte amputasyonları
- Hastalık kaynaklı amputasyonlarda komplikasyonlar ↑, 5 yıl içerisinde %50 mortalite

GELİŞMELER

Tıbbi bakım
hizmetlerinde

Rehabilitasyon
sürecinde

Protez bileşenlerinde
teknolojik



Ampüte Rehabilitasyonu;

Ampütasyon öncesi dönemde başlayan,

Bireyin protezini fonksiyonel olarak kullanarak toplumdaki rolünü yeniden kazanmasına kadar devam eden bir süreç



Ampute Rehabilitasyonu Dönemleri

Preoperatif

(Elektif Koşullarda)

Postoperatif

Preprostetik

Prostetik

Topluma entegrasyon

Mesleki rehabilitasyon

Takip

Fonksiyonel Bağımsızlık İçin Temel Koşullar

- **Uygun cerrahi teknik**
- **Yara iyileşmesi**
- **Post-operatif komplikasyonların önlenmesi / giderilmesi**
 - Hematom
 - Enfeksiyon
 - Nekroz
 - Kontraktür
 - Nöroma
 - Fantom hissi/ağrı
- **Soket uyumu için güdük şekillenmesi**
- **Bireye uygun protez reçetelenmesi**
- **Güdüğe yönelik ve genel egzersiz programları**
- **Protezin fonksiyonel kullanımını için eğitim**

Preoperatif Dönem

(Travmatik olmayan, elektif vakalarda)

- Hasta ***fiziksel, sosyal ve psikolojik*** olarak amputasyon sonrası sürece hazırlanmalı,
- Bu dönemde;
 - Postür ve solunum egzersizleri
 - Eklem hareket açıklığı egzersizleri
 - Kas kısalıkları için germe egzersizleri
 - Ekstremiteler ve gövde kaslarını güçlendirme egzersizleri
 - Yardımcı cihaz ile yürüme eğitimi

Preoperatif Dönem

- Klinik ve laboratuvar bulgular değerlendirilir
- Anestezi konsültasyonu
- Hastaya uygulanacak amputasyon /ameliyat sonrası olası komplikasyonlar hakkında bilgi verilir
- Sigara bırakılmalı, aspirin ameliyattan 1 hafta önce kesilmeli
- Ekstremitelerde yara/enf. varsa istirahat, antibiyoterapi, vitamin mineral ve proteinden zengin diyet
- Diyabet varsa kan şekeri regüle edilmeli
- Hastaya ameliyat sonrası yaşantısında olacak değişiklikler ve rehabilitasyonun önemi açıklanır
- Onam formu doldurularak, hastanın veya yakınlarının (18 yaşından küçük, bilinç kaybı olan hastalarda) imzası alınmalı

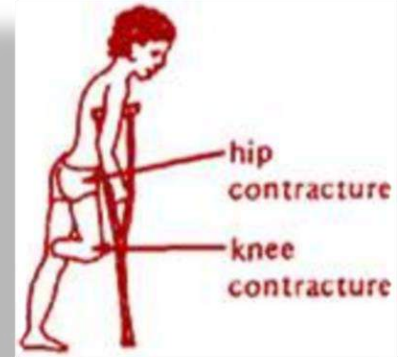
Postoperatif Hasta Bakımı

- Vital bulguları takip (ilk iki saatte 15 dakikada, 2 saatten sonra 30 dakikada bir)
- Cilt rengi & nemi takip
- Stür hattında aşırı kanama varsa 10 dakikada bir pansumanı değiştirilir
- Bandaj çok sıkı olmamalı, kan dolaşımı engellenmemeli
- Post-op güdük elevasyonu (24-48 saat), süre aşırsa kalça kontraktürü!
- Hasta ile etkili iletişim kurulmalı
- Post-op ilk gün hasta 2-3 kez prone (yüzükoyun) pozisyona getirilir
- Egzersizlere ikinci gün başlanır
- Güdük hiperekstansiyon egzersizleri, üst ekstremitelerin kuvvetlendirilmesi, kontraktür gelişmesini önlemek
- Erken mobilizasyon (TS/koltuk değnekleri)
- Gelişebilecek komplikasyonları gözlemlemek, güdükte hassasiyet, sertlik, ısı takibi
- IV sıvı/kan ürününü veriliyorsa takip edilir. Aldığı çıkardığı sıvı takibi, sıvı elektrolit dengesinin sağlanması
- Doktor istemine uygun ilaç uygulamaları ve tedaviler yapılır
- Hasta ampute edilen ekstremitayı unutabilir hayali ekstremita nedeniyle kazalar olabilir, hasta bilgilendirilmelidir
- Hasta, ateş, titreme, yara yerinde kızarıklık gibi enfeksiyon belirtileri yönünden izlenir
- Antibiyotiği zamanında verilmeli, pansumanı steril koşullarda yapılmalı
- Yeterli ve dengeli beslenmesi ve boşaltım ihtiyacı sağlanır

Akut Postoperatif Dönem

- İlk haftadan itibaren yaranın drene olmasıyla birlikte egzersiz programına başlanmalı
- Bu dönemde;
 - Ağrı kontrolü
 - Cerrahi yara / stür takibi
 - Güdüğün proteze hazırlanması
 - Kontraktür gelişimini önleme
 - Güdüğe pozisyon verme

Kontraktürlerin Önlenmesi



- Ağrı ve agonist-antagonist kas dengelerinin bozulması nedeniyle
- Kalça ekleminin en gevşek pozisyonu;
 - Fleksiyon-abduksiyon-dış rotasyon
- Dizüstü amputelerde kalçada fleksiyon, abduksiyon ve dış rotasyon kontraktürü
- Eğer kontraktür gelişirse;
 - Denge, yürüme ve postür bozuklukları ortaya çıkar

Pozisyonlama

- Güdük altına yastık konulmamalı
- Tekerlekli sandalye ile ambulasyon önlenmeli
- Bacaklar arasına yastık koyulmamalı
- Kalça nötral pozisyonda olmalı
- Günde 3 kez 15 dk yüzüstü yatması önerilir
- Koltuk değneği ile erken ambulasyon



Güçük Bandajı Uygulama Prensipleri

1. Basınç distalden proksimale doğru azaltılmalı,
2. Dolaşımı ve eklem hareketlerini kısıtlamamalı,
3. 6-8 saat süre ile günde 2-3 defa uygulanmalı,
4. Protez kullanılmaya başlandığında, en az bir ay süreyle geceleri bandaj uygulamaya devam edilmeli,
5. Diz üstü ampütelerde bel seviyesine kadar çıkılmalı, ayakta veya yan yatar pozisyonda uygulanmalı,
6. Diz altı ampütelerde diz ekstansiyonda iken uygulanmalı, kısa güdüklerde diz eklemi de bandaj içine alınmalı,
7. Güdüğün her tarafını sarmalı, açıkta doku görülmemeli,
8. Sekiz şeklinde ve spiral sarımlar tercih edilmeli,
9. Sık sık, ılık sabunlu su ile yıkanmalı,
10. Elastikiyeti bozulan bandaj kullanılmamalıdır.



Erken Postoperatif Dönem

- Yatak içi mobiliteyi arttırıcı egzersizler
- Transferlerin öğretilmesi
- Protezsiz yürüyüşün sağlanması



Postoperatif Egzersiz Programı

- Güdük kaslarını kuvvetlendirme
- Sağlam taraf ekstremitte kuvvetlendirme
- Üst ekstremitte kuvvetlendirme
- Gövde kaslarını kuvvetlendirme
- Tek taraflı amputelerde koltuk değneği veya kanedyen ile yürüyüş eğitimi



Protez Öncesi Dönem

- Pre-ambulasyon Egzersizleri;
 - Paralel barda ayakta durma
 - Denge egzersizleri
 - Fonksiyonel aktiviteler
 - Genel kondüsyon ve endurans
 - Su içi egzersizler
 - Rekreatyonel aktiviteler



Protez

Eksik uzvun yerine takılan
bir cihaz

Sağlık ve yaşam kalitesini
önemli ölçüde etkileyen tıbbi
bir cihaz

Rx

Ampute
rehabilitasyonunun
en önemli
komponenti

Erken protez
reçetelemek

- Güdük matürasyonu
- Kalıcı sokete adaptasyon
- Yürüme kalitesi
- Amputasyonun kabulü
- Beden imajının iyileştirilmesi



Protez hedefleri

Ampute ekstremitenin
fonksiyonlarını yerine getirmek

Lökomotor sistemin **dinamik fonksiyonlarını** gerçekleştirmek

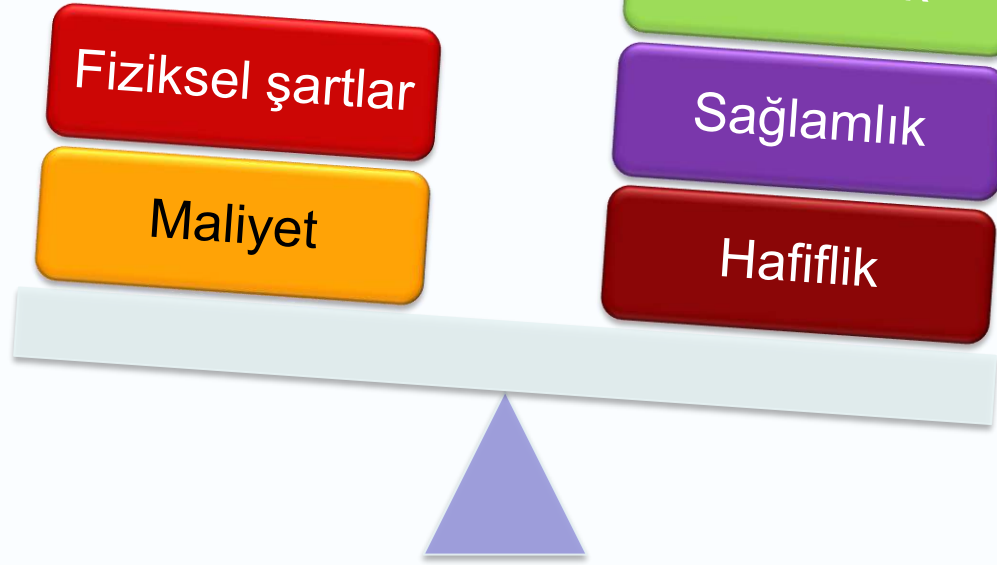
- Konforlu ambulasyon
- Enerji tüketimi ↓
- Vücut ağırlık merkezinde kayma ↓

Vücut bütünlüğünün kazanılmasını sağlamak



İmkanlar

Beklentiler



Protez Reçetelemeden Önce

Amputasyon özellikleri ve bireyin gereksinimleri

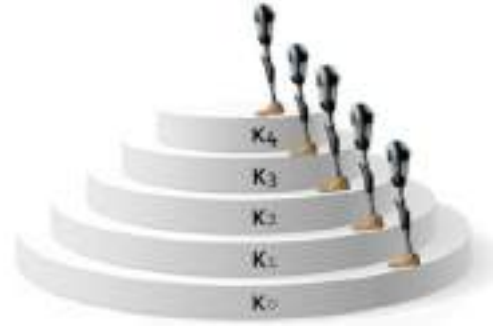
- Rezidüel ekstremitenin uzunluk ve şekli
- Rezidüel ekstremitenin kas gücü
- Diğer ekstremitelerin fonksiyonları
- Vücut ağırlığı
- Meslek, günlük yaşam aktiviteleri
- Yaş, kognitif durum
- Aktivite düzeyi
- Kozmetik görünüm
- Alerji durumu
- Daha önceki protez deneyimi



Ekip



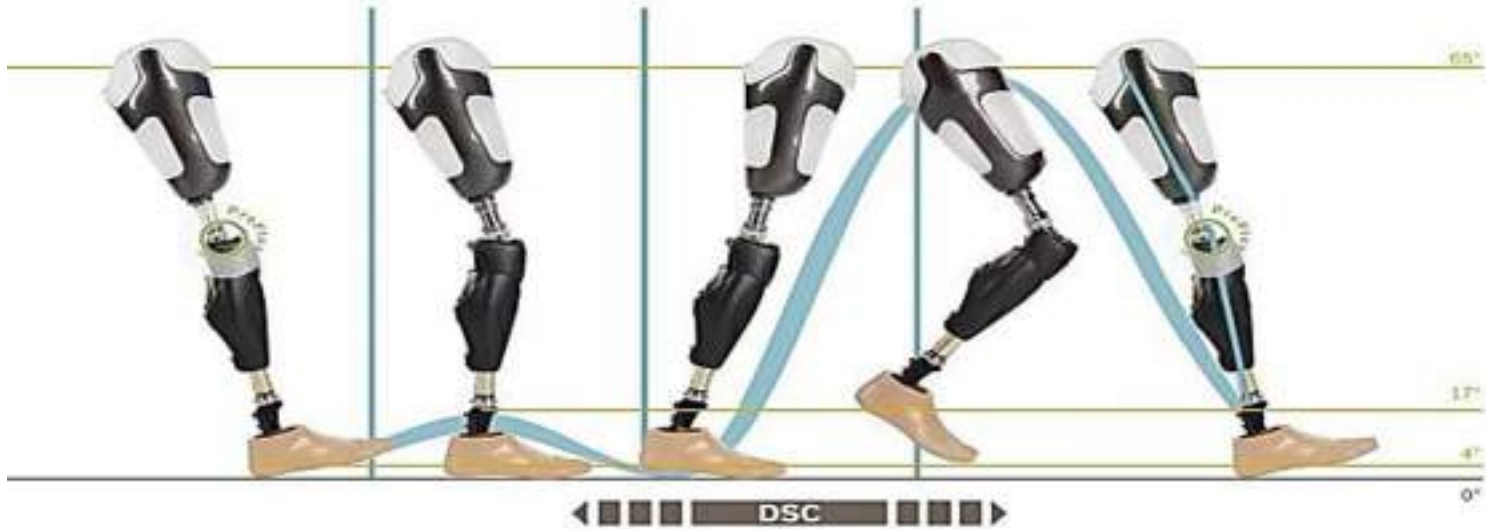
Fonksiyonel Sınıflandırma



K düzeyi	Fonksiyonel Düzey	Aktivite Düzeyi
K0	Ambulasyon veya transfer potansiyeli yok	Yardımla veya yardımsız ambulasyon veya transfer potansiyeli veya becerisi yok ve bir protez hayat kalitesini veya mobilitesini artırmaz.
K1	Transfer dahil olmak üzere potansiyel ev içi ambulasyon	Sabit adım sayısında, düz yüzeylerde protez kullanma potansiyeli veya becerisi var. Kısıtlı veya kısıtlama olmaksızın ev içi ambulasyonu tipiktir.
K2	Potansiyel kısıtlı toplum içi ambulasyon	Düşük seviyede çevresel engelleri örneğin kaldırım, merdiven veya düzensiz yüzeyleri geçerek ambula olma potansiyeli veya becerisi vardır.
K3	Değişken adım sayılarında (kadans) toplum içi ambulasyon	Değişken adım sayılarında ambulasyon potansiyeli veya becerisi vardır. Toplum içi ambulasyon tipiktir, çoğu çevresel engeli aşabilir, işi olabilir, basit yürümenin ötesinde terapötik veya egzersiz aktivitelerini yerine getirebilir.
K4	Normal ambulasyon becerilerinin üzerinde yüksek aktiviteye sahip kullanıcı	Temel ambulasyon becerilerinin ötesinde, yüksek darbe, stres veya enerji seviyelerinde ambulasyon potansiyeli veya becerisi var. Çocuğun, aktif erişkin veya atletin protez ihtiyacı için tipiktir.

Diz Eklemleri

- 220 ↑ diz eklemi, 50 ↑ ayak mevcut
- Protez diz ekleminde beklenen iki önemli fonksiyon:
 - Yürüyüşün **basma fazında** vücut ağırlığı verilince eklem bükülmemesi
 - Fizyolojik yürüyüşe benzer bir **salınım fazı** sergilemesi



Diz Eklemleri

Eklemler Kontrolü

Mekanik kontrollü

Basma fazında:

- Manuel kilitleme
- Polisentrik aks
- Ağırlıkla aktive fren
- Hidrolik sistemler

Salınım fazında:

- Sabit/değişken sürtünme
- Hidrolik/pnömatik sistemler

Mikroişlemci kontrollü

- Bileşenler arasında en kompleks olanı

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

Sensörler

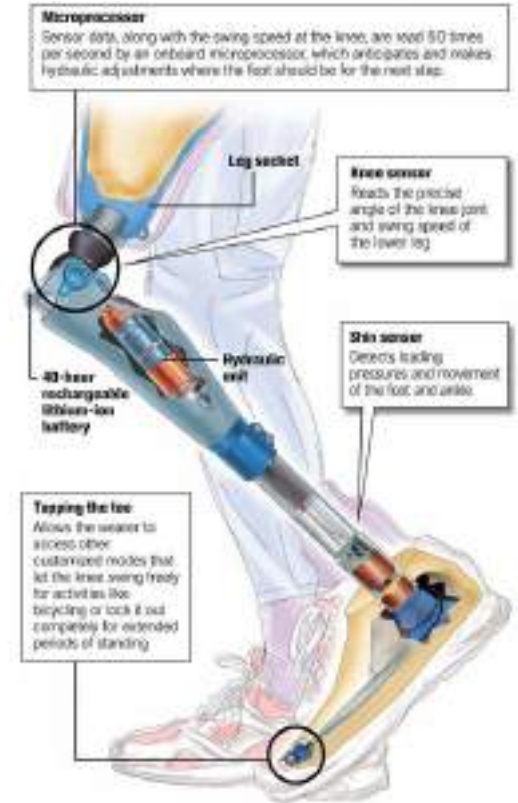
- Hız
- Eklem açıları
- Aktarılan ağırlık

Mikroişlemci

- Veri analizi
- Eklem hareket kontrolü

Güvenli Yürüyüş

- Hemipelvektomi
- Kalça dezartikülasyon
- Transfemoral amputasyonlar
- Diz dezartikülasyonu



Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

- Farklı hızlarda, engebeli yüzeylerde güvenli yürüme
- Enerji tüketimini ↓
- Yürüme enduransı ↑
- Kolay merdiven inme
- Resiprokal merdiven çıkma
- Geri geri yürüme
- Kullanıcının yürüme karakteristiğine uyum



Orta ve yüksek aktivite düzeyindeki amputeler için uygun

Kontrendikasyonlar



- Düşük mobilite düzeyi
- Sabit hızda yürüyenler
- Su / manyetik alana maruziyet
- Düzenli şarj edemeyenler
- Düzenli bakım yaptıramayanlar

Mikroişlemcili Eklemlerin Özellikleri

- Ağırlık/yükseklik
- Yük taşıma düzeyi
- Faz kontrolü: hidrolik, pnömatik, manyetik
- Batarya özellikleri
- Suyu dayanıklılık
- Kullanılabilen ayaklar
- Özel aktiviteler için ayarlanabilme
- Resiprokal merdiven çıkabilme
- Geri yürürken fonksiyonellik
- Sensör ve işlemci frekansı

Protez Eğitimi

- Yürüyüş eğitimi
- Protezi giyip çıkarma
- Proteze ağırlık aktarma
- Denge ve koordinasyon
- Fonksiyonel egzersizler
- Rekreatsyonel aktiviteler

Yürüyüş Eğitimi

- **Yürüyüş eğitiminde amaç;**
 - Proteze uygun ağırlık aktarmanın sağlanması
 - Yürüyüş sırasında enerji harcamanın azaltılması
 - Günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonellik kazandırmak
- **Yürüyüş eğitimini etkileyen faktörler;**
 - Yaş
 - Protez komponentleri
 - Amputasyon seviyesi
 - Amputasyon nedeni
 - Kas gücü ve EHA

Yürüyüş Eğitimi Temel Prensipler

- İlk defa protez kullanan ya da hassas cildi olan amputelerde güdük kontrolleri sık yapılmalı (10-15 dk yürüyüş sonrası)
- Güdük-soket uyumu sağladıktan sonra cilt kontrolleri azaltılabilir
- Yürüyüş eğitiminin ilk haftasında bazı hastalar protezi sadece bir veya iki saat giyebilirler
- Takip eden haftalarda protez kullanma süresi kademeli olarak arttırılmalıdır

Yürüyüş Eğitimi / Biyomekanik Prensipler

- Yürüyüş eğitiminin temelini;
 - ✓ Denge ve koordinasyon
 - ✓ Protezli tarafa ağırlık aktarma
 - ✓ Adım alma egzersizleri oluşturur

Denge-koordinasyon

- Denge tahtası, stabilometre, farklı zeminler üzerinde dengede durma



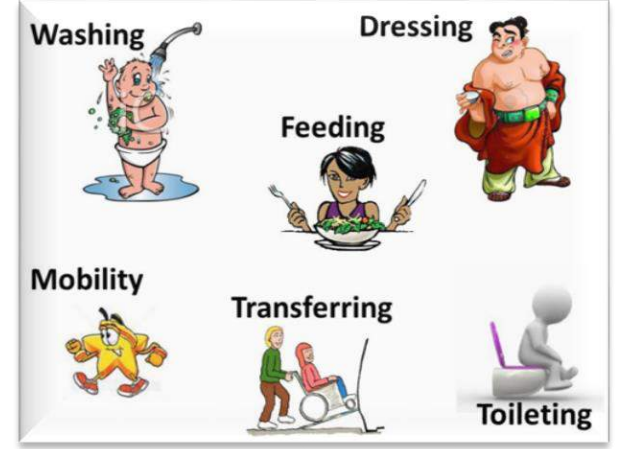
Yürüyüş eğitimi

- Hasta belli bir yürüyüş hızına ve yeterli dengeye ulaştığı zaman paralel bar dışında uygun yardımcılar ile yürümeye geçilir
- Genellikle tek taraf dizüstü hastalarda erken dönemde tek baston veya kanedyen yeterli olur
- Hastanın dengesi arttıkça ve protez kullanmaya alıştıkça destek azaltılabilir



Fonksiyonel Egzersizler

- Merdiven inme-çıkma
- Rampa inme-çıkma
- Yere oturma, yerden kalkma
- Sandalyeye oturma kalkma
- Ağırlık taşıyarak yürüme
- Yerden bir şey alma



Rekreasyonel Aktiviteler

- Futbol
- Atıcılık
- Basketbol
- Tenis
- Yüzme
- Atletizm
- Golf
- Dalış
- Sportif balıkçılık
- Masa tenisi
- Kayak



Vaka

- 21.02.2016 el yapımı patlayıcı ile yaralanmış
- Sol diz üstü amputasyon
- Mevcut protezde batarya & mikroişlemci arızası
- Güdük ucu temiz kızarıklık, akıntı, ısı artışı Ø
- Sol kalça eklem hareket açıklığı doğal
- Nörolojik muayene doğal
- Güdük uzunluğu: 47 cm
- Aktivite düzeyi: K4
- *'Swing (salınım) ve stance (basma) fazı mikroişlemci kontrollü, merdiven inip çıkabilmeye, ani hızlanıp koşmaya imkan veren düşük distal vakum sistemli modüler diz üstü protez' planlandı*







Teşekkürler

koray.aydemir@sbu.edu.tr

AYAK ORTEZLERİ

Doç.Dr. Özlem KÖROĞLU

Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon AD

Ortezler, vücudun dış kısmına uygulanıp hareketli kısımları destekleyen, stabilize eden, fonksiyonunu arttıran cihazlardır. Splint, breys, cihaz terminolojide diğer kullanılan eş anlamlıdır. Ayak ortezleri ve tabanlıklar hazır ve özel yapım olarak reçetelenebilir. Hazır ayak ortezleri maliyet etkin, kolay ulaşılabilir, modifiye edilebilir. Biyomekanik bozukluğu belirgin olmayan uygun hastalara hazır ortezler önerilebilir. Ancak hazır ortezler çoğu kez yeterli ayak kontrolünü sağlayamamakta, yer tepki kuvvetine yeterli yanıtı verememektedir.

Ayak ortezlerinin temel amaçları; basıncı plantar yüzeye eşit olarak dağıtmak, yürüme esnasında şoku absorbe etmek, duyarlı bölgelerden basıncı kaldırmak, biyomekanik dengesizliği düzeltmek, deformite varlığında, ayağı destekleyerek kompanse edici hareketler yapılmasını önlemektir. Fonksiyonel ayak ortezlerinin etkili olabilmesi için ortez hastanın ayağının nötral pozisyondaki modeli temel alınarak yapılmalıdır. Rijid/ semi-rigid/ yumuşak materyaller kullanılabilir. Özel yapım tabanlıklarda hastadan uygun teknik ile doğru pozisyonda negatif kalıp (cast) ile ölçü alınır. Sonrasında pozitif kalıp kullanılarak modifiye edilir. Basınca duyarlı bölgeler rahatlatılır, ön ve arka ayak deformitelerini düzeltmek için destek eklenebilir. Gelişmiş tekniklerle yapılan özel yapım tabanlıklar da blueprint ve ayak tarayıcısı kullanılarak üretim yapılabilir. Basınç dağılımları pedobarografi ile kontrol edilerek gerekli modifikasyonlar yapılır. Ön ve arka ayakta varus deformitesi varsa medial destek veya medial kama eklenmesi uygundur. Ön ve arka ayakta valgus deformitesi varsa lateral destek veya lateral kama eklenmesi uygundur. Ayakta

pronasyon fazla ise arka ayak desteği (iç/dış) veya topuğa kama(inferiora) eklenebilir. Ciddi pes planus varsa; özel yapım tabanlıklara medial topuk çentiği (Kirby skive) eklenebilir (arka ayak kontrolünün daha iyi sağlanması, subtalar eklemdede pronasyonun azaltılması amaçlı). Medial topuk çentiği, pozitif kalıba eklenen topuk desteğinden plantar yüzeye 15 derece varus/ inversiyonda olacak şekilde plasterin kaldırılması ile uygulanır.

Tabanlık

Değişik sertlik derecelerinde plastik materyalden yapılan tabanlıkların esas amacı şok absorbe etmek olup polietilen form ya da mikrosellüler kauçuk gibi yumuşak malzemeler de kullanılabilir. Ayak arkları desteklenmek isteniyorsa, belirli bölgelere daha yüksek maddelerle ilaveler yapılır. Amaç biyomekaniksel dengesizliği mümkün olduğunca düzeltmek ise mold üzerinde şekillendirme uygulanır ve daha sert materyaller kullanılır. Uygun ayakkabı/destekler/ortezler bozulmuş ayak biyomekaniğinin düzeltilmesi bakımından önemlidir.

Sık karşılaşılan ayak problemlerine yönelik kullandığımız ortezleri özetleyecek olursak;

Hallux valgus

1. Metatarsofalangeal (MTF) eklemdede sürtünme ve basıncın azaltılması, dar ayakkabılardaki fazla basıncın önlenmesi, ayak pronasyonunun azaltılması, eversiyonun düzeltilmesi, posterior tibial tendon ve ligaman gerilmesinin azaltılması amaçlanır. Hallux valgusda pronasyonu önlemek için medial yan destek eklenebilir. Hallux valgus ve hallux rijiditusta; ayakkabı yüksek, geniş burunlu, üst kısmı yumuşak deri ve thermold materyalden olmalıdır. Ciddi deformite varlığında başparmak falanksından topuğa uzanan çelik shank ve topuk elevasyonu ile kompanse edilmiş rijid rocker taban tercih edilebilir.

Hallux valgus splintleri, parmak ayırıcı aparatlar, gece splintleri, bunyon kılıfları kullanılabilir.

Morton nöroma

3. ve 4. metatars başları arasından geçen dijital sinirin kompresyonu olup geniş ayakkabı, uzun medial yan destek kullanılması uygundur. Metatarsal ped veya nöroma pedinin lezyon proksimaline yerleştirilmesi ağrıyı azaltabilir.

Pes planus

Longitudinal ark düzleşmiştir. Ortez kullanımı ile pronasyonu azaltmak, eversiyonu düzeltmek, posterior tibial tendondaki gerilimi azaltmak amaçlanır. Semptomatik fleksibl pes planusta ağrı, güçsüzlük, belirgin biyomekanik bozukluk olur. Pes planus ortezleri; medial longitudinal arkı destekler. Ayak tabanında gerilimi azaltır. Yükü ayağın lateraline kaydırır. Deformite gelişimini önler. Kalkaneusun iç tüberkülünden başlar. Navikulanın iç tüberkülüne kadar devam eder. Ayak pozisyonu nötralde desteklenmek isteniyorsa nötral pozisyonda (topuk vertikal pozisyonda iken) ölçü alınarak uygulanan negatif kalıp, standart medial longitudinal ark dolgusu yapılabilir. Eversiyonu düzeltmek, pronasyonu azaltmak için medial topuk kaması eklenebilir. Özel yapım tabanlıklara eklenen medial yan kenarlık ekstra orta ayak kontrolünün gerektiği durumlarda, midtarsal ekleme pronasyonun kısıtlanması amacı ile fleksibl pes planusta tercih edilir. Semi-rijit fonksiyonel ayak ortezi çoğunlukla polipropilen materyalden üretilir. Yumuşak ortezlerde poliüretan madde kullanılır. Bu ortezler çoğunlukla diyabetik hastalarda kullanılır. Topuk kaması yürüyüşün basma fazında subtalar nötral pozisyonu sağlamak amacı ile kullanılır. Topuk kaması erişkinlerde kalkaneusta fikse varus veya valgus deformitesinde ayak uyumunun sağlanması amacı ile kullanılır. Tibial torsiyon gibi rotasyonel sorunları olan çocuklarda da kullanılır. Fleksibl kalkaneal

valgusda ayak medialinde yüklenme yani içe basma söz konusudur ve medial topuk kaması kullanılır. Fleksibl kalkaneal varusda ise dışa basma olduğundan lateral topuk kaması kullanılır. Tam topuk kaması, fikse deformiteler ve ekinus varlığında tercih edilir.

Metatarsal bar; Deri/ kauçuktan yapılır. Ayakkabının tabanına eklenir.

Metatars başlarının proksimaline yerleştirilir. İtme fazında metatarslardaki basıncın azaltılmasına yardımcı olur. Transmetatarsal amputasyonlar, fikse artritlik deformiteler, diyabetik ayak hastalarında kullanılır. Metatarsal fleksibitenin olmadığı durumlarda; metatarsal bar veya rocker taban öne itmeyi uyararak itme fazını kolaylaştırdığından kullanılır. Rocker taban parmak ve topuk arasında yer alır. Basıncı tüm plantar yüzeye eşit olarak dağıtır. Rocker taban, parsiyel ayak amputasyonu, artrit ve diyabetik ayak varlığında kullanılır.

Metatarsalji

Geniş burunlu, uygun uzunlukta, tamponlanmış tabanlı, ön ayak fleksiyon ve ekstansiyonuna izin verecek şekilde yüksek burunlu ayakkabı tercih edilmelidir. Metatarsal bar, rocker taban seçilebilir.

Pes kavus

Medial longitudinal ark yükselmiştir. Ayağın temas alanı azalmıştır. Lateral geniş ayakkabı, topuk ve metatars başları altında yastıkçıklarla desteklenmiş tabanlık ve metatarsal bar eklenmesi önerilir. Ayaktaki supinasyonun azaltılması, ön ayaktaki basıncın uygun dağıtılması için metatarsal ped eklenmesi, orta ayak arkının desteklenmesi önerilir.

Pes ekinus

Plantar fleksiyonda nötral pozisyona gelmeyen ayak ve ayak bileğine “plantar fleksiyon deformitesi (ekinus deformitesi) denir. Dorsifleksiyondan nötral pozisyona gelmeyen ayak ayak bileği “dorsal fleksiyon deformitesi” ya da “kalkaneus deformitesi (pes kalkaneus)” ismi verilir.

Fleksibl pes ekinus; Ayak bileğinde plantar fleksiyonu ve metatars başlarındaki yüklenmeyi azaltmak, subtalar eklemi stabilize etmek için alçak topuklu rocker tabanlı ayakkabı önerilir. Yüksek boyunlu, topuğu yükseltilmiş platformu olan ayakkabı önerilir. Fikse pes ekinus; arka ayağın desteklenmesi için posterior platform tercih edilir.

Pes Ekinovarus

Metatars başlarına düşen yükü azaltmak, plantar fleksiyona gitme eğilimini azaltmak, ayağın ayakkabı içinde tutulabilmesini sağlamak, diz ve kalçada oluşabilecek kompensasyonları azaltmak için ortezler kullanılır.

Plantar fasiit

Plantar fasya ve aşil tendonu üzerindeki gerilimin azaltılması, pronasyonun kontrolü, subtalar eklemnin nötral pozisyonunun sürdürülmesi, topuk basıncı ve ağrısının azaltılması, eklem hareketi ve kas aktivitesinde kısıtlanma hedeflenir. Medial kalkaneal tüberküle uyan alan yumuşak materyal ile doldurulur. Topuk yastıkçığı ve sustenkulum tali için medial destek eklenebilir.

Aşil tendiniti

Tendon gerginliğini azaltma amaçlı ortezler kullanılır. Topuk vuruşu ve parmak kalkışı sırasında dorsifleksiyona destek , anormal pronasyonu azaltmak, kalkaneusa yapışma yerinde basınç ve sürtünmeyi önlemek amaçlanır.

Ayakkabıda posterior topuğun elevasyonu veya yumuşak materyal ile desteklenmiş posterior topuk arkalığı eklenebilir.

UCBL Ortezi (University of California Biomechanics Laboratory) supramalleoler ortez

Ayak bileği eklemi unstabil, pronasyonun belirgin olduğu fleksibl ayak deformitesi durumlarında tercih edilir. Medial, lateral, arka yanları yüksek, rijit bir ayak ortezidir. UCBL'ye medial ark desteği eklenebilir. Mevcut derin topuk kalıbı, arka ayağı düzgün pozisyonda tutar. Orta ayak ark ile desteklenir. Midtarsal eklemler stabilize edilirken lateral yanlık ayak kenarını kontrol edebilir. (şekil1)



şekil1: UCBL Ortezi

KAYNAKLAR

1. şen E.İ., Yalıman A. Ayak ve ayak bileği sorunlarında cihazlama ve uygun ayakkabı seçimi. Cerrahoğlu ABL, editör. Ayak, ayak bileği ağrıları tanı ve tedavisi. 1. Baskı. Ankara: Türkiye Klinikleri 2020. p: 104-14.
2. Orkun S. Alt ekstremite ortezleri. Beyazova M. Kutsal YG. Editör. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 3.Baskı. Ankara 2016.p: 1009-23.



İleri Teknoloji Alt Ekstremitte Protezlerine Giriş

Prof.Dr. Koray AYDEMİR

Tarihçe

- *Eski Mısır, ayak başparmak protezi, MÖ. 950*
- *Hegesistratus, tahta bacak, MÖ. 484*
- *İlk eklemli diz üstü protez Ambroise Paré, 1529*
- *Ahşap-demir eklem, Anglesey bacak, 1800*
- *Çelik yay ve teller, Selpho bacak, 1846*
- *Dr. Bly'nin anatomik bacağı, 1858*



Tarihçe



- Tersane-i Aleti Nazikiye, Sultan II. Abdülhamid Han (1910)
- Gülhane Seririyat Hastanesi'ne taşınma (1914)
- Birinci Dünya Savaşı (Trablus/Çanakkale/Arabistan cepheleri)
- Asker & sivil teknisyenlerin Viyana/Bonn'da eğitimi (1920)
- Kifidis (1928), ilk özel yapılanma
- Ankara Üni. P/O Atölyesi (1940), ilk devlet üniversitesi atölyesi
- Gülhane P/O Atölyesi (1961)
- Hacettepe Üni. P/O ve Biyomekanik Ünitesi (1965)
- Ege Üni. P/O Atölyesi (1984)
- Ankara Üni. SHMY P/O Laboratuvarı (1993)
- TSK Rehabilitasyon ve Bakım Merkezi P/O Atölyesi (2000)



Gelişmiş materyaller

Teknikler

Protez bileşenlerinde gelişmeler

Basit sistemler → İleri bilgisayar temelli sistemler



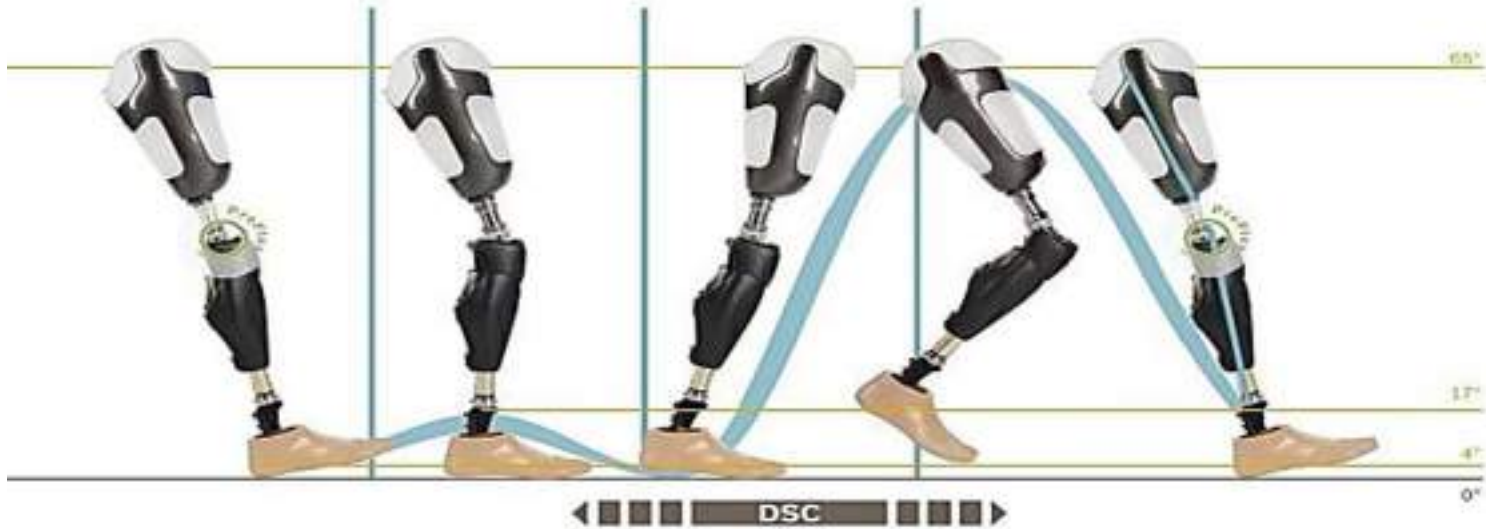
Kalça Dezartikülasyonu

- Helix 3D® (OttoBock)
 - Pelvik rotasyon
 - Salınım fazında ekstremitte boyunda kısalma
 - Geniş fleksiyon açısı, oturma imkanı
- Farklı zemin ve farklı hızlara uyum
- Merdiven çıkma kolaylığı
- Düşme riskinde azalma
- Mikroişlemci kontrollü diz eklemi ile kombinasyon



Diz Eklemleri

- 220 ↑ diz eklemi, 50 ↑ ayak mevcut
- Protez diz ekleminde beklenen iki önemli fonksiyon:
 - Yürüyüşün **basma fazında** vücut ağırlığı verilince eklemin bükülmemesi
 - Fizyolojik yürüyüşe benzer bir **salınım fazı** sergilemesi



Diz Eklemleri

Eklemler Kontrolü

Mekanik kontrollü

Basma fazında:

- Manuel kilitleme
- Polisentrik aks
- Ağırlıkla aktive fren
- Hidrolik sistemler

Salınım fazında:

- Sabit/değişken sürtünme
- Hidrolik/pnömatik sistemler

Mikroişlemci kontrollü

- Bileşenler arasında en kompleks olanı

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

Sensörler

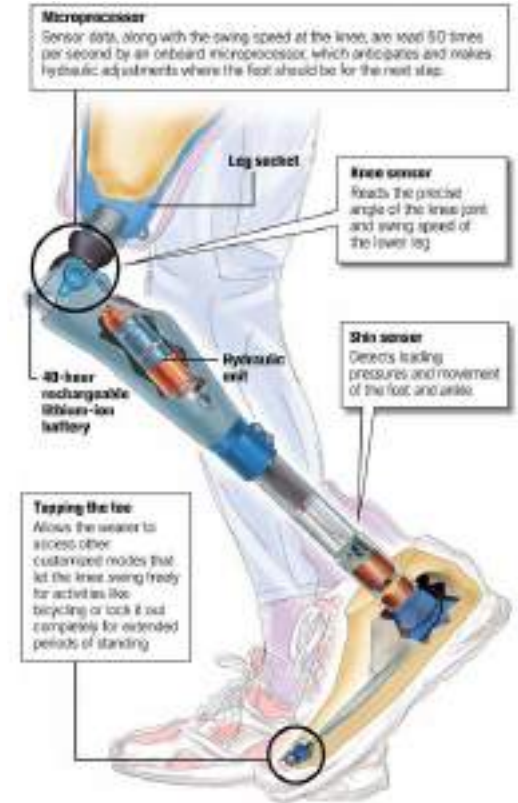
- Hız
- Eklem açıları
- Aktarılan ağırlık

Mikroişlemci

- Veri analizi
- Eklem hareket kontrolü

Güvenli Yürüyüş

- Hemipelvektomi
- Kalça dezartikülasyon
- Transfemoral amputasyonlar
- Diz dezartikülasyonu



Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

- Farklı hızlarda, engebeli yüzeylerde güvenli yürüme
- Enerji tüketimini ↓
- Yürüme endüransı ↑
- Kolay merdiven inme
- Resiprokal merdiven çıkma
- Geri geri yürüme
- Kullanıcının yürüme karakteristiğine uyum



Orta ve yüksek aktivite düzeyindeki amputeler

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

- **Mekanik eklemler;**
- Maliyeti ↓, sağlam
- İş veriminde ↓, bakıcı/sağlık giderlerinde ↑

- **Mikroişlemci kontrollü diz eklemleri;**
- ✓ Maliyeti ↑, bakım gereksinimi
- ✓ Ancak; yüksek bir yaşam kalitesi sağlamak için etkili
- Uygun bireylerde maliyet etkin bir teknoloji olarak düşünülebilir.

Kontrendikasyonlar



- Düşük mobilite düzeyi
- Sabit hızda yürüyenler
- Su / manyetik alana maruziyet
- Düzenli şarj edemeyenler
- Düzenli bakım yaptıramayanlar

- Basma/salınım faz kontrol özellikleri ve hastanın aktivite düzeyine göre;
 - **SUT Ek 3-C2**
 - **SUT Ek 3-C5 (Özel hallerde)**

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

1) Aşağıdaki hallerde bedeli Kurumca karşılanmaz:

- a) Hastanın **18 yaş altı** ve **65 yaşının üstünde** olması,
- b) Soketin uygulanmasına engel olabilecek güdük bölgesinde komplike **yara**, tedaviye dirençli **ağrı** olması gibi durumlarda,
- c) Protezin ağırlığının hasta tarafından tolere edilememesi,
- ç) Hastanın fonksiyonel seviyesinin **K0-K1-K2** olması,
- d) Hastanın protez diz eklemine salınım ve duruş faz özelliklerini kontrol edememesi,
- e) Hastanın ambulasyonunu engelleyen **denge bozukluğu** veya **ataksisinin** olması,
- f) Hastanın ampute ekstremitesinin kalça ekleminde 20 derece üzeri **fleksiyon kontraktürünün** olması,
- g) Hastanın diğer ekstremitesinde yürüyüş parametrelerini bozan veya engelleyen **deformitenin** bulunması,
- ğ) Hastanın protezin işleyişini ve kullanımını anlamadaki **bilişsel yetilerinde kısıtlılık** olması,

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemi

h) Hastanın **125 kg üzerinde** veya **48 kg altında** olması,

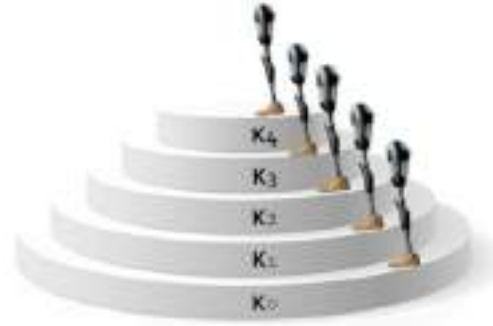
1) **Bilateral amputasyonlu hastalarda, karşı taraf ekstremitenin diz dezartikülasyonu ve üzeri seviyede amputasyon** olması veya dizaltı amputasyonu olup da protez uygulamaya uygun olmayan güdüğe sahip olması,

i) **Periferik vasküler hastalık** nedeni ile ampute olan hastalarda,

j) **İlk kez protez** hastalarda öngörülmesi halinde, İlk kez protez alacak hastalarda öngörülmesi halinde, (geçici protezler hastaların ilk protezleri olarak değerlendirilmez.)

k) Hastanın mevcut fonksiyonel düzeyini sürdürmesini engelleyecek kas iskelet sistemi hastalığı, nörolojik / nöromusküler hastalık (**ALS, inme, beyin hasarı, serebral palsi, Parkinson, Alzheimer, MS, Müsküler distrofi,vb.**), kardiyovasküler/pulmoner (**KAH, KOAH, vb.**) hastalığı, organ yetmezliği vb. kronik hastalıklarının bulunması.

Fonksiyonel Sınıflandırma



K düzeyi	Fonksiyonel Düzey	Aktivite Düzeyi
K0	Ambulasyon veya transfer potansiyeli yok	Yardımla veya yardımsız ambulasyon veya transfer potansiyeli veya becerisi yok ve bir protez hayat kalitesini veya mobilitesini artırmaz.
K1	Transfer dahil olmak üzere potansiyel ev içi ambulasyon	Sabit adım sayısında, düz yüzeylerde protez kullanma potansiyeli veya becerisi var. Kısıtlı veya kısıtlama olmaksızın ev içi ambulasyonu tipiktir.
K2	Potansiyel kısıtlı toplum içi ambulasyon	Düşük seviyede çevresel engelleri örneğin kaldırım, merdiven veya düzensiz yüzeyleri geçerek ambula olma potansiyeli veya becerisi vardır.
K3	Değişken adım sayılarında (kadans) toplum içi ambulasyon	Değişken adım sayılarında ambulasyon potansiyeli veya becerisi vardır. Toplum içi ambulasyon tipiktir, çoğu çevresel engeli aşabilir, işi olabilir, basit yürümenin ötesinde terapötik veya egzersiz aktivitelerini yerine getirebilir.
K4	Normal ambulasyon becerilerinin üzerinde yüksek aktiviteye sahip kullanıcı	Temel ambulasyon becerilerinin ötesinde, yüksek darbe, stres veya enerji seviyelerinde ambulasyon potansiyeli veya becerisi var. Çocuğun, aktif erişkin veya atletin protez ihtiyacı için tipiktir.

Hangi Mikroişlemcili Eklem?

C-Leg 4®

Rheo Knee®

Compact®

Plié®

Genium X3®

Genium®



Orionz®

Allux®

C-Leg®

Power Knee®

Intelligent Knee Prosthesis (IP)®

Mikroişlemcili Eklemlerin Özellikleri

- Ağırlık/yükseklik
- Yük taşıma düzeyi
- Faz kontrolü: hidrolik, pnömatik, manyetik
- Batarya özellikleri
- Suyu dayanıklılık
- Kullanılabilen ayaklar
- Özel aktiviteler için ayarlanabilme
- Resiprokal merdiven çıkabilme
- Geri yürürken fonksiyonellik
- Sensör ve işlemci frekansı

Mikroişlemci Kontrollü Diz Eklemleri

Yürüme faz kontrolü	Endolite	Freedom Innovations	Nabtesco	Ottobock	Össur	Fillauer
Salınım (K2-3)	Smart IP		Intelligent Hybrid			
Basma				Compact		
Salınım ve basma (K3-4)	Smart Adaptive, Orion3	Plie3	Allux	C-Leg4, Genium, Genium X3	RheoKnee3 PowerKnee	REL-K
Merdiven çıkma				Genium, Genium X3	PowerKnee	
Suya direnç		Plie3 (IP67)		Genium X3, C-Leg4 (IP67) Genium (IP54)	RheoKnee3 (IP34)	
Su geçirmezlik				Genium X3 (IP68)		

Salınım fazı

Smart IP® (Endolite)

- Salınım fazı mikroişlemci kontrollü
- Monosentrik
- Uzun güdüklerde tercih edilebilir.
- Maksimum diz fleksiyonu → 140°



Salınım fazı

Intelligent® (Nabtesco)

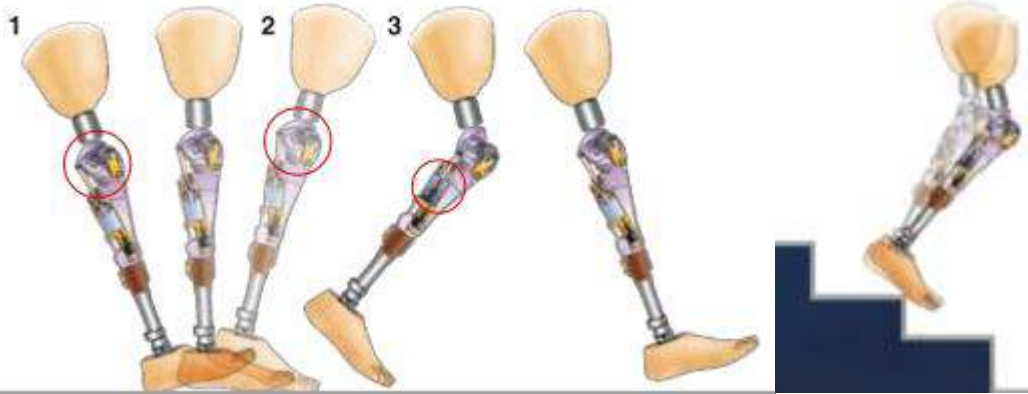
- Salınım fazı mikroişlemci kontrollü
- Mono/polisentrik
- Yürüyüş sapmalarını ve yürüme eforunu azaltır
- Pnömatik (hafif)
- Kozmetik kılıf & programlanabilir
- Yürüyüş hızı ve karşılık gelen itme hızına adaptasyon



Salınım fazı

Hybrid® (Nabtesco)

- Basma fazı hidrolik kontrollü
- Geliştirilmiş elektronik hız ayarı → enerji tüketimi minimum
- MRS sistem →
 - Basma fazı → zemin tepki kuvvet algılama → hidrolik rezistans
 - Salınım fazı → başparmak sensörü → hidrolik rezistans devre dışı → fleksiyon direnci ↓



C-Leg 4[®] (Ottobock)

- Ayarlamalar, sağlam alt ekstremitenin biyomekaniğine göre bluetooth bağlantı ile bilgisayar üzerinden yapılmakta
- Farklı modlar:
 - 1. Mod: günlük aktiviteler
 - 2. Mod: spesifik diz ayarı gerektiren özel aktiviteler (bisiklet, vb.)
- Değişken yürüme hızı / adım uzunluğuna uyum
- Simetrik yürüyüş
- Ani bükülmeye karşı emniyet
- Geri yürürken diz kontrolü



Basma & salınım fazı

Genium® (Ottobock)

- Gelişmiş sensörler → farklı hızlarda eklemin adım ve hareket yönüne uyumu
- Uzun batarya ömrü (5 gün)
- Resiprokal merdiven çıkma
- Tökezleme kontrolü, basit çevresel engelleri aşabilme
- Walk-to-Run modu
- Aktivite raporlama
- Cockpit uygulaması



Basma & salınım fazı

Genium-X3® (Ottobock)

- Değişken yürüme hızı / adım uzunluklarına uyum
- Geri yürüme özelliği
- Koşu modu
- Toz, kum, korozyona dayanıklı
- IP68: 3 metre / 60 dk



Basma & salınım fazı

Plié 3[®] (Freedom Innovations)

- Darbelere dayanıklı
- Basma fazı stabilitesi yüksek
- Küçük adım atabilme
- Yürüme hızını daha seri biçimde değiştirebilme
- Düzensiz zeminlerde yürüyebilme
- Değiştirilebilir batarya
- IP67: 1 metre / 30 dk



Basma & salınım fazı

Power Knee® (Össur)

- Eklemde bulunan güç motoru → dizin ekstansiyonu
 - Oturur pozisyondan ayağa kalkma
 - Eğimli yüzeylerde yürüme
 - Resiprokal merdiven çıkma
- Engibeli arazide aktif bükülme
- Dezavantajları:
 - Sesli çalışması
 - Hareket başlayınca durdurulamaması



Basma & salınım fazı

Rheo Knee 3[®] (Össur)

- Magnetoreolojik teknoloji
- İşlemci elektromanyetik kuvveti modüle ederek manyetik sıvının viskozitesini değiştirir, salınım ve basma faz direncini ayarlar
 - Yürüme hızına adaptasyon
 - Basma fazından salınım fazına doğal bir geçiş
 - Hız, yön ve zemin değişikliklerine hızlı tepki
- IP 34: Kısa süreli daldırma (klor-tuz Ø)



Basma & salınım fazı

Orion 3[®] (Endolite)

- Hidrolik sistem → Kontrollü **basma** desteği
 - Dinamik yokuş ve merdiven iniş kontrolü
 - Tökezlemeden kurtulma
 - Gelişmiş stabilite
- Pnömatik sistem → yumuşak **salınım** → doğal hareket
- Bisiklet modu
- 130°'ye kadar diz fleksiyonu
- 3-4 güne kadar kullanım sağlayan pil ömrü
- Kötü hava koşullarına dayanıklı



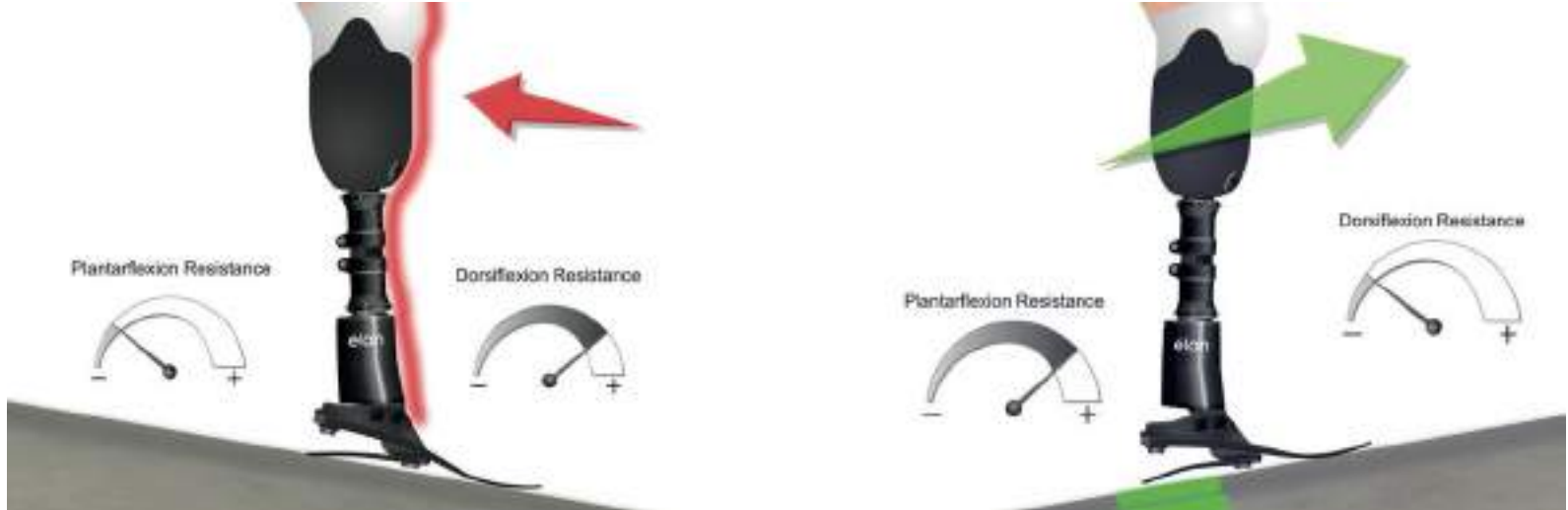
Allux® (Nabtesco)

- Basma ve salınım fazı mikroişlemci tarafından kontrol edilen polisentrik diz eklemi
- 5 farklı mod (uzaktan kumanda)
- Eklemde rotasyon merkezi diz ekleminde kalça eklemine doğru → eklem kontrolü daha iyi → tökezleme riski minimum
- Aktivite düzeyi nispeten az, uzun güdüğü bulunan transfemoral amputeler ve diz dezartikülasyonunda tercih
- Maksimum diz fleksiyonu → 155°
- Pil ömrü 4 gün



Mikroişlemcili Ayak Bileği

- Çevresel değişimlere aktif yanıt
- Yokuş yukarı → dorsifleksiyon, yokuş inerken → plantar fleksiyon
- Biyonik ayaklar → pnömatik/elektrikle çalışan cihazlar
- Mikroişlemci+sensörler+motorlar ve yaylar → plantar fleksiyon → protezin öne itilmesi



Mikroişlemcili Ayak Bileği

- Transtibial amputasyonlu bireylerde yürüyüşte normalleşme
- Metabolik harcamada anlamlı ↓
- Ekonomik ve simetrik yürüme imkanı
- Gerçek zamanlı olarak hız ve farklı yüzeylere göre değişim
- Islak, aşırı sıcak ve kirli yerlerde kullanılmamalı



Mikroişlemcili Ayak Bileği

[AYAK BİLEĞİ MİKROİŞLEMCI KONTROLLÜ, HİDROLİK / ELEKTRİK MOTORU AKTÜATÖRLÜ KARBON AYAK DEĞİŞİMİ]

- **Kinnex® (Freedom):** Hidrolik karbon ayak



- **Raize® (Fillauer):** Hidrolik karbon ayak



- **Elan® (Endolite):** Hidrolik karbon ayak



- **Proprio Foot® (Össur):** Elektrik motoru aktüatörlü karbon ayak



Kinnex® (Freedom)

- K3
- Sensörler → Plantar fleksiyon (20°) & dorsifleksiyon (30°)
- Engeli ve eğimli zeminlerde, merdiven inip çıkmada stabilite ve rahatlık
- Topuk yüksekliği ayakkabıya veya zemine göre otomatik olarak ayarlanmakta
- Pil ömrü → 3 saat
- Suya dayanıklı (1m/30 dk)



Raize[®] (Fillauer)

- K3
- Engeli zeminde yürümek ve topuğu yukarı kaldırmak bir düğme ile sağlanmakta
- Uzaktan kumanda ile topuk yüksekliği, plantar ve dorsifleksiyon hareketleri ayarlanabilmekte
- Kumanda ile kilit mekanizması kontrol edilebilmekte



Elan® (Endolite)

- K2-3-4
- Topuk yüksekliği ayarlanabilirliği: 10 mm
- Dorsal/plantar fleksiyon, hız değişikliklerine uyum
- Eğim \uparrow ==> ayaktaki cevap \uparrow
- Sensörler aracılığıyla değişiklik anında başlatılır.
- Batarya bitince hidrolik sistem devreye girer
- Ayak kılıfı ve kaydırıcı çorabı



Ramp Brake



Ramp Assist / Fast Walk



Standing Support



Swing Clearance



Proprio Foot® (Össur)

- K 2-3
- Topuk yüksekliği ayarlanabilirliği: 50 mm
- Motorlu bilek hareketi → güvenli yürüme → düşme riski ↓
- Dizler, kalçalar ve sırt üzerinde daha az yük
- Yüksek seviyede zemin uygunluğu
- Yokuş/iniş-çıkışları otomatik olarak algılama
- Farklı ayakkabılara uyum
- Otururken doğal görünüm



Mikroişlemcili Diz & Ayak Bilek Eklemi Kombinasyonu

- Bionic leg
- Mikroişlemcili diz ve mikroişlemcili ayak içeren protezler
- Symbiotic® Leg 3 (Össur)
- Linx® (Blatchford)



Symbionic® Leg 3 (Össur)

- K2-3
- Transfemoral ve diz dezartikülasyonu olan amputeler
- Güçlü başparmak kaldırıcısı
- Otomatik tökezleme emniyeti
- Ekstansiyon kilit mekanizması
- Kolay salınım fazı başlatma
- Maksimum diz fleksiyonu → 120°
- Topuk yüksekliği → 0-50 mm → otomatik zemin adaptasyonu
- Pil ömrü → 16-24 saat

Takılma ve düşme riski ↓



Linx[®] (Endolite)

- K 2-4
- Ayakta duruş ve kontrollü duruş desteği, oturma desteği, tökezlemeden kurtulma, dinamik rampa ve merdiven inişi
- Bisiklet modu ve sabit açı fleksiyon kilidi modu
- Maksimum diz fleksiyonu → 130°
- Pil ömrü → 3-5 gün
- Topuk yüksekliği → 10 mm
- Sandalet kullanımını için ayırık parmaklı ayak kılıfı



Controlled
Stance
Support



Standing
Support



Stumble
Recovery

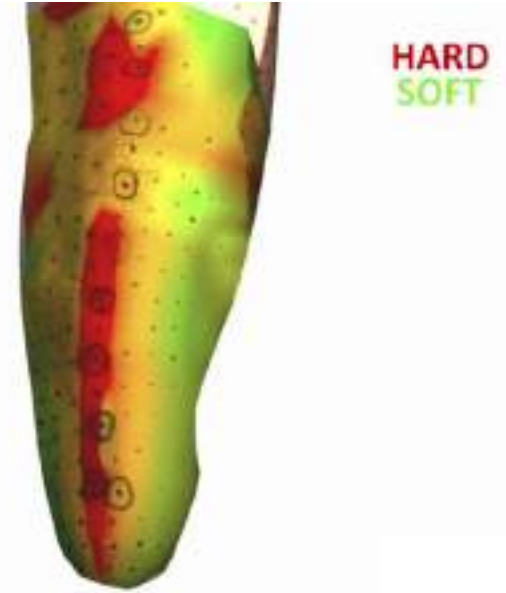
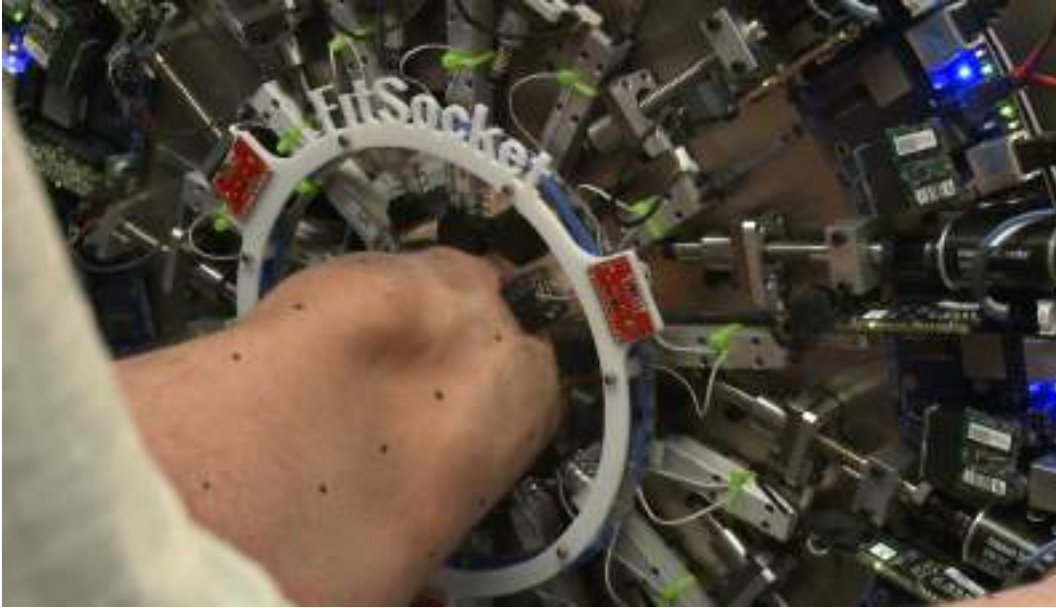


Dynamic
Stair Descent



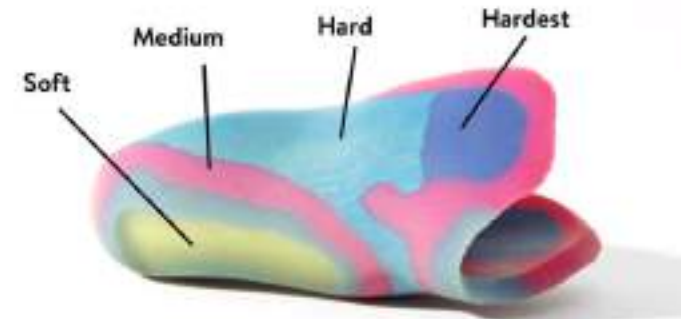
Dynamic
Slope Descent

Yeni Jenerasyon Soket Sistemleri



- Rezidüel uzuva bası yapan 14 lineer aktüatör
- Yumuşak ve sert bölgeler haritalandırılır
- 3 boyutlu baskı ile değişken sertlikte soket
- Yükü güdük yüzeyine düzgün şekilde dağıtılır

THE FITSOCKET



Biyomekanotronik Protezler



Amaç, sadece yapay bir uzuv oluşturmak değil, beyni protezi gerçek bir uzuv gibi kontrol etmeye mecbur etmek

Herr HM, Grabowski AM. Bionic ankle-foot prosthesis normalizes walking gait for persons with leg amputation. Proc Biol Sci. 2012 Feb 7;279(1728):457-64.

Lechler K, Frossard B, Whelan L, Langlois D, Müller R, Kristjansson K. Motorized Biomechatronic Upper and Lower Limb Prostheses-Clinically Relevant Outcomes. PM R. 2018 Sep;10(9S2):S207-S219
<http://video.wired.com/watch/cyborg-nation-can-prosthetics-outperform-real-limbs>



Teşekkürler

koray.aydemir@sbu.edu.tr

Nöral Protezler

Dr. Bilge YILMAZ

- Nöral protezler; hastalık ve yaralanmaya bağlı olarak kaybolan sinir sistemi fonksiyonlarını onaran veya yerine koyan yapay vücut uzantıları olarak tanımlanmaktadır (NINDS)
- Tedavi uygulamaya yarayan implante edilebilir nöral stimülatörler de birer nöral protezdir

- Nöroprostetik, fonksiyon kaybına uğramış motor, duyuusal veya bilişsel bir yeteneğin yerine geçecek veya gelişmesini sağlayacak cihazlar olan nöral protezlerin geliştirilmesi alanı
- Nöral protezler, sinir sistemini uyararak ve aktivitesini kaydederek sinir sisteminin kayıp fonksiyonlarını tamamlama veya yerine koyma yeteneğine sahip

Nöral Protezler

- 3 grupta sınıflandırılabilirler
 - Sensoryal Protezler
 - Motor Protezler
 - Sensorimotor Protezler

Sensoryal Protezler

- Duyusal protezler, yapay sensörler (dijital kamera gibi) aracılığı ile eksik olan sinirsel girdiyi elde ederler

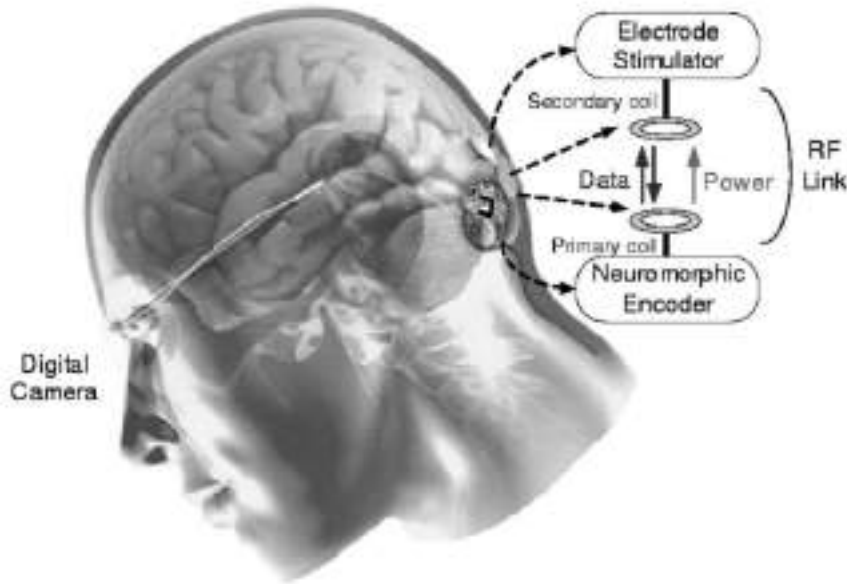


fig. 13. Capture of the image displayed on a standard monitor.

Fig. 1. Cortical visual prosthesis.

Motor Protezler

- Motor protezler, nöral elektrik uyarımı ile kas sisteminin kontrol ederek beyin veya omurilik kontrol mekanizmalarının yerini alabilen cihazlardır

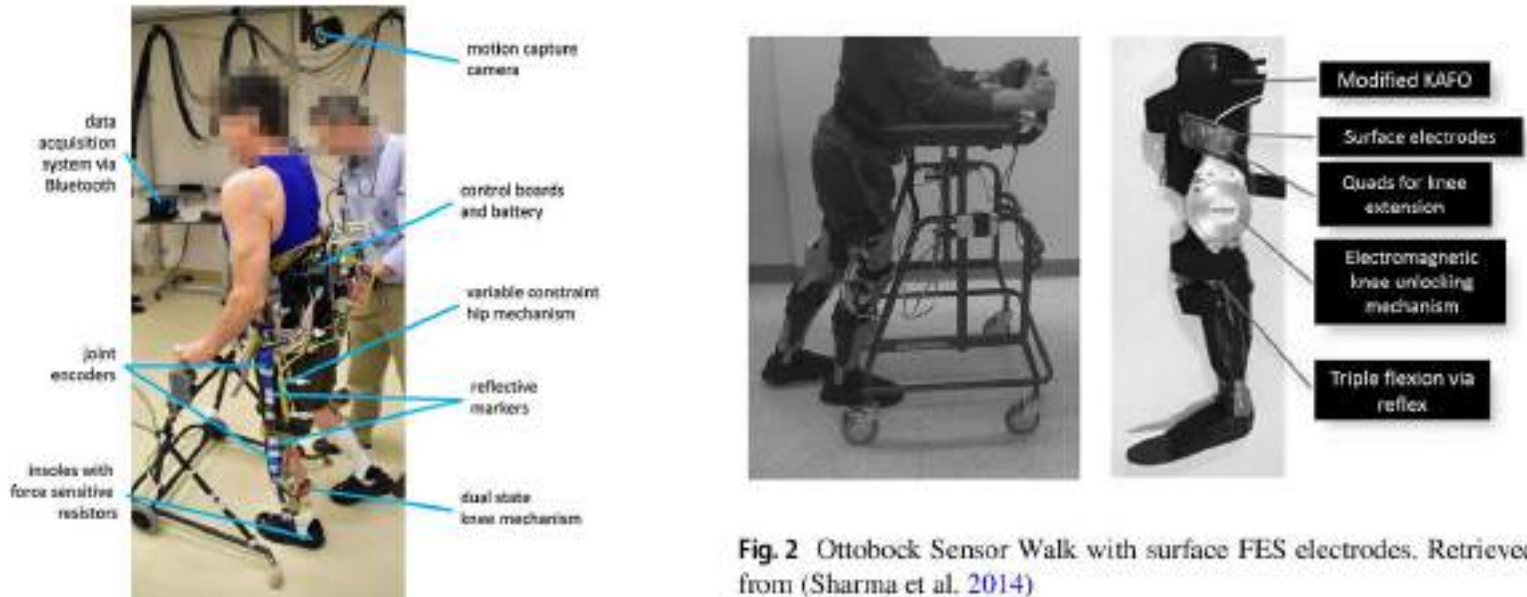


Fig. 2 Ottobock Sensor Walk with surface FES electrodes. Retrieved from (Sharma et al. 2014)

Sensorimotor Protezler

- Hem duysal girdiyi hem de motor yeteneği ortaya çıkararak protezlerdir.
- Duyusal girdiler; beyin, periferik sinirler, kaslar ve kinematik yapılardan alınır. Bu girdiler; EEG sinyalleri, beyin dalgaları, yüzey aktivasyon elektrotları, EMG sensörleri, pozisyon ve kinematik sensörleri ile alınır

Sensorimotor Protezler

Motor stimülasyon **Beyin** üzerine ;

- Elektriksel; DBS, intrakortikal stimülasyon ve epidural stimülasyon
- Transkranyal manyetik ve direk akım stimülasyonu
- Optik stimülasyon; nöronal yolak, moleküler yolak stimülasyonları ile hücre spesifik stimülasyon yolu ile yapılır

Sensorimotor Protezler

Motor stimülasyon **Spinal kord** üzerine ;

- Epidural ve subdural çok alanlı stimülasyonlar ile intrafasiküler stimülasyonlar şeklinde yapılır

Motor stimülasyon **Periferik yapılar** üzerine

- Direk sinir stimülasyonu ve kas stimülasyonu şeklinde yapılır

Nöroprotezler-Nasıl?

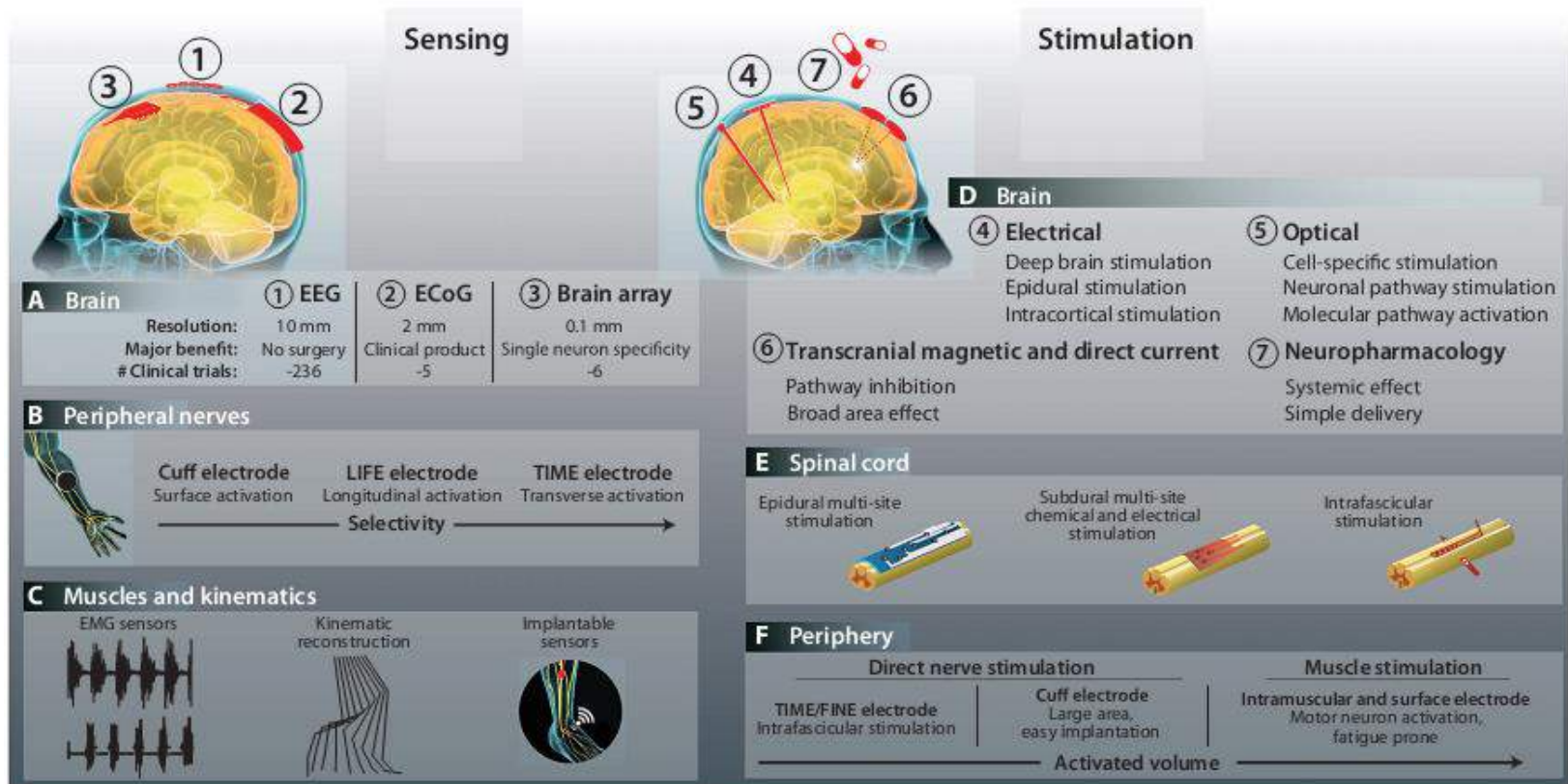


Fig. 1. Neuroprosthetic toolbox. Neurotechnologies are divided into two categories: sensing and stimulation interfaces. (A to C) Sensing devices are broken down into subcategories of various resolutions that are interfaced with the brain (A), peripheral nerves (B), muscles (C), and body kinematics (C). (D to F) Stimulation probes are divided into electrical, optical, and chemical classes that

can recruit neurons in the brain (D), spinal cord (E), and periphery with various activation volumes and specificities (F). LIFE (longitudinal intrafascicular nerve electrode) excites a small area of the nerve cross section; TIME (transversal intrafascicular multichannel electrode) excites small populations of nerve fibers of different fascicles over the nerve cross section.

Nöroprotezler-Nasıl?

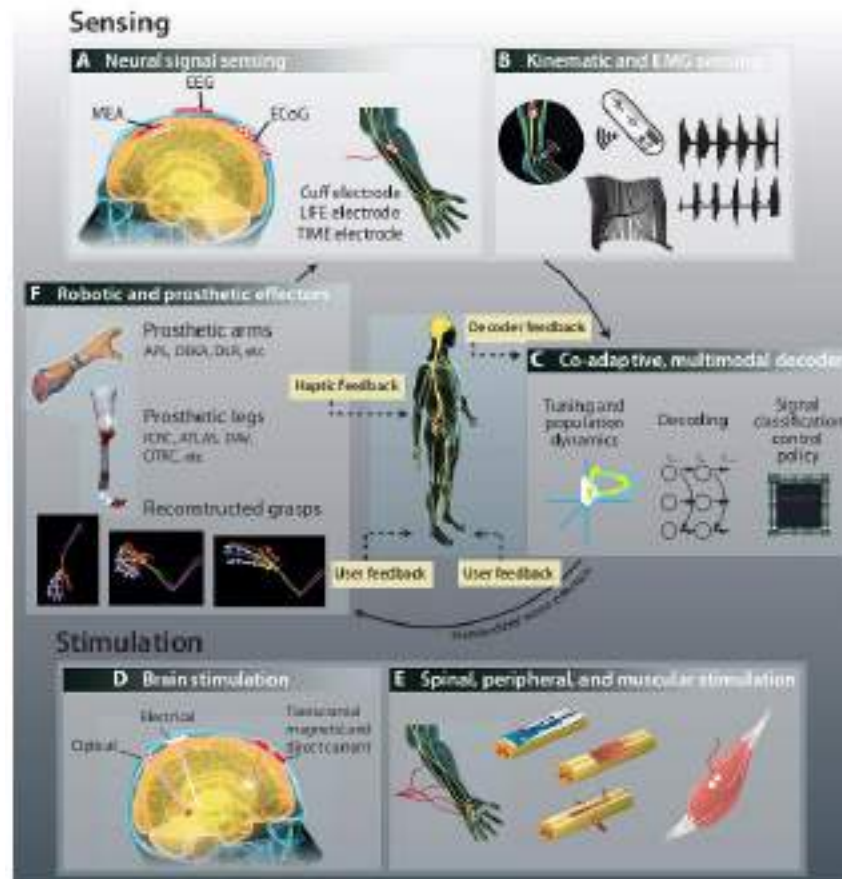


Fig. 2. Closed-loop neuroprosthetic design. (A to F) Motor intent extracted from the central and peripheral nervous system (A), informed by composite movement feedback (B), are processed through co-adaptive algorithms (C). This process builds control policies to deliver stimulation to the brain (D), spinal cord, peripheral nerves, and muscles (E), and/or to control robotics, smart prosthetics, or other assistive technologies (F). This system design includes natural and artificial feedback loops to the user and control policies. This marriage of BMIs and neuromodulation therapies through closed-loop control systems is occurring at a fast pace. Grasp reconstructions reproduced from (22) with permission. Prosthetic arm and leg obtained from Wikipedia Commons.

Nöral protez-örnekler

- Görsel implantlar
- İşitsel implantlar
- Spinal kord stimülatörleri
- Vagal Sinir Stimülatörleri
- TMS-TDAS
- Diyafragmatic pace

İşitsel implantlar

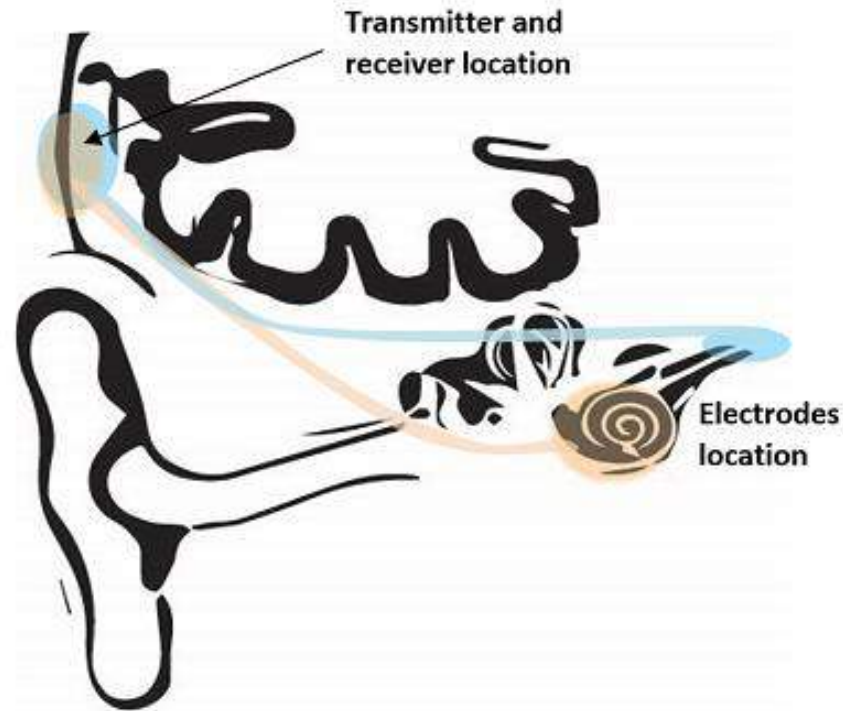


Figure 1 Location of cochlear implants (light orange) and brainstem implants (blue).

Görsel implantlar

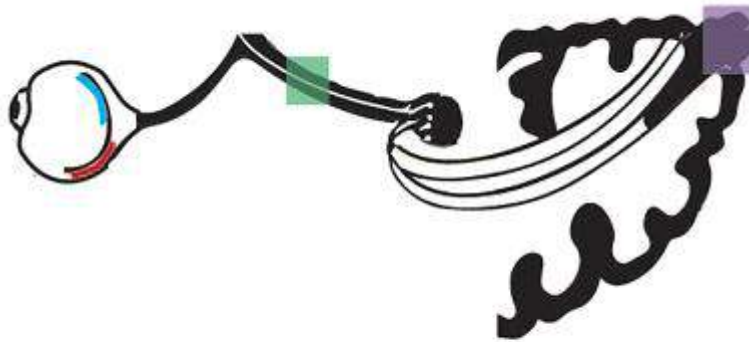


Figure 2 Implantation sites for epiretinal (blue), subretinal (red), optic nerve (green), and visual cortex (purple).

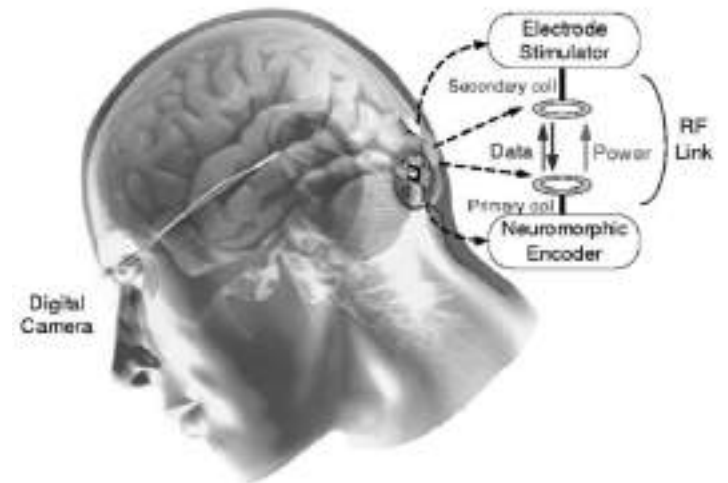


Fig. 1. Cortical visual prosthesis.

SKY-işeme

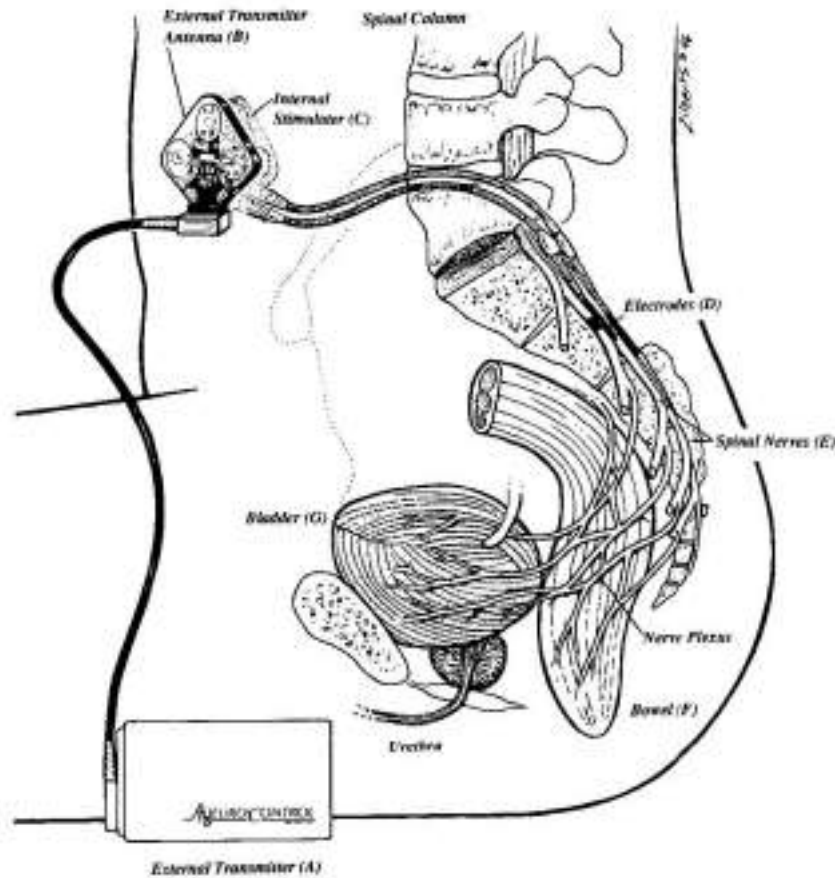
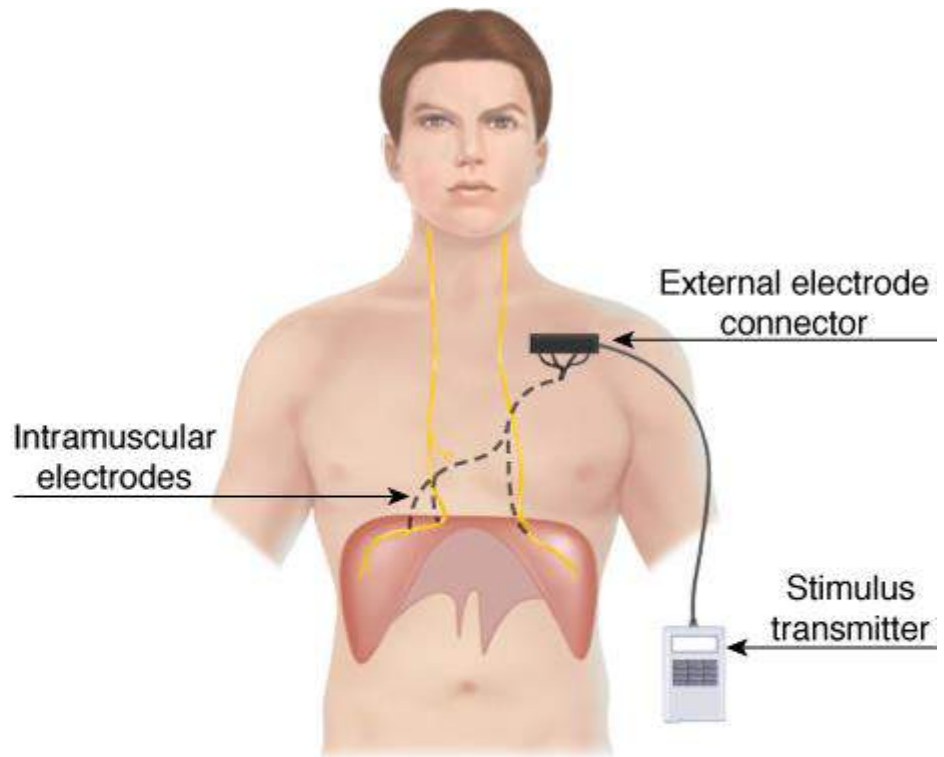
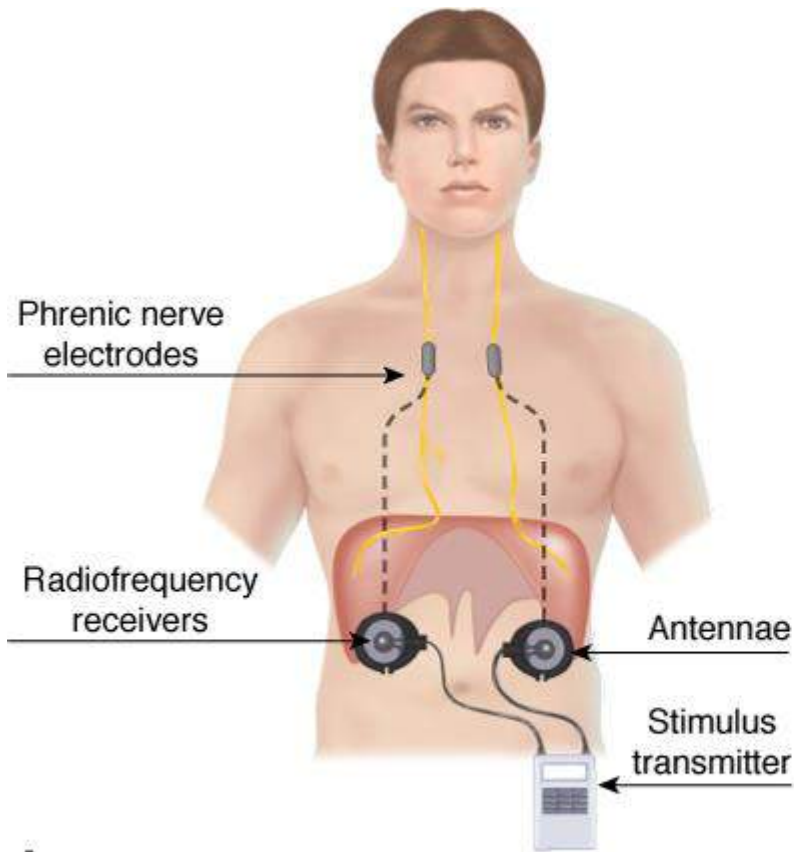


Fig 1. Components of the neurostimulation system. Reprinted with permission of NeuroControl Corp.

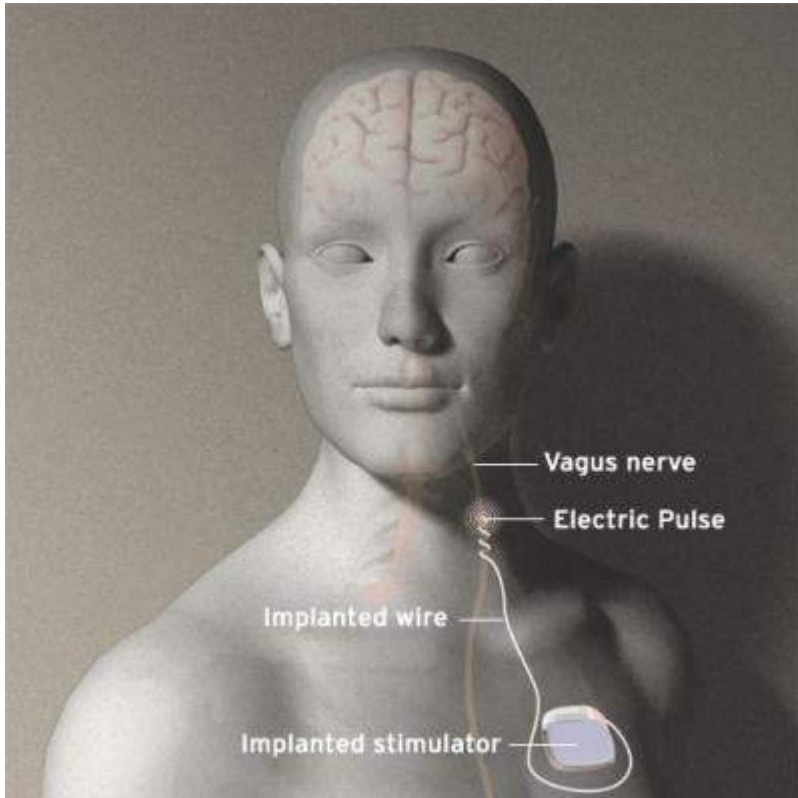
Diyafragmatik Pacing



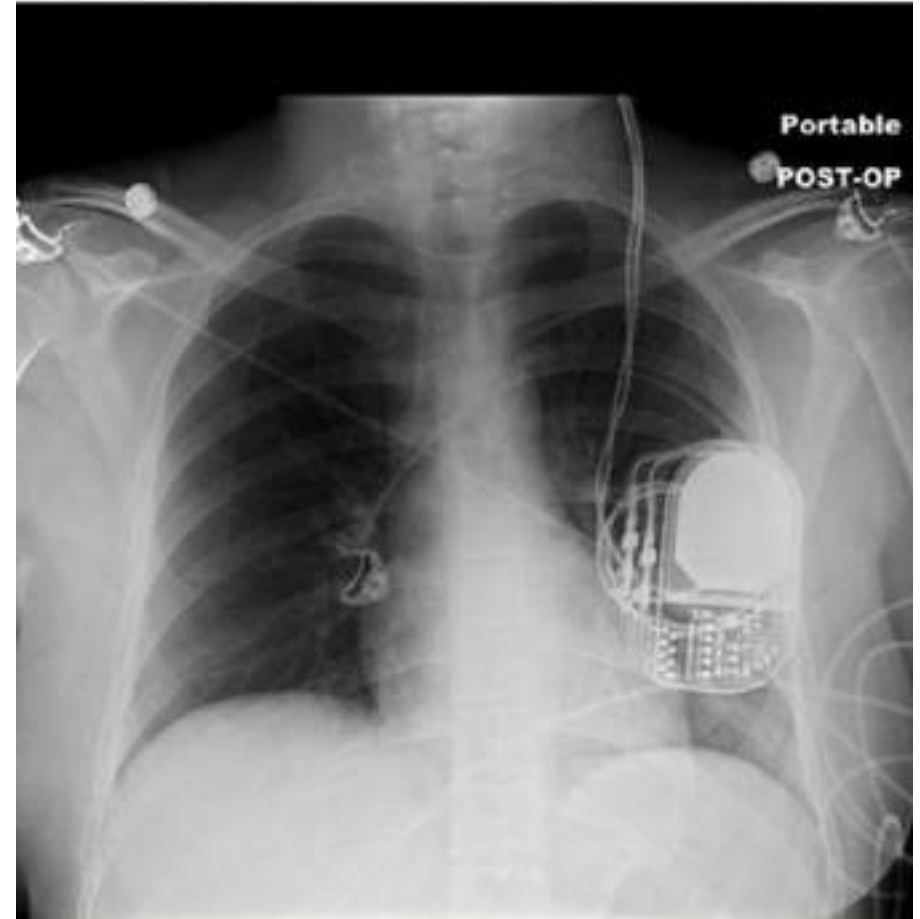
A

B

Vagal Sinir Stimülasyonu

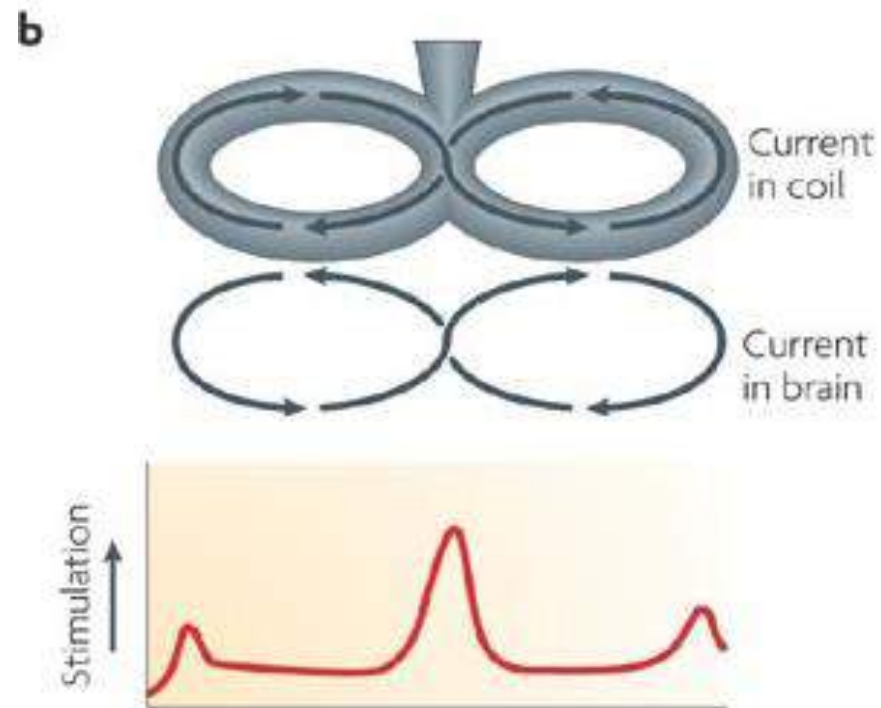
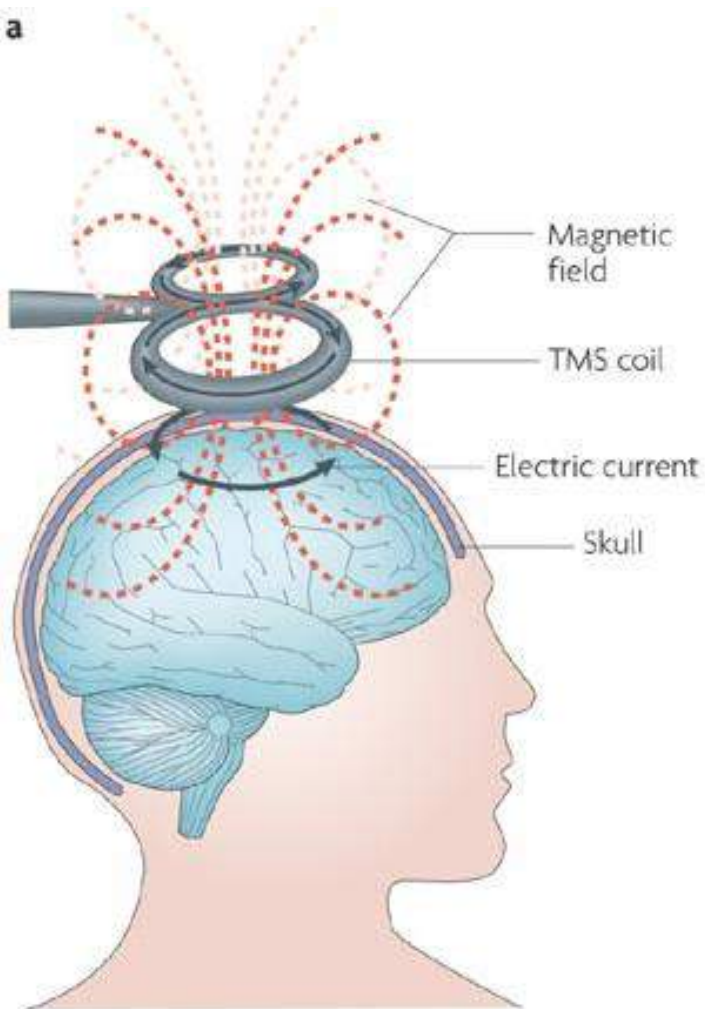


Derin Beyin Stimülasyonu (DBS)



DBS- FDA Parkinson, Esansiyel Tremor

Transkranyal Manyetik Stimülasyon (TMS)



SKY-Yürüme

FES

Functional electrical stimulation is a treatment that applies small electrical charges to the leg to improve mobility in people who have difficulties with walking arising from damage in their brain or spinal cord.



Read more at
mstrust.org.uk/fes



SKY-Yürüme

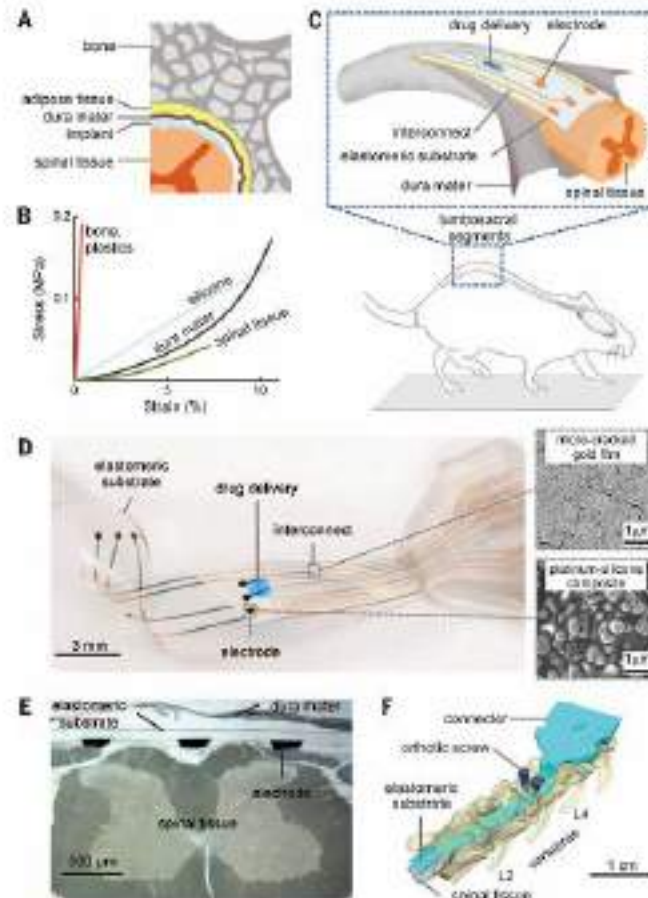


Fig. 1. Electronic dura mater, "e-dura," tailored for the spinal cord. (A) The vertebral column with the soft implant inserted in the spinal subdural space. (B) Mechanical properties of the e-dura and surrounding tissues. (C) Schematic of the e-dura implant in a rat's spine. (D) Optical image of an implant, and scanning electron micrographs of the gold film and the platinum-silicone composite. (E) Histological cross-section of an e-dura inserted for 6 weeks in the spinal subdural space. (F) Reconstructed 3D micro-computed tomography scans of the e-dura inserted in the spinal subdural space covering L2 to L4 spinal segments in rats. The scan was obtained *in vivo* at week 5 after implantation.

SKY-Yürüme

NATURE MEDICINE | VOL 24 | NOVEMBER 2018 | 1677-1682 |

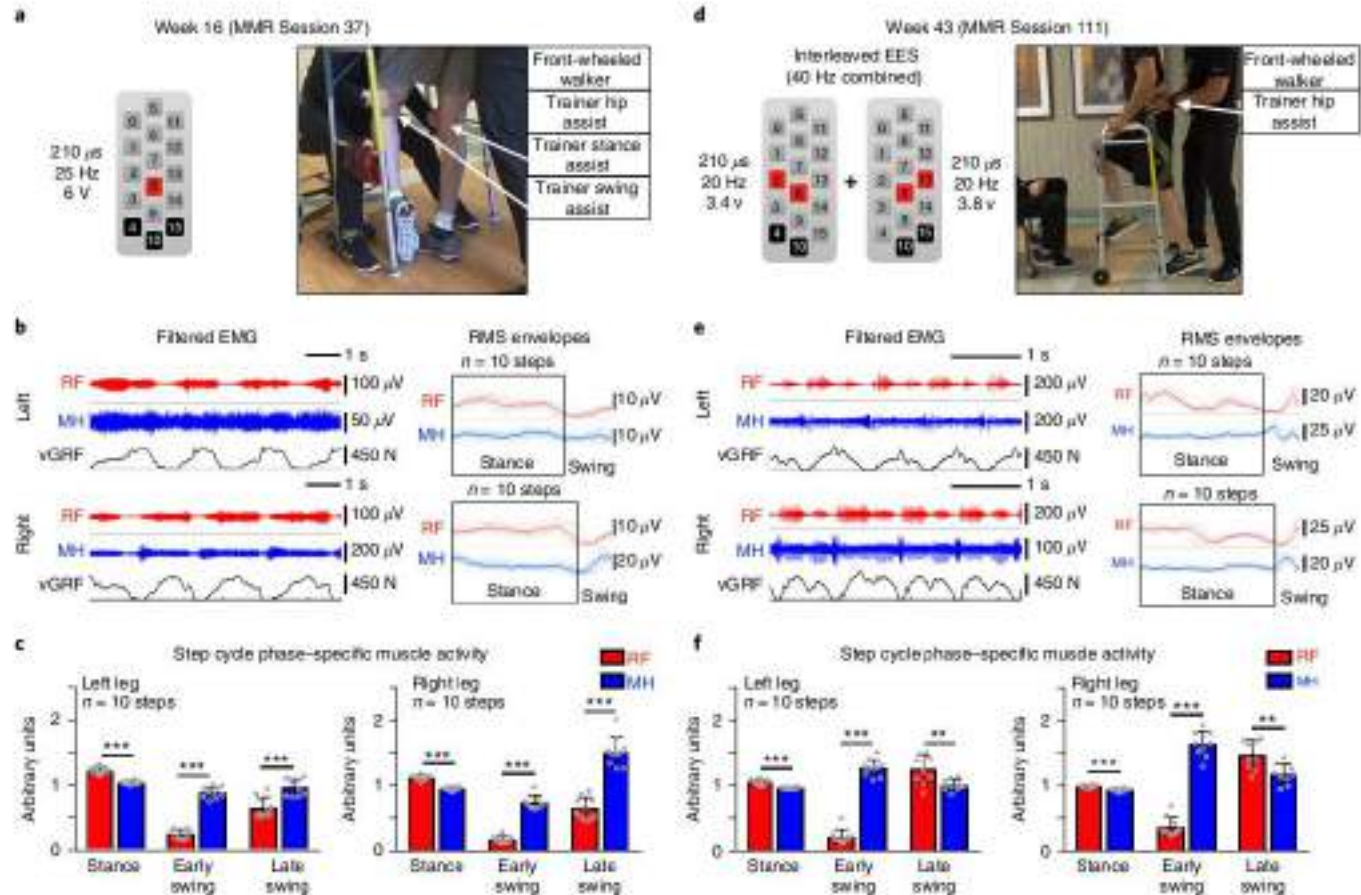
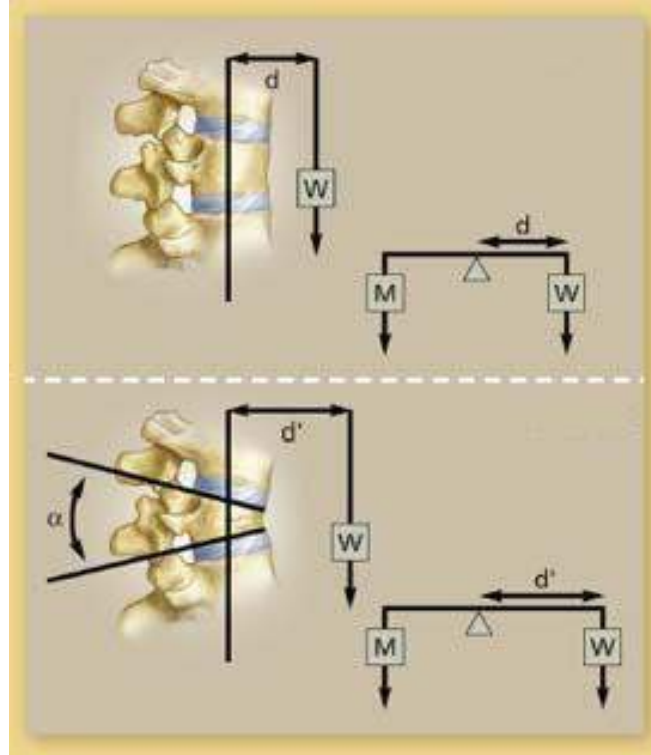


Fig. 2 | Progression of EES-enabled stepping performance over ground. a, d. EES settings and exemplary image from week 16 (**a**) and week 43 (**d**) depicting trainer assistance needed to achieve stepping. **b, e.** Filtered EMG and averaged RMS envelopes from the RF and MH synchronized to vGRF recordings under each foot at week 16 (**b**) and week 43 (**e**). **c, f.** Differences in RF and MH activity during stance, early (first 50%) swing phase, and late (last 50%) swing phase are shown as means (\pm s.d.) at week 16 (**c**) and week 43 (**f**). RMS envelopes and means were generated from 10 steps of each leg at week 16 and week 43. Left leg week 43 $^{**}P = 0.007$, right leg week 43 $^{**}P = 0.005$, $^{***}P < 0.001$, two-tailed Mann-Whitney test.

- <http://www.neurosurgery.pitt.edu/news/woman-guides-robot-arm>
- <https://www.theverge.com/2018/9/24/17896720/paralysis-spinal-cord-implant-walking-epidural-stimulation-device>

Omurga Biyomekaniği - Bel

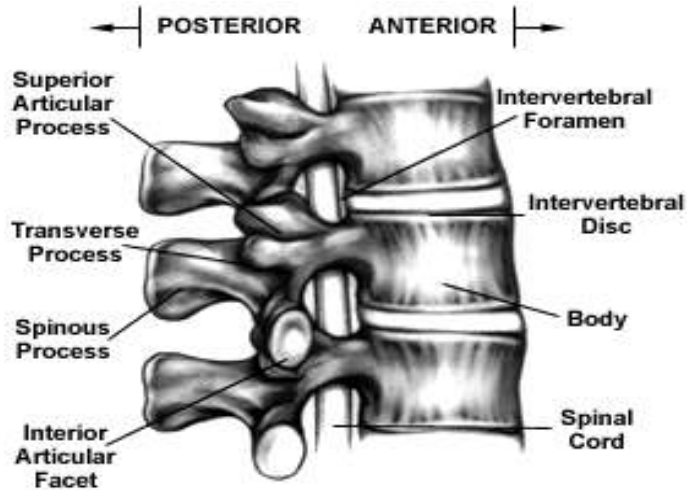


Dr. Koray Aydemir
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakültesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD

Hedefler

- ❖ Gövde kaslarını
- ❖ Mobil segmenti
- ❖ İntervertebral diskleri
- ❖ Omurgadaki eklemleri
- ❖ Spinal eğim tiplerini tanımak

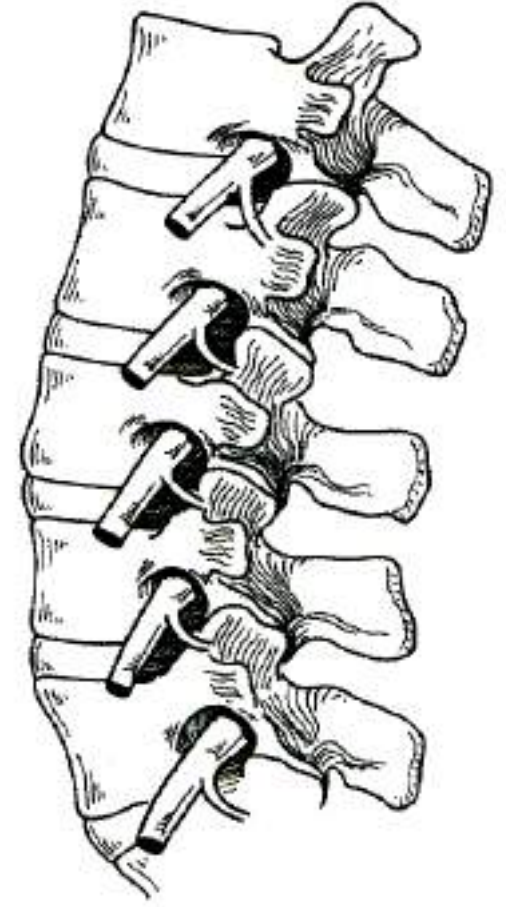
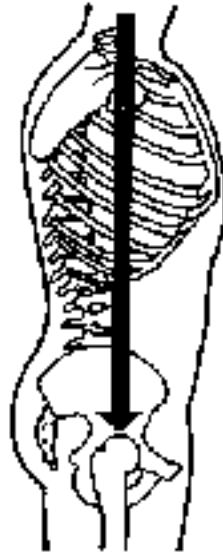
Bel Omurga (Vertebra) Anatomisi



- Gövde
- İki Pedikül
- İki Lamina
- Faset Eklemler
 - Superior
 - Inferior
- Spinöz Çıkıntılar
- Transvers Çıkıntılar
- Vertebral Foramen

Anatomi

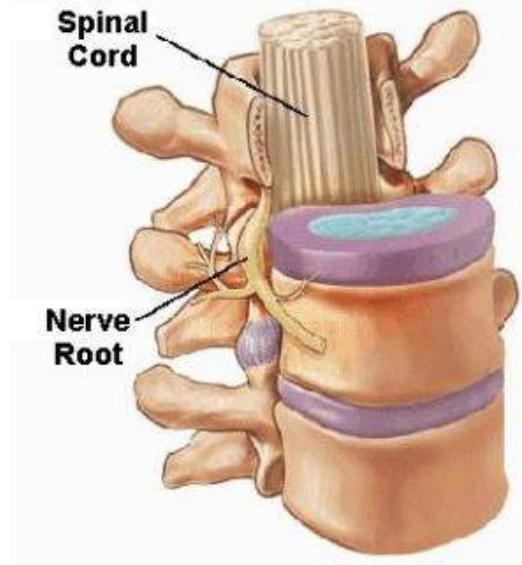
- Faset eklemler aksiyal yükün %20' sini,
- Diskler %80' ini taşır.
- Faset eklemler rotasyon ve hiperfleksiyonu sınırlayıcıdır.



Anatomi

İntervertebral disklerin;

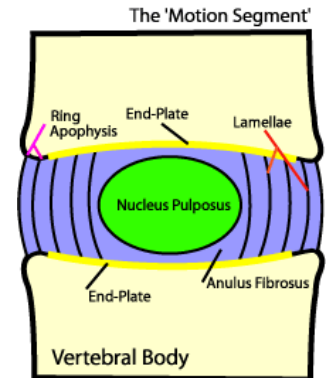
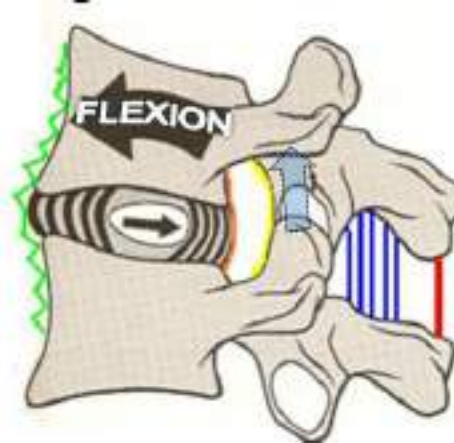
- Posteriorundan spinal kord,
- Posterolateralindeki intervertebral foramenlerden spinal sinir kökleri geçer.



Anatomi

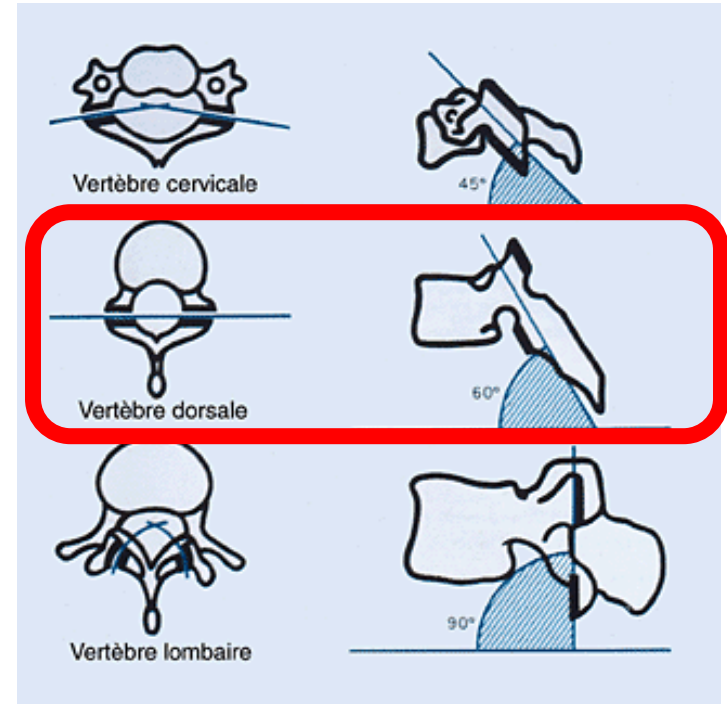
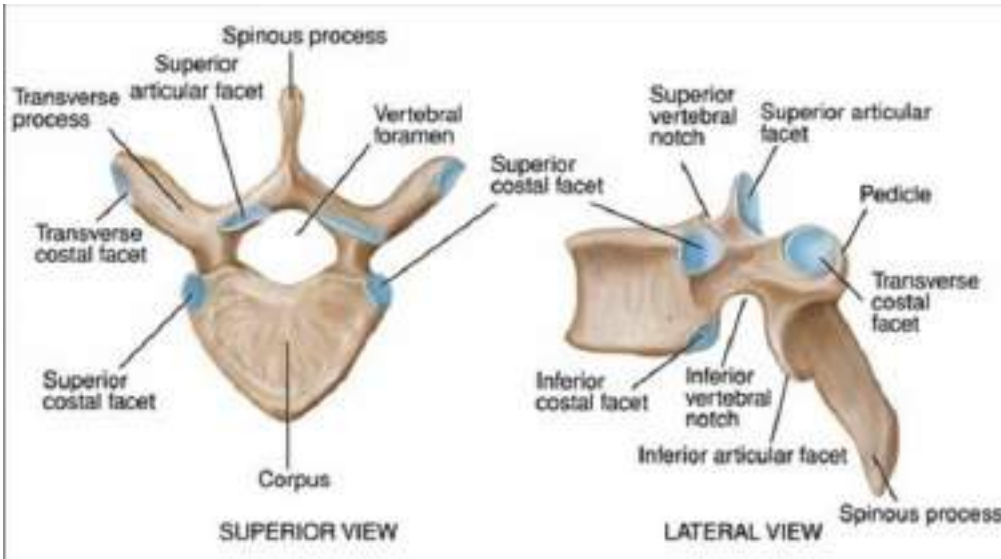
Fonksiyonel Spinal Ünite (hareket segmenti):

- Komşu iki vertebra
- İntervertebral disk
- Faset eklemler
- Ligamentlerden oluşur

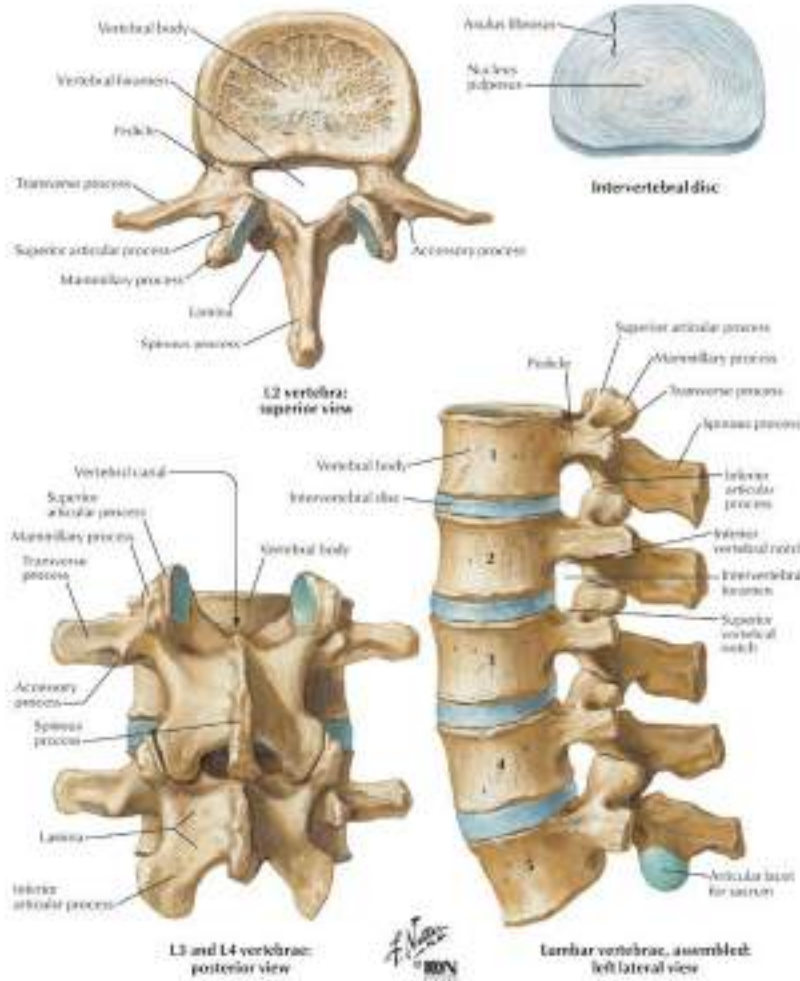


Torakal Faset Eklemler

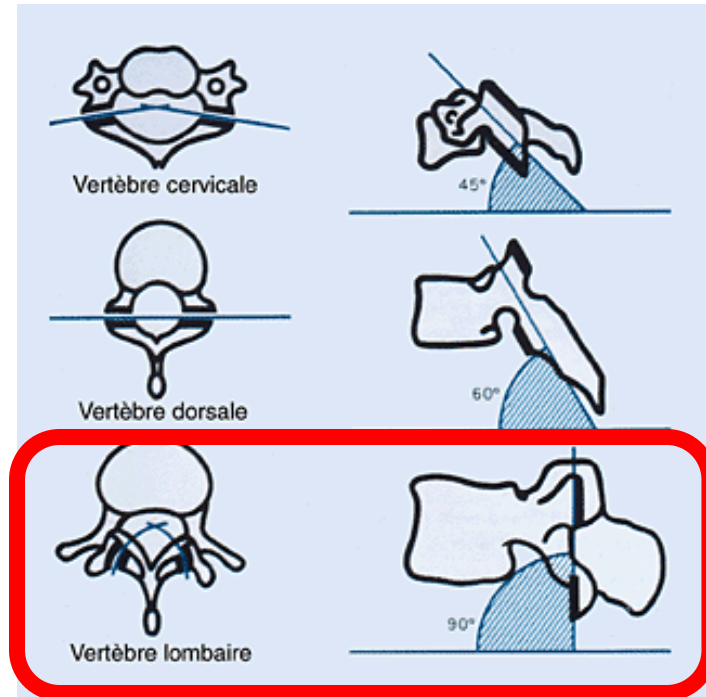
- Transvers düzleme 60,
- Frontal düzleme 20 derecede
- Eklem yüzeyi geniş
- Lateral fleksiyon ve rotasyon



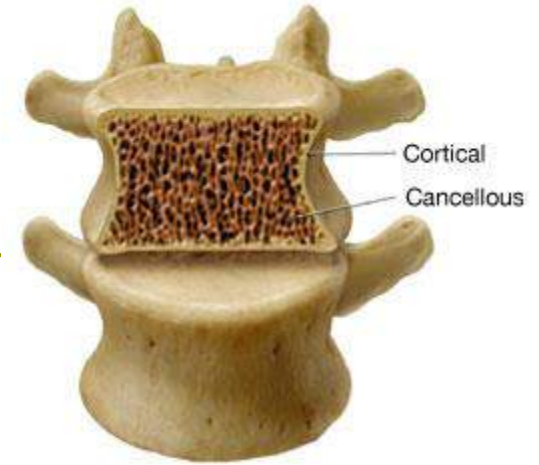
Lomber Faset Eklemler



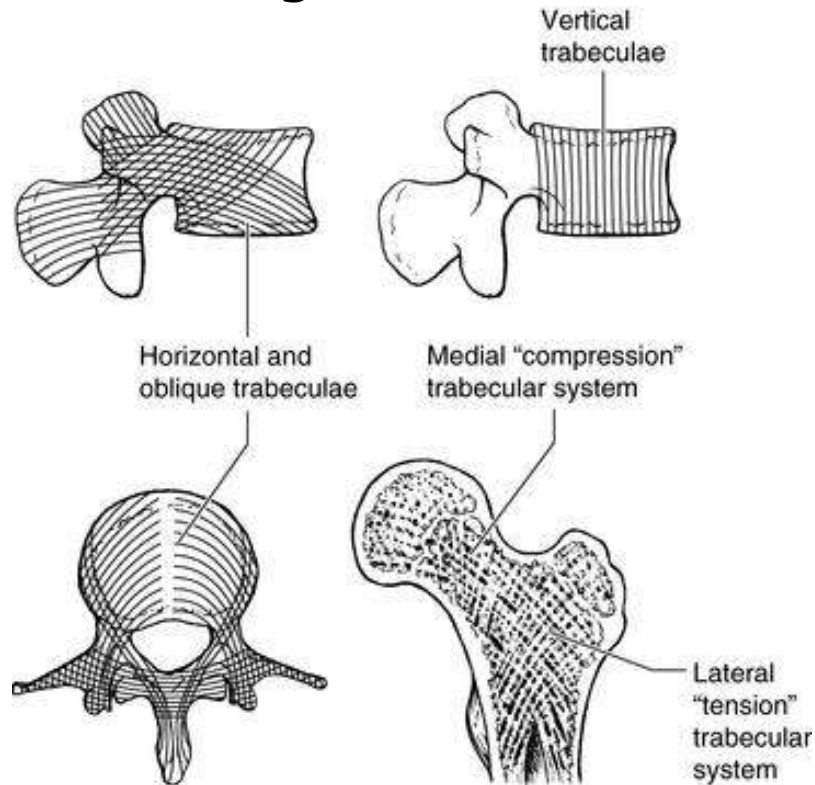
- Transvers düzleme 90,
- Frontal düzleme 45 derece
- Daha çok sagittal düzlemde

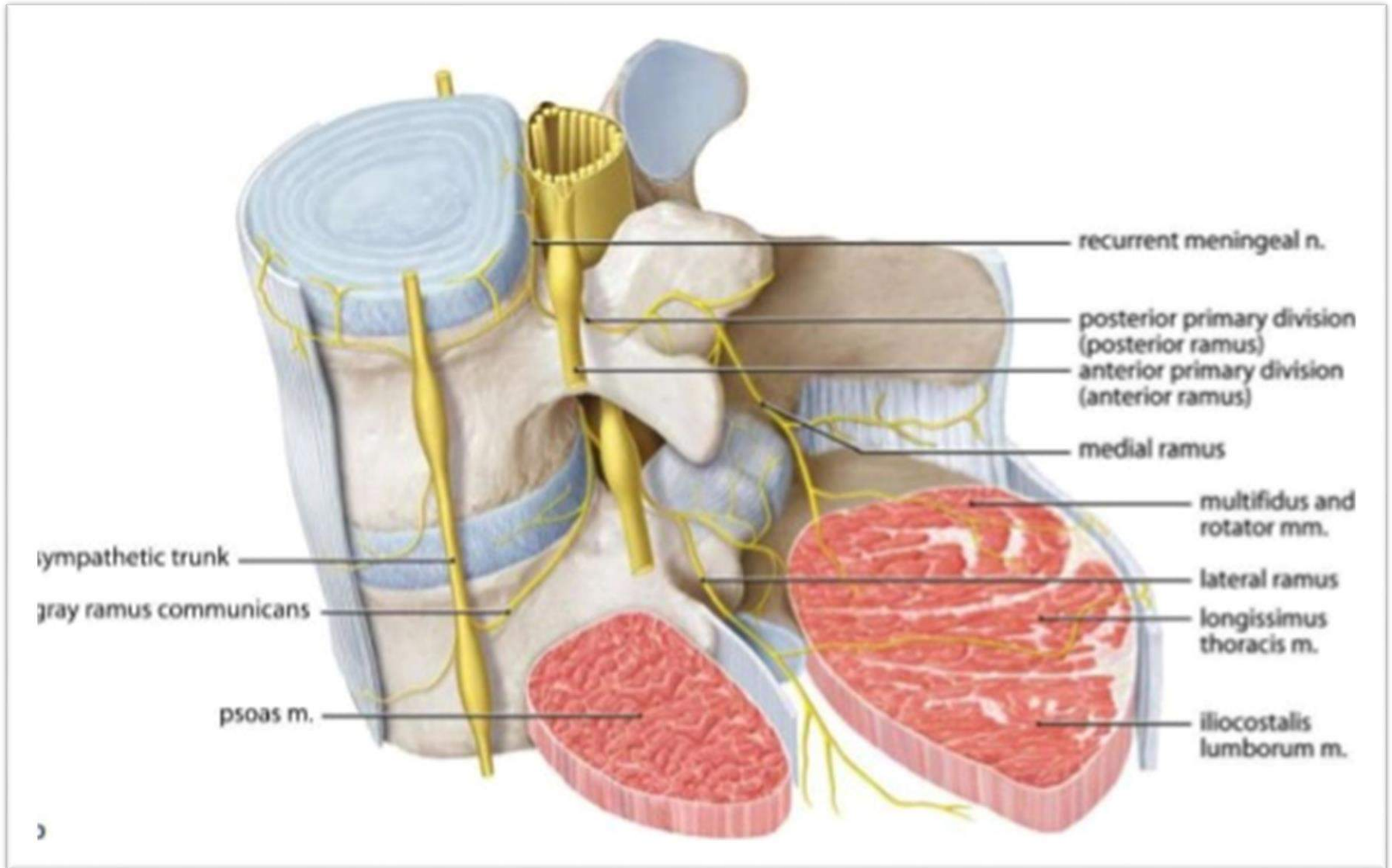


Trabekül



- Vertikal & eğimli yapı
- Yüke dayanıklılık sağlar





Sinir sistemi: Lomber vertebraların innervasyonu

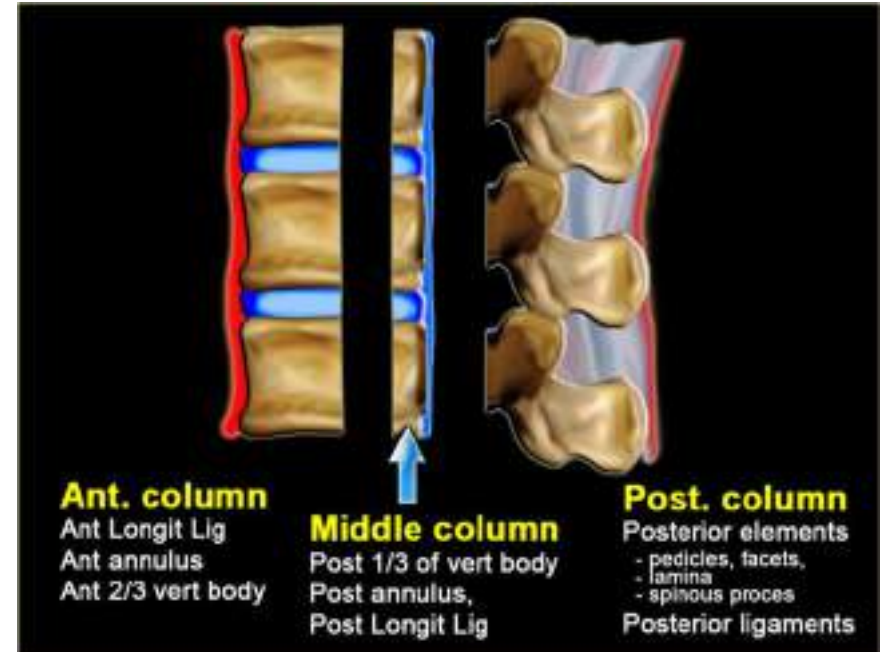
Hareket Kolonları

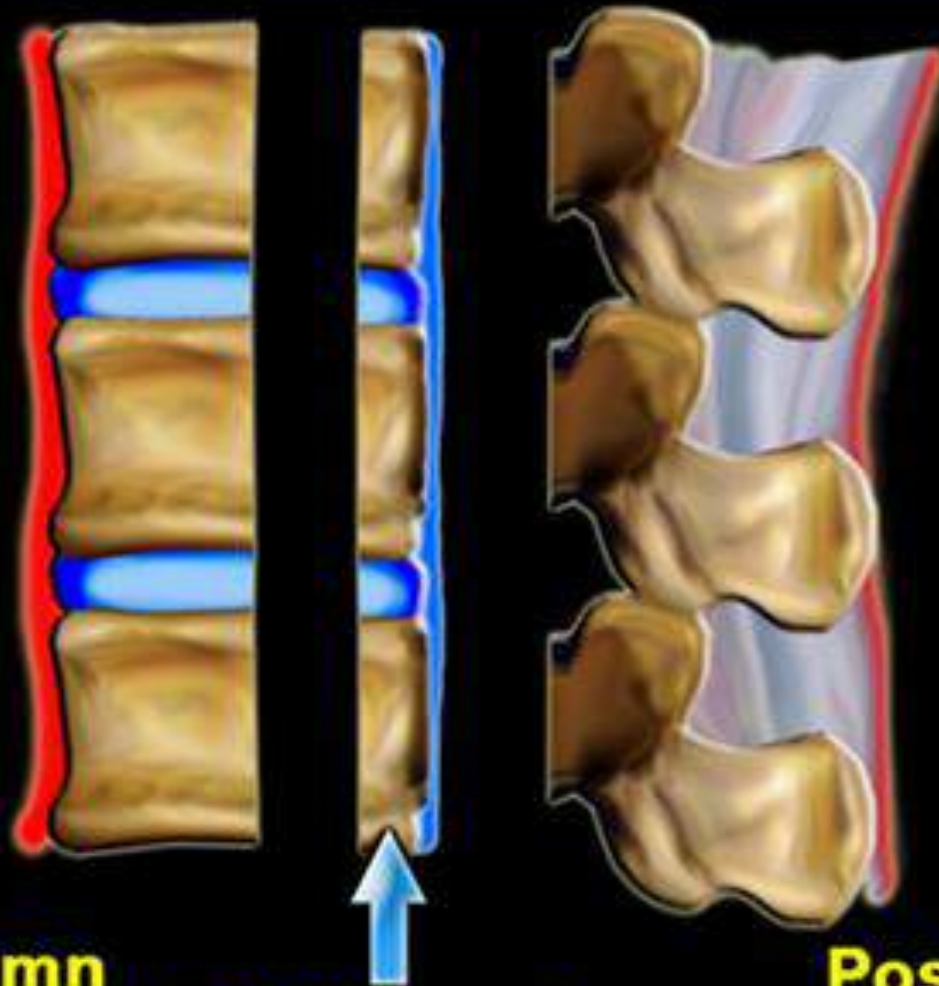
Anterior & Orta (Korpus):

- ✓ Yükü taşıyan bölüm
- ✓ Kavernöz kaviteyi çevreleyen kortikal kemik kabuk
- ✓ Trabeküler yapı

Posterior (Nöral ark):

- ✓ Nöral yapılar
- ✓ Stabilizasyon & hareketi sınırlayıcı





Ant. column

Ant Longit Lig
 Ant annulus
 Ant 2/3 vert body

Middle column

Post 1/3 of vert body
 Post annulus,
 Post Longit Lig

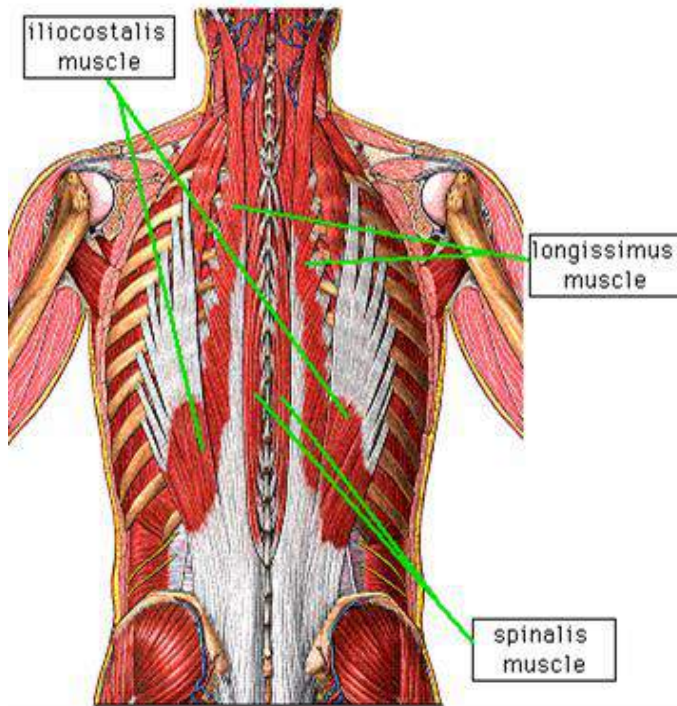
Post. column

Posterior elements
 - pedicles, facets,
 - lamina
 - spinous proces
 Posterior ligaments

Spinal Kaslar

□ Torakal ve lomber derin kaslar

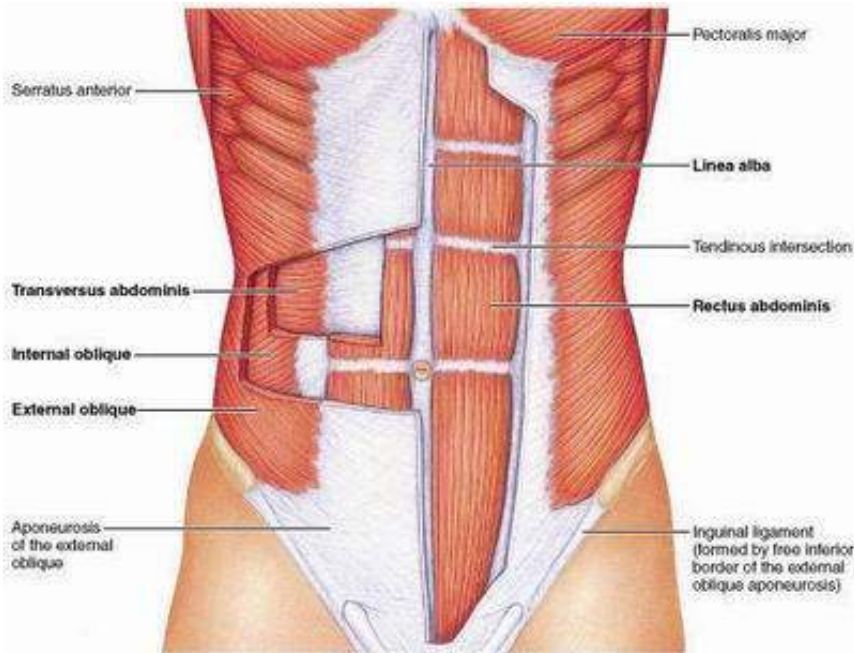
- İliokostalis
- Longissimus
- Spinalis



Spinal Kaslar

Anterior ve Lateral Gövde Kasları

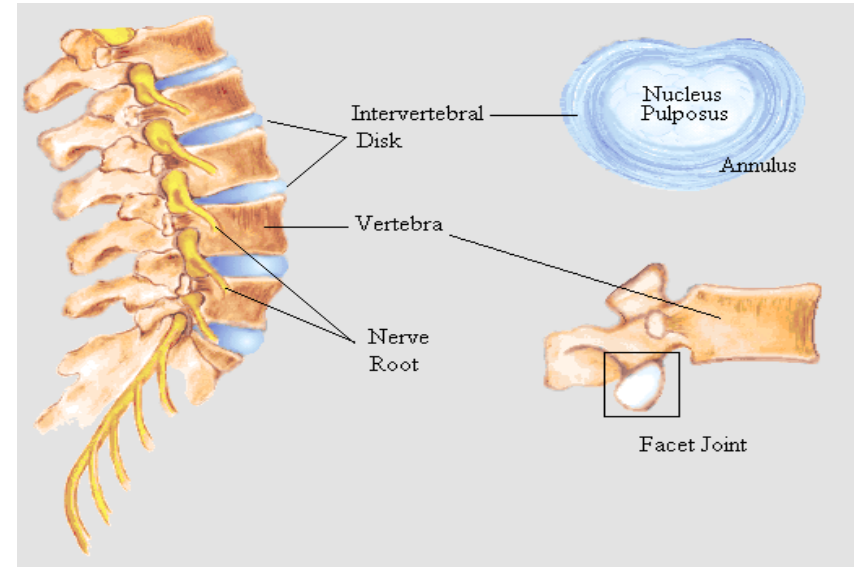
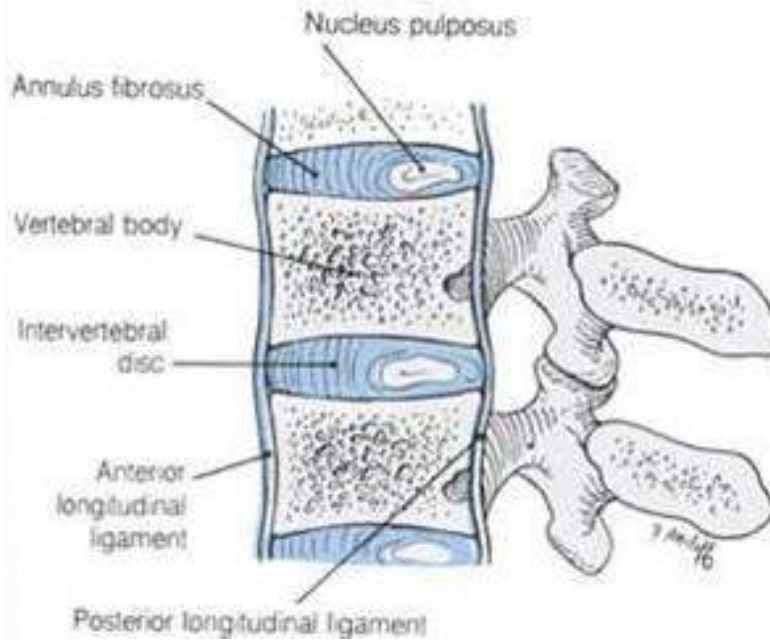
- ❑ Rektus Abdominis
- ❑ Eksternal Oblik
- ❑ İnternal Oblik
- ❑ Transvers Abdominis



Vertebra Eklemi

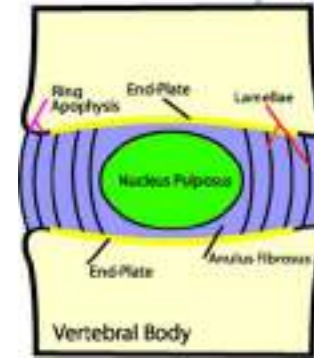
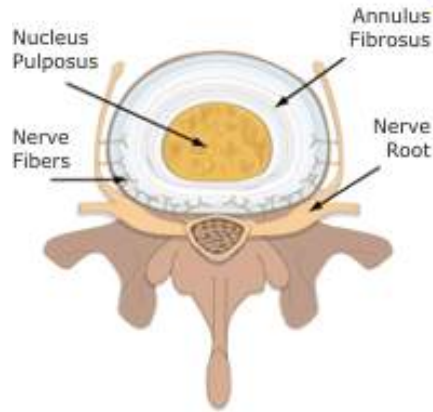
□ İntervertebral Diskler

- Annulus Fibrozus (çevresinde)
- Nükleus Pulpozus (merkezde)



Disk Anatomisi

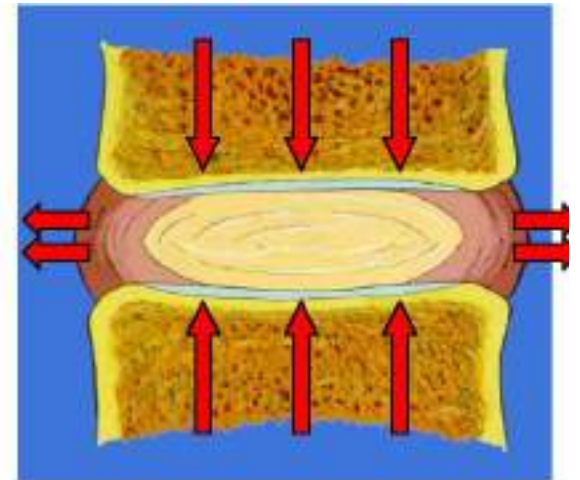
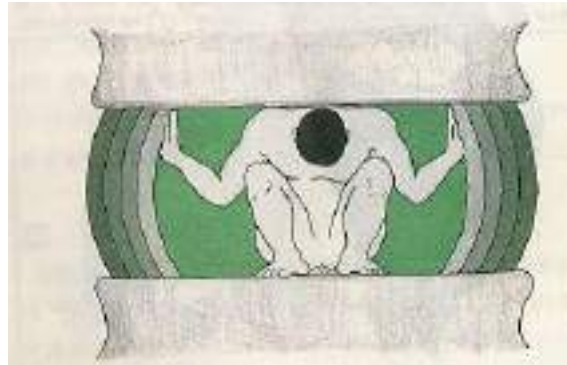
- Vertebra korpuslarını birbirine bağlayan oluşumlara **intervertebral disk** adı verilmektedir.



- Nükleus pulposus (NP) ve annulus fibrosusdan oluşur.
- Hareketi & fleksibilitiyi sağlar.
- Yükü vertebraya homojen olarak dağıtır.
- Hidroelastik yapıda, şok absorban olarak görev yapar.

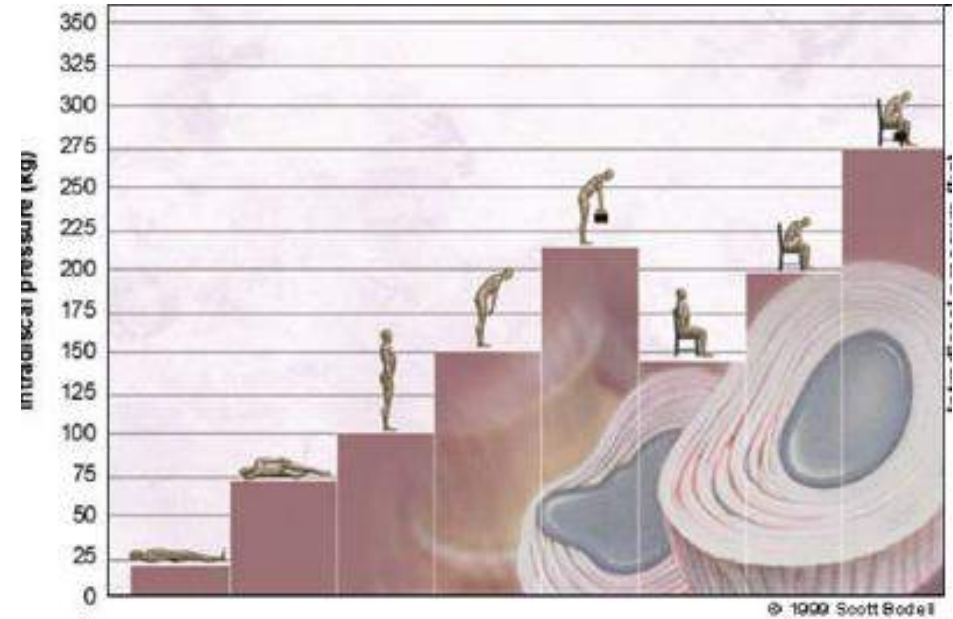
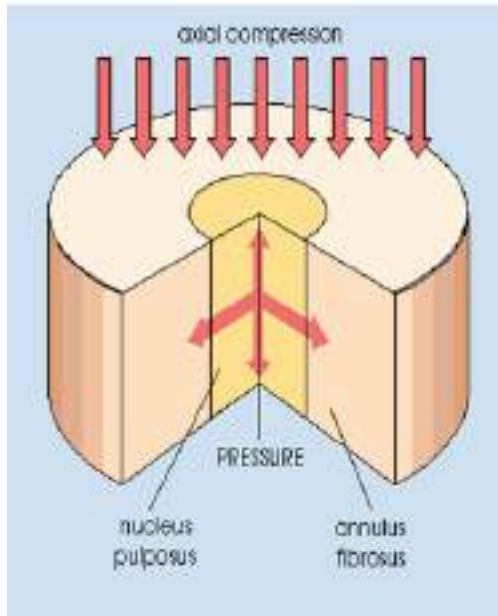
Diskin biyomekaniği

- Dış annulus gerilme kuvvetine, rotasyonel makaslayıcı güçlere direnç gösterir.
- NP deformasyona direnç gösteren hidrostatik bir bariyerdir.
- NP ve iç annulus, %75-80 su ihtiva eder.
- 6 saat süreyle ayakta durmak disk yüksekliğini %16-21 oranında azaltır.



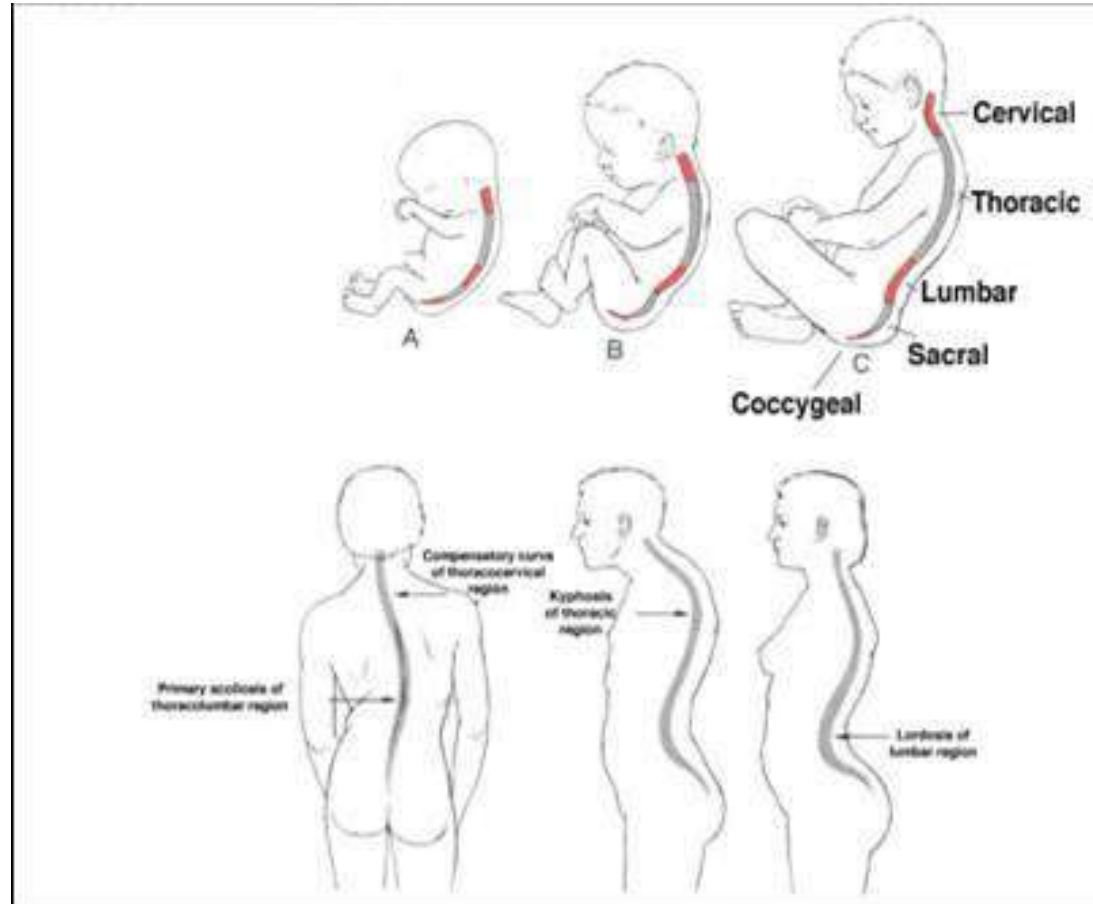
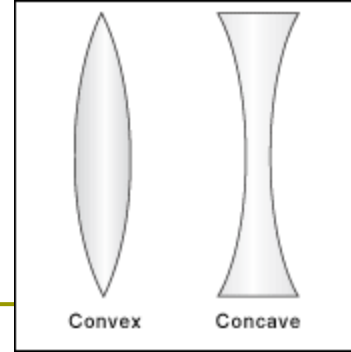
Diskin biyomekaniği

- 5 derecelik lomber fleksiyon intradiskal basıncı 6 kat artırır.
- L4-5 seviyesinde intradiskal basınç oturmaya göre ayakta %3, yatar pozisyonda %50 azalır.



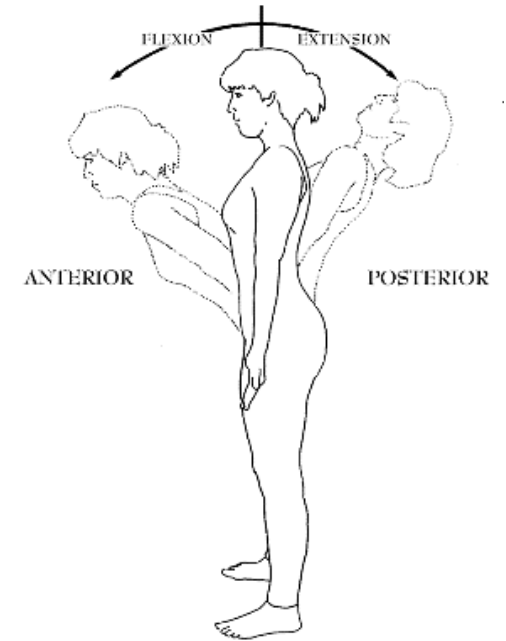
Spinal Eğimler

- Primer Eğimler
 - Torakal ve sakral
 - Anterior konveks
- Sekonder Eğimler
 - Lomber ve servikal
 - Anterior konkav
- Anormal Eğimler
 - Skolyoz
 - Kifoza
 - Hiperlordoz



Spinal Hareketler

- Fleksiyon
- Ekstansiyon
- Lateral Fleksiyon (sağ/sol)
- Spinal Rotasyon (sağ/sol)



The Spine



Fig. 5
Forward bending
(flexion)



Fig. 6
Backward Bending
(extension)



Fig. 7
Lateral bending
right and left

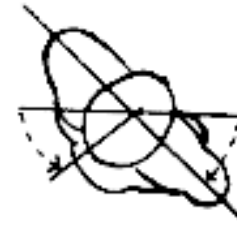
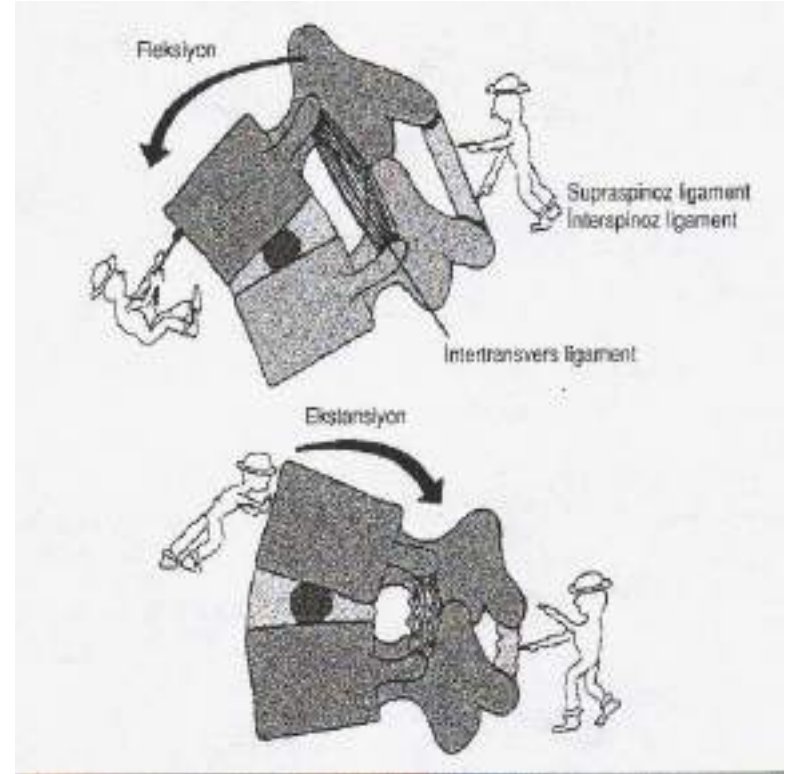


Fig. 8
Rotation,
right and left

Anatomi

- **Fleksiyon** supraspinöz, interspinöz ve intertransvers ligamentlerce sınırlandırılır, yük disk üzerine biner.
- **Ekstansiyon** ise vertebranın posterior osseöz yapılarınca sınırlandırılır. Yük vertebra arka elemanları üzerine biner.



Omurga Üzerine Etki Eden Kuvvetler

- Vücut ağırlığı
- Spinal ligamentlerdeki gerilim
- Spinal kaslardaki gerilim
- Karın içi basınç
- Omurga üzerine etki eden majör kuvvet:
 - Aksiyal

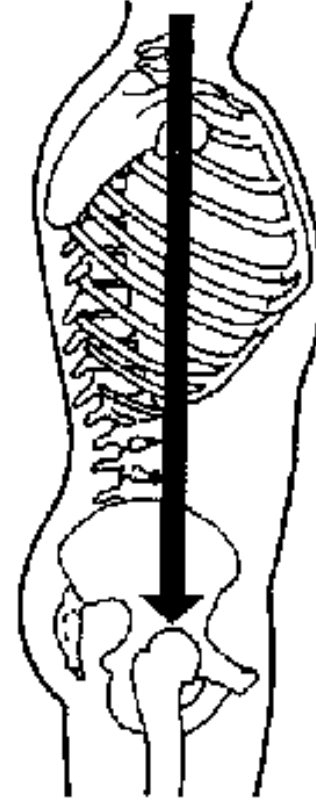
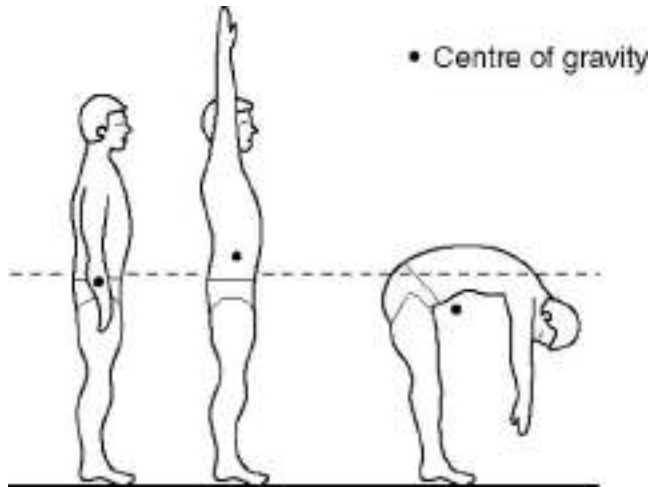
Dik Pozisyon

□ Spinal Kompresyon

- Vücut ağırlığı + kollarla kaldırılan ağırlıktan kaynaklanır

□ Dik dururken

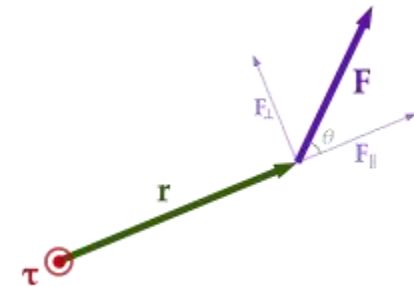
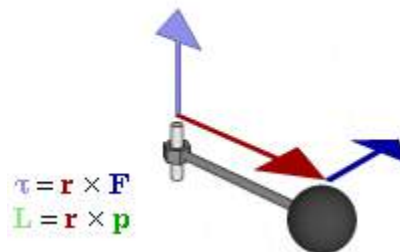
- Vücudun yerçekimi merkezi spinal kolonun önündedir



$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

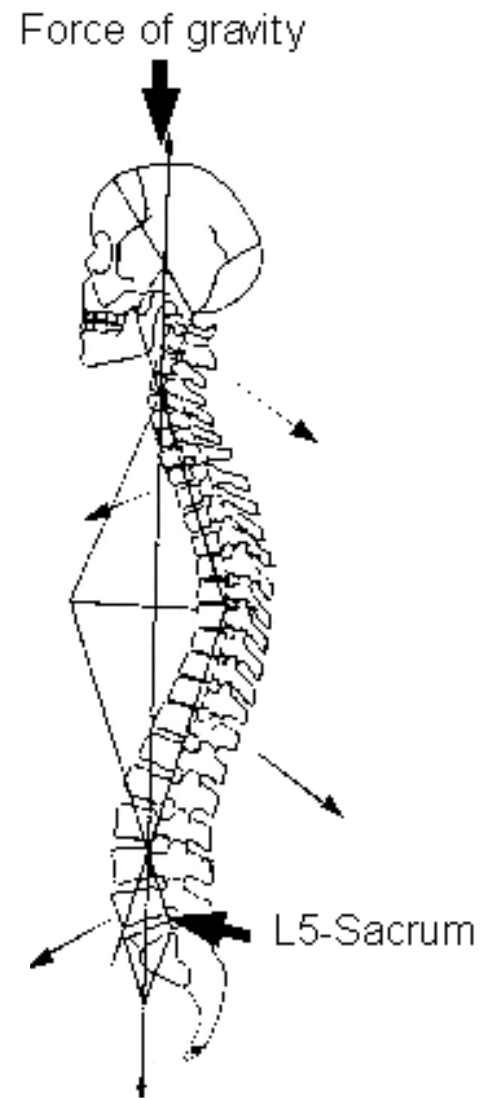
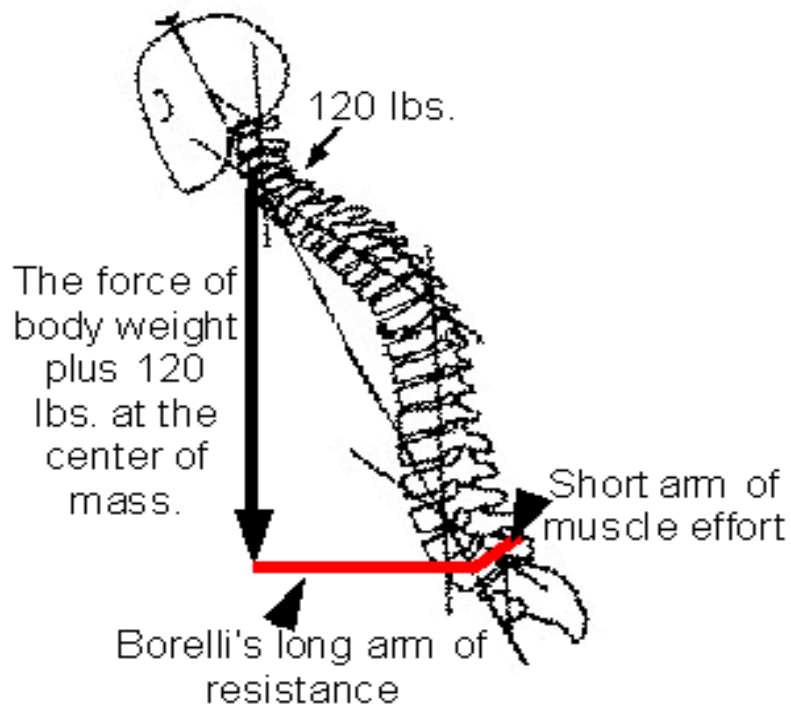
Tork

- Kuvvet momenti ya da dönme momenti bir cismin, bir eksen etrafında dönmesine sebep olan etkidir.
- Bu etki, dönme eksenine olan uzaklıkla ve dönmeyi sağlayan kuvvetle doğru orantılıdır.
- Dik pozisyonu sağlamak için
 - Spinal ekstansör kasların kuvveti ile torka karşı konulur

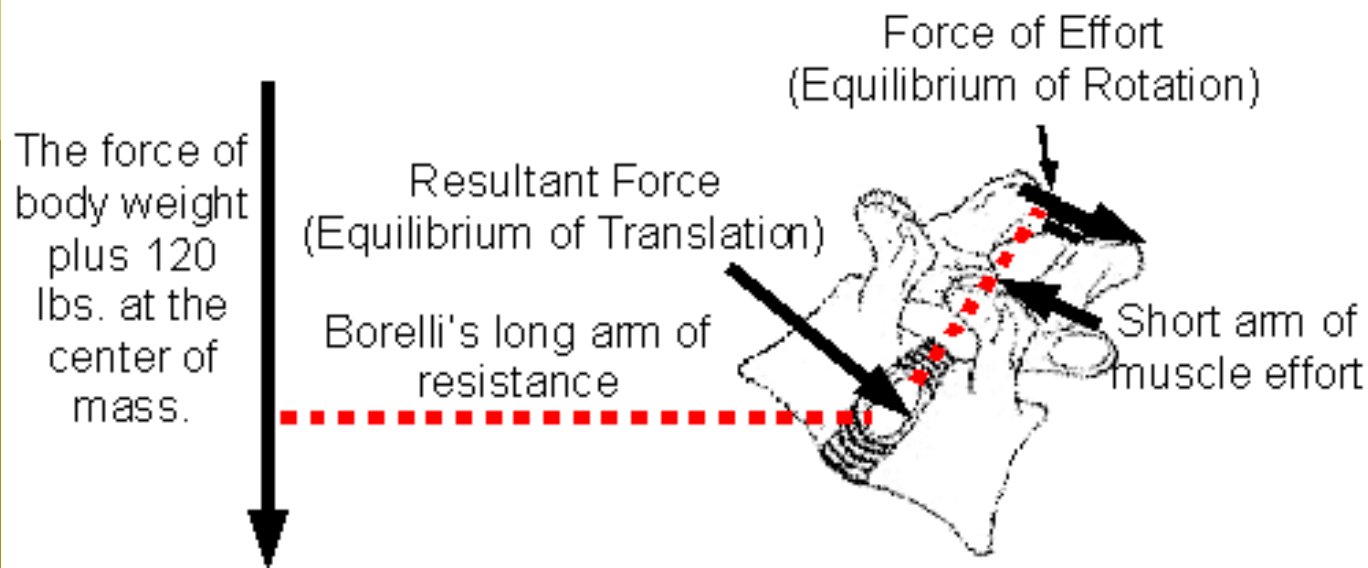




Picture from *De Motu Animalium* (1680), by Giovanni Borelli.



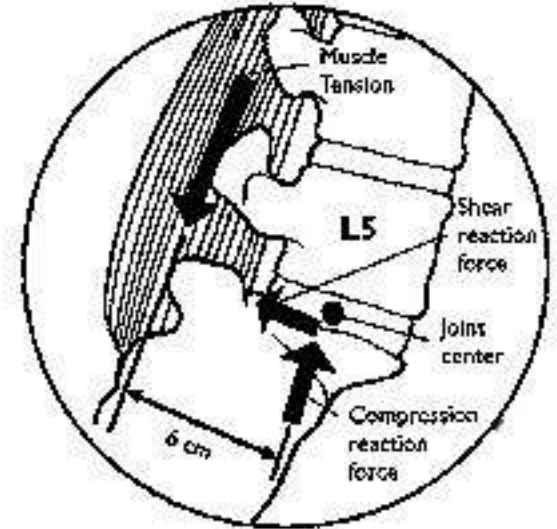
Arrows indicate direction of shear forces.



Yük kaldırmada spinal kasların rolü

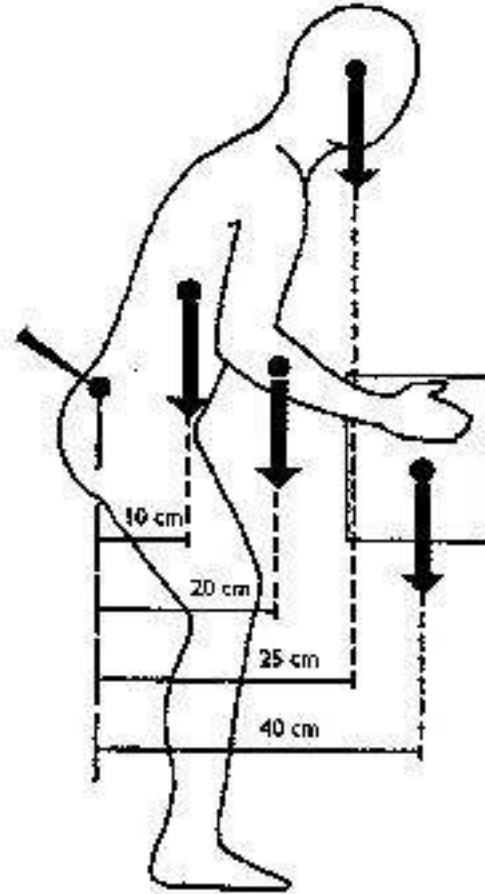
- Vertebral eklemler nedeniyle spinal kasların kısa moment kolları vardır
- Vücut ağırlığı ve kaldırılan cisimlerin neden olduğu torku dengelemek için büyük kuvvet oluşturmaları gerekir

Erektor Spina Kasları

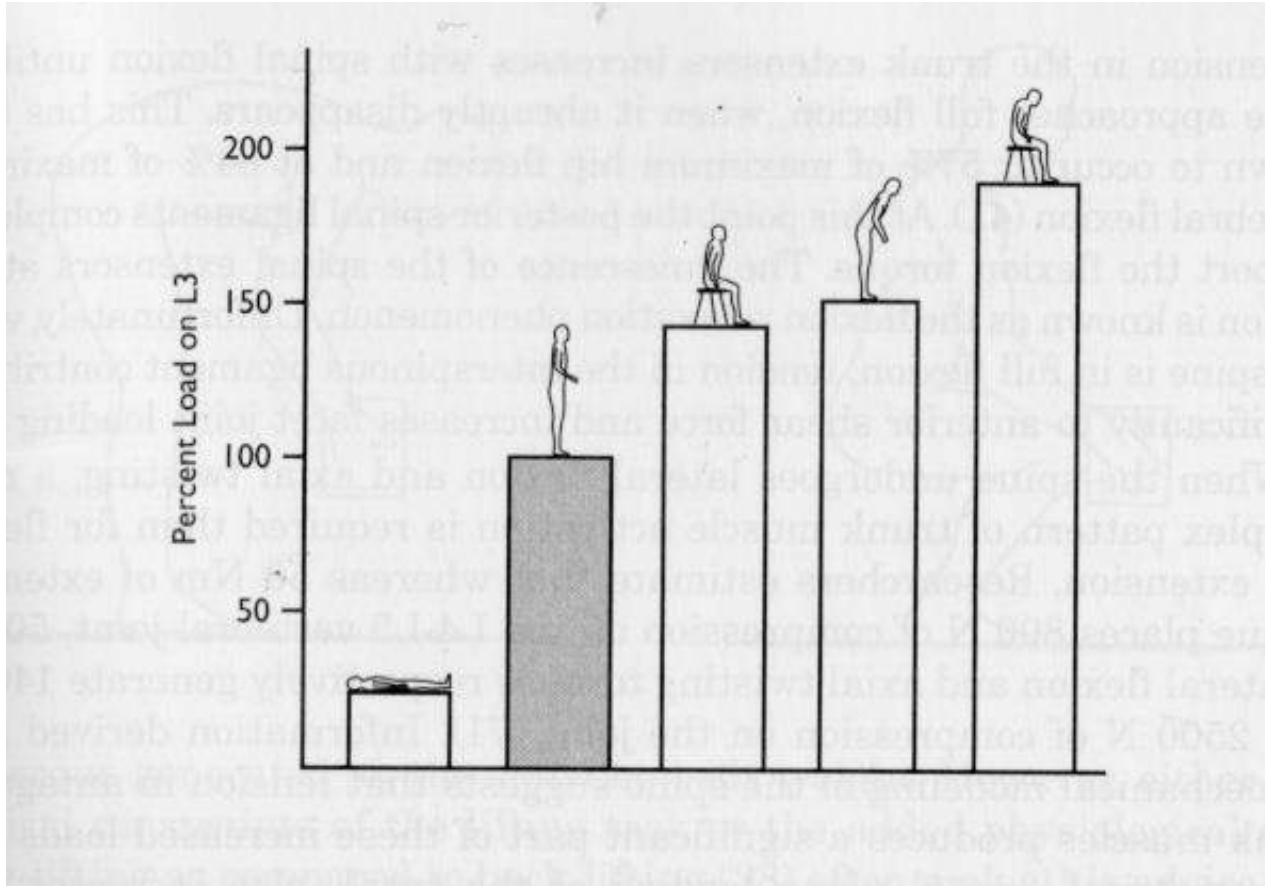


Neden yük kaldırırken bacaklar kullanılmalı?

- 6 cm.lik moment koluna sahip bel kasları, vücut ağırlığı ve harici ağırlıkların neden olduğu torku karşılamak zorunda

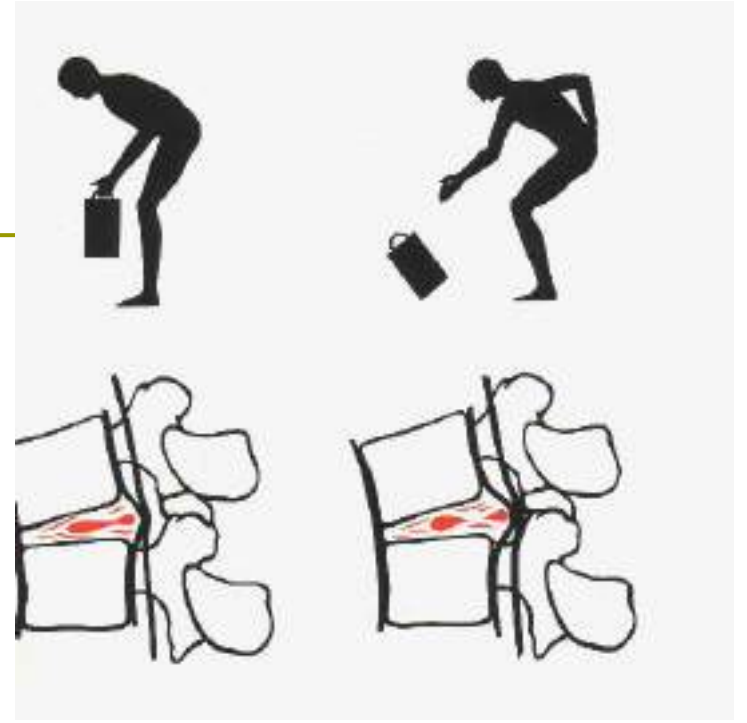
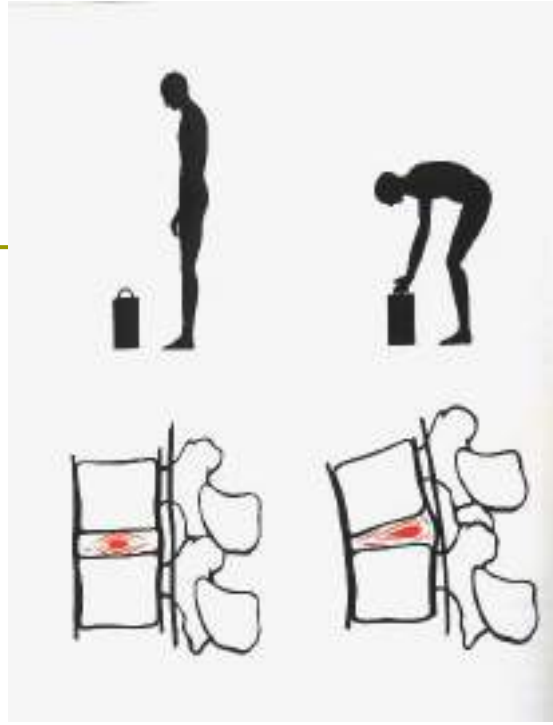


Araştırmaların Gösterdiği



Bele yük binme sıralaması:

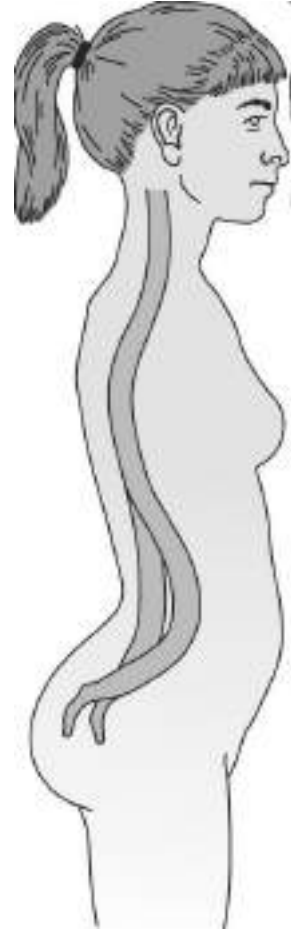
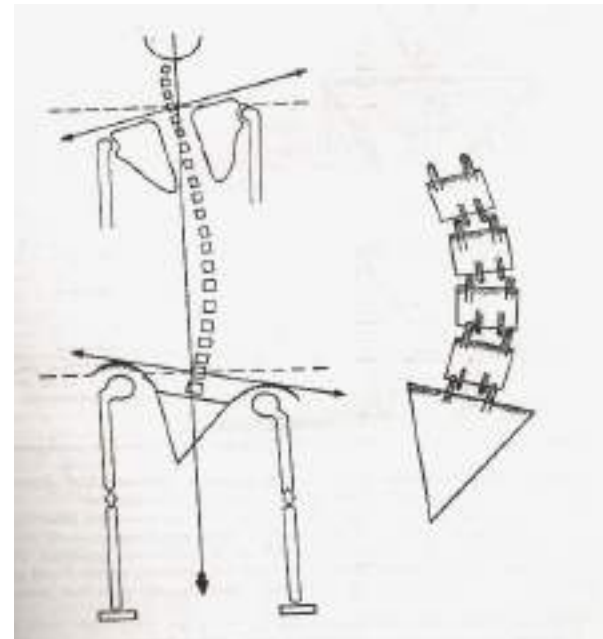
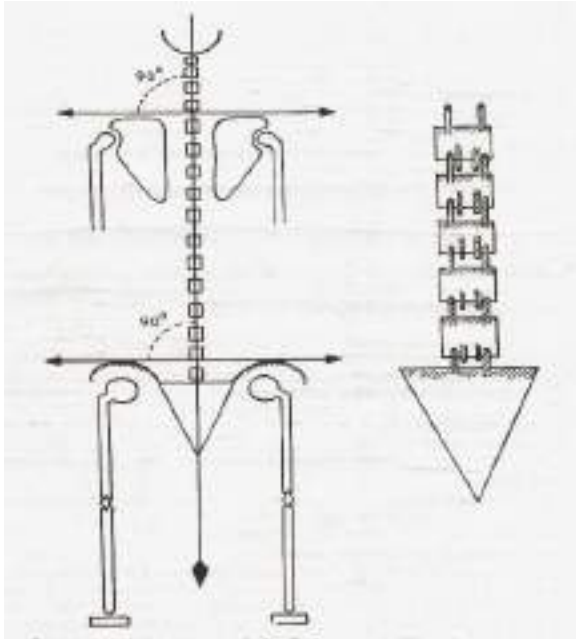
Otururken öne eğilmek > Ayakta öne eğilmek > Oturmak > Ayakta durmak > Yatmak



Lomber disk hernisinin en çok görülen nedeni ağır bir yükün kaldırılması ve fleksiyonda ani zorlanmadır.

Fiziyatrik Değerlendirme

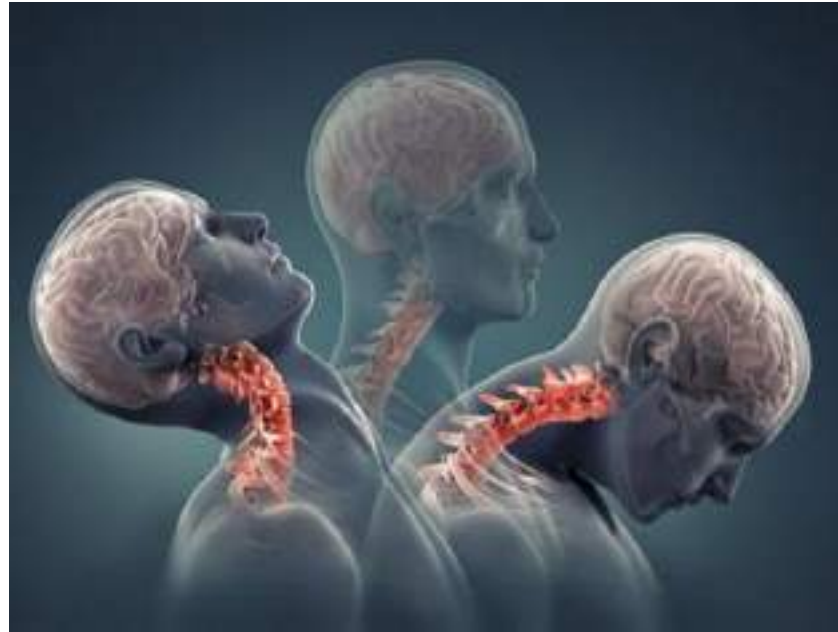
- Lomber lordoz d¼zleşmesi veya hiperlordoz olabilir,
- Lateral lomber shift (ağrılı tarafın aksine eğik duruş) mevcuttur.





Başarılar dilerim..

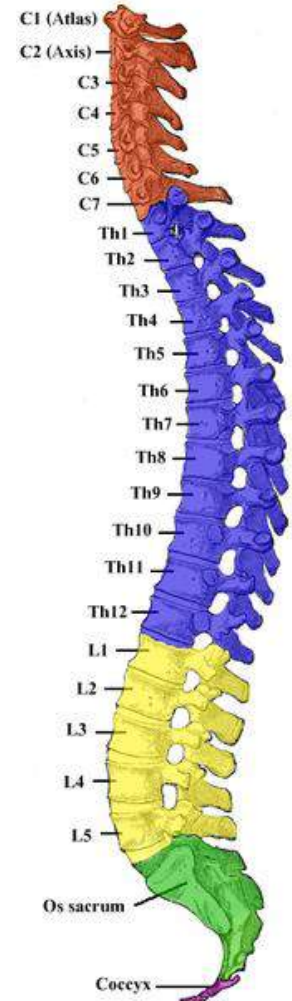
Omurga Biyomekaniği - Boyun



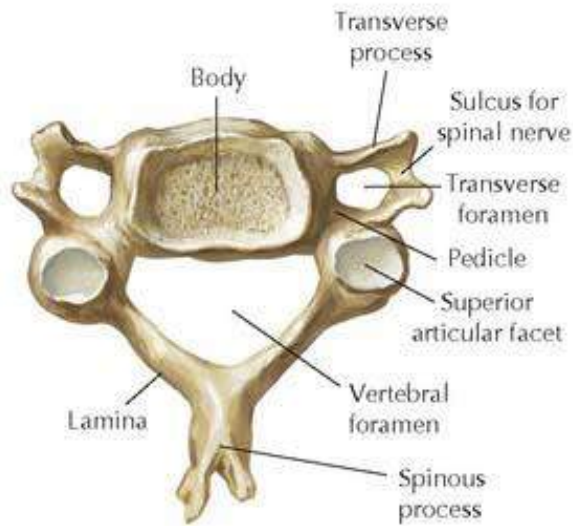
Dr. Koray Aydemir
Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Tıp Fakóltesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD

Omurga (Vertebra) Anatomisi

- Spinal kolon 33-34 vertebranın üstüste sıralanması ile oluşmuştur.
- 33-34 vertebradan ilk 24' ü birbirine eklem ve bağlar aracılığı ile bağlanmış olup presakral vertebralar adını alır.
- Presakral vertebralar arasında 23 adet intervertebral disk bulunur.



Boyun Anatomisi

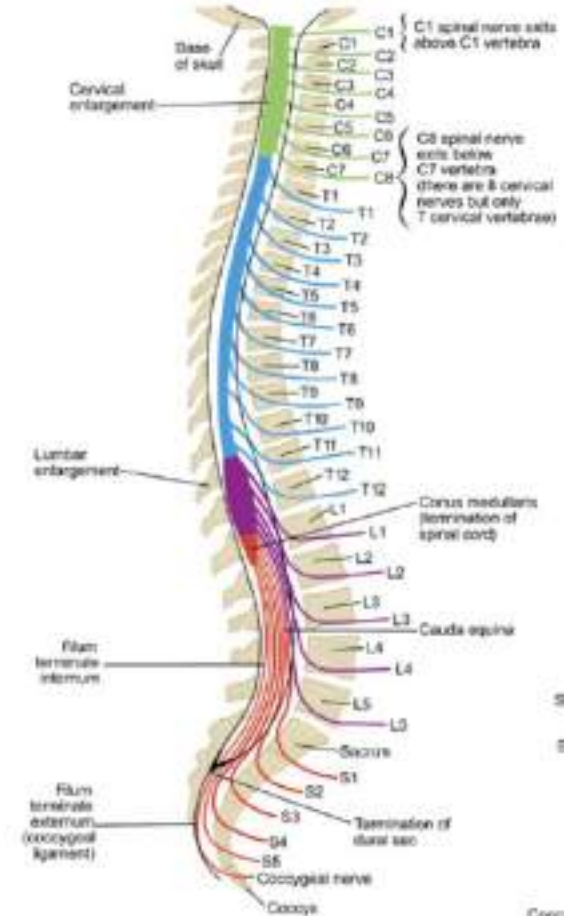


4th cervical vertebra:
superior view

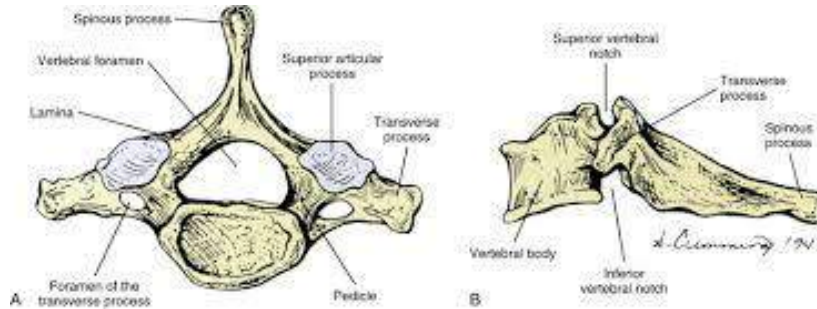
F. Netter M.D.



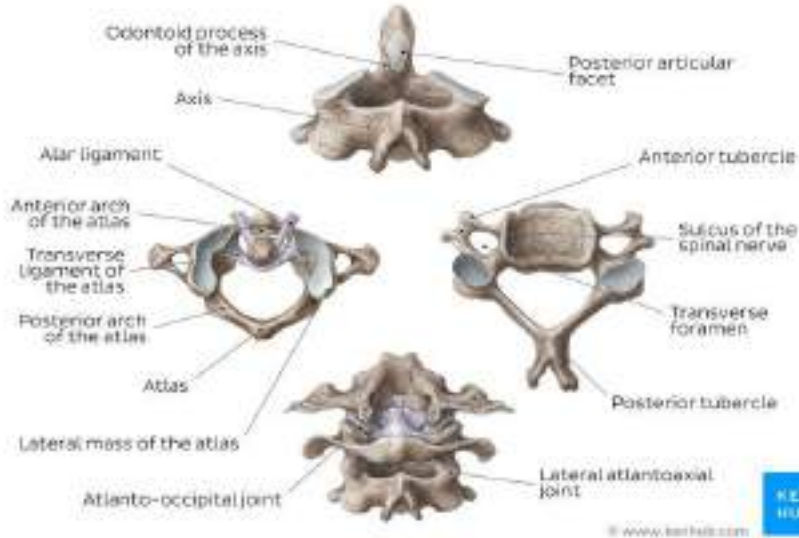
Cervical vertebrae: lateral view



Anatomi



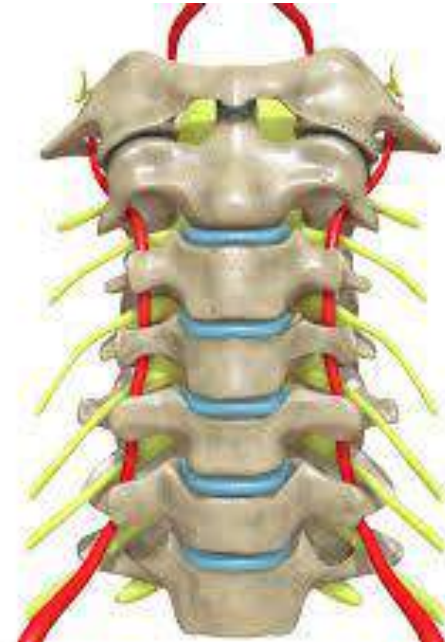
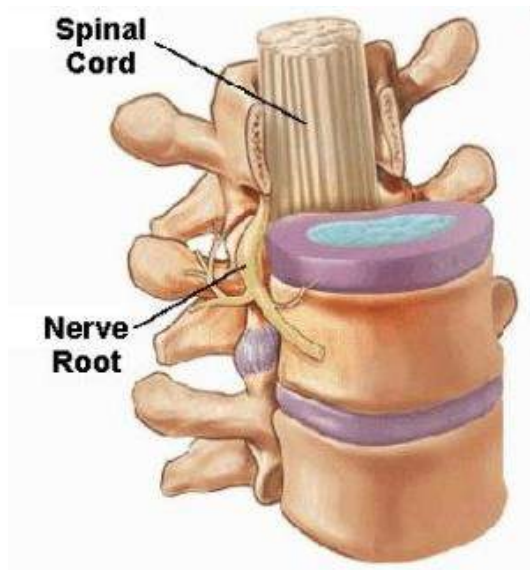
- Gövde
- İki Pedikül
- İki Lamina
- Faset Eklemler
 - Superior
 - Inferior
- Spinöz Çıkıntılar
- Transvers Çıkıntılar
- Vertebral Foramen



Anatomi

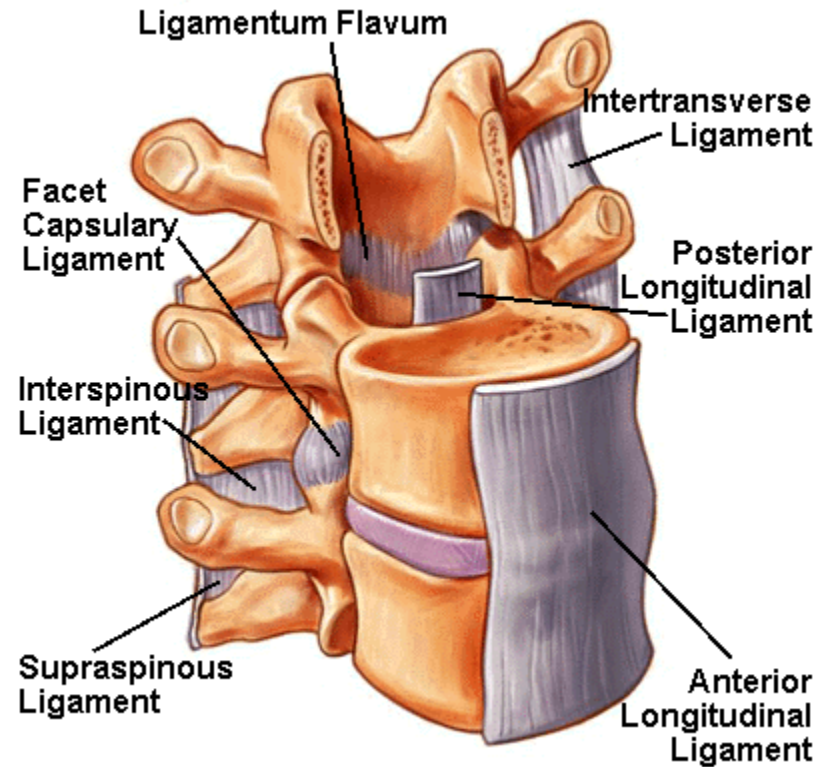
İntervertebral disklerin;

- Posteriorundan spinal kord,
- Posterolateralindeki intervertebral foramenlerden spinal sinir kökleri geçer.

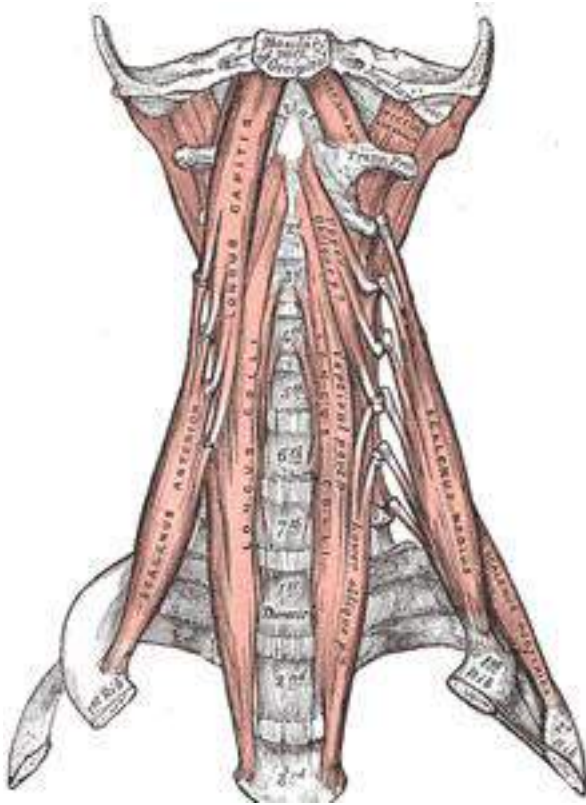


Spinal Ligamentler

- ❑ Kapsüller
- ❑ Anterior Longitudinal
- ❑ Posterior Longitudinal
- ❑ Ligamentum Flavum
- ❑ Supraspinöz
- ❑ Intertransvers
- ❑ Interspinöz

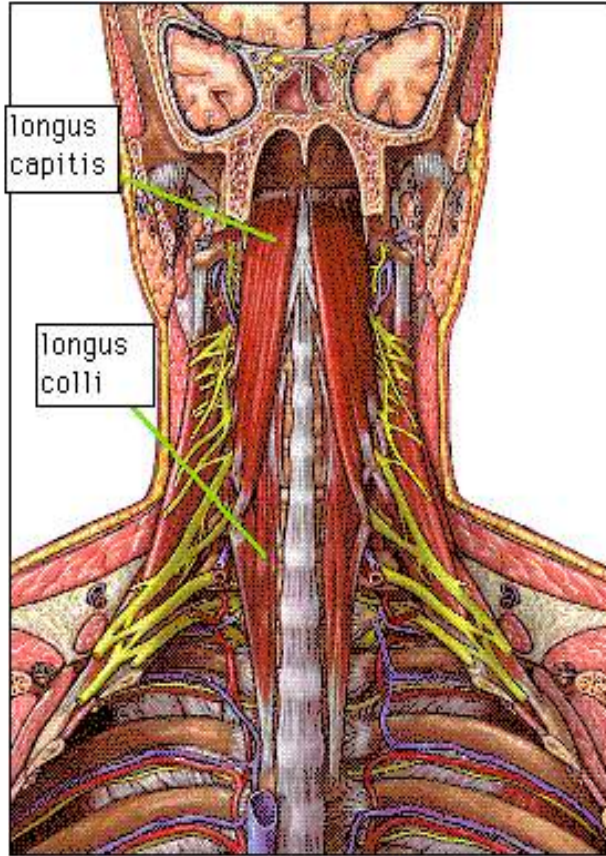


Servikal Spinal Kaslar



- Servikal Anterior
 - **Rektus kapitis anterior**
 - Servikal fleksiyon
 - Lateral fleksiyon

Servikal Spinal Kaslar



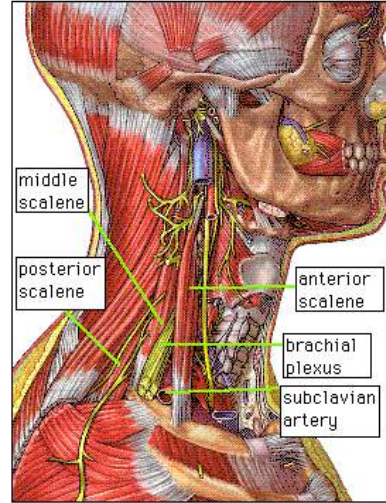
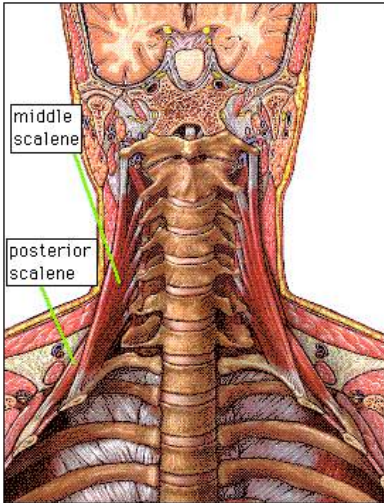
- Servikal Anterior
 - Longus kapitis
 - Fleksiyon
 - Lateral Fleksiyon
 - Aynı tarafa rotasyon
 - Longus kolli
 - Fleksiyon

Servikal Spinal Kaslar

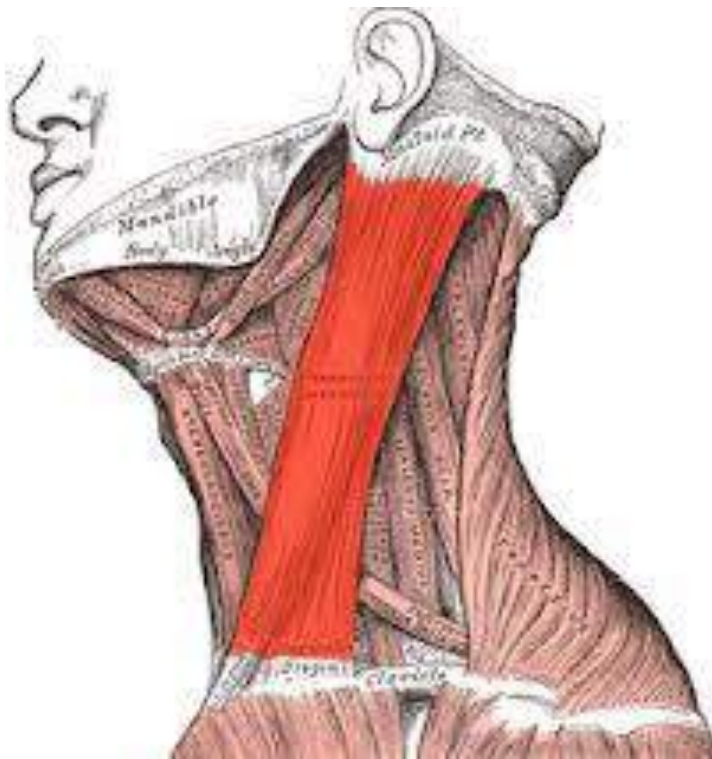
□ Servikal Anterior

■ Skalen anterior, orta ve posterior

- Fleksiyon
- Lateral fleksiyon
- Rotasyon



Servikal Spinal Kaslar



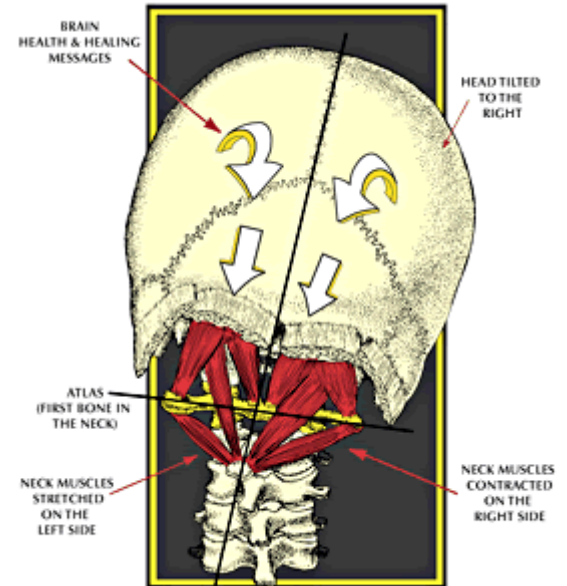
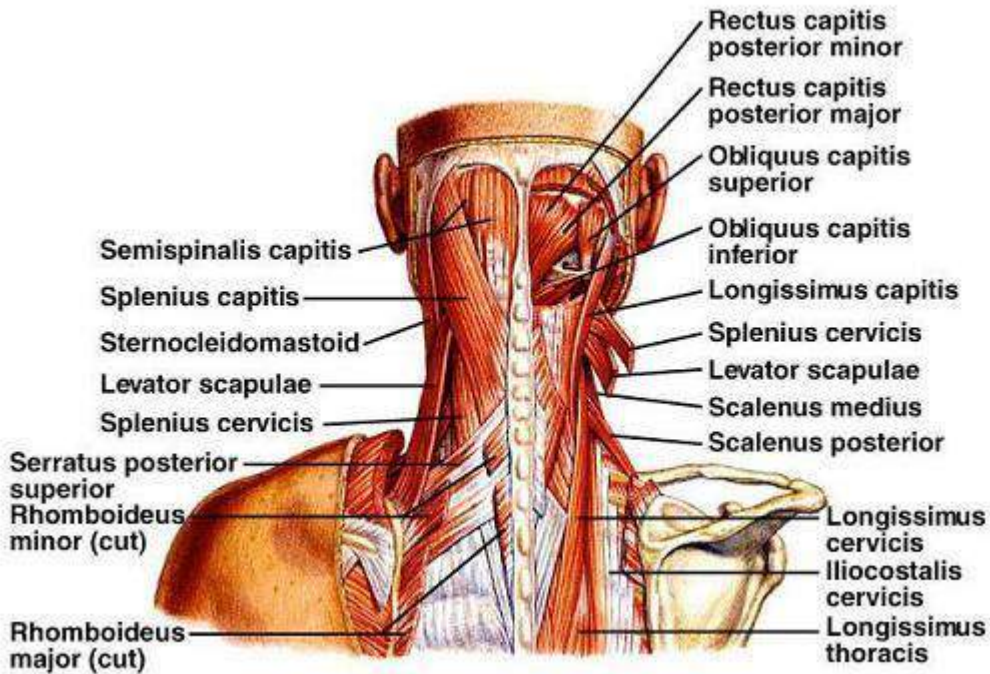
- Servikal Anterior
Sternokleidomastoid

Servikal Spinal Kaslar

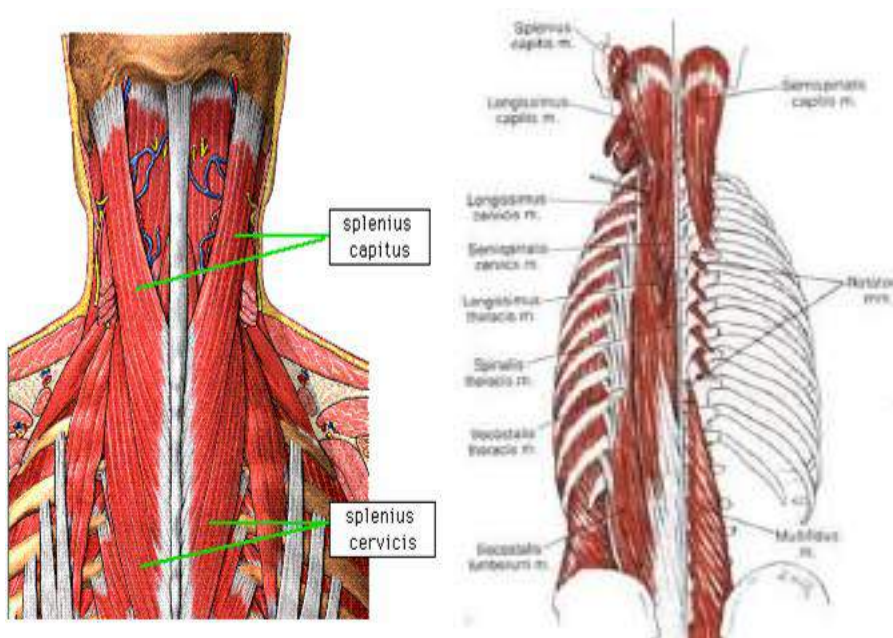
□ Servikal Posterior

■ Rektus Kapitis posterior major / minör

- Ekstansiyon
- Lateral fleksiyon



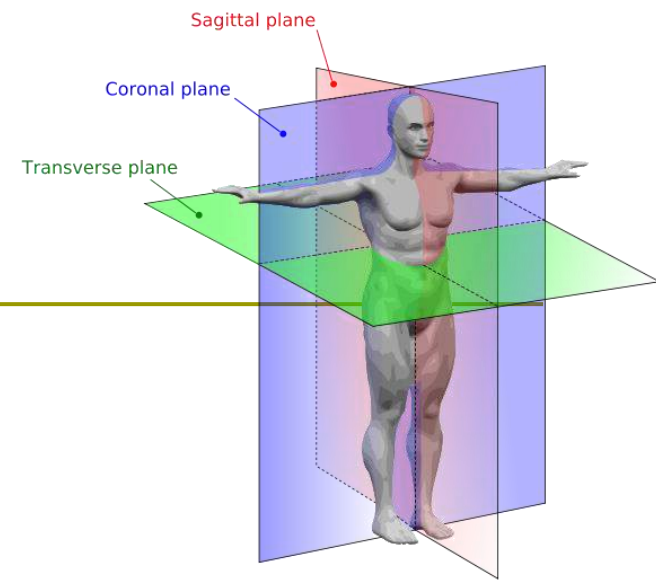
Servikal Spinal Kaslar



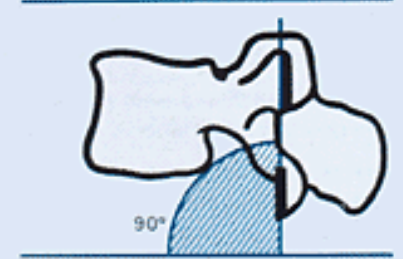
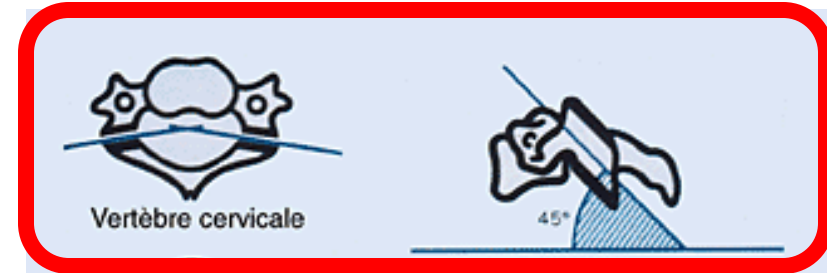
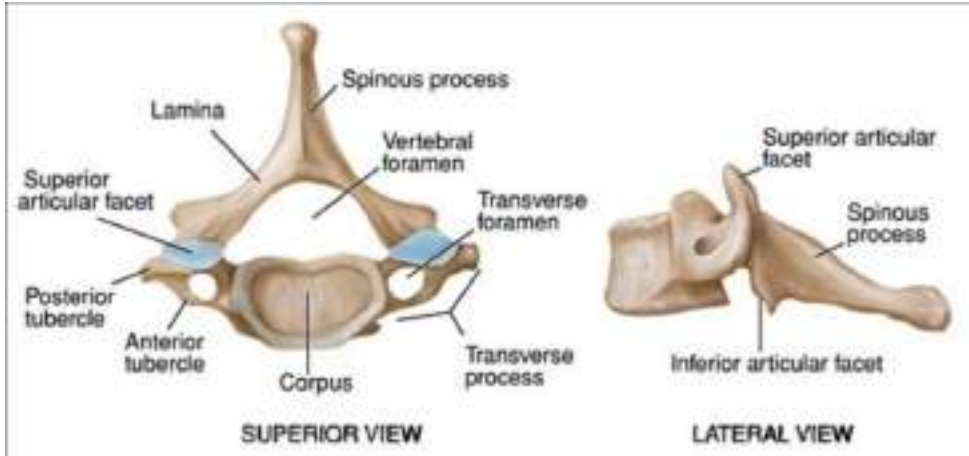
□ Servikal Posterior

- Splenius kapitis / servicis
- Longissimus Kapitis
- İliokostalis Servicis
 - Ekstansiyon
 - Lateral fleksiyon
 - Rotasyon

Servikal Faset Eklemler

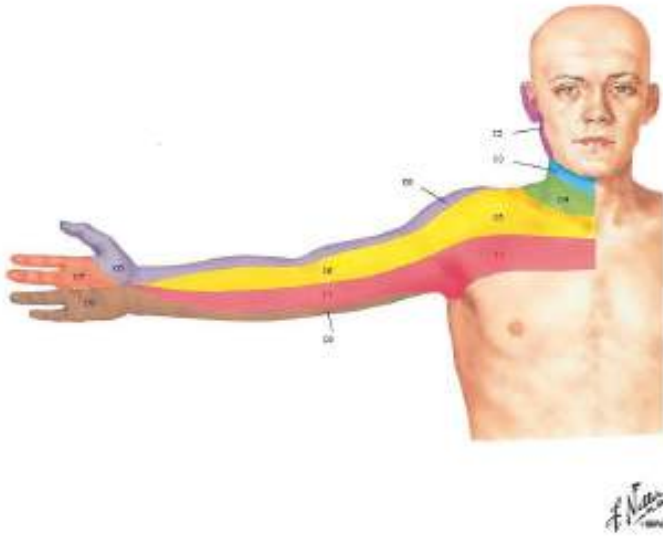


- Frontal düzleme paralel
- Transvers düzleme 45 derece açılı
- Tüm düzlemlerde hareket

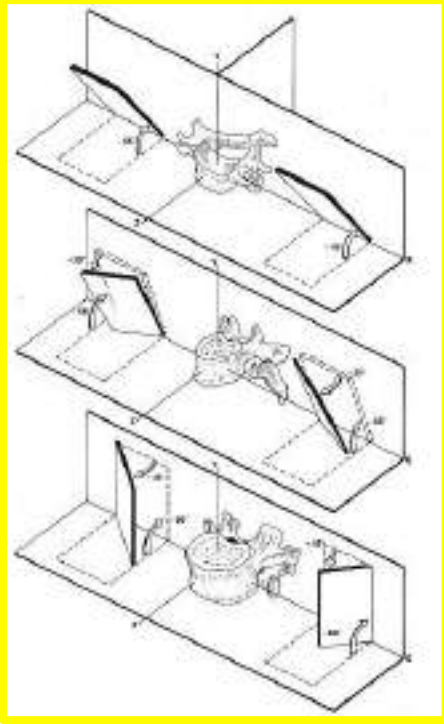


Nörolojik Muayene

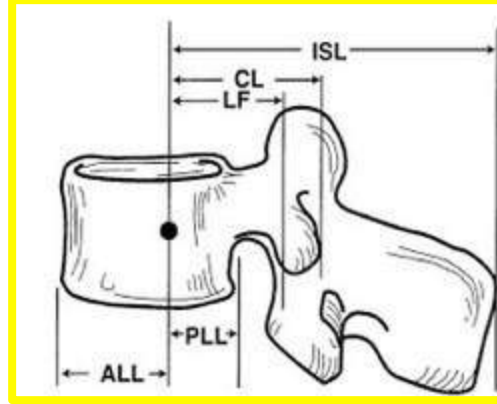
- Duyu muayenesi
- Kas kuvveti muayenesi
- Derin tendon refleksleri



Hareketi Sağlayan Yapılar



Fasetler



Ligamanlar

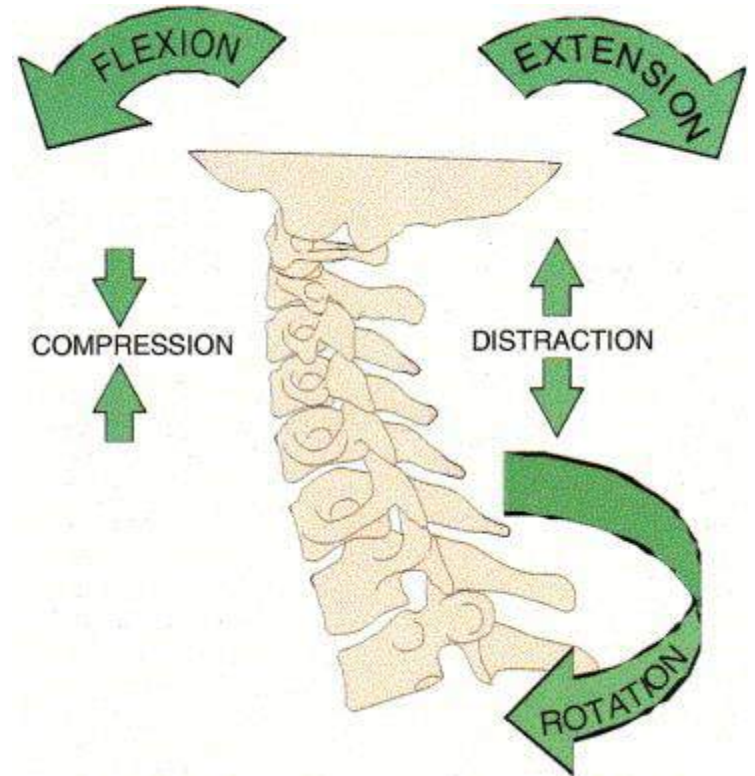
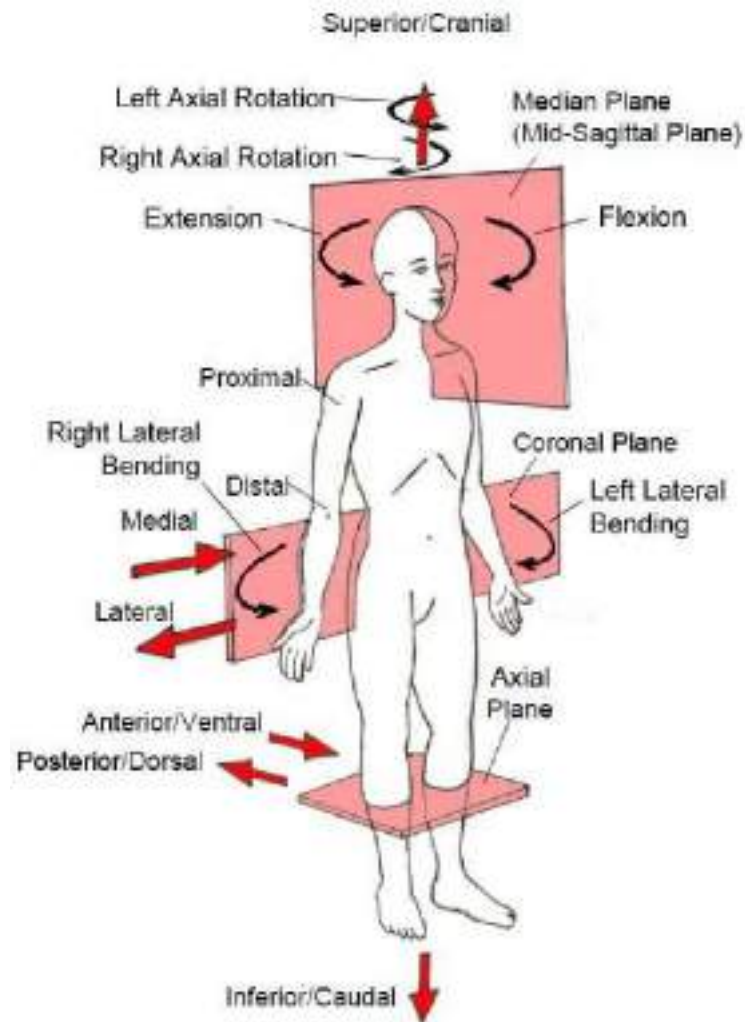


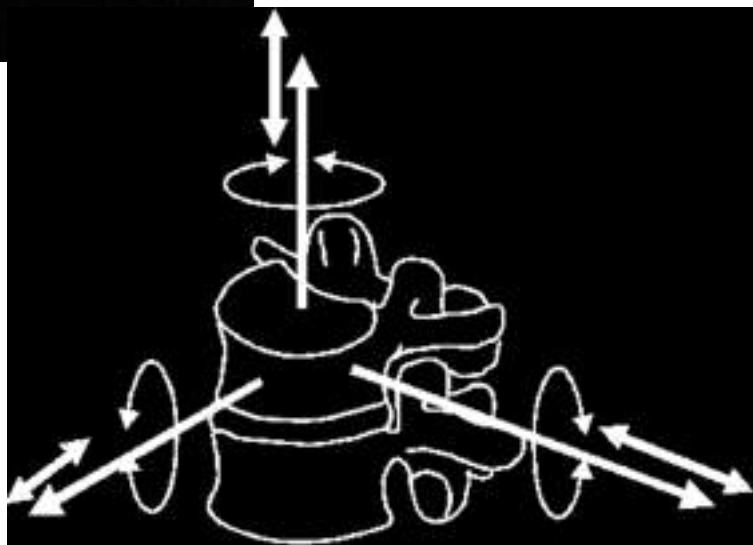
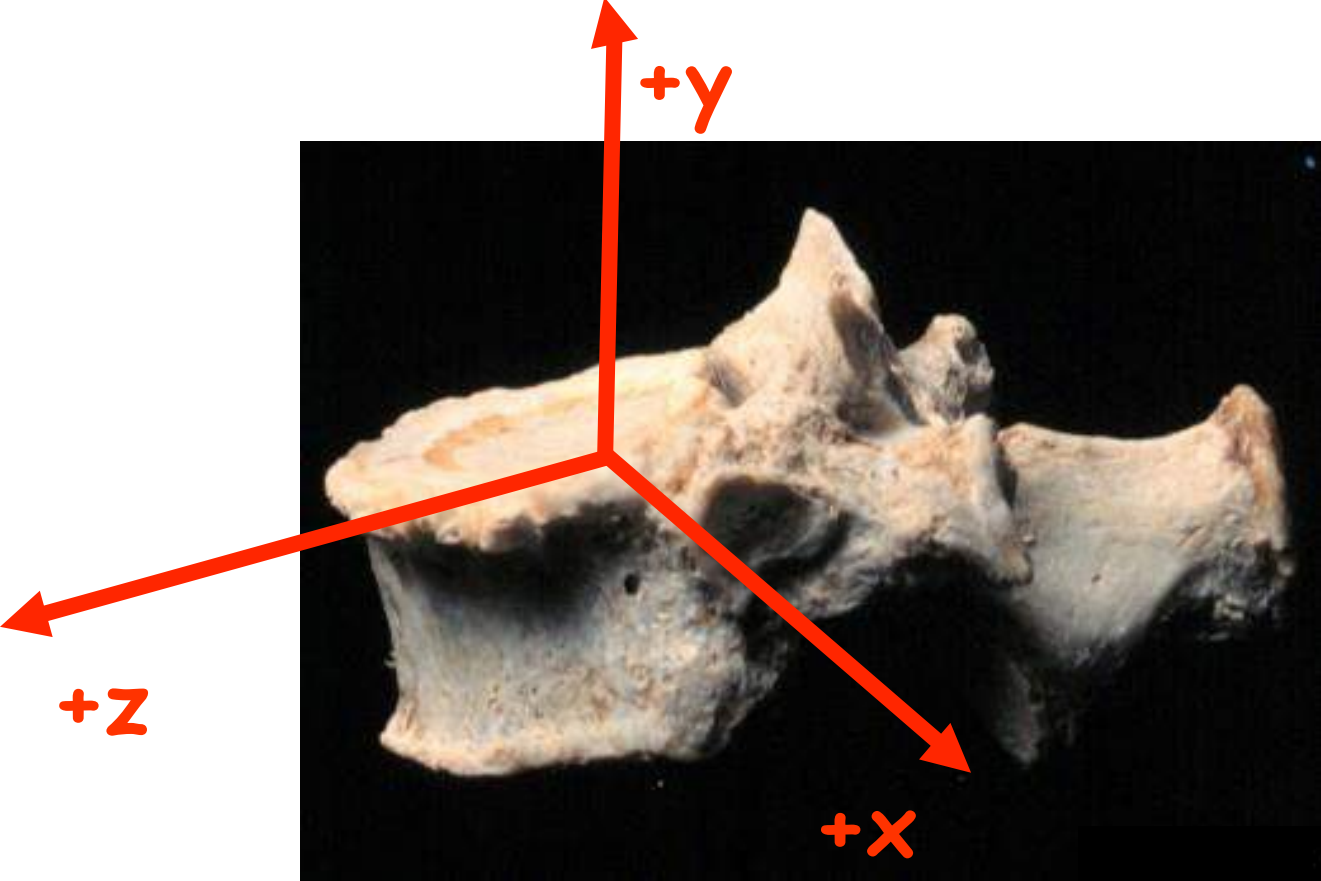
İntervertebral Diskler



Kaslar

Hareket Eksenleri





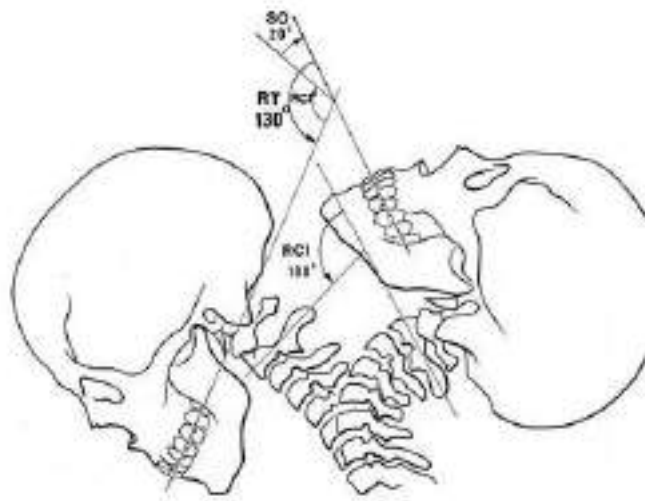
Servikal Vertebra Hareket Açıklığı

	CO-C1	C1-C2	C2-C3	C3-C4	C4-C5	C5-C6	C6-C7
Fleksiyon	7.2±2.5	12.3±2.0	3.5±1.3	4.3±2.9	5.3±3.0	5.5±2.6	3.7±2.1
Ekstansiyon	20.2±4.6	12.1±6.5	2.7±1.0	3.4±2.1	4.8±1.9	4.4±2.8	3.4±1.9
Rotasyon	9.9±3.0	56.7±4.8	3.3±0.8	5.1±1.2	6.8±1.3	5.0±1.0	2.9±0.8
Lateral Fleksiyon	9.1±1.5	6.5±2.3	9.6±1.8	9.0±1.9	9.3±1.7	6.5±1.5	5.4±1.5

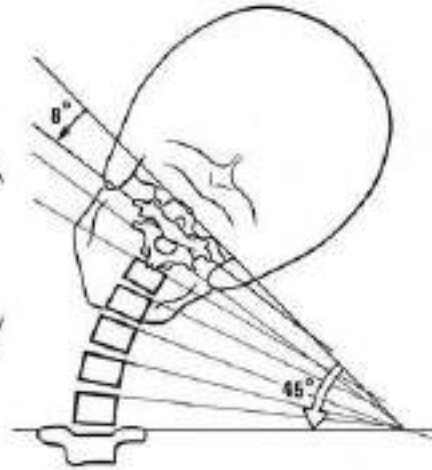
Boyun Hareketleri:

Fleksiyon, Ekstansiyon, Lateral Fleksiyon (sağ/sol), Rotasyon (sağ/sol)

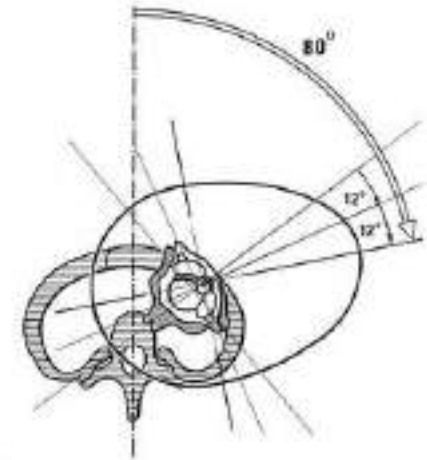
Servikal Vertebra Hareket Açıklığı



Total Flexion-extension 130°
C2-C7 flexion extension: 100°
C1-C2 flexion extension: 20- 30°

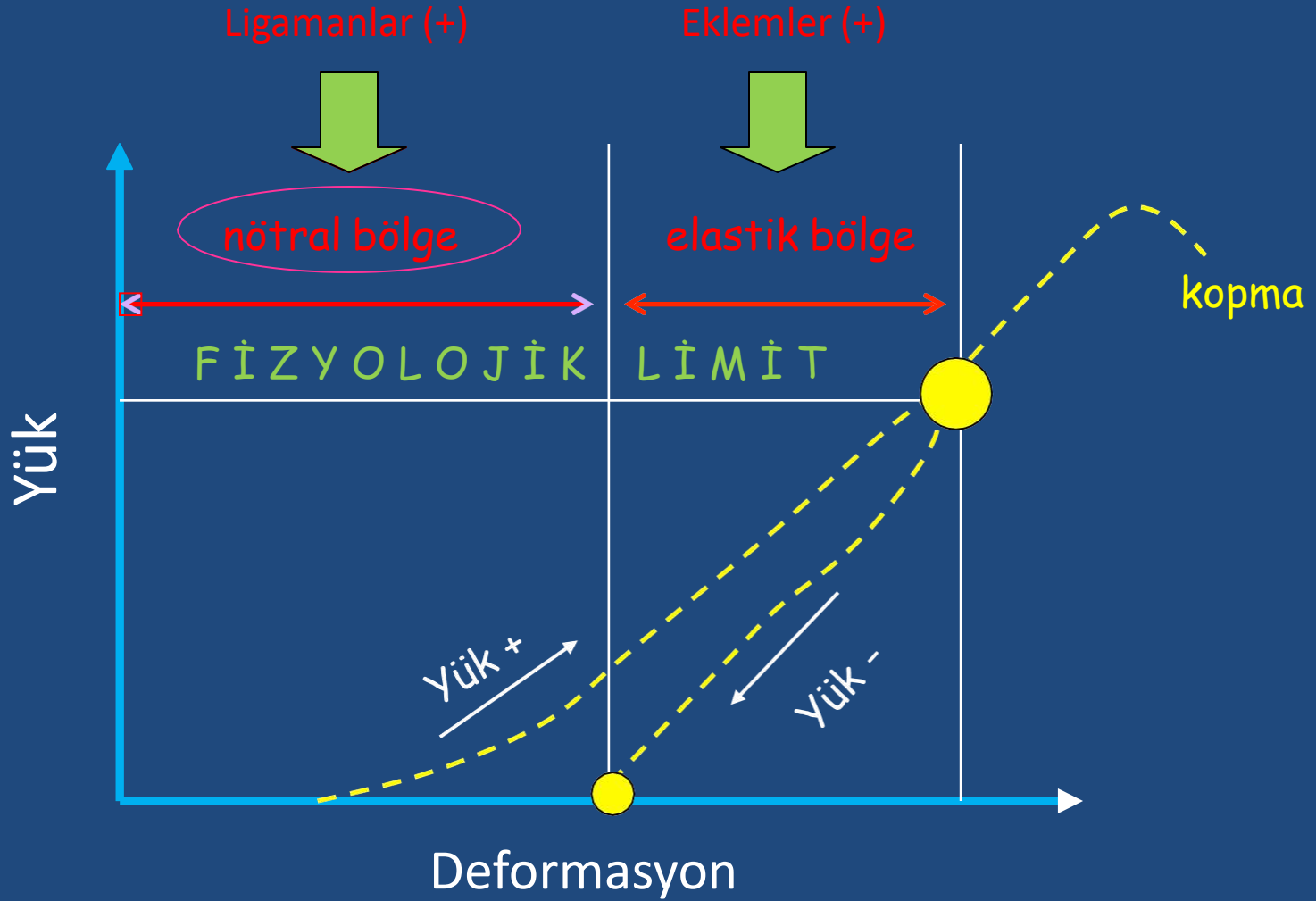


Total Lateral Bending 45°
C0-C1 lateral bending 8°
C2-C7 lateral bending 37°



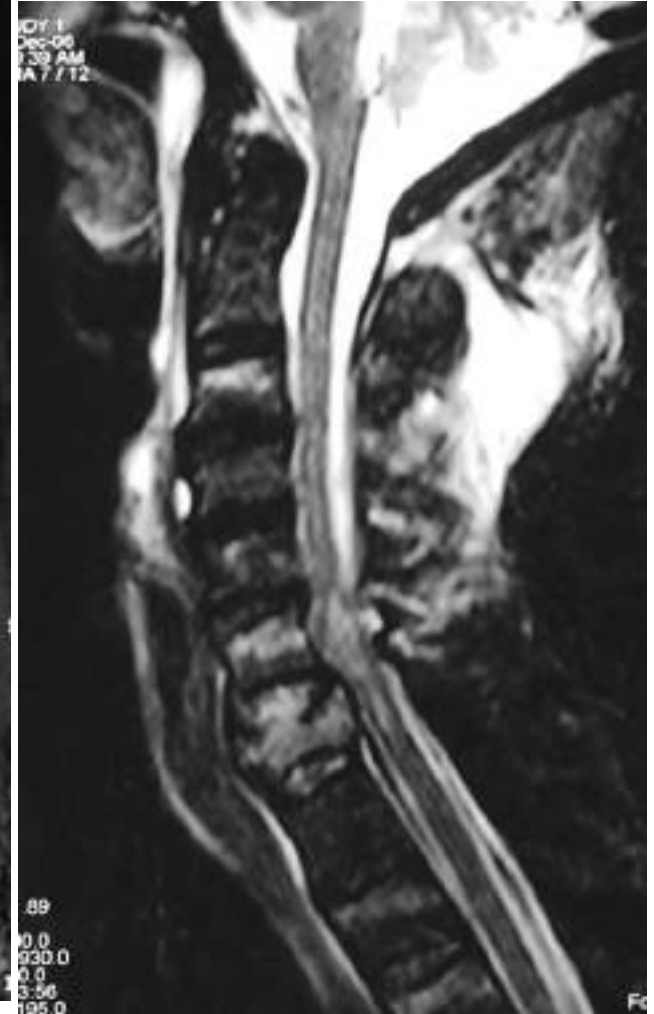
Total Rotation 80°
C1-C2 rotation 24°
C2-C7 rotation 56°

Hareket Açıklığı

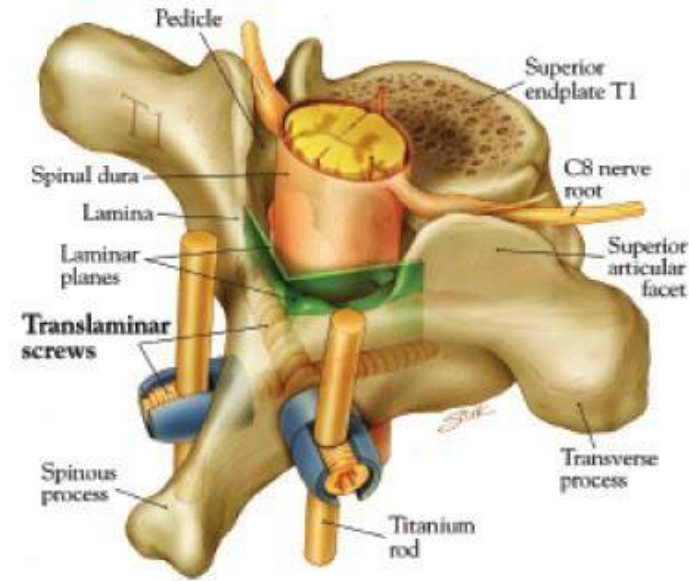
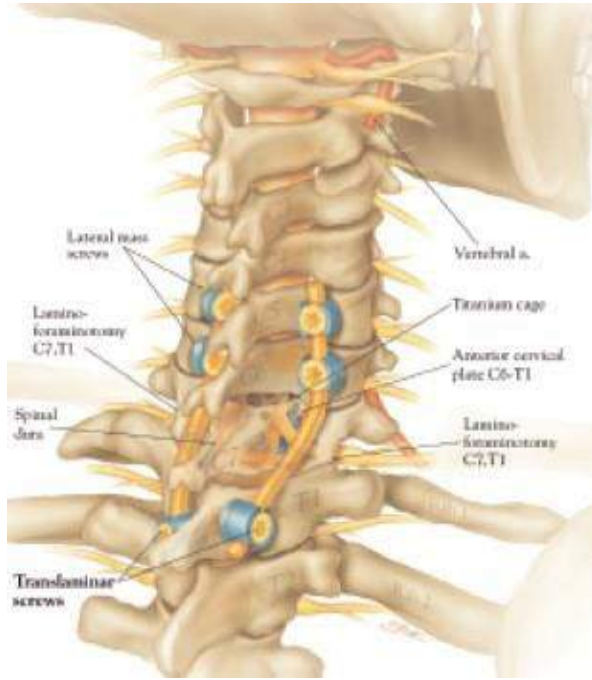


Servikal İnstabilite

- Travmalar
- Dejenerasyon
- Tümörler, ..



Vertebral Stabilizasyon



Stabilizasyonu sağlamak amacıyla cerrahi yöntemlerle omurga hareketlerinin kısıtlanması

Postür - Ergonomi

- Dik oturmalı
- Bel desteği önemli
- Monitör göz hizasında olmalı
- Dinlenme periyotları olmalı



Egzersiz



Normal

Servikal aksta düzleşme



Active neck rotation



Active neck sidebend



Neck flexion



Neck extension



Chin tuck



Scalene stretch



Isometric neck flexion



Başarılar dilerim..

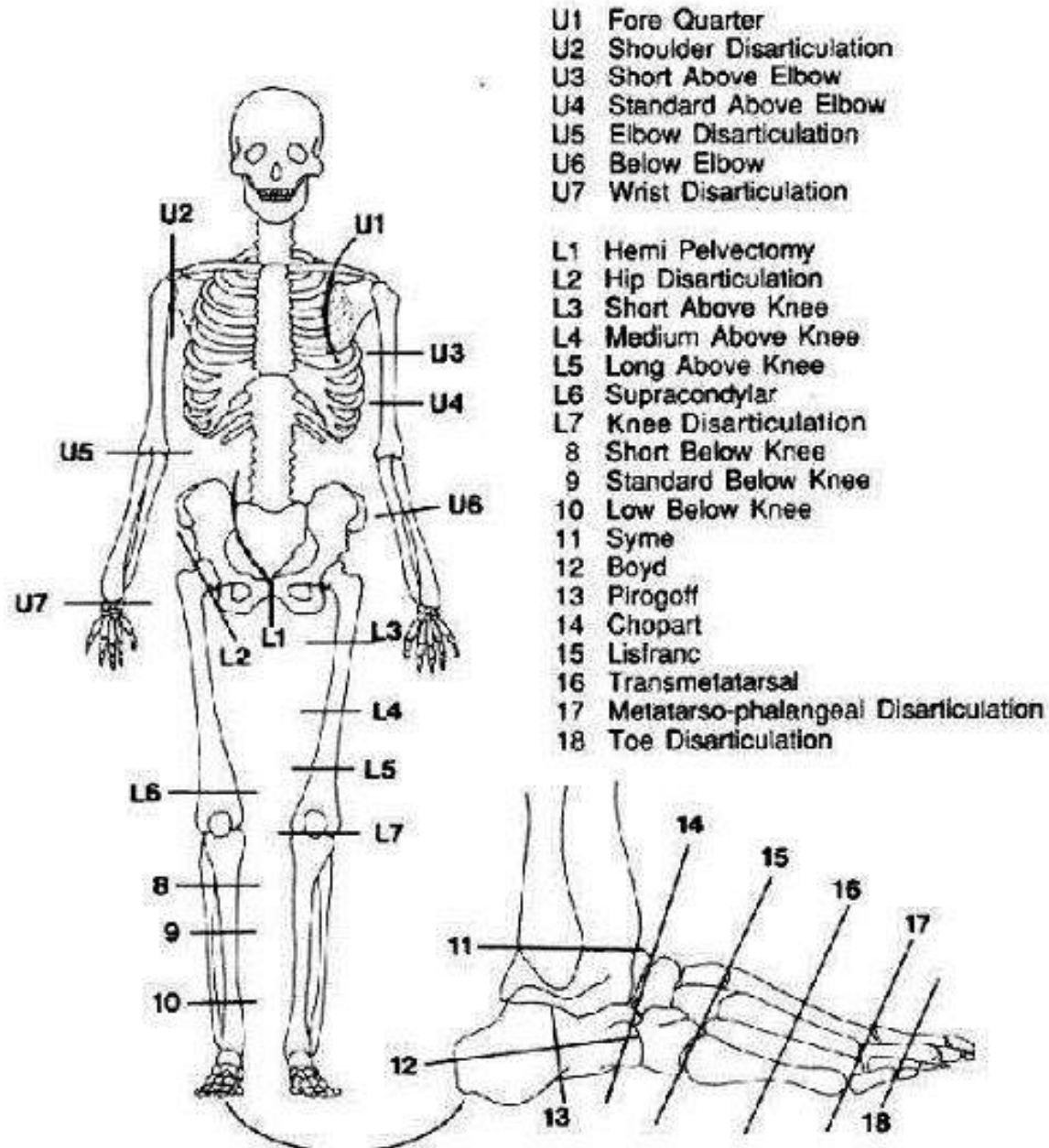
PARSİYEL AYAK PROTEZİ

Dr. Kurtuluş KÖKLÜ

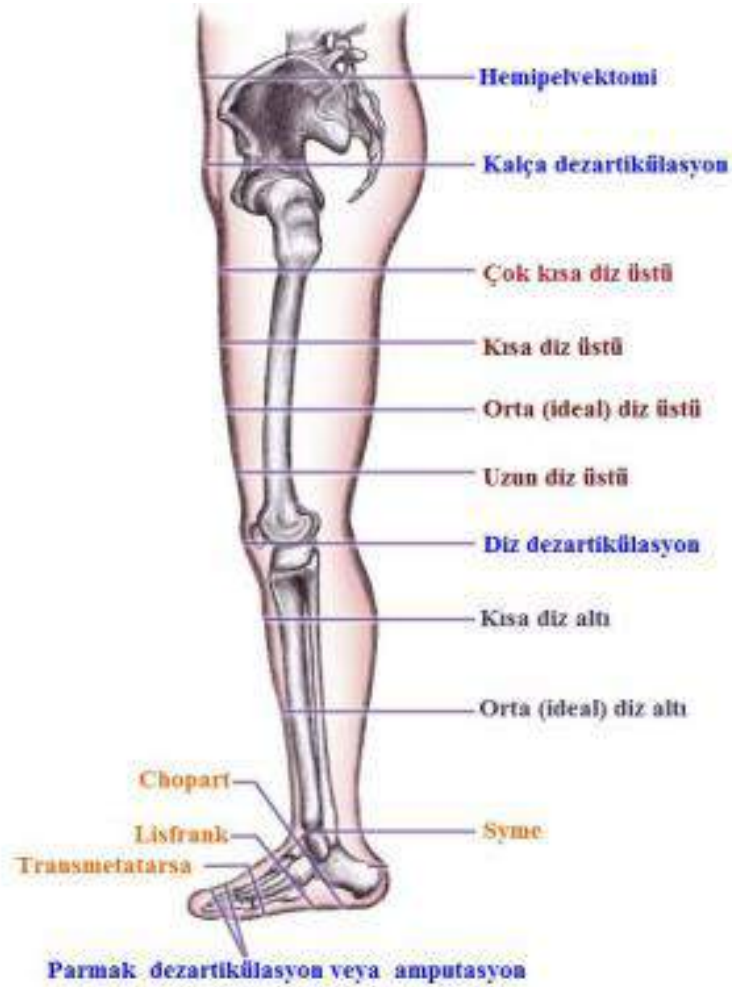
Amputasyon, bir ekstremitenin bir kısmının ya da tamamının çıkarılmasıdır. Amputasyonun eklemlerde yapılması halinde eksartikülasyondan söz edilir.

					
Parsiyel ayak	Diz altı	Diz dezartikülasyon	Diz üstü	Kalça dezartikülasyon	Hemi-pelvektomi

Tablo 1.1: Alt ekstremitte amputasyon ve protezi



Çizim 1.1: Alt ve üst ekstremitte amputasyon seviyeleri



Çizim 1.2: Alt ekstremitte amputasyon seviyeleri

Amputasyon seviyesi tespit edilirken mevcut ağrılı, enfekte ve nekrotik yapının uzaklaştırılması ve geriye kalan güdük yapısının tekrar kendini toparlayabileceği ve mümkün olan en az dokunun uzaklaştırılması hedeflenmektedir. Bu nedenle mümkün merteye distal amputasyon hedeflenmektedir.

Güdük seviyesi ne kadar uzun bırakılır ise hastanın yürüme esnasında kullanacağı enerji miktarı o kadar azalmaktadır. Her zaman uzun güdük değil hasta ve protez uygulanabilirliği için en uygun güdük uzunluğu tespit edilmelidir.

Amputasyonların nedenleri

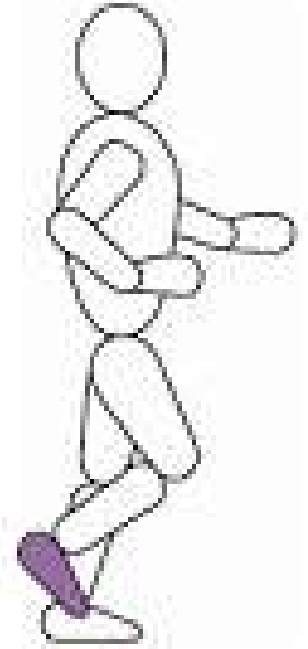
7

- Travmalar
- Arteriyel kan dolaşım bozuklukları;
- Tümörler
- Enfeksiyonlar
- Osteomyelit

Parsiyel Ayak Amputasyonu

8

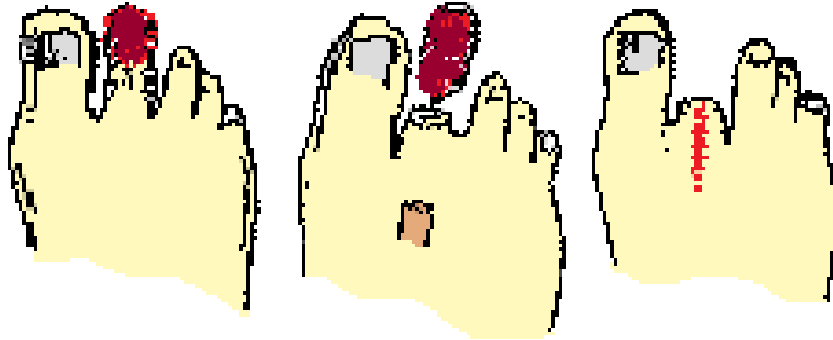
Parsiyel ayak güdükleri yapıldıkları amputasyon seviyelerine göre adlandırılır.



Parmak Amputasyonu

9

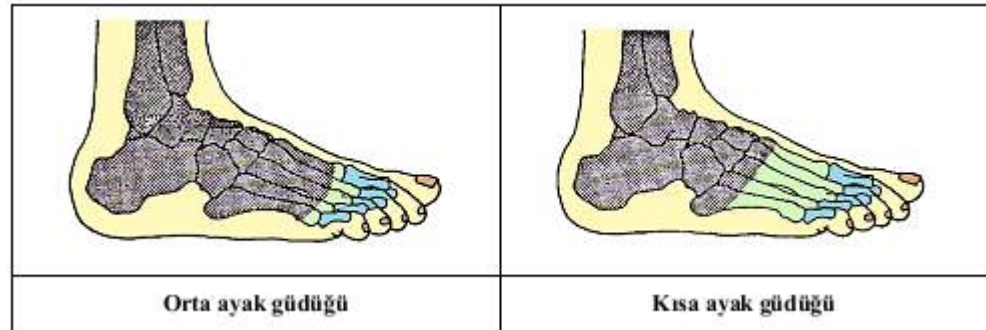
Bir veya birden fazla ayak parmaklarının alınmasıdır



Transmetatarsal Amputasyon

10

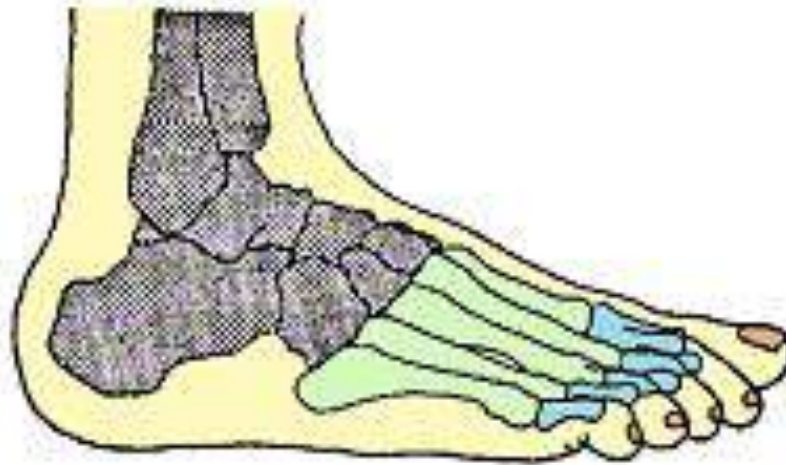
Amputasyon çizgisi, ayağın orta kısmındaki kemiklerin tabanından geçer. Ayağın orta kısmının tamamı için geçerli olabileceği gibi tek tek hüzmeler için de geçerli olabilir. Şeker hastalarında da başarı ile uygulanabilen bir amputasyon seviyesidir.



Lisfranc Amputasyon

11

Ayak güdüğünün iyi bir kas dengesine sahip olduğu en proksimal noktadaki ayak amputasyonudur.



Chopart Amputasyonu

12

Chopart ekleminde yapılan eksartikülasyondur. Kalkaneu ve talus kemikleri kalır. Ayaktan geri kalan kısım (ön ayak) çok güçlü bir kas denge bozukluğuna maruz kalır bu nedenle de daima pes equinus ve varus gibi deformiteler gelişir.



Resim 1.12: Chopart amputasyon

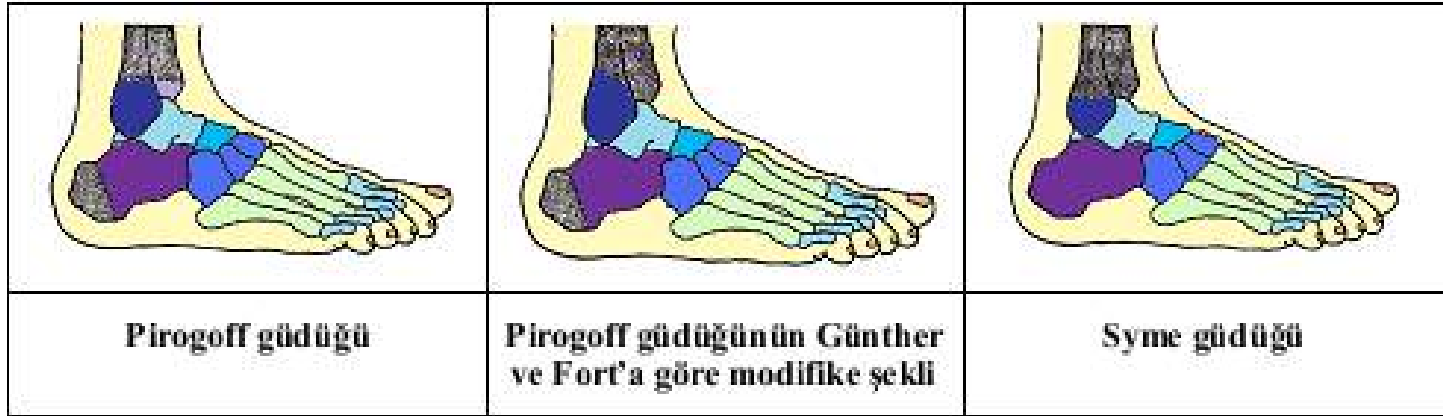
Ayağın ekine kaçmaması için ekstansör digitorum longus tendon uçlarını tarsal kemiklere dikmek gerekir. Ancak bu kez de mediyale yapışan kasların çekmesine bağlı olarak güdükte varus deformitesi gelişebilir.

Syme Amputasyonu

Syme amputasyonunun amacı diz altının en distal noktasında yük taşıyan, protez gerektirmeyebilen bir güdük elde edilmesine yöneliktir. Bu amputasyon tekniğinde ayağın tüm oluşumlarının ampute edilmesine karşılık yük taşıyan topuk yastığı korunarak işlevine devam ettirilir. Dezavantajı ise şişkin güdük ucunun protez yapımında zorluk yaratmasıdır. Şişkin stumpf ucunu daraltmak maksadı ile kemiği traşlamak önerilmiştir. Ancak bu kezde yük taşıyan alan daralmaktadır.

Avantajı ise hastaların protezsiz olarak dahi uzun mesafeler yürüyebilmeleridir. Özellikle yaşlı kimselerde tercih edilmektedir. Çocuklarda ise Syme amputasyonu ayak bileği dezartikülasyonu tarzında uygulandığında kalan distal fibula ve tibia epifizleri ileride güdük ucunda bazı büyümeye bağlı deformitelere neden olmaktadır.





Resim 1.14: Syme a mputasyonu

Amputasyon sonrası protez uygulama zamanları üç aşamada değerlendirilir.

- ❑ Derhal Uygulama
- ❑ Erken Uygulama
- ❑ Geç Uygulama

Derhal Uygulama

Derhal uygulamada ameliyattan hemen sonra tahtayla desteklenen bir alçı konulur. Bu şekilde hastanın ekstremitenin kaybından duyacağı eksiklik en aza indirgenir. Hastanın ameliyattan çok kısa süre sonra birkaç adım atabilmesi ümit edilir. Bu proteze, vücut ağırlığının bindirilmemesine dikkat edilmelidir. Hasta, mutlaka koltuk değnekleri ile yürümeye çalışmalıdır. Bu protezin avantajı, ekstremitede uzunluk hissi kaybının önüne geçilmiş olması, dezavantajı ise ameliyat yarasının kontrolünün zorlaşmasıdır.

Erken Uygulama

Güdüğün iyileşmesinden 5-6 yani amputasyonun yapılmasından 8 hafta sonra erken uygulama başlar. Burada uzun süre kullanılacak protezlerin yapılması mümkün olmakla beraber çok kısa süre sonra yeni bir socketin yapılması gerekeceği de göz ardı edilmemelidir. Güdük iyileştikten sonra genelde ileri derecede büzülür. Miyoplastik ya da miyodez uygulanmasının çok iyi olması durumunda bile kaslar hacimlerinin en az üçte biri kadar atrofiye uğrar. Bu büzülme süreci, 5-6 hafta sonra bütünüyle sona ermiş olmaz, genelde 6-9ay sürer.

Geç Uygulama














- Yaklaşık 6 ay sonra yani tahminen güdük atrofisi sona erdikten sonra yapılır. Bu uygulamadaki tehlike, hastanın aradaki zaman içinde kontrolden çıkması ve kas kuvvetinin ve eklem hareketliliğinin muhafazası için çok değerli olan zamanın kaybedilmesidir.
- Erken uygulama, mümkün olan uygulamalar arasında en mantıklısı olarak görülmektedir. Erken uygulamanın kazancı çok fazladır.
- Protetik uygulamalar, güdük bandajının yanı sıra muhafaza edilen ekstremitenin hazırlanması ve kuvvetlendirilmesine yönelik fizik tedavi ile desteklenmelidir.

Protez: Vücutta bir uzvun eksikliğini tamamlamak amacıyla onun yerine kullanılan yardımcı malzemelerdir.

- Ortopedi tekniğinde, alt ve üst ekstremitelere güdükleri üzerine takılıp çıkarılabilen vücut dışarısında kullanılan (suni uzuv) dış protezler
- Ameliyatla deforme olan eklemlerin değiştirilmesinde vücut içerisinde kullanılan sabit protezler (Endoprotezler)

Protezler uygulandıkları güdüğe göre adlandırılır

22

							
Parsiyel ayak güdük	Diz altı güdük	Diz dezartikü lasyon güdük	Diz üstü güdük	Hemipelvektomi, hemikorpektomi, kalça dezartikülasyon güdük			
							
	Klasik	Modüler	Modüler	Klasik	Modüler	Klasik	Modüler
Parsiyel ayak protezi	Diz altı protezi		Diz dezartikü lasyon protezi	Diz üstü protezi		Hemipelvektomi, hemikorpektomi, kalça dezartikülasyon protezi	

Parsiyel ayak protezleri

23

- Lisfrank,
- Chopart,
- Pirogof,
- Syme protezleri olarak ayrılır

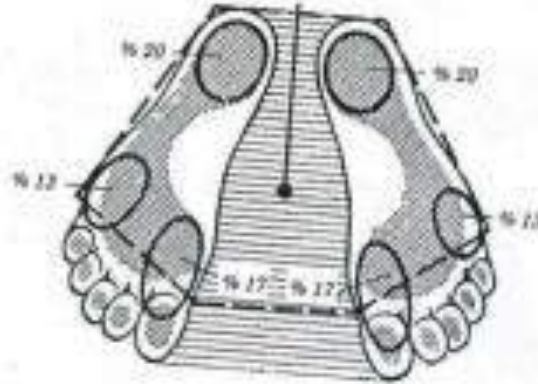


Resim 2.3: Parsiyel ayak protezi

Ayağın duruş ve hareket aparatı vücutun tamamına bir destek alanı oluşturma görevinin yanı sıra, statik ve dinamik kuvvetleri, duruş ve yürüyüş sırasında insan bedeninden zemine ve zeminden insan bedenine iletmekle de görevlidir.

Ayakta durma halinde, ayağın arka kısmı vücut ağırlığının $2/5$ 'ini taşırken ayağın ön kısmı $3/5$ 'ini taşır. Bu yük dağılımı, ayağın oyuklu yapısı sayesinde mümkün olur. Oyuğun ön köşe destekleri olan I ve V. metatarsal başları ayak amputasyonu sırasında çoğunlukla çıkarılır ve bu şekilde oyuğun çökmesi sağlanır.

Ayak tabanında yük dağılımı normal çıplak ayaktaki yük dağılımı her bir ayak için topukta % 20, birinci metatars başında % 17 ve beşinci metatars başında ise % 13'tür.



Resim: 2.4: Ayak tabanında yük dağılımı

Amputasyonun distal seviyeden yapılmış olması yürüme yüzeyinin özelliğinin ve yer reaksiyonunun ampute tarafından daha iyi algılanması nedeni ile; parsiyel ayak amputasyonlarında hastalar, proksimal amputasyonlara oranla fonksiyondaki kaybı daha yoğun hissetmektedir.



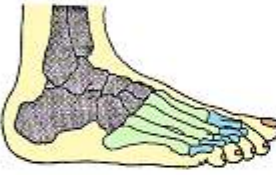



Normal şartlarda ayağın ön bölümündeki eklemler yürüyüş sırasında 3 önemli görev üstlenmektedir.

- Stabilitenin temini
- Ağırlık taşıma
- Ayak ile ekstremiteler arasındaki transvers rotasyonun sağlanması

Ayağın ön bölümündeki eklemlerin kaybı, bu fonksiyonların bozulmasına, yürüyüşün fazların gerçekleştirilememesine, dolayısıyla enerji tüketiminde artma ve yorgunluğa yol açmaktadır. Bununla birlikte parsiyel ayak amputasyonları ayak bileği eklemının korunması ve dorsi- plantar fleksiyon hareketlerinin var olması gibi nedenlerle, proksimal amputasyonlara oranla daha az enerji harcayarak yürüyebilmeyi sağlamaktadır.

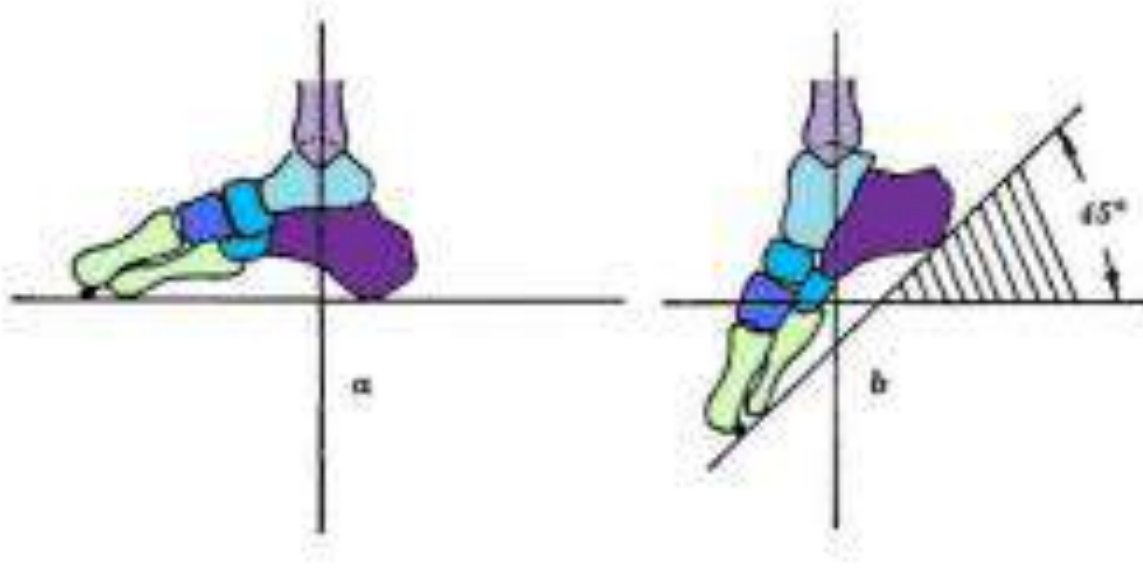
Parsiyel ayak amputasyonlarında uygulanan protezler genel olarak ;

- hafif olmalı
- dayanıklı olmalı
- ayak bileğine yeterli desteği verebilmeli
- anteriorda bir kaldıraç koluna sahip olmalı
- ayakkabıyı doldurucu özelliği bulunmalı
- kozmetik açıdan yeterli olmalıdır.

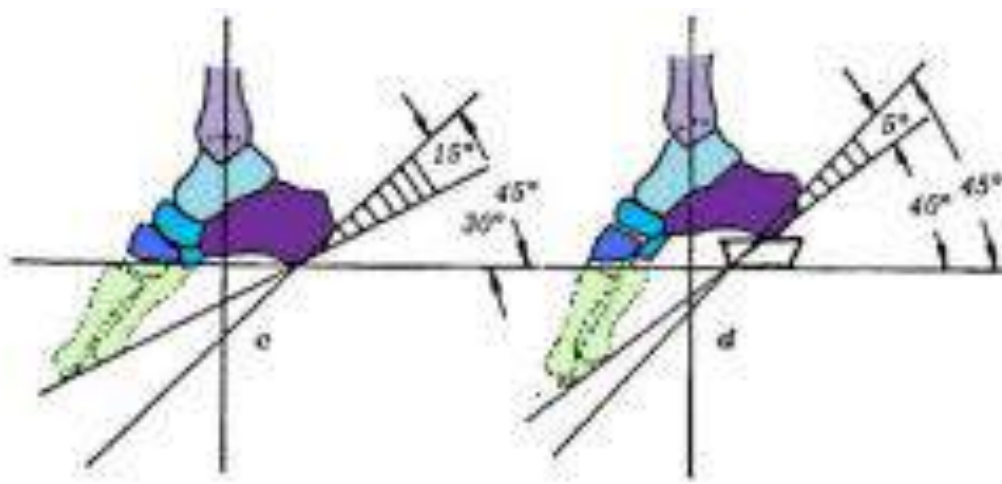
Resim	Fonksiyonel kriterlere göre sınıflandırma	Araştırmacıların adlarına göre sınıflandırma
	Orta ayak güdüğü	Sharp
	Kısa ayak güdüğü	Sharp Jäger
	Uzun Tarsus güdüğü	Lisfranc
	Kısa Tarsus güdüğü	Bona Jäger
	Arka ayak güdüğü	Chopart
	Bilek eklemi eksartikülasyonu	Pirogoff

Tablo 2.2: Ayak güdüklerinin fonksiyon kriterleri ve araştırmacıların adlarına göre sınıflandırılması

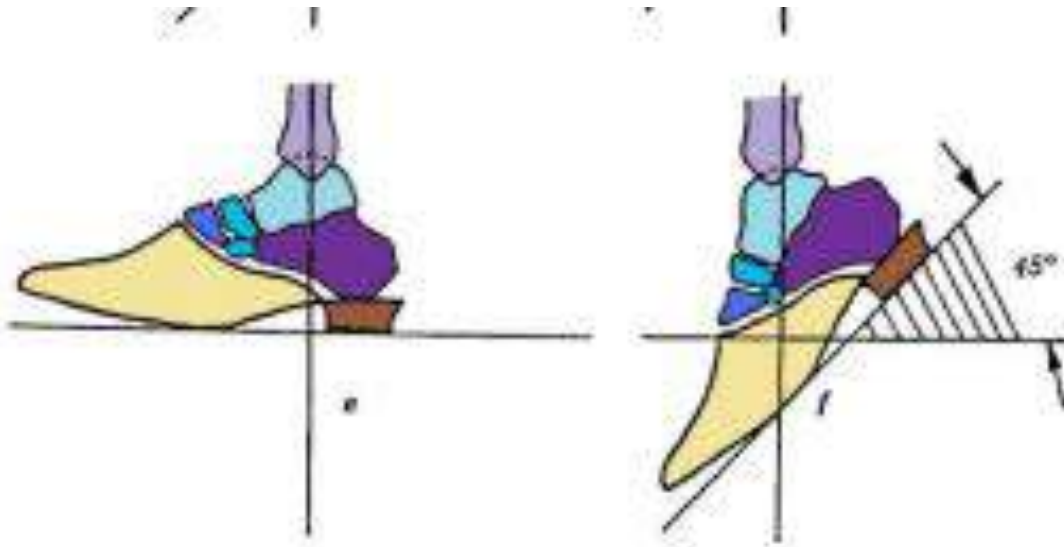
- Amputasyon işlemi ile normal yere basma yüzeyinin bir kısmı kaybolduğundan topuğa aşırı bir yükün binmesini engellemek için, yükün geriye kalanı tüm topuk alanına dağıtılması gerekir.
- Ayak oyuğunun geriye kalan kısmının muhafaza edilebilmesi ve güçlü güdük ağrılarına neden olabilen dislokasyonların engellenebilmesi için calcaneus'un sustentaculum tali'nin altına düşürülmesi gerekir.
- Topuk da çukur şeklinde yataklanmalıdır.



- Ayak güdüğü protez içinde doğru bir pozisyonda durmalıdır. Normal talus ekleminin plantar fleksiyonu yaklaşık 45° dir.



- Ayağın ön kısmının amputasyonu ve ön yere değme noktalarının kaybı sonucu güdük, ön tarafta aşağıya doğru iner. Pes equinus pozisyonu, güdük uzunluğu azaldıkça artar. Uzun tarsus güdüğünde ise geriye kalan aktif plantar fleksiyon ihtimali ancak yaklaşık 15° dir .
- Topuk ayrıca topuk yükseltisi üzerine konulursa, plantar yöndeki hareket neredeyse tamamen kaybolur.



- Güdük, pes calcaneus pozisyonunda yataklanırsa üst talus ekleminin normal hareket alanı yeniden yaratılabilir. Ancak sağlam ayak tarsus pozisyonunda olacağından, önemli ölçüde bir pes calcaneus pozisyonu söz konusudur.

Uzun orta ayak ve parmak güdükleri dışında neredeyse tüm ayak güdüğü şekillerinde bir alt bacak kısmı uygulaması gereklidir. Güdük ne kadar kısa ve güdük kalitesi ne kadar düşükse, alt bacağın da o oranda uygulamaya dâhil edilmesi gerekir. Alt bacak kısmının başlıca iki görevi vardır:

- Kuvvetlerin başka yöne aktarılması,
- Şekil ve kuvvet korunması.

Kuvvetlerin başka yöne aktarılması

Alt bacak kısmının temel görevi, yuvarlanma işlemi sırasında ayağın ön kısmına etki eden kuvvetlerin doğrudan alt bacağa iletilmesidir. Bu şekilde ayak güdüğünün üzerinde bir köprü oluşturulmuş ve güdük mümkün olduğunca yükten uzak tutulmuş olur. Aynı zamanda, ayakta dururken ve geriye yüklenme konumunda da diz emniyeti sağlanır.

Şekil ve kuvvet korunması

Alt bacak kısmının ikinci görevi ise, güdük-soket psödoartroz'u kontrol etmektir. Alt bacak kısmı taban kısmı ile birlikte, güdüğün öne doğru kaymasını engelleyen V şeklinde bir mandal oluşturur. Bu şekilde topuk protezden ya da ayakkabıdan dışarıya çıkmaz. Ayak orta kısmında ve uzun tarsus güdüklerinde alt bacak kısmı, tam alt bacak ön tarafı biçiminde şekillendirilen esnek bir ön destek köprüsü ile oluşturulur. Duyarlı tibia kenarı serbest bırakılmalıdır; bu nedenle, alt bacak destek köprüsü, alt üçte birlik sınır ile alt bacak ortası arasındaki mesafeyi kapsar.

Eğer bir ayak güdüğü uygun yataklama yapıldığı halde yük taşıyamıyorsa, yükün azaltılması için PTB kapsamında bir diz kılıfı gerekir. Vücut ağırlığı diz kılıfı tarafından taşınır ve alt bacak shaftı üzerinden zemine iletilir.



Resim 2.9: Topuk bölgesinde etkili olan kuvvet yönü

Tüm ayak protezlerinin yapısı, önemli ölçüde

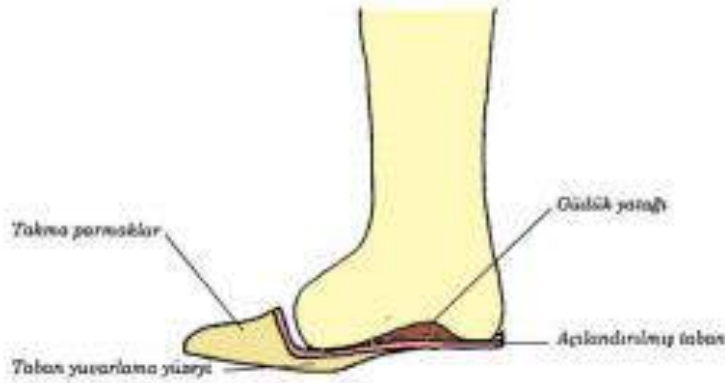
- protetik ayakla ya da statik (diz ekleminin emniyeti),
- kinetik (adım siklusu)
- kozmetik (dış görünüm, mümkün olduğunca beğenilen ayakkabıların kullanılması) gibi koşulları yerine getirecek şekilde güdük yatağına yerleştirilecek olan takma ayakla sınırlıdır.

Uzun Ayak Orta Kısmı Gdklerinde Protez Uygulaması

41

Resim	Fonksiyonel kriterlere göre sınıflandırma	Araştırmacıların adlarına göre sınıflandırma
	Orta ayak gdg	Sharp
	Kısa ayak gdg	Sharp Jger

Tablo 2.3: Uzun ayak orta kısmı güdükleri



Resim 2.10: Uzun ayak orta kısmı güdüklerinde uygulama

Uzun ayak orta kısmı güdüklerine protez uygulanırken talus eklemindeki hareketliliğin tamamen korunması gerekir.

Birçok parmak ya da uzun ayak orta kısım güdüklerinin bir çoğunda protez gerekmediği gibi köpük ya da mantar gibi dolgu maddelerinden yapılmış tabanlık ya da ayakkabı içerisine ortotik ilaveler ile mümkündür.



Güdük yatağı

- Güdük uzunluğuna uygun düşen pes calcaneus pozisyonunu sağlamalıdır.
- Sustentaculum tali'deki destek özenli bir biçimde çalışılmalıdır.
- Topuk, öne doğru itilimi önlemek için, çanak biçiminde yerleştirilmelidir.
- “V” çizgisi hafif yukarıya kaldırılır ve mevcut çapraz oyuk güdük ucuna kadar uzanan bir destek yastığı ile desteklenir. Uzunlamasına oval bir şekil oluşturarak mevcut kemik çıkıntılarına serbestlik tanınır ve güdük ucu önünde bir boş alan meydana getirilir.
- Malzeme olarak fleksokork (esnek mantar), latex-testere tozu karışımı veya basınca dayanıklı yumuşak köpük uygundur.

Açılandırılmış taban

45

- Güdük uzunluğuna ve ndeki boşluğa bağlı olarak sert bir takma ayak orta kısmı gerekli değildir. Bu nedenle sert taban, güdük ucu önünde (yaklaşık olarak V. metatarsal kemik başı bölgesinde) yukarıya doğru kıvrılır.
- Yaklaşık 110° lik bir açı ve hafif yuvarlanmış bir bklm pozisyonu sonradan ortaya ııkabilecek kırılma riski en aza indirilmiş olur.
- Malzeme olarak duralminyum veya cam elyafıyla güçlendirilmiş yapay reçine, eğer zorlanma az ise akrilik cam uygundur.

Takma parmak

46

Takma parmak kısmı hemen taban desteğine bağlanır ve geriye itilim kuvveti yüksek elastik malzemedan yapılarak (sentetik vülkolan, poliüretan köpük, gözenekli krep, keçe ve mantar) ayakkabının içine ölçüsüne uygun şekilde yerleştirilir.



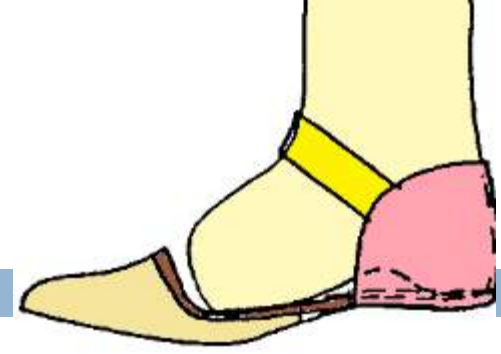
Taban yuvarlanma yüzeyi

47

Yuvarlanma bölgesine ait tepe noktası, güdük ucunun hemen arkasında olmalıdır. Takma parmak kısmı ile yuvarlanma parçası tek bir parçadan yapıldığında ve topuktan uca kadar bir kemer kullanıldığında en dayanımlı bağlantı elde edilmiş olur.

Topuk kapağı

48



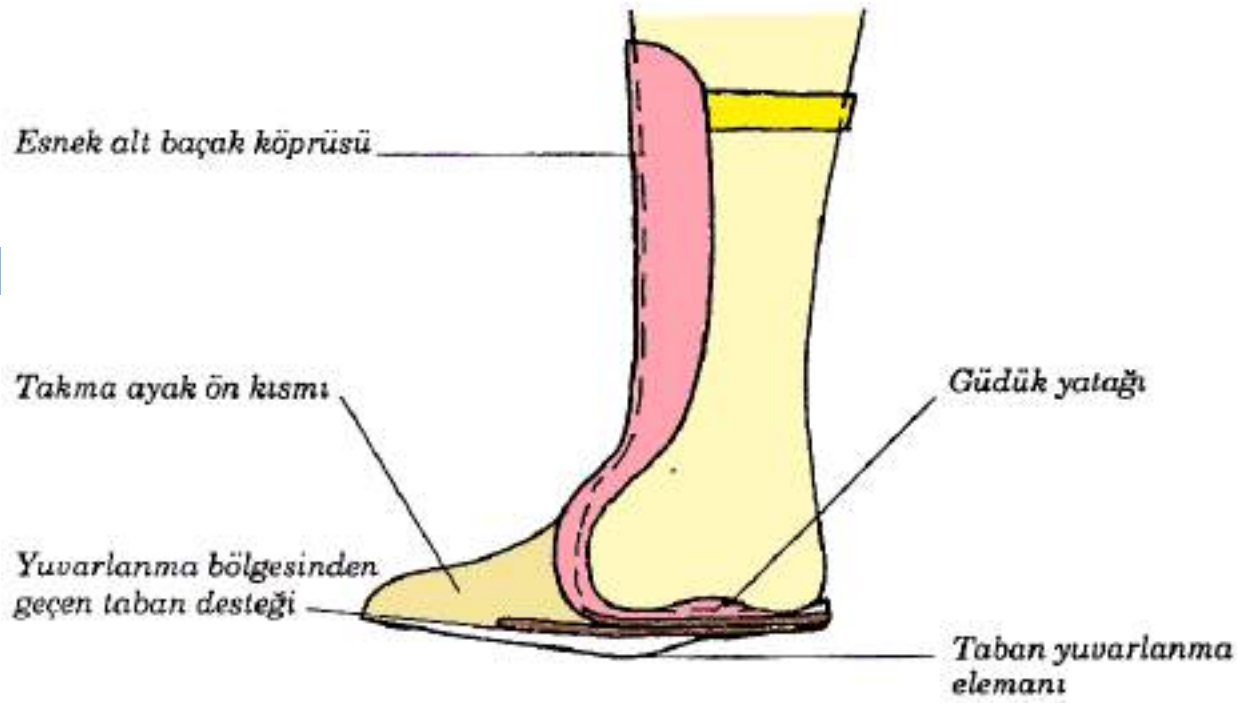
Hasta, sabit olmayan ayakkabılar (örneğin terlik ve sandalet) giyiyorsa dövülmüş deriden ya da plastikten mamul bir topuk kapağını yerleştirmek gereklidir. Bir ayak üst atkısı ya da bir ayakkabı iç şaftı, ayağın fikse edilmesini sağlar. Bağcıklı ayakkabılar ya da ortopedik ayakkabılar giyiliyorsa, güdük-protez bağlantısını ayakkabı üstlendiğinden, topuk kapağı gerekmeyecektir.



Kısa Ayak Orta Kısmı ve Uzun Ayak Bileği Gdklerinde Protez Uygulaması

49

Resim	Fonksiyonel kriterlere göre sınıflandırma	Fonksiyonel kriterlere göre sınıflandırma
	Uzun Tarsus gdg	Lisfranc
	Kısa Tarsus gdg	Bona Jger
	Arka ayak gdg	Chopart

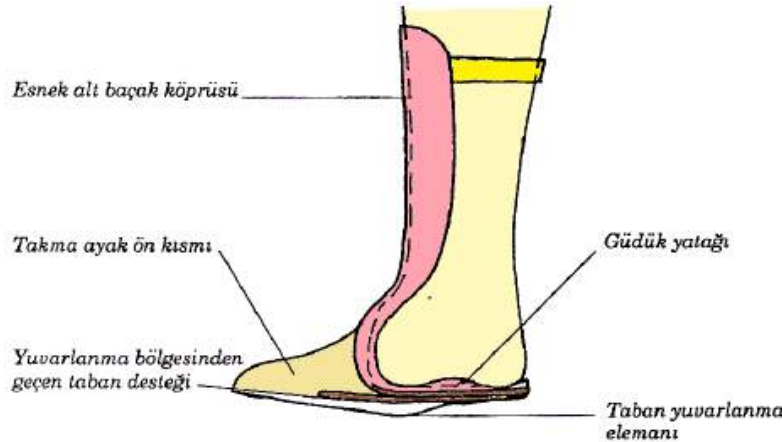


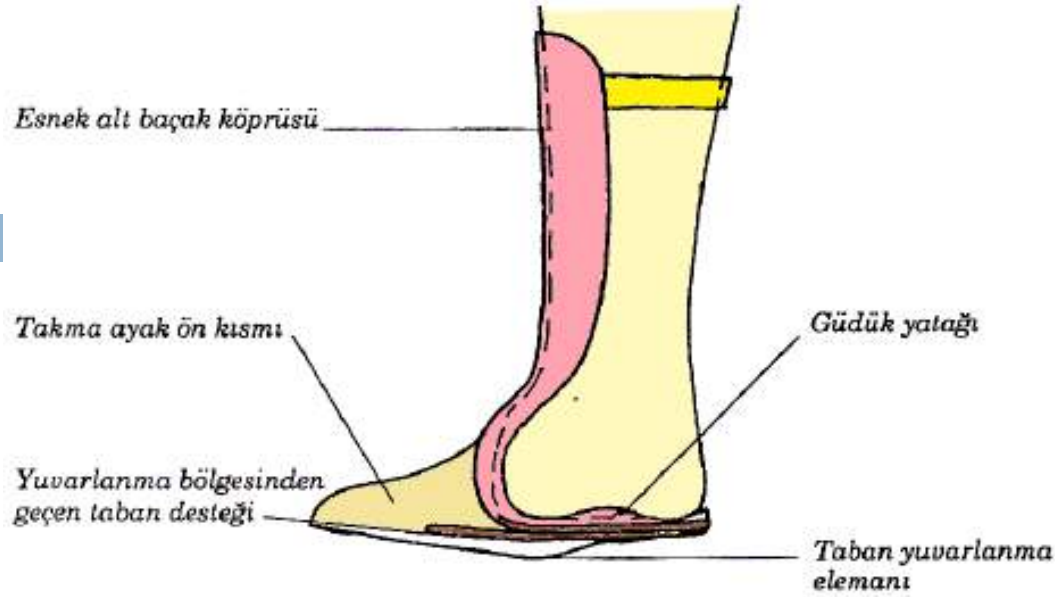
Kısa ayak orta kısmı ve uzun tarsus güdüklerinde talus'un hareketliliği, esnek bir alt bacak destek köprüsü sayesinde kısmen korunabilir. Eğer talus ekleminin fikse edilmesi gerekiyorsa köprü, sert yapıda yapılır.

Güdük yatağı

51

Güdük yatağı, kapak biçiminde yapılır. Topuk hafif bir çanak içine yerleştirilir, ayağın geri kalan oyuğu iyice desteklenir ve “V” çizgisinin geri kalanı yukarıya kaldırılır. Bu şekilde mevcut tüm yüzeyler yük taşıma işlemine katılmış olur. Bu uygulamada pes calcaneus pozisyonuna dikkat edilmesi özel bir önem taşır.



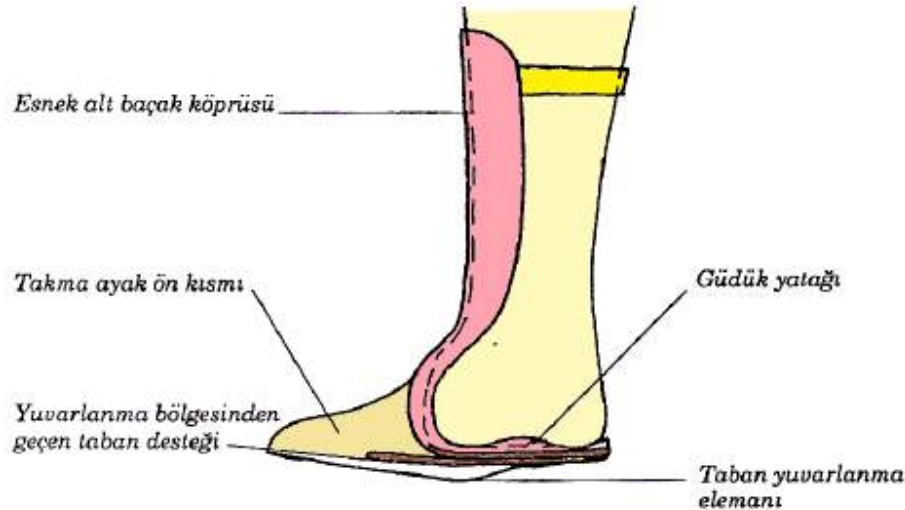


Güdük ucu önünde bir boşluk yaratılır ve taban bölgesinde olması beklenen basınç noktaları uzunlamasına oval şekilli boşluklar içinde serbest bırakılır. Yataklama malzemesi, sonradan üzerinde çalışılmaya uygun olmalıdır

Taban Desteği:

53

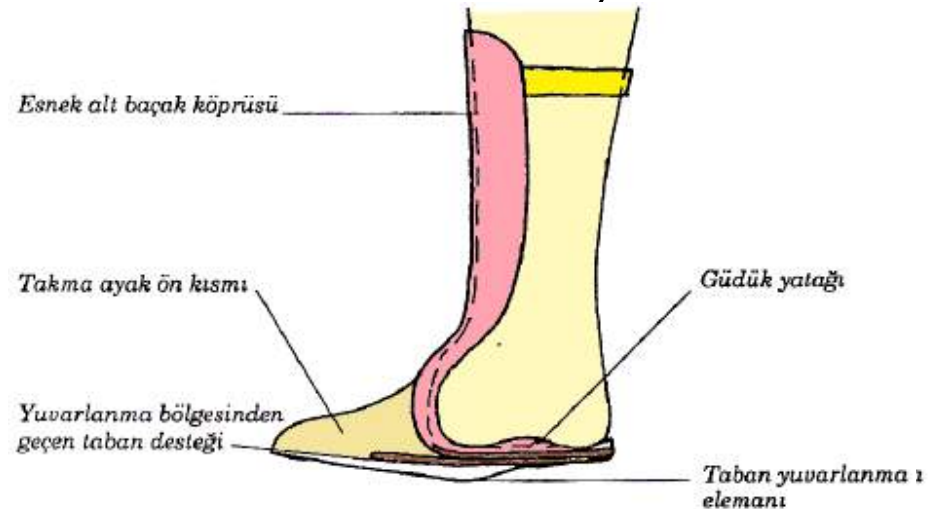
Bu destek öne doğru V. metatarsal kemik başına kadar uzanmakta olup bunun sayesinde taban kısmının tamamı desteklenir ve aynı zamanda sert takma ayak orta kısmına geçiş temin edilir

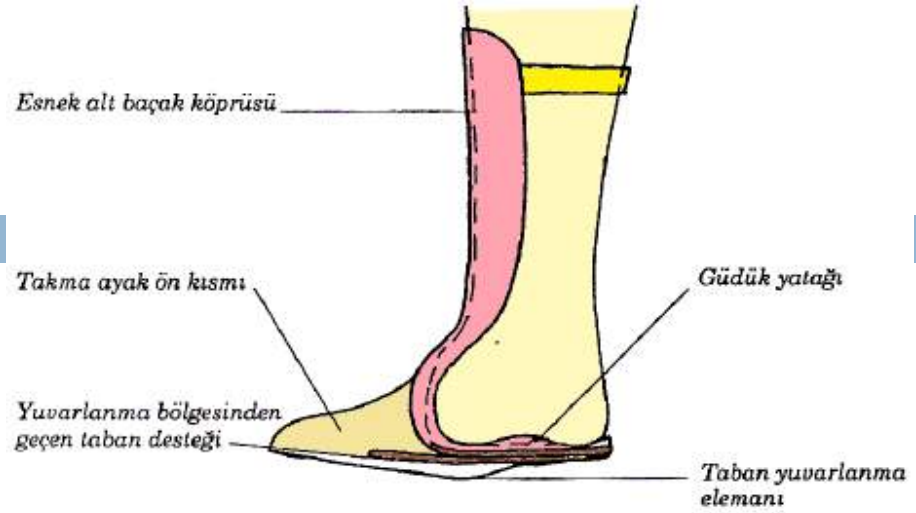


Alt bacak destek köprüsü

54

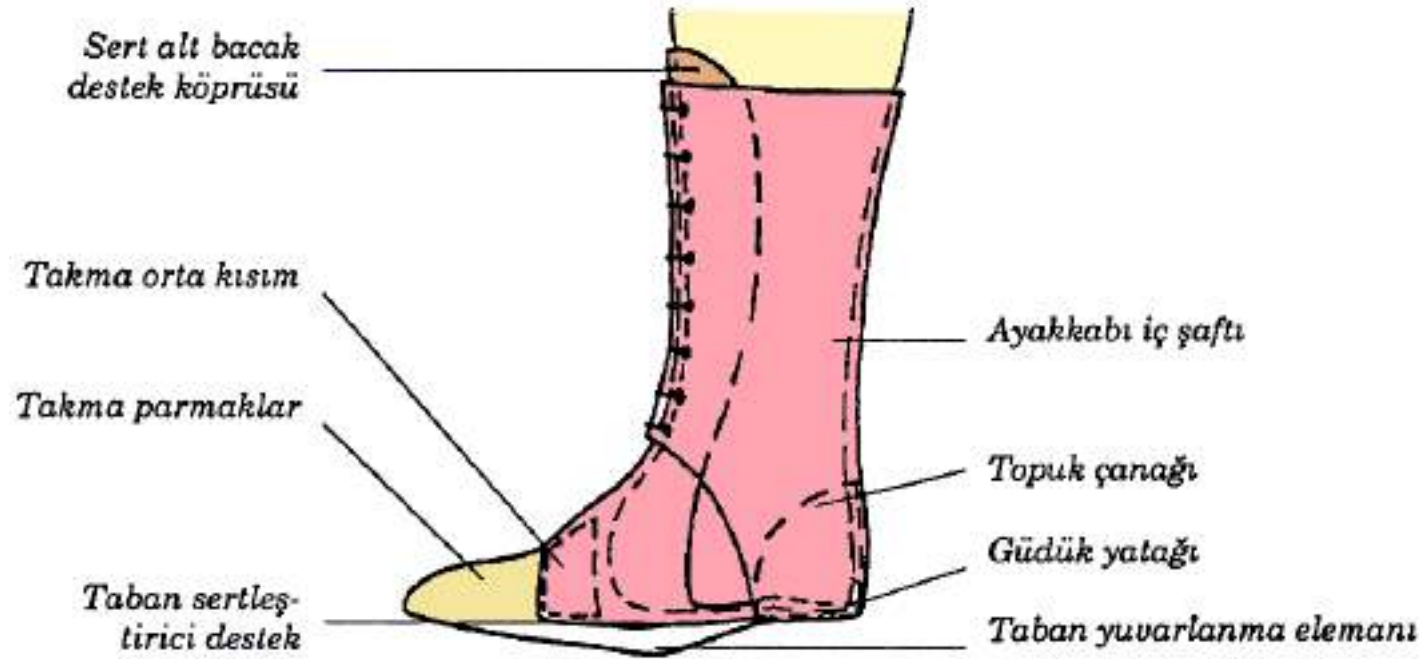
Bu, alt bacak ön tarafının tam modeli çıkartılmak suretiyle yapılır ve bir yastıkla desteklenebilir. Basınç noktalarından kaçınmak için üst kenarı hafifçe dışa doğru bükük yapılır. Destek köprüsü, seviye olarak alt bacağın ön kısmının yaklaşık üçte biri ile yarısını kaplar. Genişliği ise çevre ölçüsünün yaklaşık üçte biri kadardır.





Talus eklemi hareketliliğinin büyük ölçüde korunması isteniyorsa, 5 mm kalınlığındaki ortolen'den (PE) yapılmış bir köprü kullanılır. Topuktan yukarı anma bölgesine kadar uzanan bir metal taban, destekleme açısından gereklidir. Takma ön ayak kısmı tek bir parçadan imal edilebilir. Destek köprüsü genelde ayakkabı bağcığının bağlanmasıyla fikse edilir.

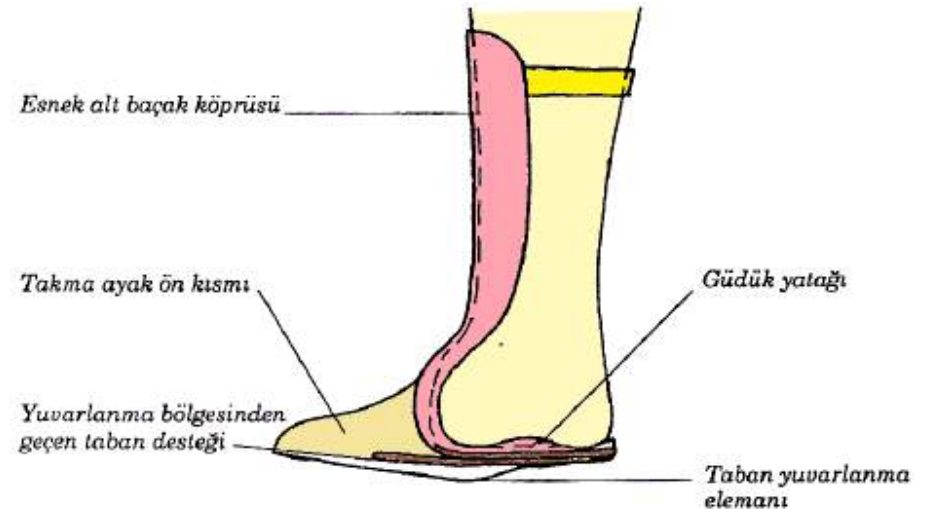
Talus ekleminde hareketlilik istenmiyorsa sert bir dökme reçine köprüsü imal edilebilir.

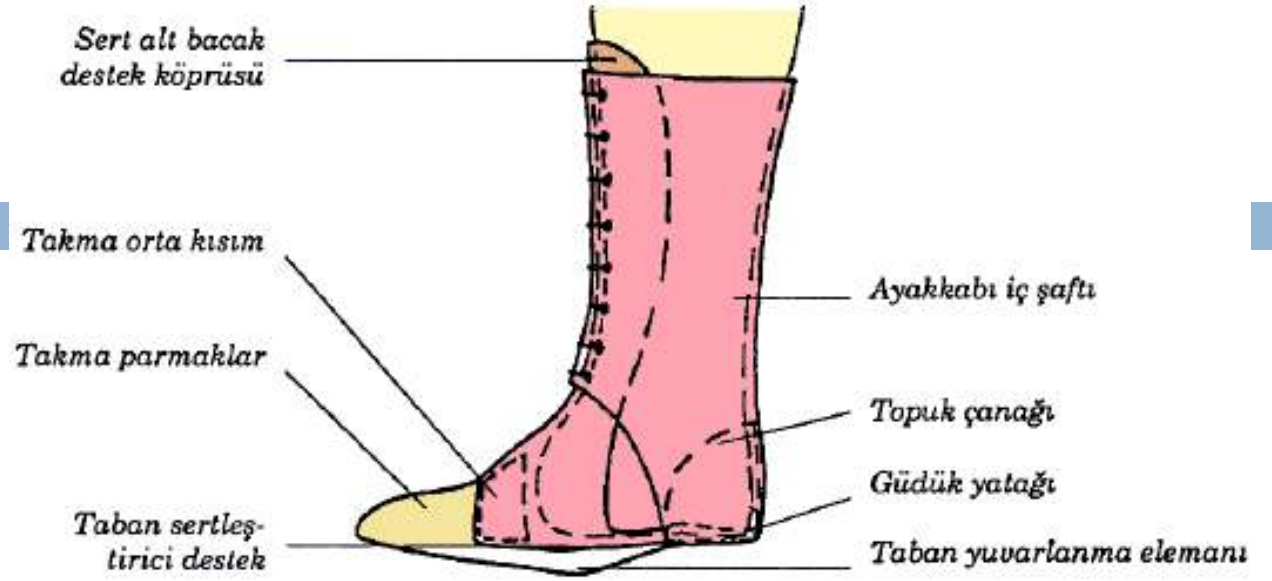


Takma ayak orta kısmı ve parmak kısmı:

57

Elastik köprüde; elastik malzemedен imal edilmiş bütün bir takma ayak ön kısmı parçası ilave edilir. Taban güçlendirme desteği, V. metatarsal kemik başı bölgesine kadar uzanarak ayak orta kısmı esneklikten uzak hale gelir. Uçtan topuğa kadar uzanacak şekilde yapıştırılan bir kemer, aynı zamanda yapışkanlı yerleri de emniyete alır.



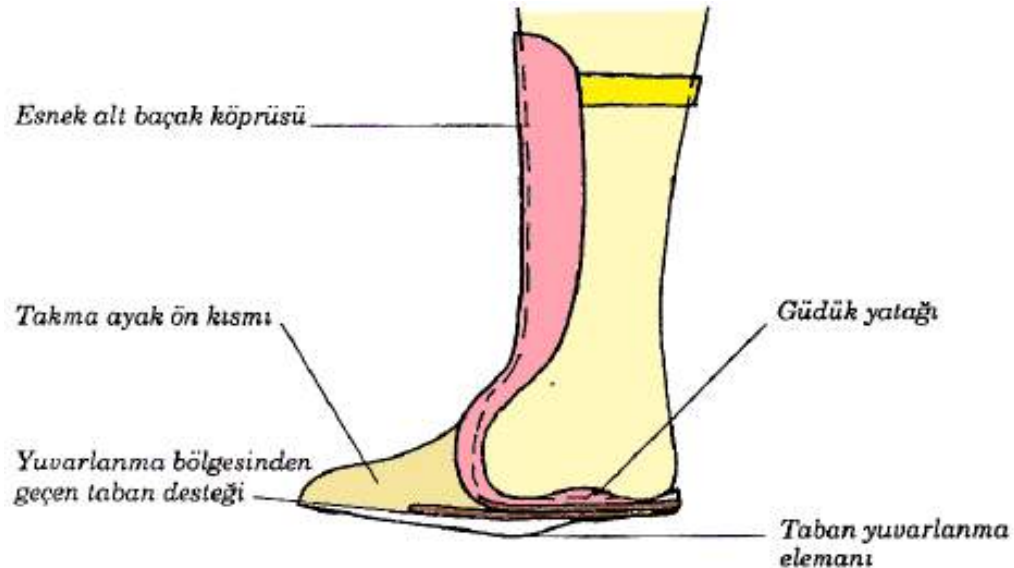


Sert dökme reçine köprüde; takma ayak orta kısmı parçası (mantar, hafif ağaç, sert köpük) doğrudan güdük yatağına eklenir ve dökme reçine köprüünün kapsadığı alan içine katılır. Elastik takma parmak parçası öne yapıştırılır. İşlemi bitirmek için boydan boya geçen deri taban gereklidir.

Taban yuvarlanma elemanı

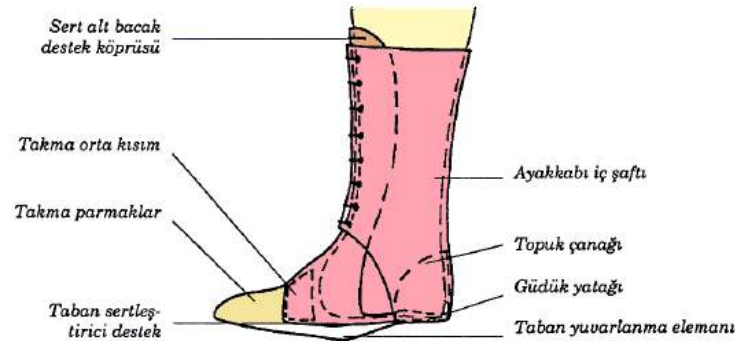
59

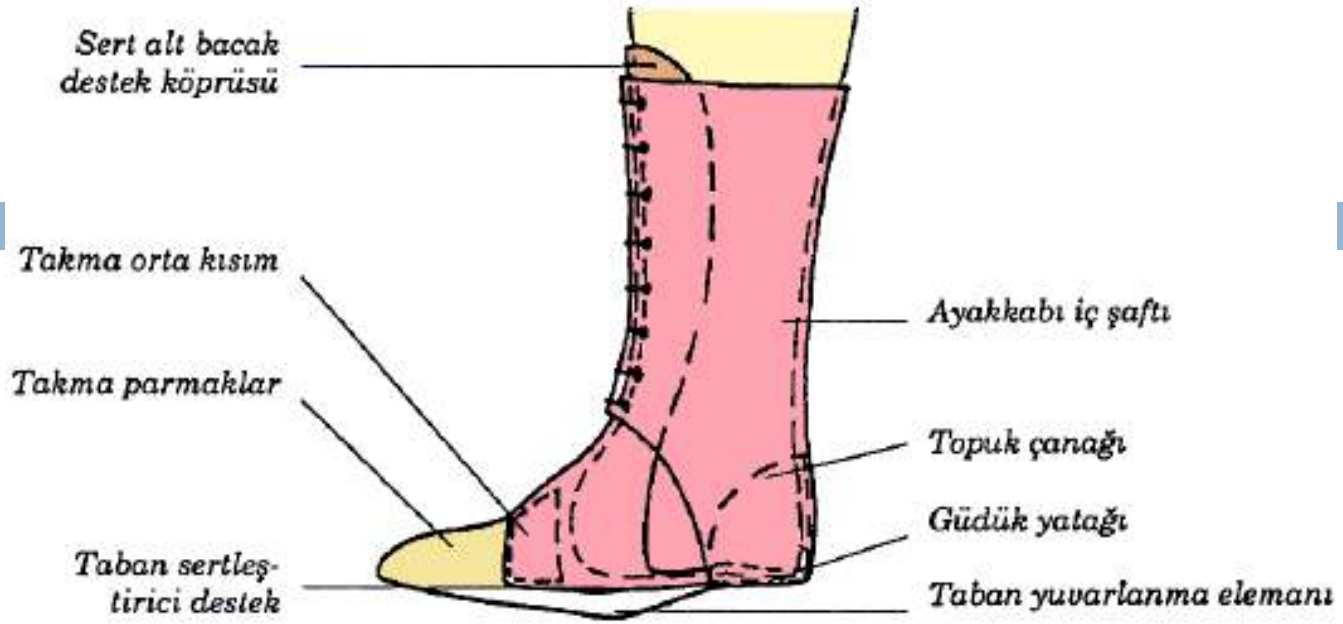
Tepe noktası güdük ucunun arkasındadır (güdük ucuna göre dorsal taraftadır). Takma parmak parçası ile taban yuvarlanma elemanı aynı malzemeden imal edilir. Dış kenardaki hafif yüksekliğin yuvarlanma elemanının yapılandırılması sırasında dikkate alınması gerekir.



Topuk kılıfı ve ayakkabı iç şaftı:

Topuk bölgesi çok labil ise, oluşan basınç kuvvetlerine karşı koyacak, dövülmüş deriden ya da plastikten mamul bir topuk kılıfının proteze eklenmesi gerekir. Ayağı arkadan kavrayan ve destek köprüsü aracılığıyla bağlanan bir ayakkabı iç şaftı, çoğunlukla işlevsel bir çözüm sağlar. Bu şekilde köprünün pozisyonu emniyete alınır ve güdük, protez içinde fikse olur.



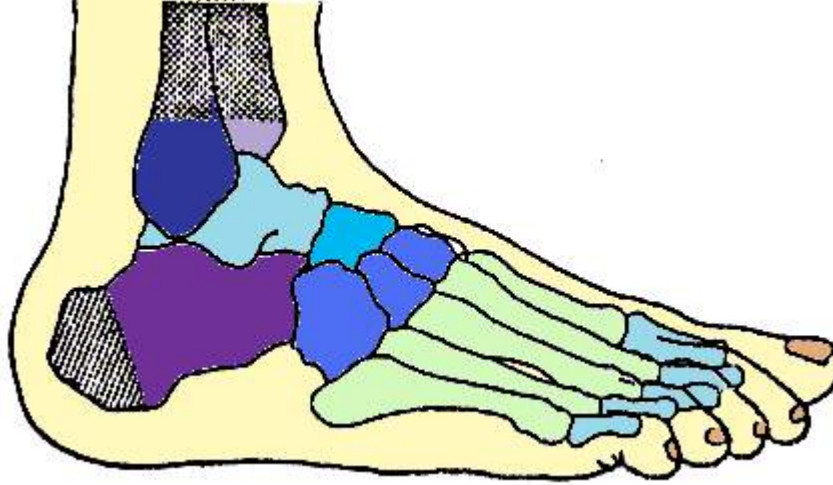


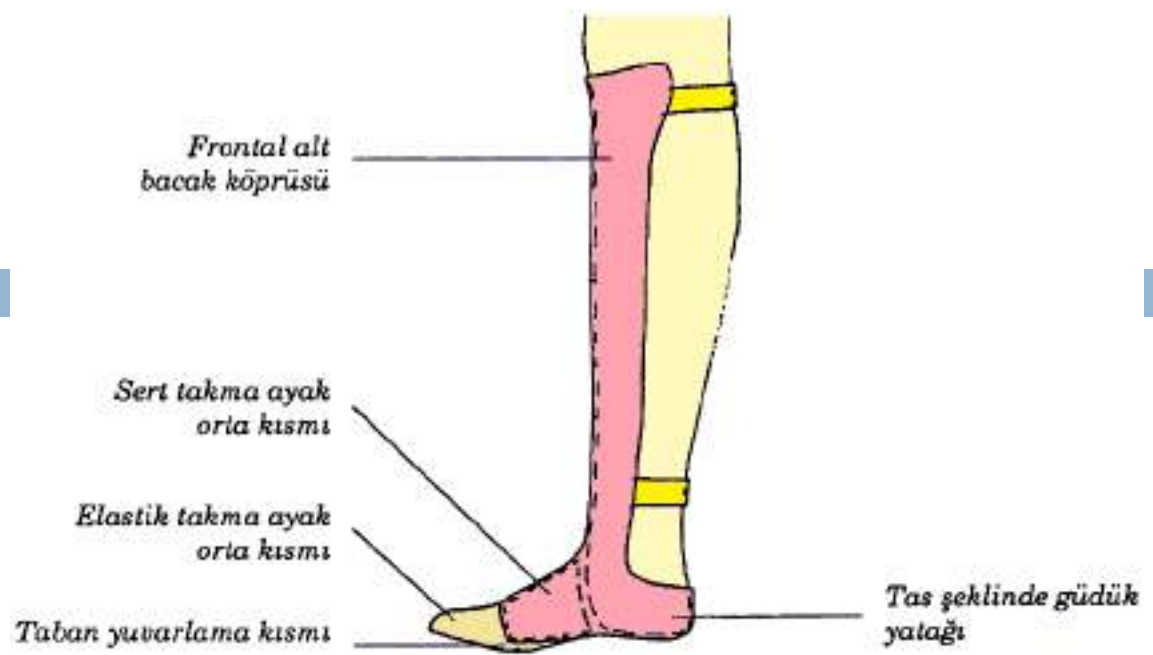
Bu şekilde terlik veya sandaletlerin giyilmesi mümkün olur. Hasta, zemini çok iyi hisseder ve düz olmayan yerlerde de kendini daha emin hisseder. Ağırlığının az olması, talus ekleminin hareketliliği ile pronasyon ve supinasyon imkanı bu protez yapısının büyük avantajlarını oluşturur.

Kısa Ayak Bileği Gdklerinde Protez Uygulaması

62

□ Pirogoff



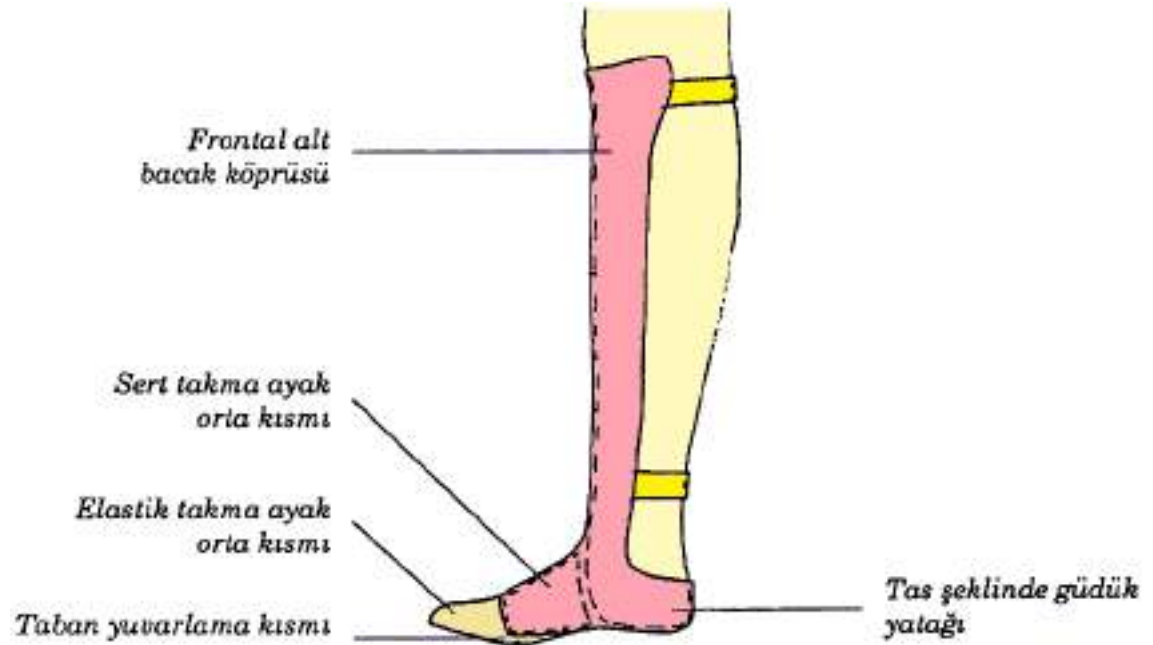


Kısa ayak bileği güdüklerine protez uygulanırken eğer güdük iyi niteliklere sahipse alt bacak destek köprülü bir protez uygulanır. Kötu nitelikli güdüklerde ise kapsül protez uygulanır. Daha kolay ve hafif bir ara çözüm ise Teufel'e göre modifiye edilmiş protezdir.

Güdük yatağı

64

Yere değme yüzeyinin küçük olması, güdük yatağının tas şeklinde yapılmasını gerekli kılar ve ince bir destek yastığı gerektirir. Protez, dökme reçineden yapıldığından tabanı güçlendiren özel bir desteğe gerek yoktur.

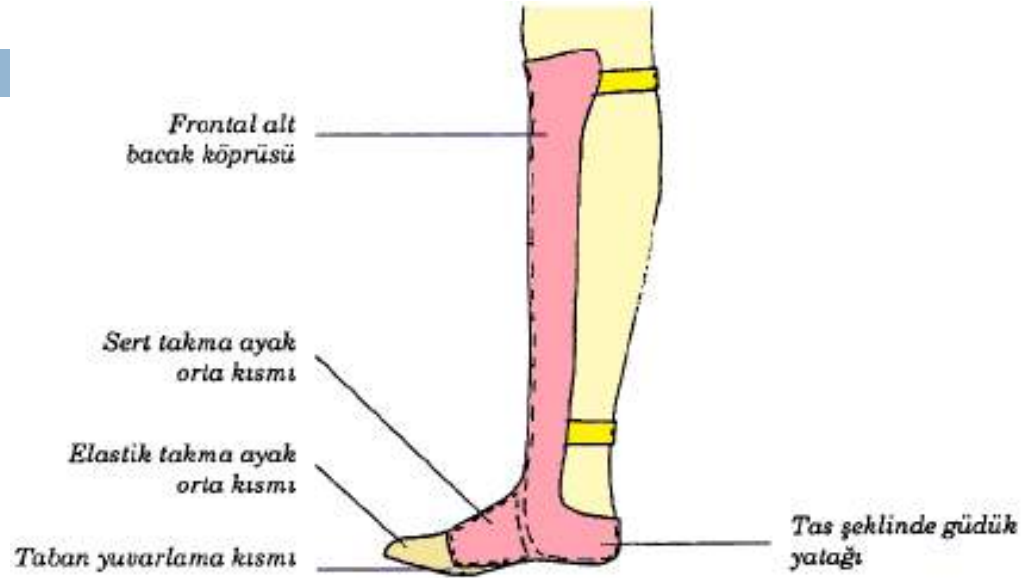


Takma ayak ön kısmı

Sert bir takma ayak orta kısmı, doğrudan güdük yatağı ile bağlantılandırılır ve ardından alt bacak köprüsü ile kaplanır. Takma parmak parçası, yuvarlanma elemanı ile birlikte takılır. Yuvarlanma bölgesi, sağlam ayağa uygun olarak V. metatarsal kemik başı yüksekliğinde bulunur. Meydana gelen kuvvetler yuvarlanma sırasında doğrudan üst tibia bölgesine iletildiğinden, bu işlem mümkündür. Bu protezle büyük adımlar atmak mümkün olur. Takma ayağın yapısı, önemli ölçüde bir protez ayağa benzer.

Alt bacak köprüsü

66



Bu köprü frontal taraftan alt bacağın tümünü içine alır. Ana destek noktası olarak görev yapan tibia başından destek alarak diz kapağının altında son bulur. Köprü, alt bacağı yanlardan yaklaşık ortaya kadar sarar ve güdük bölgesinde tas şeklindeki güdük yatağının içine girer.

Yük Taşıyamaz Özellikteki Güdüklerde Protez Uygulaması

67

- Güdüğün temas yüzeyi yeterli seviyede yük taşıyamıyorsa ya da ilaveten kıkırdak hastalıkları ya da güdük veya alt bacak bölgesinde hatalı pozisyonlar mevcut ise, yükü azaltıcı bir protez yapılması gerekir.
- Yük taşıyabilme derecesine göre tamamen yükten arındırma (güdük altında serbest alan bırakarak) ya da kısmen yükten arındırma (hafif taban teması ile) gerekli olabilir.





Syme ve Pirogoff Amputasyonlarına Göre Protetik

70

Resim	Fonksiyonel kriterlere göre sınıflandırma	Araştırmacıların adlarına göre sınıflandırma
		
Pirogoff güdüğü	Pirogoff güdüğünün Günther ve Fort'a göre modifiye şekli	Syme Güdüğü

Tablo 2.7: Syme ve Pirogoff Amputasyonu

- Bir eklemlı ayağın yerletirilmesi çok büyük zorluklara yol açar.
- Bir SACH ayağın yerleştirilmesi mümkün olmakla birlikte sabit yerleştirmede yine de detayda her zaman sorunlar çıkmaktadır.





- Ayak arka kısmı güdükleri için yapılarının arka yüksekliği düşük tutulan özel ayakkabılar mevcuttur. Bu ayakkabılar hacimsel olarak sorun çıkarmadan yerleştirilebilmekle beraber, topuk tamponununun az olması bir dezavantajdır. Bu tür ayakkabılar kullanıldığında, ayak tamponundaki yetersizliği dengeleyecek yumuşak tampon topuklu ayakkabıların giyilmesi gerekir.

Yataklama ve İmalat

73

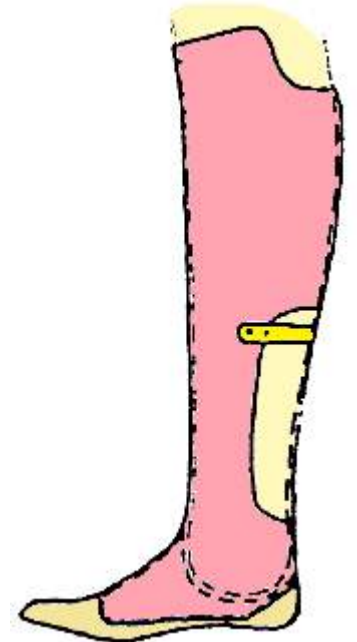
Ayak arka kısmı güdüklerine yapılan protetik uygulama, genel olarak alt bacak kısa protezi uygulamasına benzemektedir. Burada birbirinden farklı iki önemli yapı elemanı söz konusudur:



Alt bacak şaftı

74

Bu şaft, ayak güdüğü ve tibia kondili ile birlikte alt bacağı içine alır. Alt bacak şaftı, geriye kalan taban yüzeyi üzerine isabet eden basıncı azaltmak amacıyla güdük bölgesinde tas şeklinde ve kalıba göre yapılandırılır.



Tibia başı özenli bir şekilde yataklanır, gerekirse bir PTB kılıfı imal edilir. Ust kenar, diz kapağını tamamen serbest bırakır, dorsal tarafta ise diz boynu geniş bir yay çizecek şekilde kesilip çıkarılabilir.



Takma ayak

76

Günümüzde kullanılan elastik köpük malzemelerinin elastikiyeti ve dayanıklılığı göz önünde tutulursa mekanik bir ayak bileği eklemi kullanılmamalıdır.

NEDEN

- Eklemler aşınır.
- Pozisyon, anatomik ekleme eşdeğer değildir.
- Protez ağırlığı, aşırı derecede artar ve kullanılamaz.
- Tamir ve bakım gerektirir.

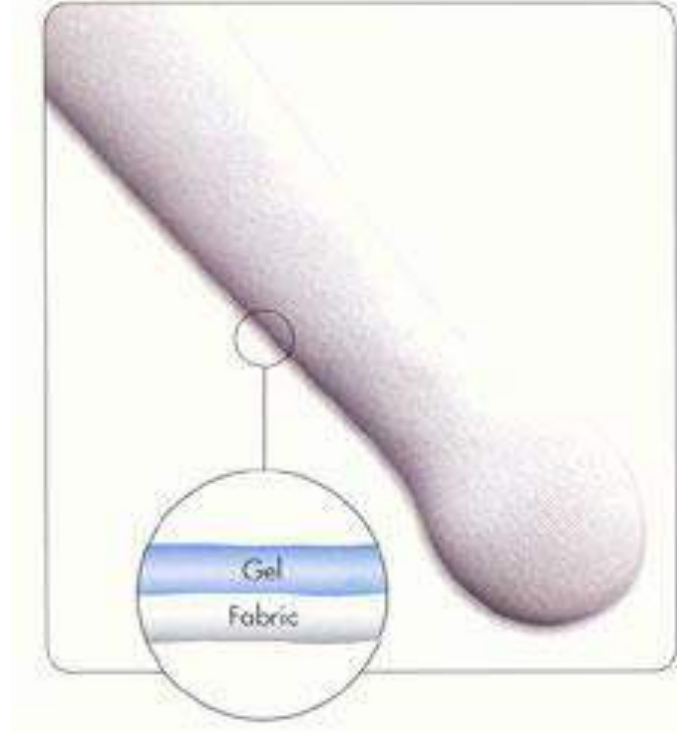
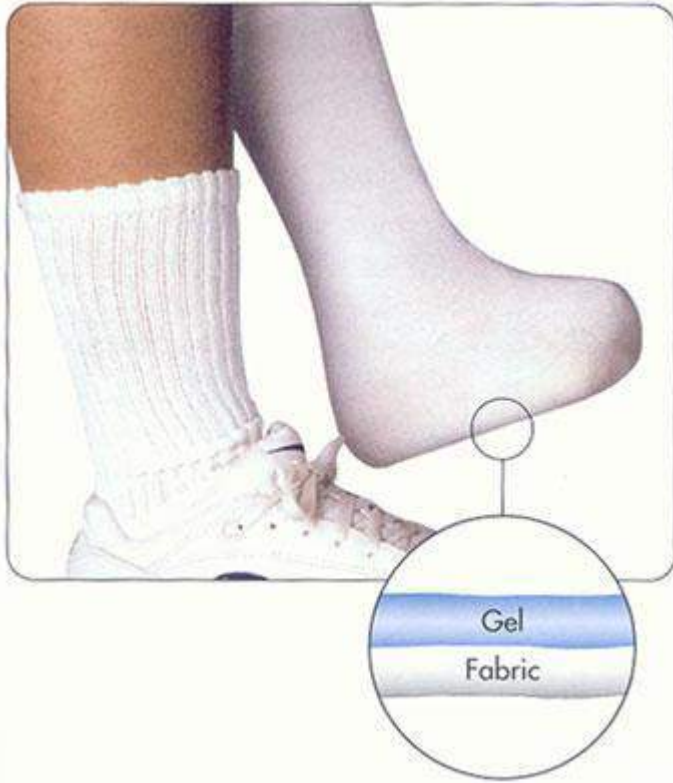
Silikon Protezler

77













Çoraplar

78



Parsiyel Ayak Protez Tasarımları

79

				
Lisfranc güdük	Chopart güdük		Pirogoff güdük	SYME güdük
				
Chopart protez		Chopart Boyd/Pirogoff	SYME / Pirogoff protez	

Tablo 2.8: Parsiyel ayak protezlerine genel bakış.



Parmak amputasyonlarında dolgu tabanlık uygulaması



Uzun ayak orta kısmı güdüklerinde dolgu tabanlık uygulaması



TMF - Transtarsal ve Transmetatarsal uygulamalar için kozmetik hazır ön dolgu ayak



Yanık sonrası oluşan ayak gdğnde modifiye parsiyel ayak protez uygulaması



Lisfranc Chopart seviyeleri içi enerji depolama özellikli karbon ayak iskeleti



- Topuk absorpsiyonlu polipropilen esnek ayak iskeleti



- Syme ve diz altı protezleri için modüler piramit ayar adaptörlü karbon ayak iskeleti



- Syme Lisfranc/Chopart ve transtarsal protetik için, yarı silikon liner protez



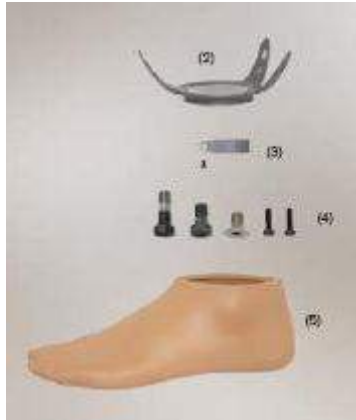
- Poliform malzemededen soft soket üzeri konvansiyonel karbon Lisfranc / Chopart protez



- Lisfranc Chopart seviyeleri için enerji depolama özellikli karbon ayak



- Syme için modüler sistem ayak ve ayarlanabilir şaft adaptörü





Periferik Sinir Lezyonları

Prof. Dr. Kurtuluş KÖKLÜ

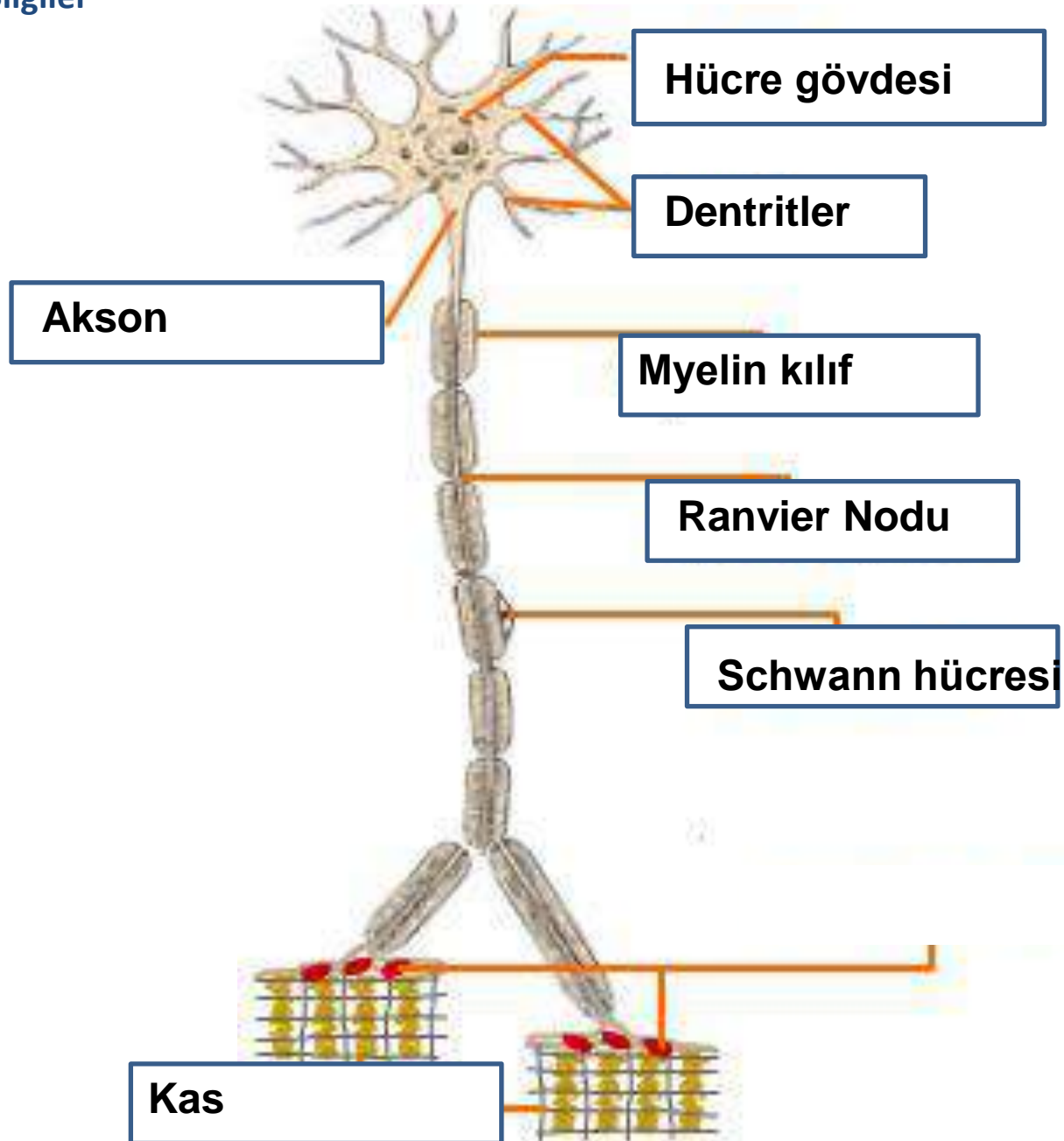
Sunum Planı

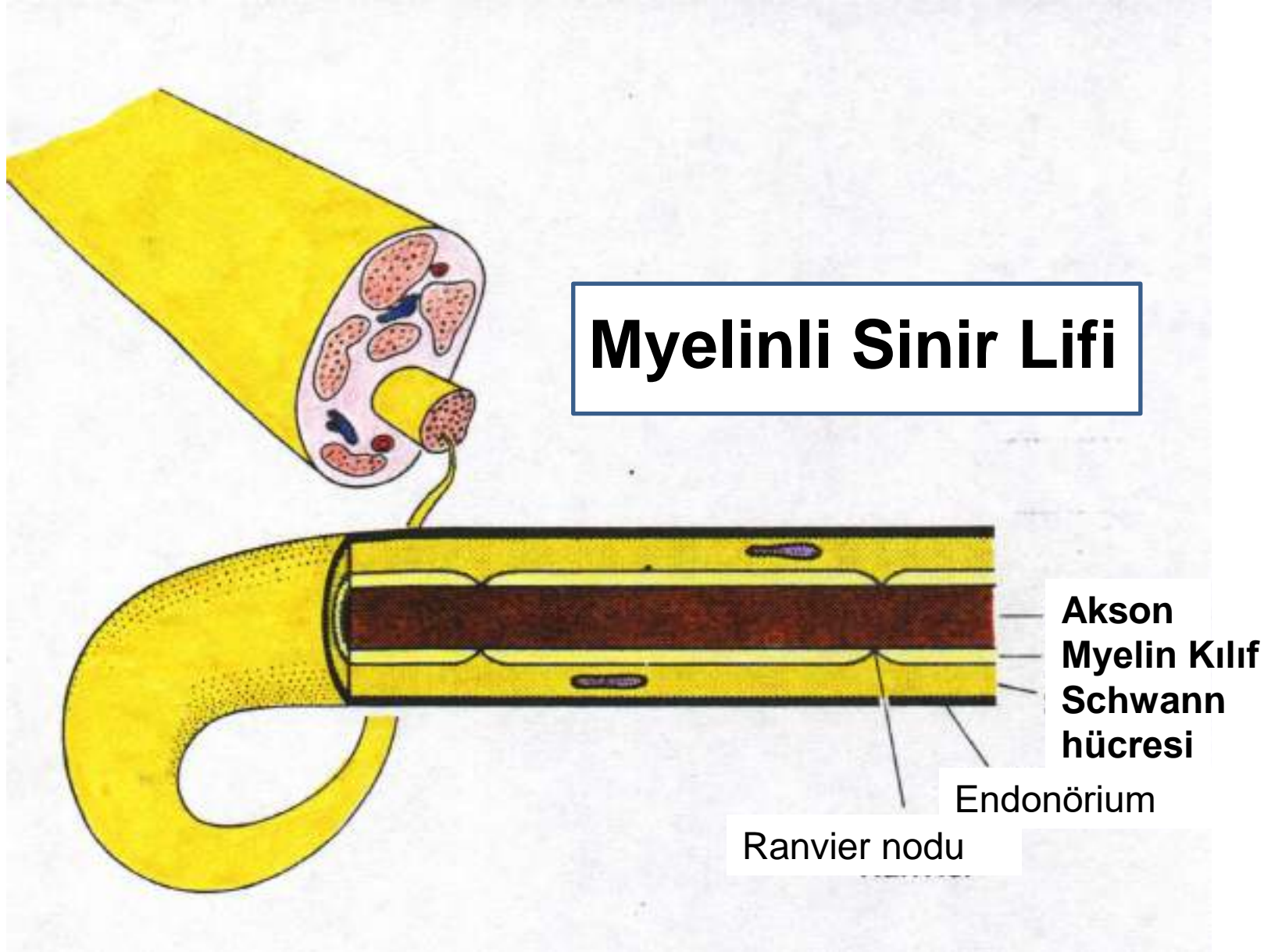
- Amaç ve hedefler
- PSY genel bilgiler
- Etiyoloji
- Sınıflandırma
- TNP genel bilgiler
- Etiyoloji
- Ara özet
- Üst ekstremitte TNP
- Alt ekstremitte TNP
- Özet
- Kaynaklar

Amaç ve Hedefler

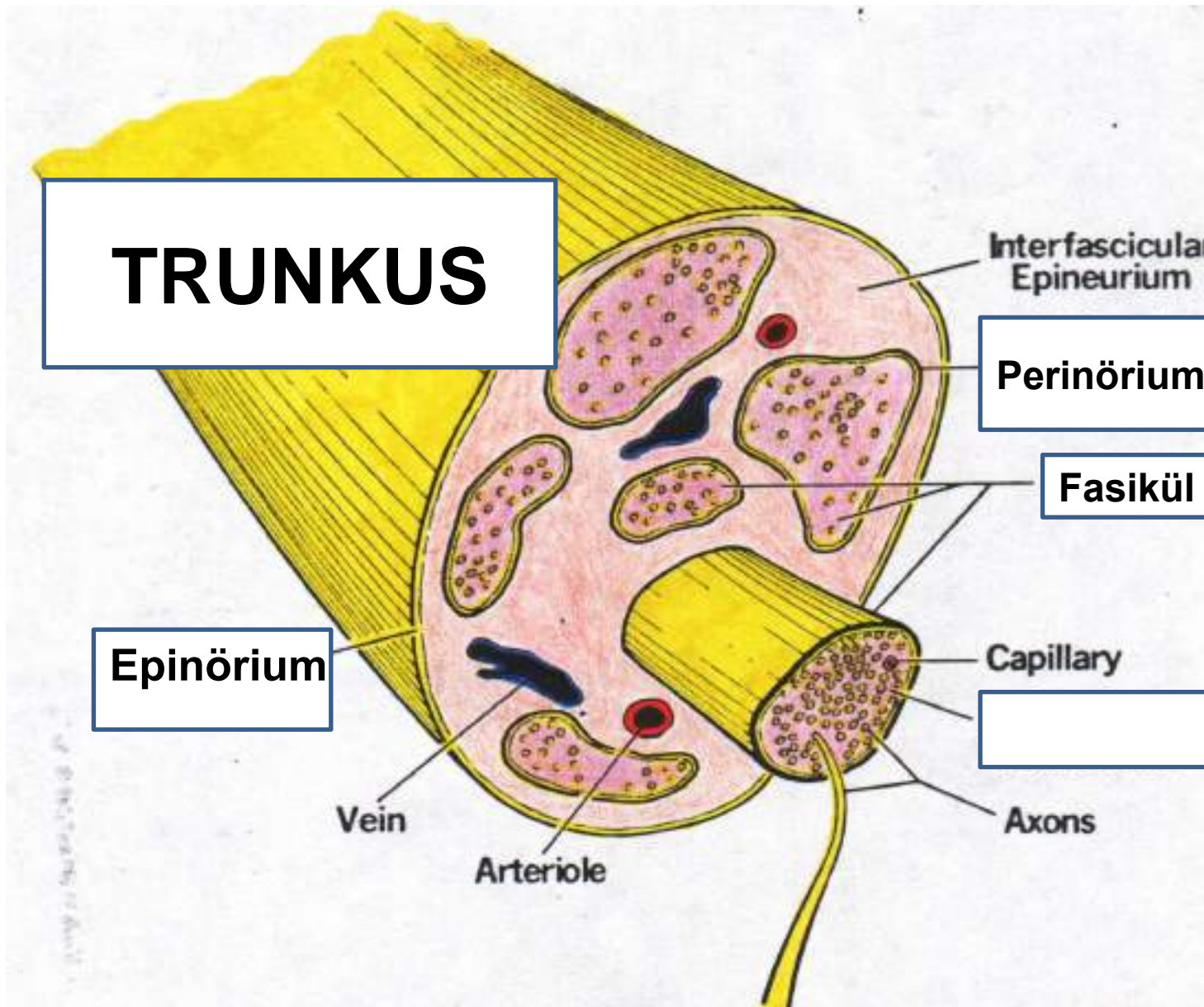
- Periferik Sinir Yaralanmaları ve Tuzak Nöropatileri
 - Tanı
 - Tedavi
 - Takibi

Genel Bilgiler



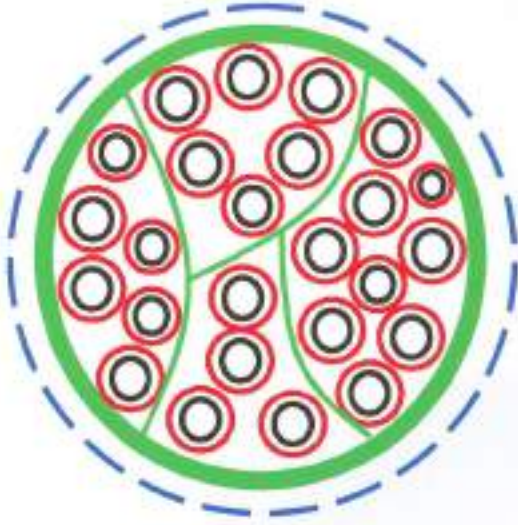


TRUNKUS

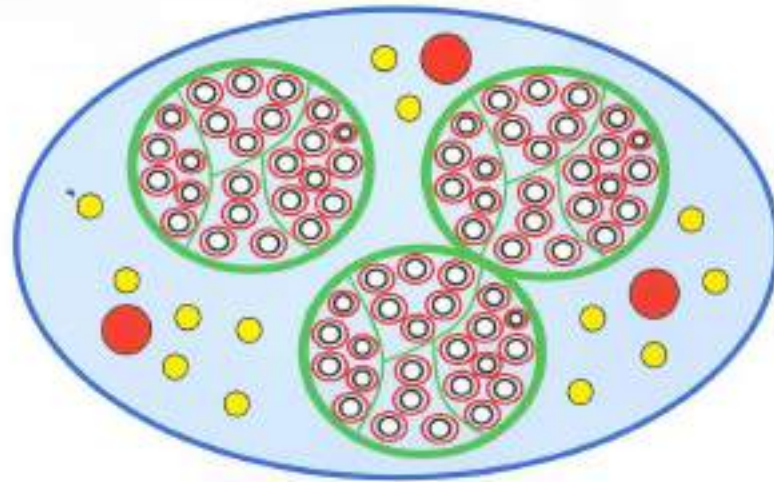


Genel Bilgiler

**Tek bir
fasikül**



**Bir çok
fasikül**



Periferik Sinir Yaralanmalarında Etiyoloji

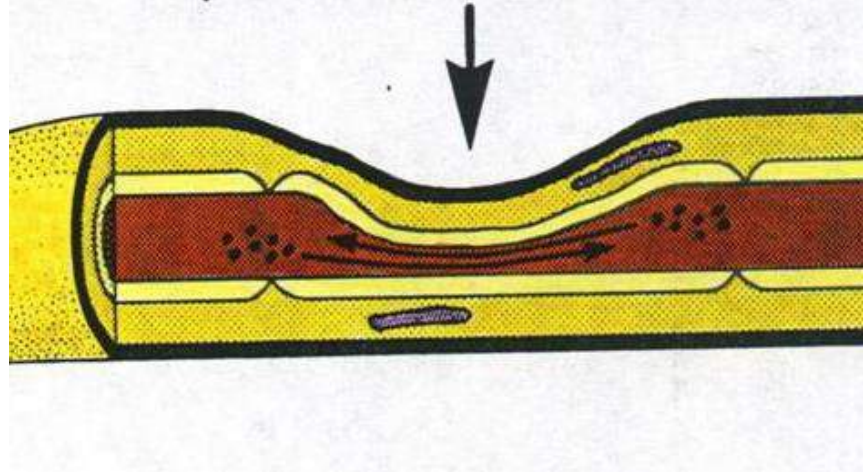
- Kompresyon
- Tekrarlayan travma / aşırı kullanım
- Direk travma (laserasyon,kontüzyon)
- İskemi
- Traksiyon
- Termal / elektrik

Periferik Sinir Yaralanması

Seddon	Sunderland	
Nöropraksi	1. Derece yaralanma	Lokal myelin hasarı Dejenerasyon yok
Aksonotmesiz	2. Derece yaralanma	Endonörol tüp korumuş Aksonal dejenerasyon mevcut
<i>Endonörotmezis</i>	3. Derece yaralanma	Endonörol tüp dejenere Perinörium sağlam Aksonal dejenerasyon mevcut
<i>Perinörotmezis</i>	4. Derece yaralanma	Sadece epinörium sağlam
Nörotmezis	5. Derece yaralanma	Sinir tamamen kopmuştur

Genel Bilgiler

Seddon	Sunderland
Nöropraksi	1. Derece yaralanma



Sinire bası mevcut

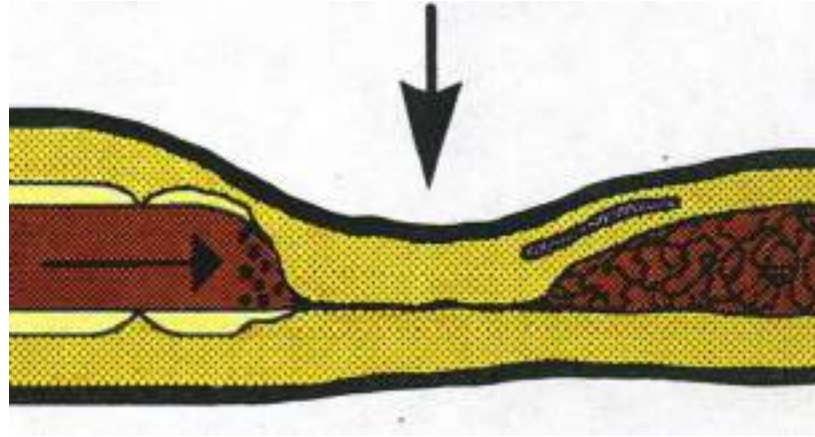
Sinir iletiminde yavaşlama veya blok

Aksonal hasar yok

Düzelme olur

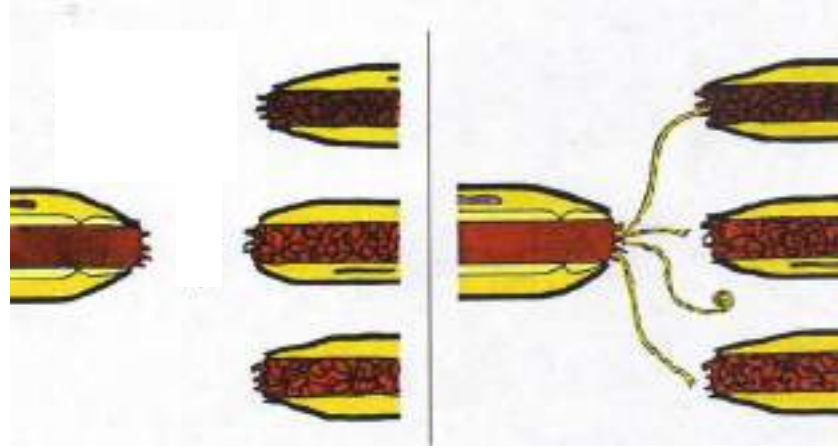
Genel Bilgiler

Seddon	Sunderland
Aksonotmezis	2. Derece yaralanma



Aksoplazmik akım olmaz
Endonöral tüp sağlam
1 mm/gün ilerleme
Muhtemel tam düzelme

Seddon	Sunderland
Endonörotmezis	3. Derece yaralanma



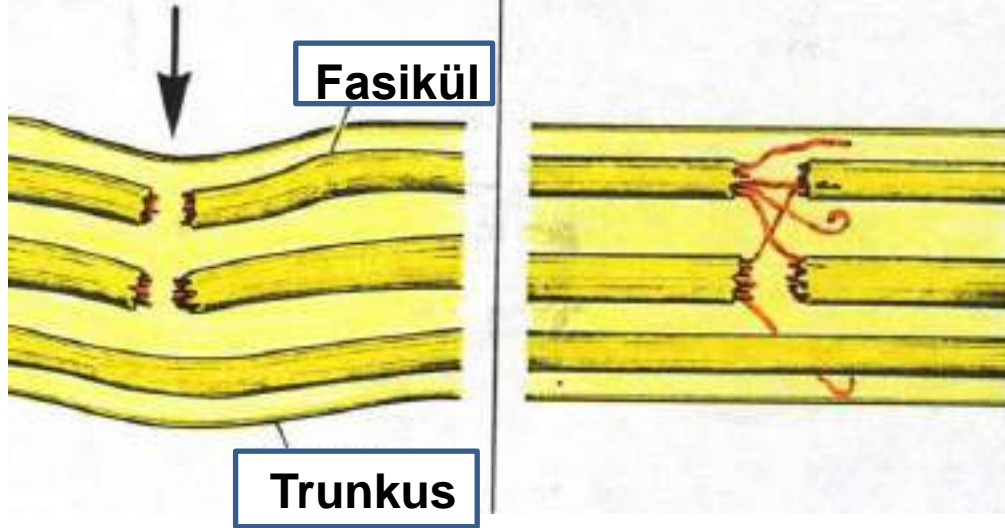
Endonöral tüp ve akson hasarı

Perinöral bölge sağlam

Aksonal rejenerasyon olabilir

Sekel kalır

Seddon	Sunderland
Perinörotmezis	4. Derece yaralanma

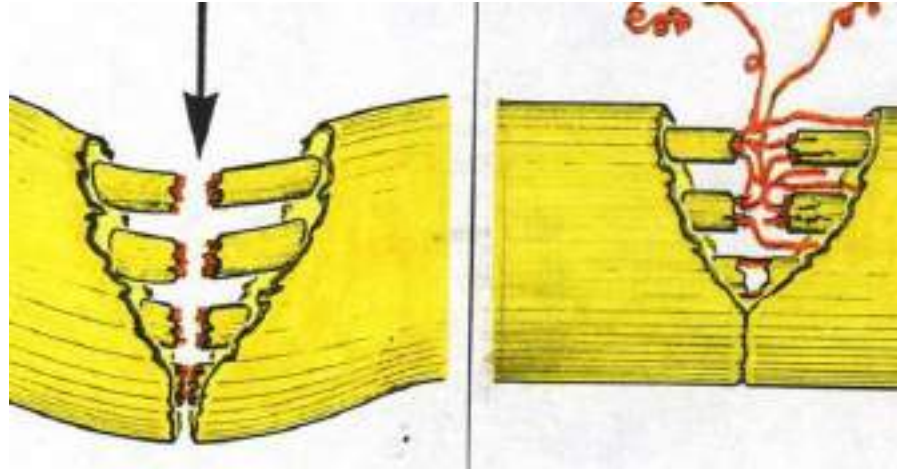


Endonöral tüp, akson, perinöral tüp hasarı

Sadece epinörium sağlam

Sekel

Seddon	Sunderland
Nörotmezis	5. Derece yaralanma



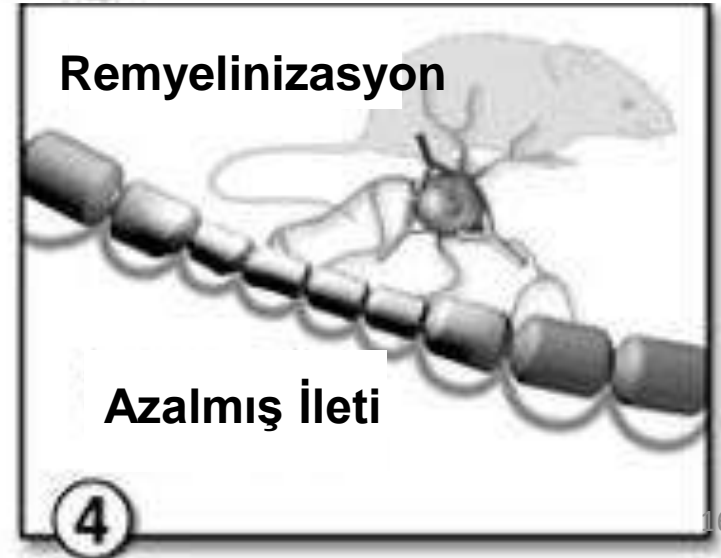
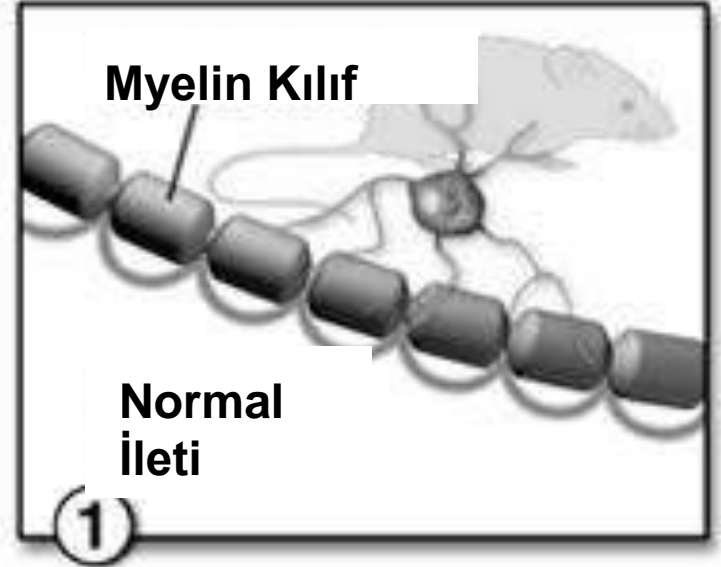
Epinörium dahil tüm katlar kesilmiştir.

Sinir yaralanmalarında iyileşme

- Remyelinizasyon
- Aksonal Reinnervasyon

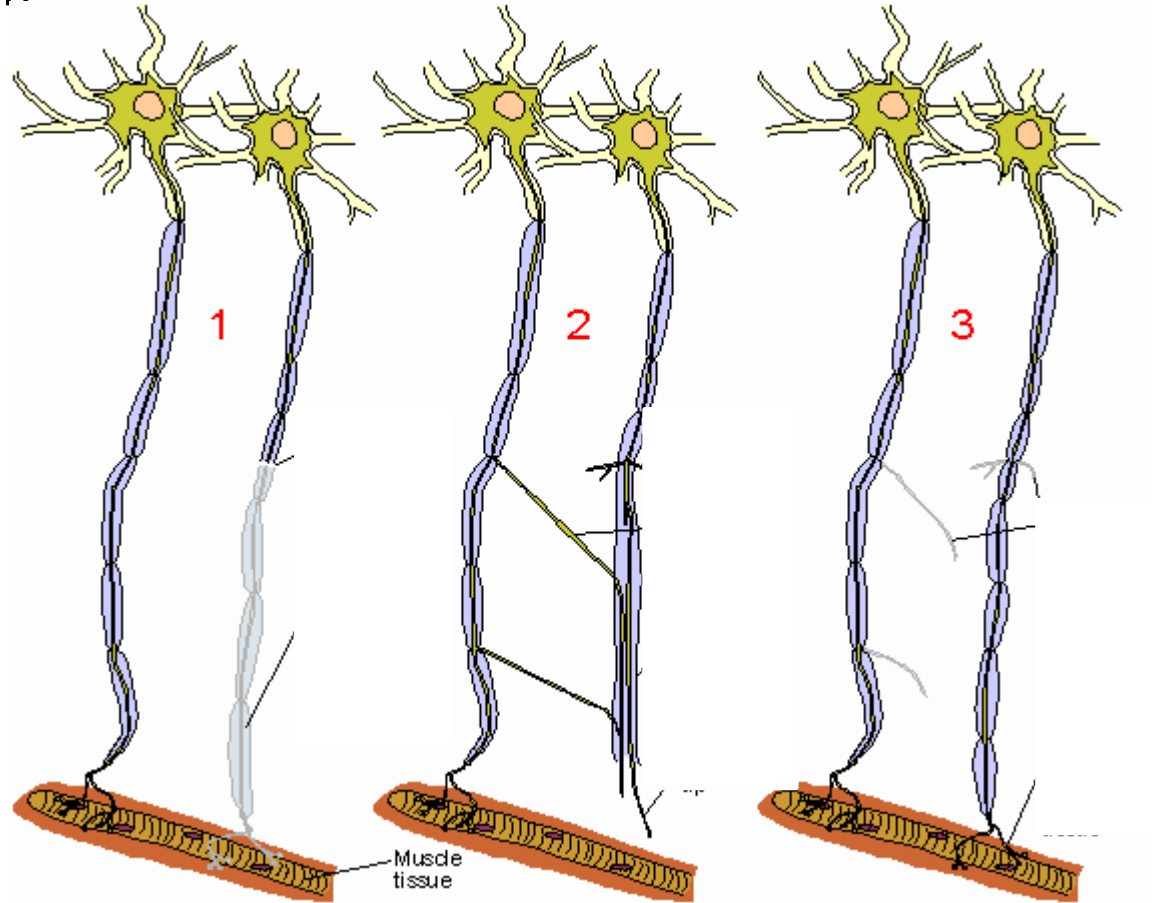
Sinir yaralanmalarında iyileşme

Remyelinizasyon



Sinir yaralanmalarında iyileşme

Aksonal Reinnervasyon



Tuzak Nöropati

Tuzak nöropati, sıkışma sendromu ya da kompresyon nöropatisi, periferik sinirlerin anatomik seyirleri boyunca değişik dar alanlar veya tünellerde farklı sebeplere bağlı olarak sıkışmasıdır.

Tuzak Nöropatilerde Semptom ve Bulgular

1. Sinirin duyuşal ve motor dağılımı boyunca yayılan dizesteşiler ve ağrı
2. İstirahatte ve geceleri artan şikayetler
3. Sıkışma bölgesine vurmakla sinirin duyuşal dağılımı boyunca ağrı ve dizestezi (Tinnel bulgusu)
4. İleri derecede ve kalıcı bası sonucu motor bozukluklar.

Etiyoloji

- Sistemik hastalıklar
- Lokal hastalıklar
 - Sistemik hastalıklar
 - RA
 - Miksödem
 - Akromegali
 - Lokal hastalıklar
 - Amfibioz
 - Tenosinovit
 - Sarkoidoz
 - Hematom
 - Toruslu gut
 - Ganglion kistleri
 - Lipom
 - Kemik ekzositozları

Değerlendirme

- Anamnez
- Duyu değerlendirilmesi
- Motor değerlendirme
- Özel klinik testler
- Elektrodiagnostik değerlendirme
- Görüntüleme yöntemleri

Ara Özet

- Periferik sinir lifi
- Endonörium, perinörium, epinörium
- Seddon, Sunderland
- Tuzak Nöropati

ÜST EKSTREMİTE TUZAK NÖROPATİLERİ

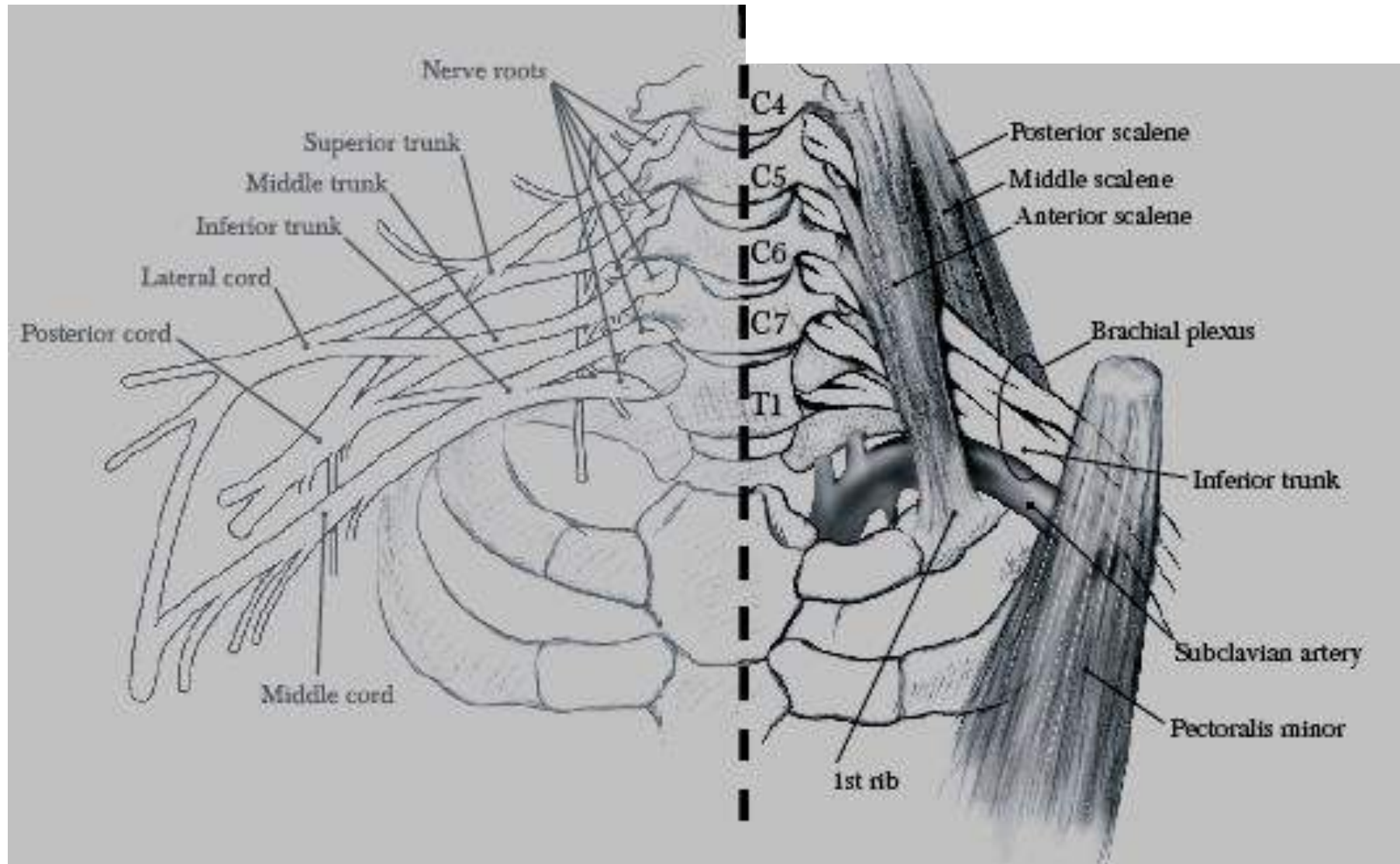
- Torasik Çıkış Sendromu
- Median Sinir Tuzak Nöropatileri
- Ulnar Sinir Tuzak Nöropatileri
- Radial Sinir Tuzak Nöropatileri
- *Muskulokutanöz Sinir Tuzak Nöropatisi*
- *Aksiller Sinir Tuzak Nöropatisi*
- *Supraskapular Sinir Tuzak Nöropatisi*

Torasik Çıkış Sendromu

- İnsidans %1-2
- En sık yaş aralığı 25-40
- Kadınlarda 4 kat daha fazla
- Şişman ve iri memeli kadınlarda
- Kaslı erkeklerde daha fazla

- **Vasküler Torasik Çıkış Sendromu**
- **Nörojenik Torasik Çıkış Sendromu**
 - Subklavyan arter, subklavyan ven veya aksiller ven basısı sonucu ortaya çıkar (kot, fibröz bant veya skalen sıkışması sonucu ortaya çıkar)
 - Arteriyel tutulum sonucu: iskemik nekroz, künt ağrı, ya da pektoralis minor gibi kas yapıları)
 - bitkinlik, renk ve ısı kaybı oluşabilir
 - Onkol ve elin medial tarafında özellikle kolun baş
 - Venöz tutulumda mavimsi, şiş ve ağrılı bir üst ekstremité üzerindeki aktivitelerinde ortaya çıkan ağrı, uyuşma ve duyu kaybı vardır
 - İntrinsik el kaslarında kayıp (median < ulnar)

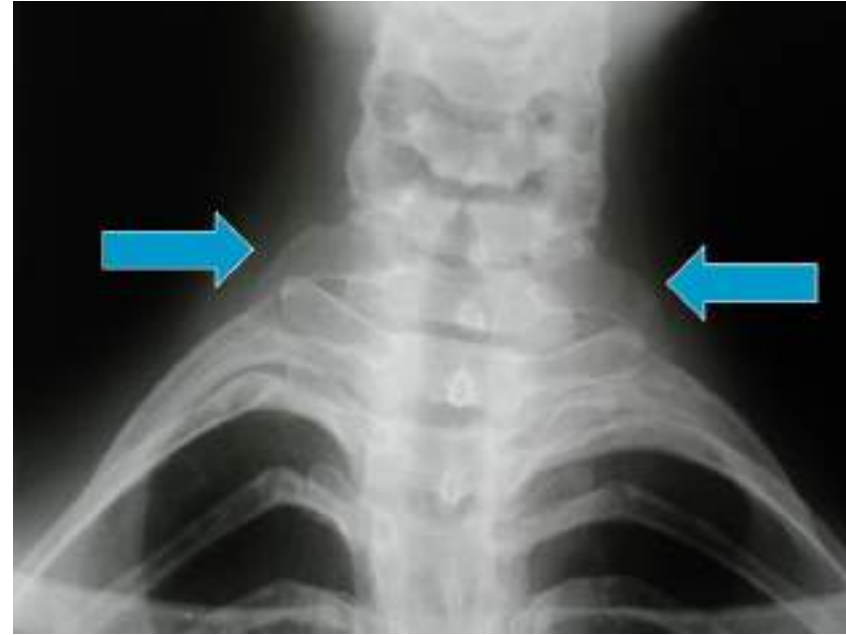
Torasik Çıkış Sendromu



İnterskalen üçgen

• Sıkıştıran yapılar:

- M. Scalenus antikus, medius, minimus
- 1. kot
- Servikal kot
- Fibröz bantlar
- Tümörler
- Brakial pleksusun schwannoması



Semptomlar C8-T1 dermatomlarında

Kostoklavikuler boşluk

- Sıkıştıran yapılar:
 - Klavikula veya 1.kotta konjenital veya edinilmiş değişiklikler
 - Subklavius kasının yapısal değişiklikleri, hipertrofisi
 - Omuz pozisyonu, postür bozukluğu
 - Travma

Retropektoralis minör boşluk

- Hiperabduksiyon ile pektoralis minör altında sıkışır.
- Kısa, tıknaz, kaslı genç erkeklerde daha sık görülür.

Fizik Muayene

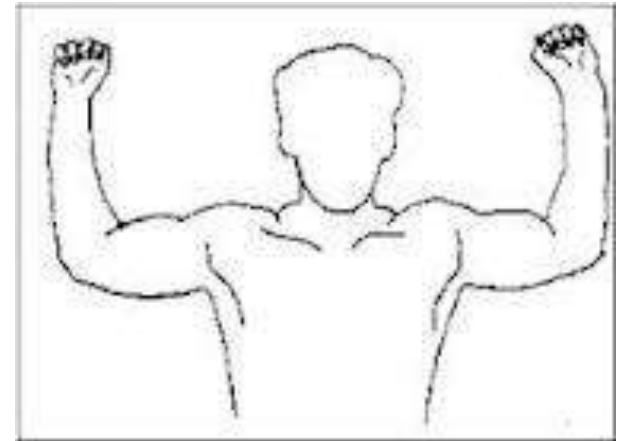
Adson testi



Kostoklavikular test



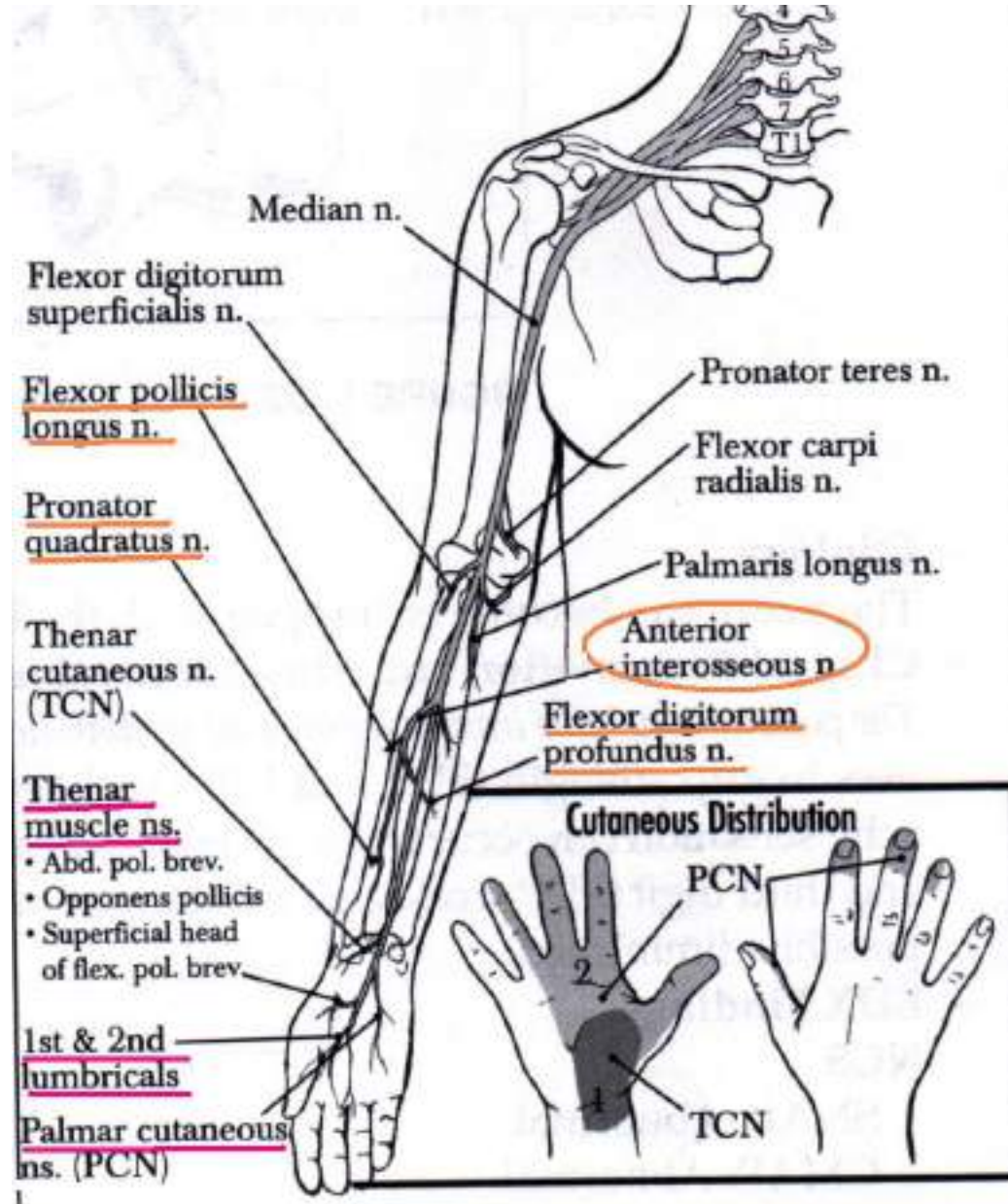
Abduksiyon
Egzersiz testi



Laboratuvar

- Direk grafi
- EMG
- USG
- MRG
- Anjiyografi

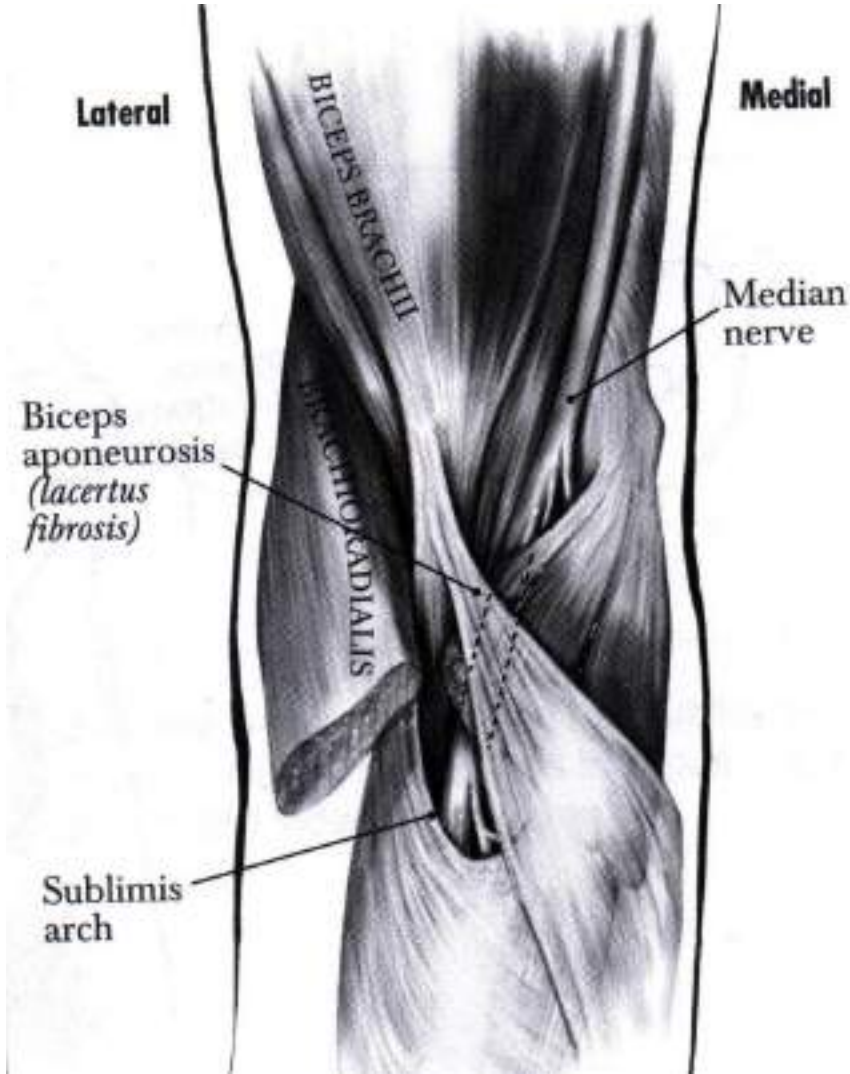
Median Sinirin Görevi



Median Sinir Tuzak Nöropatileri

- Biseps aponörozu altında
- Pronator teres sendromu
- Anterior interosseöz sinir sendromu
- **Karpal tünel sendromu**

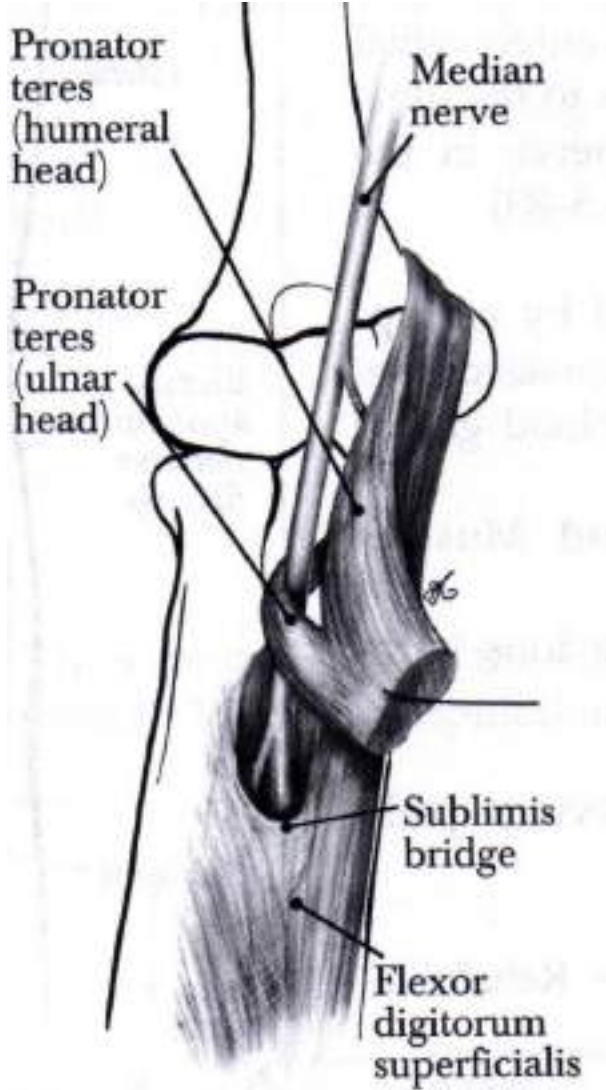
Biceps aponeurozu altında



Dirsek bölgesinden kan alımı
sonrası hematoma bağlı

Pronator teres sendromu

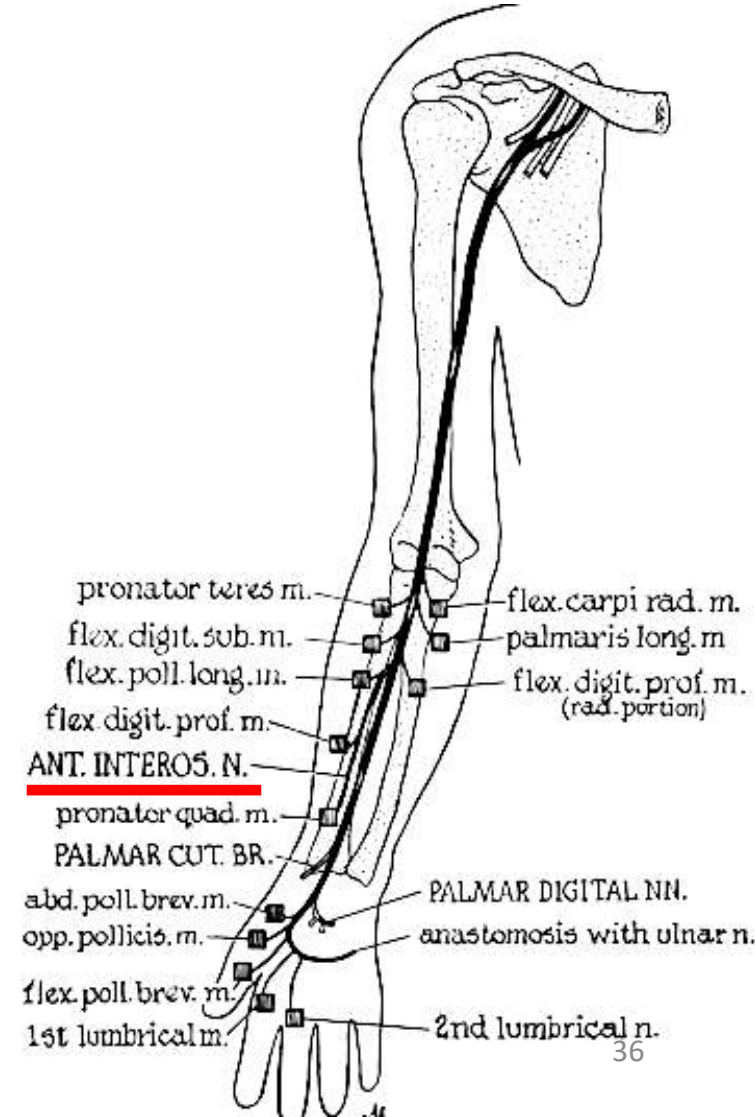
Pronator teresin 2 başı arasında sıkışma



Anterior İnterosseöz Sinir Sendromu

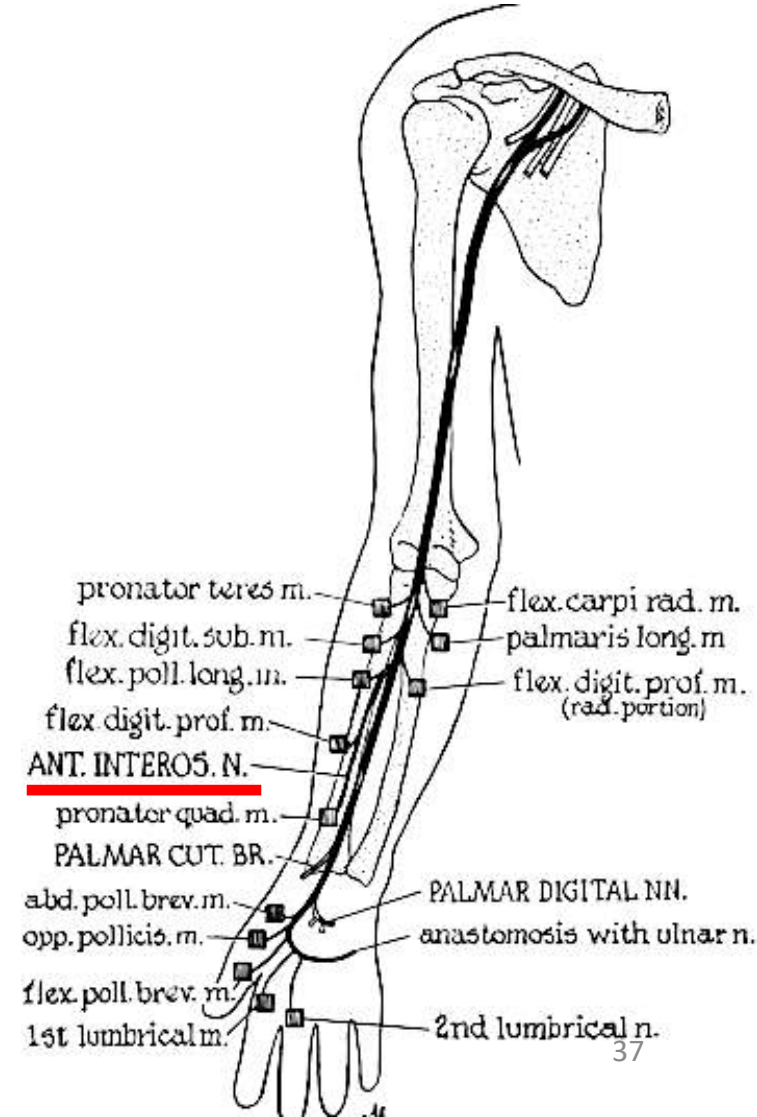
Median sinirin saf motor dalıdır.

- Fleksör pollicis longus
- Pronator kuadratus
- 2. ve 3. parmağın derin fleksör kasları



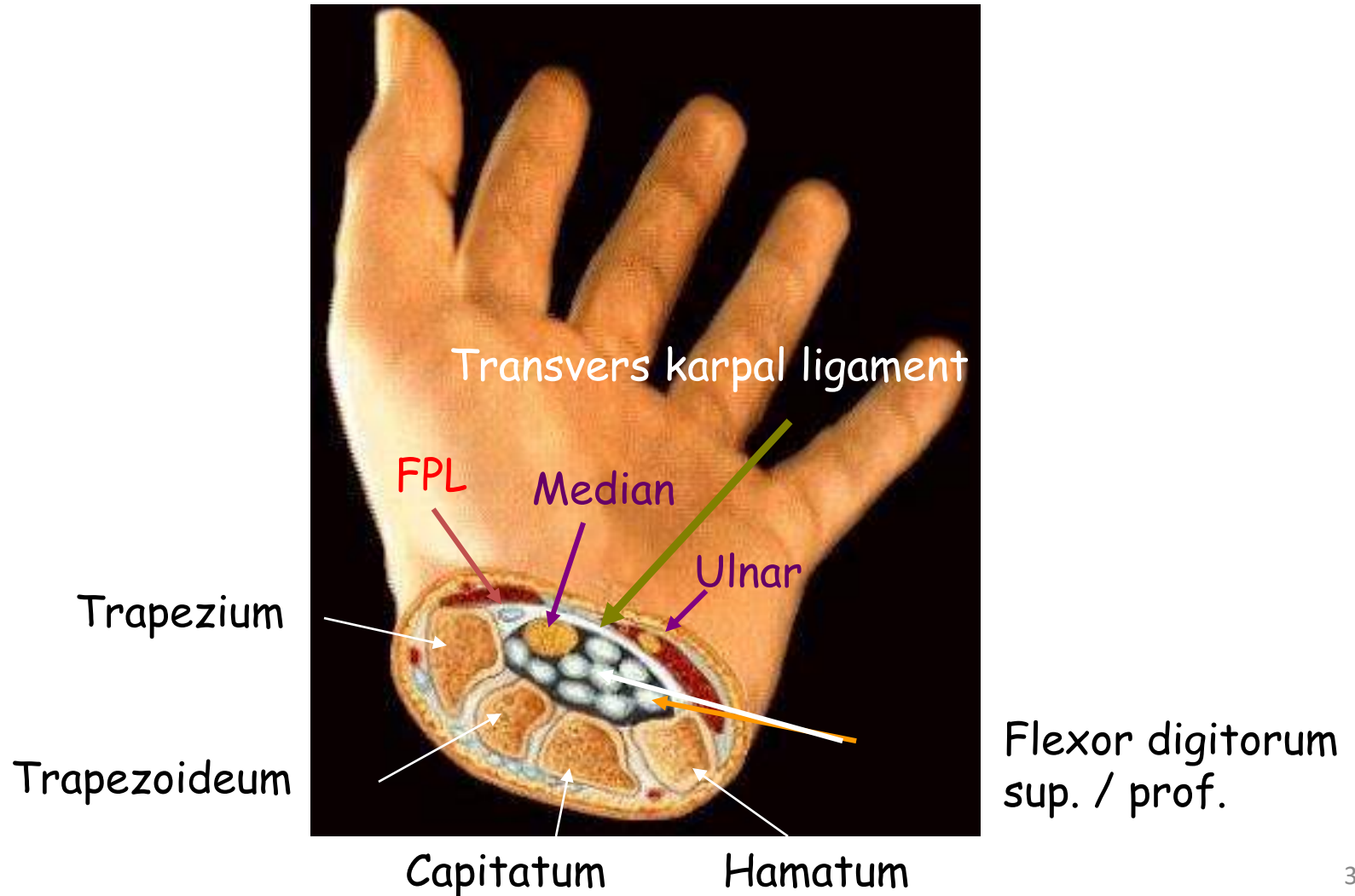
Anterior İnterosseöz Sinir Sendromu

O-sign (O-işareti)



Karpal Tünel Sendromu

En sık görülen tuzak nöropatidir.



Riskli Meslek grupları :

- Titreşimli alet kullananlar (yol işçileri)
- Kasaplar
- Terziler
- Elektrik işçileri (tornavida, pense,...)
- Müzisyenler
- Diş hekimleri
- Bakıcılar
- Bilgisayar kullanıcıları (klavye)
- Sık ev temizliği yapan ev hanımları

Hastalıklar ve Diğer durumlar :

- Gebelik
- Diabet
- Obezite
- Romatoid artrit
- Hipotiroidi
- Yaşlılık
- Tendon veya bağ dokuyu etkileyen inflamatuvar hastalıklar (Sarkoidoz, SLE,..)
- Amiloidoz
- Gut
- Akromegali
- Hemodiyaliz için yapılan A-V şant
- Bileğin eski kırıkları
- Lunat kemik subluksasyonu

Median Sinir TNP

KTS

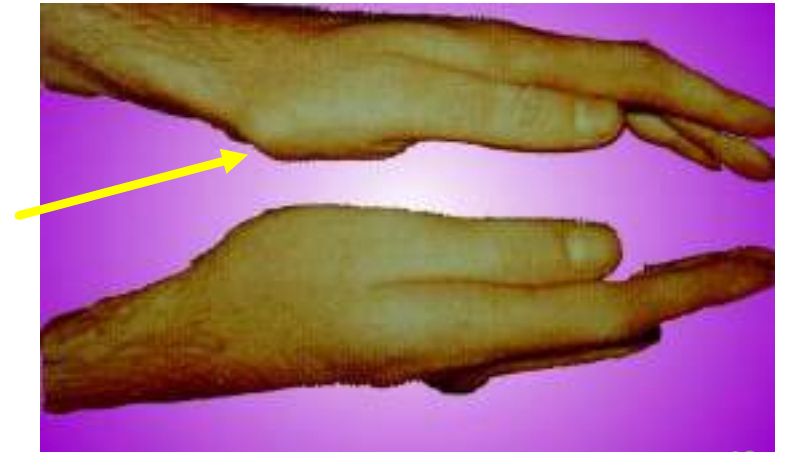
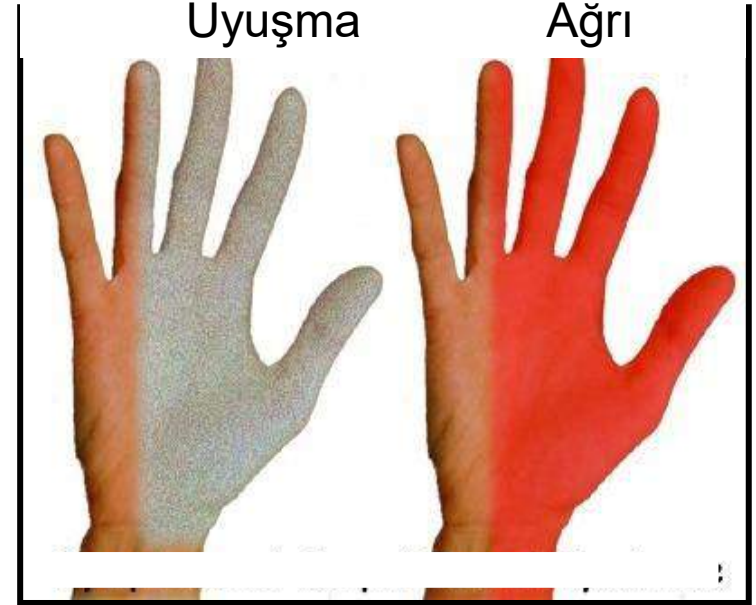
K/E oranı 3/1

5. ve 6. dekad

Elde özellikle geceleri uyuşma

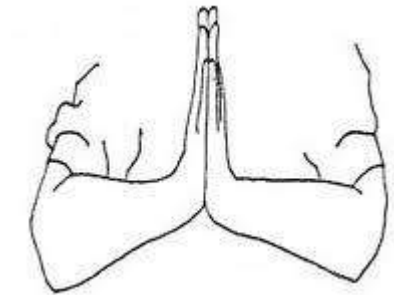
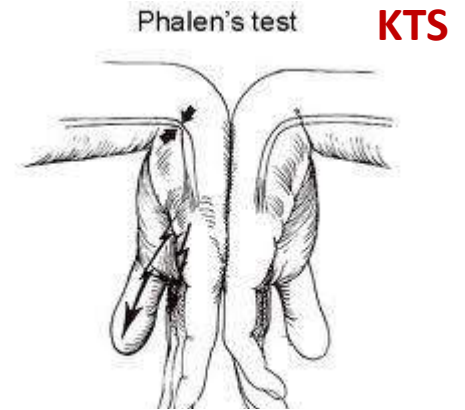
Genellikle dominant elde

Tenar atrofi



Fizik Muayene

- * Phalen testi
- * Ters Phalen testi
- * Tinnel testi
- * Median sinir kompresyon testi

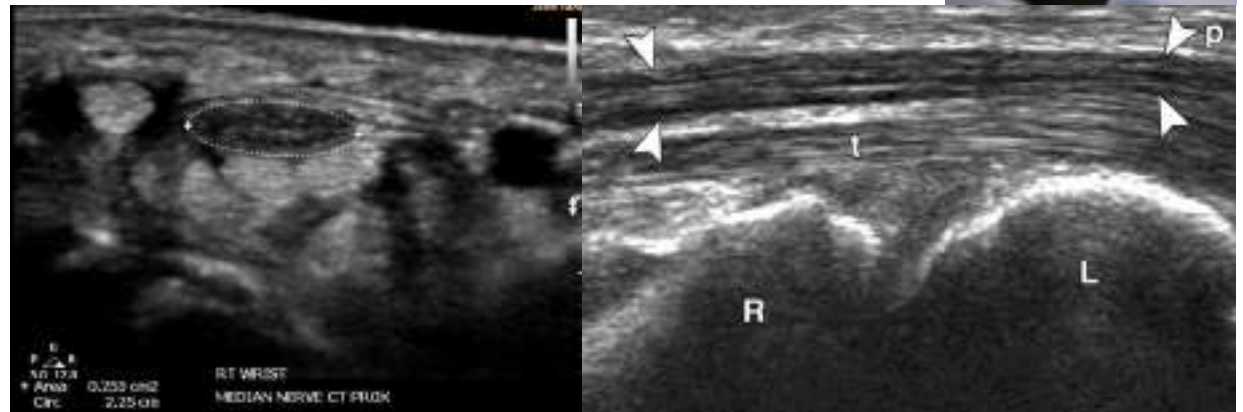


Laboratuvar/ Görüntüleme

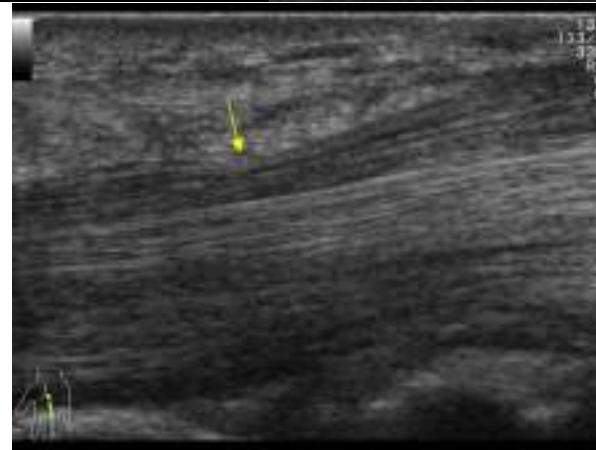
KTS



* EMG



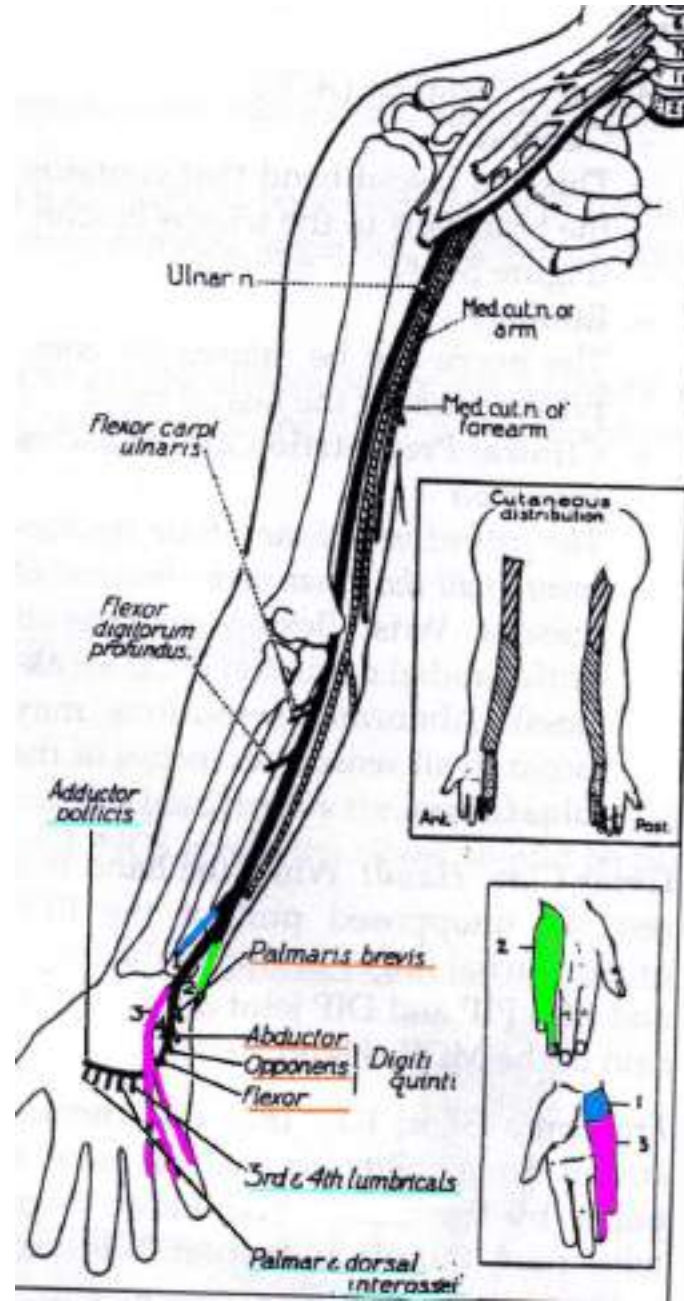
* USG



- 1- Eğitim ve bilgilendirme
- 2- İstirahat splinti
- 3- SOAii + Vitamin B12 kullanımı
- 4- Karpal tünel içine steroid enjeksiyonu
- 5- Median sinir germe egzersizleri
- 6- FTR uygulamaları (derin ve yüzeyel ısıtıcılar)
- 7- Cerrahi



Ulnar Sinirin Görevi

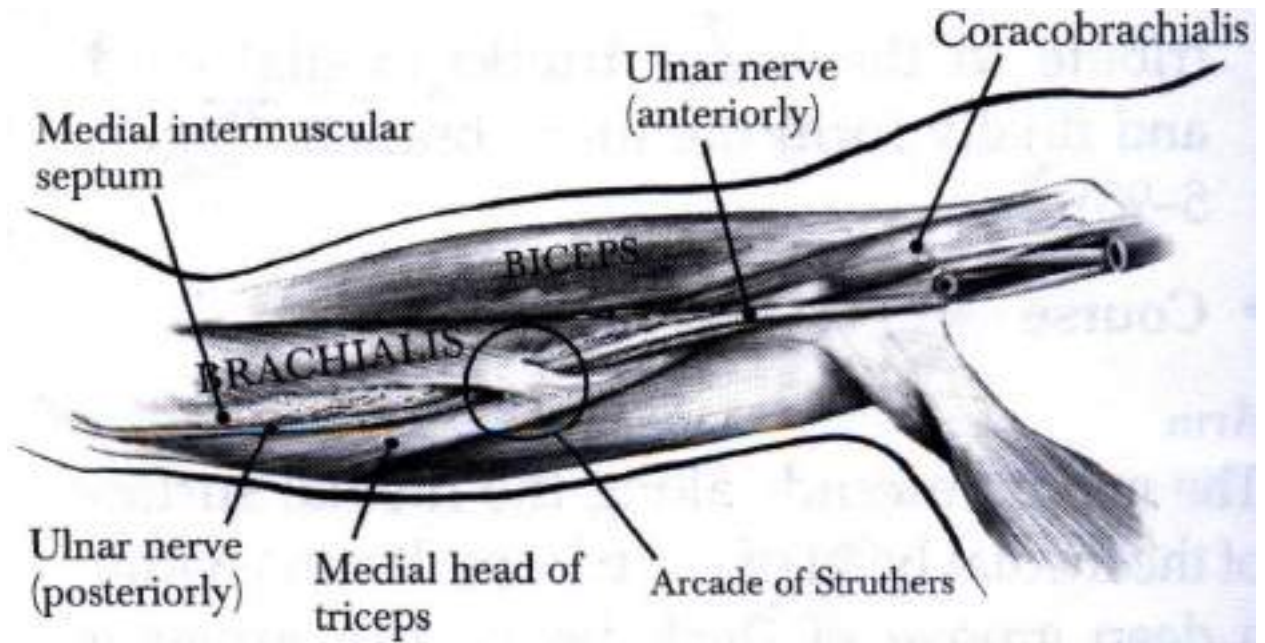


Ulnar Sinir Tuzak Nöropatileri

- Struter ligamanı altında
- Kubital Tünelde
- Guyon kanalında

Ulnar Sinir TNP

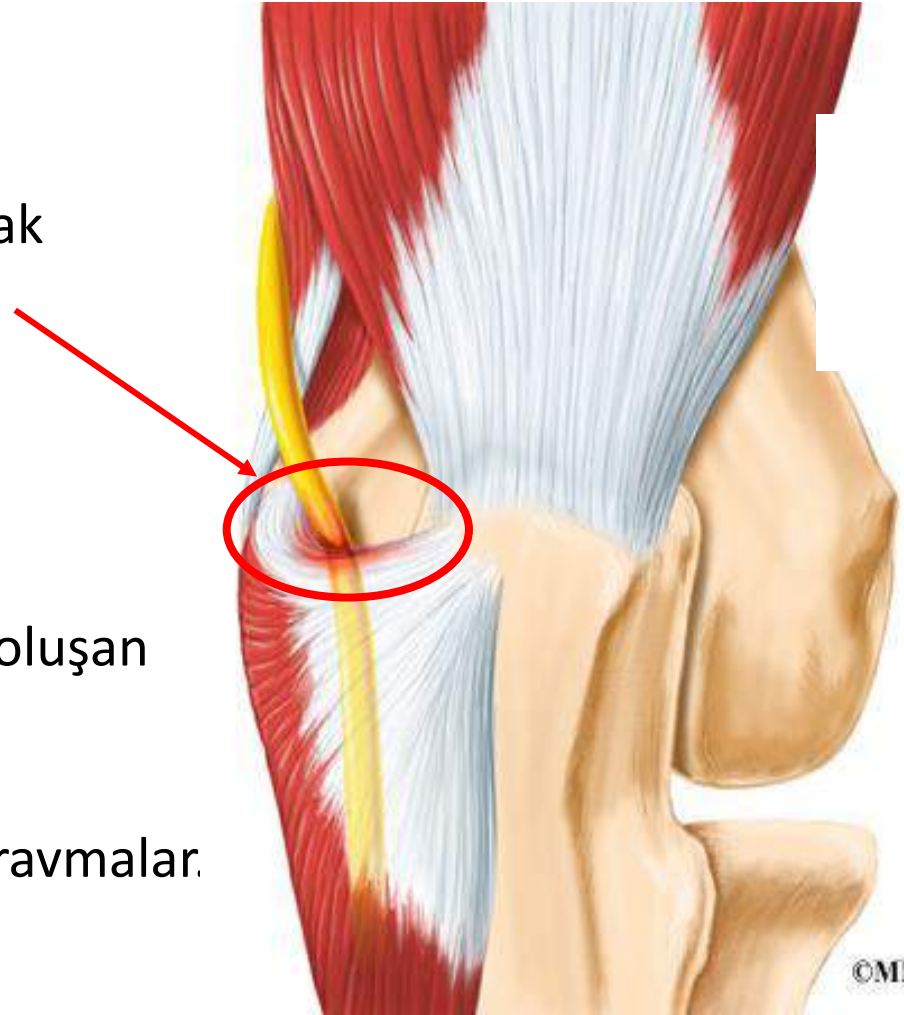
Struter ligamanı altında



Kübital Tünel Sendromu

Ulnar sinirin en sık görülen tuzak sendromudur.

- Fasiyal bantlar
- Sinovyal hipertrofi
- Tümör
- Dirsek kırık ve çıkıkları sonucu oluşan deformiteler
- Artritler
- Dirsek ekleminde tekrarlayıcı travmalar.

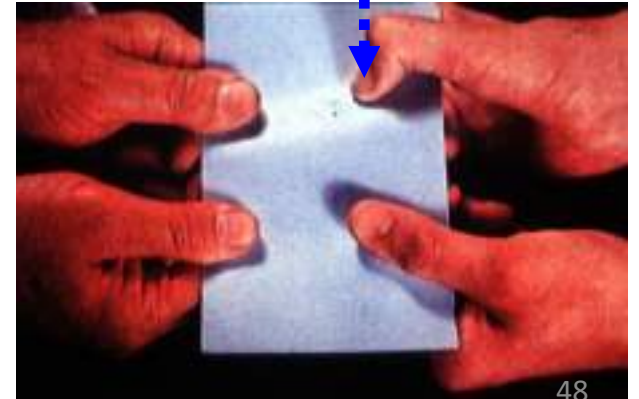


Kübital tünel sendromu

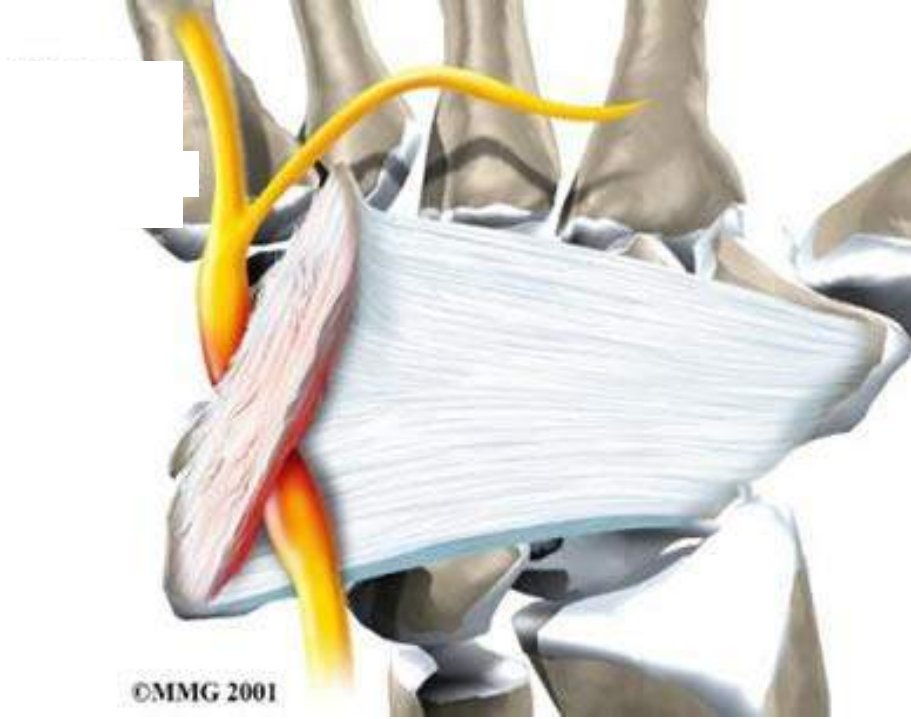
- Duyu kusuru ulnar sinir alanında belirgin
- Pençe el görünümü
- Dorsal, palmar interosseöz kaslarda ve adduktor pollisiste kas gücü kaybı



Froment belirtisi



Ulnar Tünel (Guyon Kanalı) Sendromu



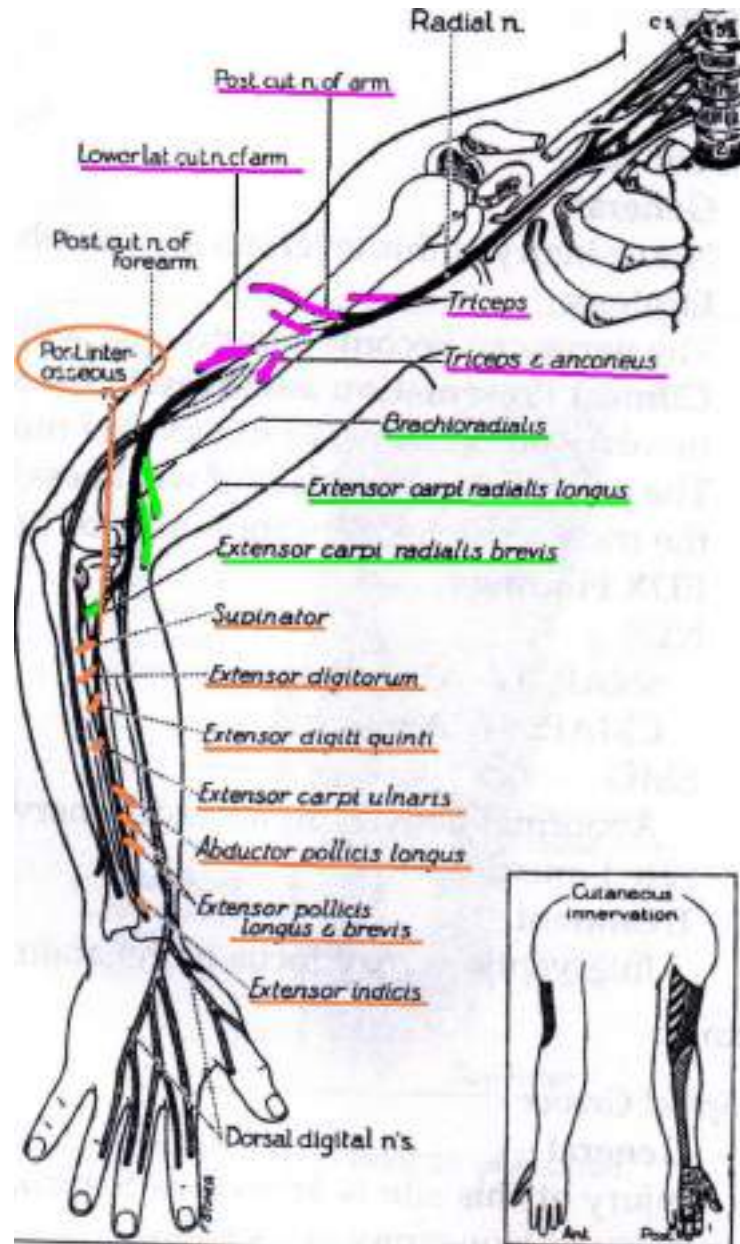
Bu kanalda Ulnar sinir, derin ve yüzeysel dalına ayrılır.

Motor ya da duysal semptomlar ayrı ayrı veya birlikte görülebilir.

Guyon kanalı sendromu

- Tekrarlayan minor travmalar, fraktür, yer kaplayan lezyonlar
- Lezyonun yerine göre bulgular değişkendir
- Hipotenar kaslar sıklıkla tutulmuştur
- Sıkışma yeri distale doğru kaydıkça hipotenar kasların etkilenme olasılığı azalmaktadır
- Duyu kusuru tek başına veya kas gücü kaybı ile beraber görülebilir

Radial Sinirin Görevi

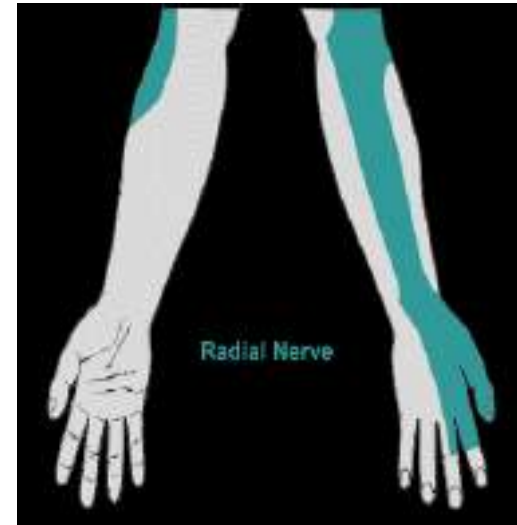


Radial Sinir Tuzak Nöropatileri

- Aksiller bölgede
- Spiral olukta
- Posterior interosseöz sinir sendromu
- Cheralgia parestetika

Aksiller bölgede tuzaklanma

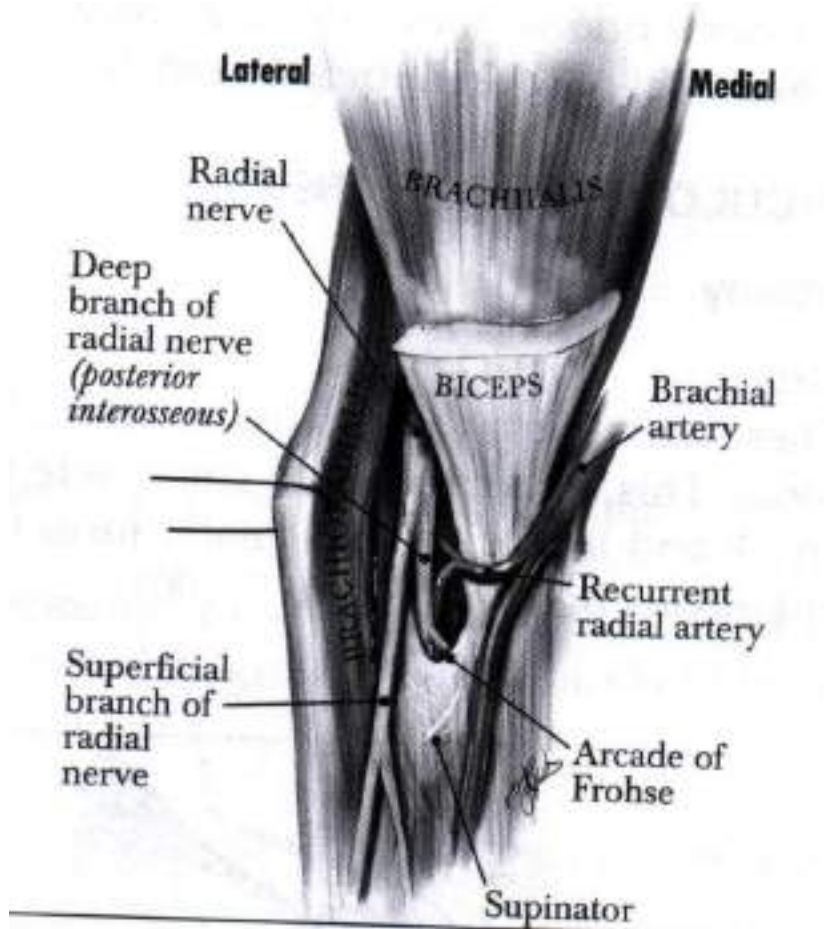
- Koltuk değneğinin yanlış kullanımı ve uyku sırasında bazı pozisyonlarda radial sinir aksillada basıya uğrayabilir.
- Triceps brachii
 - Brachioradialis
 - Supinator
 - Bilek ve parmak ekstansörleri



Spiral olukta tuzaklanma (Cumartesi gecesi felci, Balayı felci)

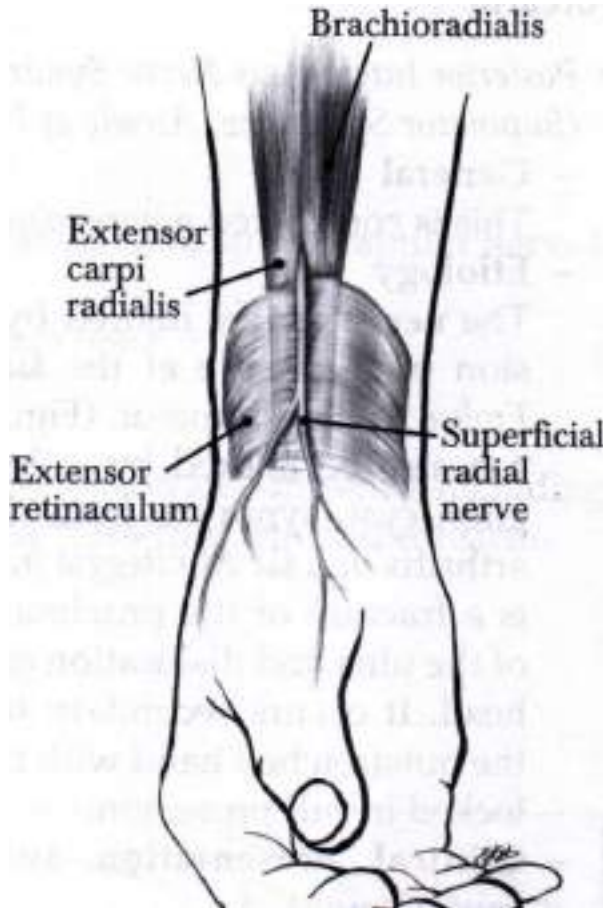
- Spiral oluk seviyesinde
- Travma, humerus kırıkları ve uzun süre turnike uygulanmasına bağlı
- Düşük el tablosu
- Dirsek ekstansiyonu korunmuş (triseps kası)
- Duyu kusuru sıklıkla elin dorsal yüzünde

Posterior interossöz sendromu (radial tünel sendromu, supinator sendrom)



- Parmak extansörleri etkilenir
- Duyu kaybı yoktur, ön kolda ağrı olabilir
- Düşük parmak bulgusu

CHERALGİA PARESTETİKA

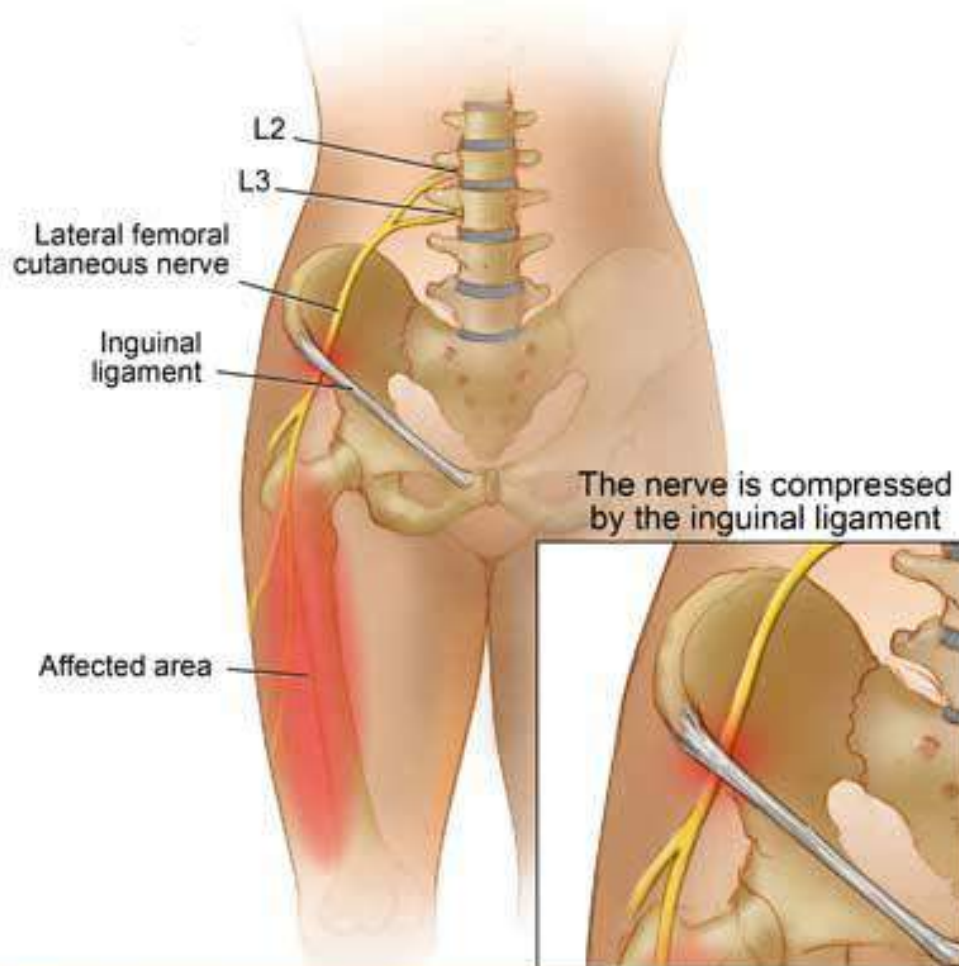


- Elin dorsolateralinde duyu kaybı ve ağrı
- Kas gücü normal
- Elbileği fleksiyonda iken yapılan pronasyon hastanın şikayetlerini stimule eder.
- Sıkı bilek bandajı

ALT EKSTREMİTE TUZAK NÖROPATİLERİ

- Lateral Femoral Kutanöz Sinir Tuzak Nöropatileri
- Siyatik Sinir Tuzak Nöropatileri
- Peroneal Sinir Tuzak Nöropatileri
- Tibial Sinir Tuzak Nöropatileri
- Femoral Sinir Tuzak Nöropatileri
- Kompartman Sendromları

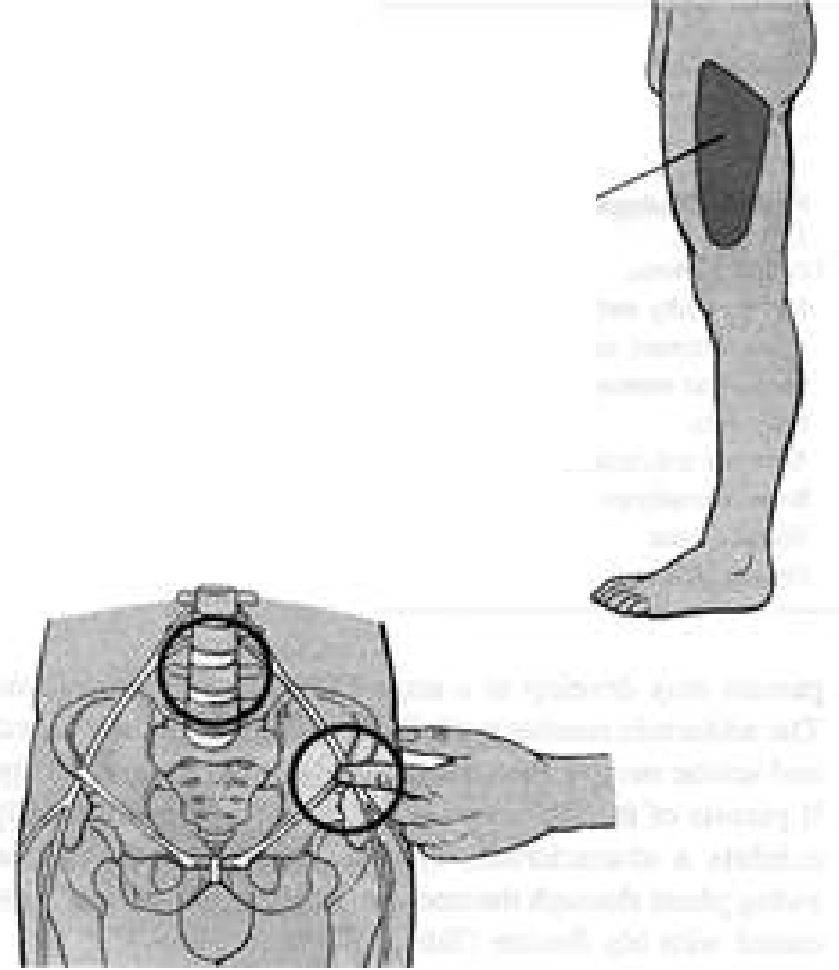
LATERAL FEMORAL KUTANÖZ SİNİR TUZAK NÖROPATİSİ (Meraljia Parestetika)



* Saf duysal sinirdir.

ETYOLOJİ

- İnguinal ligament seviyesinde sıkışır ancak
- retroperitoneal tümörler,
- batin içi operasyon sonrası
- obezite, DM
- asit,
- gebelik,
- kemer- korse kullanımı,
- pelvik kırıklar da neden olabilir.



*KLİNİK :

Uyuşma, ağrı, yanma

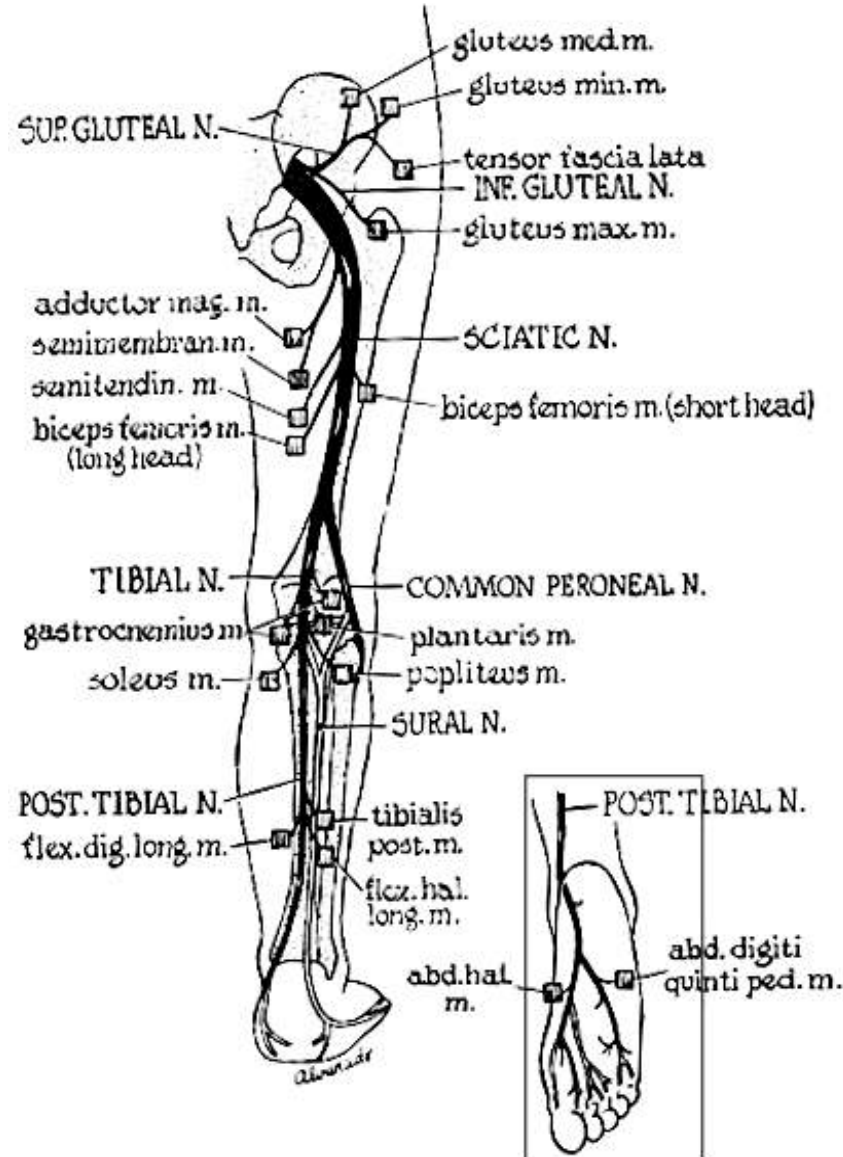
Uzun süre yürüme, bisiklet binme ayakta durma ile ağrı artabilir.

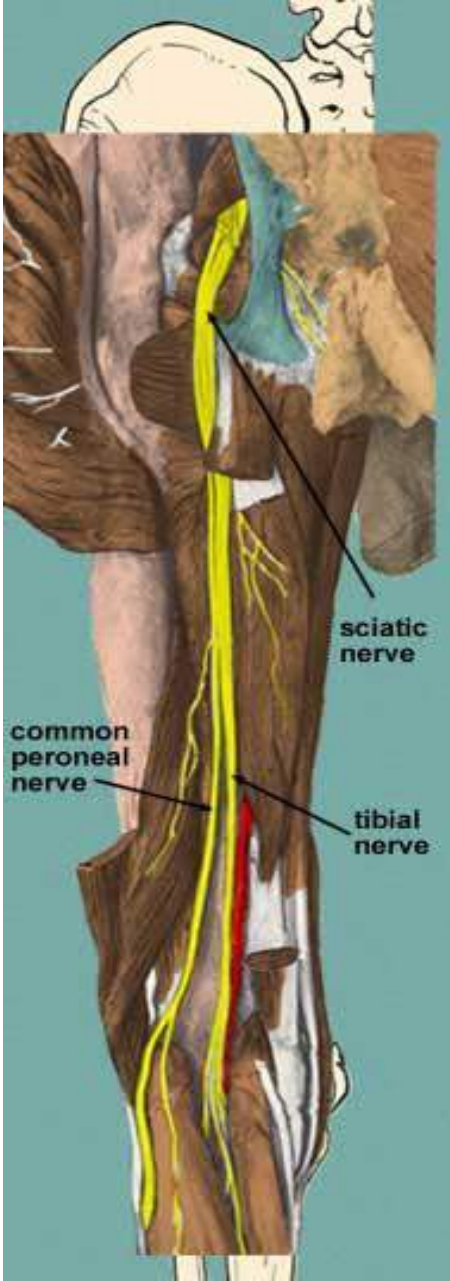
Tuzak yeri palpasyonu ile şikayetler artar.

* TEDAVİ:

- Analjezikler
- FTR uygulamalar
- Sinir blokajı/steroid enj.
- Kilo verme

SIYATİK SİNİR TUZAK NÖROPATİSİ (L4-S3)





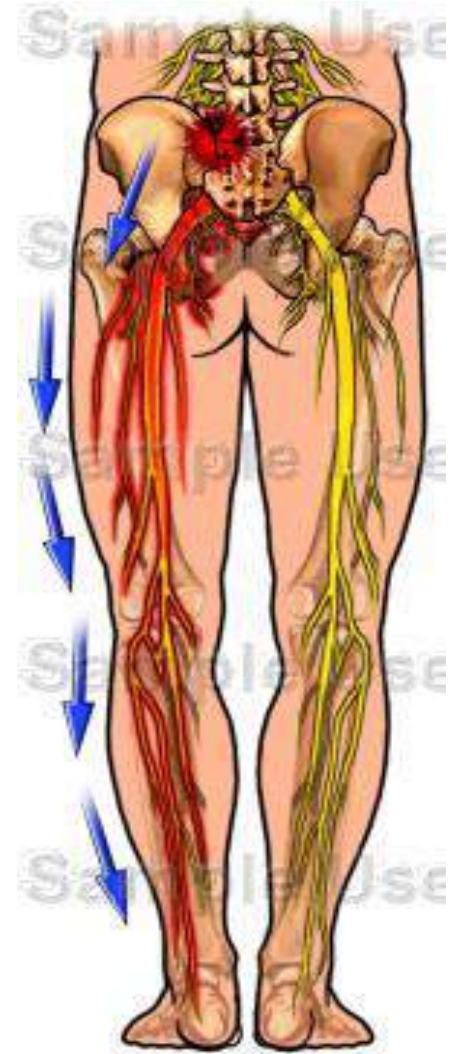
- Medial ve lateral trunkuslardan oluşur, ikisi bir arada paketlenmiştir.
 - Lateral trunkus → Peroneal siniri (fibular sinir)
 - Medial trunkus → Tibial siniri meydana getirir.

Siyatik Sinir Tuzaklanma Yerleri

- Siyatik çentik/priformis kası civarı lezyonlar
- Subgluteal bölge lezyonları (enjeksiyonlar)
- Uyluk lezyonları
- Peroneal sinir lezyonları
- Tibial sinir lezyonları

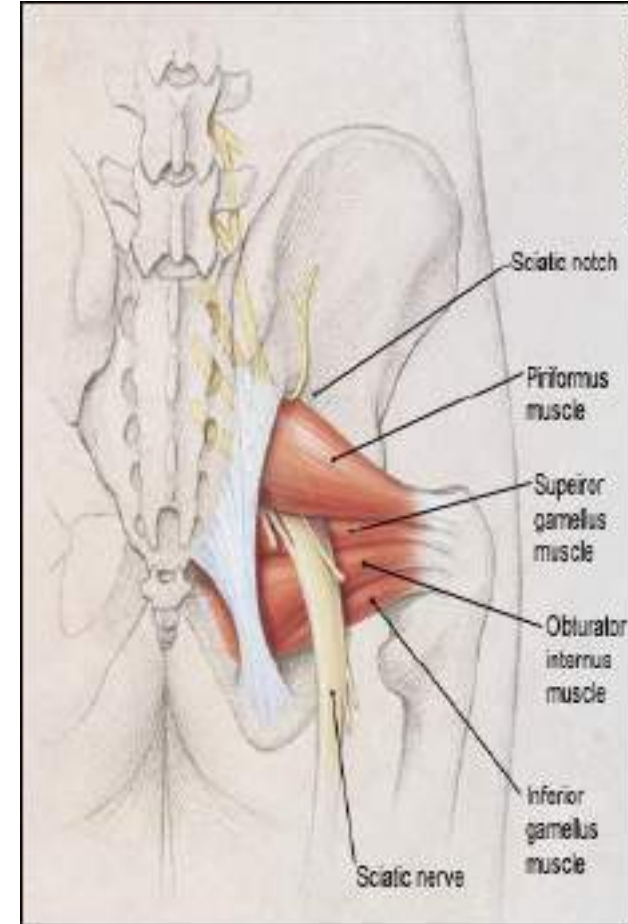
Klinik

- Diz fleksörlerinde ve tüm diz altı kaslarında kuvvetsizlik.
- Safen sinirin duyusunu aldığı medial malleol üzerindeki küçük bir bölge hariç, tüm ayakta duyu kaybı.

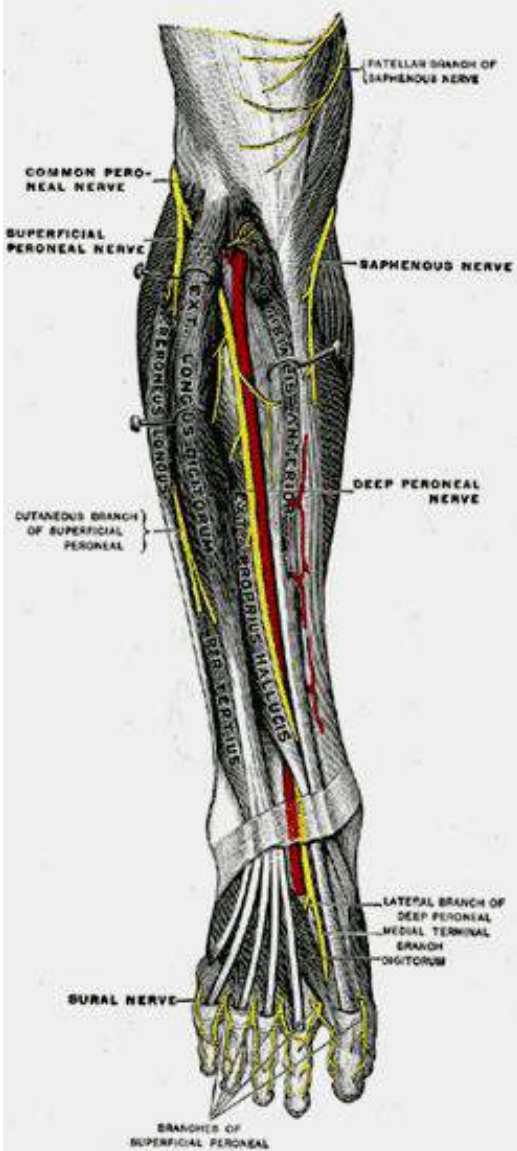


Piriformis Sendromu

- Gluteal bölgeye lokalize şiddetli ağrı, siyatik sinir trasesi boyunca yayılır
- Siyatik çentik civarında lokal hassasiyet
- Dirence karşı bacağına abdüksiyon ve dış rotasyonda ağrı
- Ağır hasarda siyatik sinir ile innerve tüm kaslar etkilenir
- Radikülopatiyi ekarte etmek için EMG yapılmalıdır.
- Pelvik bölge ve lomber vertebralarda görüntüleme yöntemleri ile kitle olasılığı ekarte edilmelidir.



N. Peroneus comm. Tuzak nöropatisi (L4-S2)



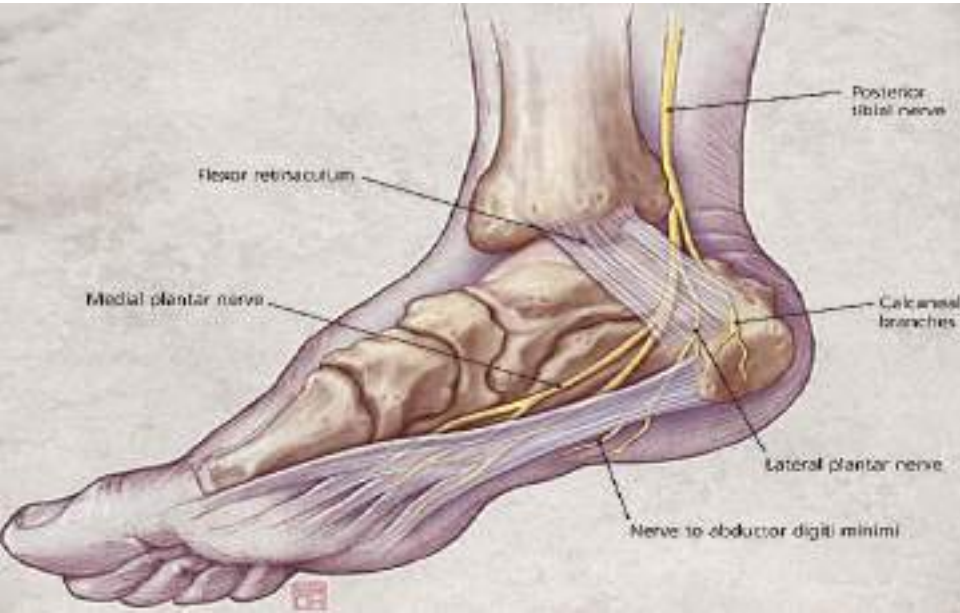
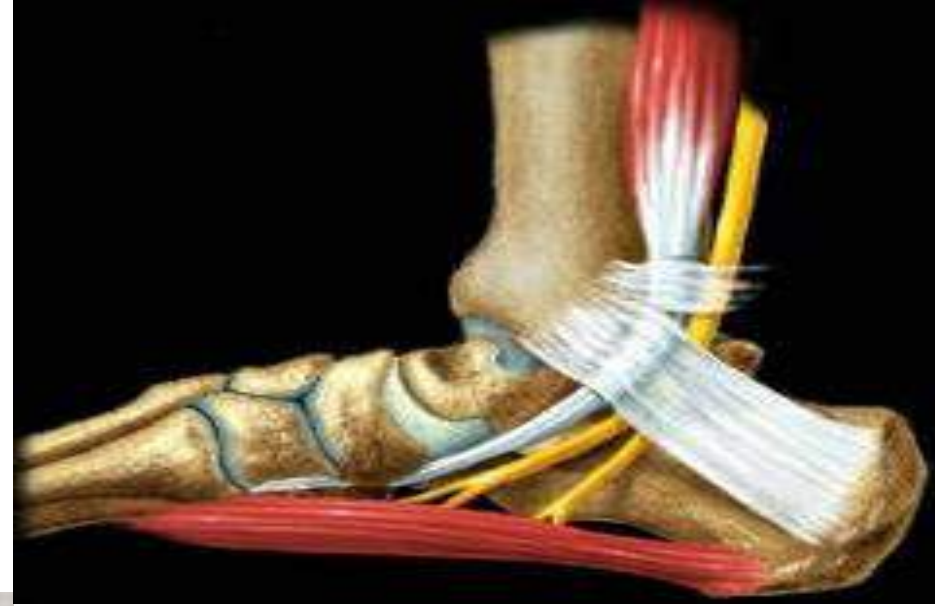
- Bacağın en sık görülen tuzak nöropatisidir.
- Proksimal fibula kırıkları, tibial osteotomi, diz artroplastileri
- Atel ve sıkı diz bandajları
- Uzun süre bacak bacak üstüne atmak
- Koma, anestezi veya uzun süreli yatak istirahati
- İntranöral ve ekstranöral tümörler
- Atletlerde kas hipertrofisi nedeniyle

N. Per. Com. TNP

- Ayak bileği dorsifleksörlerinde kuvvetsizlik
- Stepaj yürüyüşü
- Fibula boynu üzerinde Tinel+
- EMG
- Direkt grafi, USG, BT, MRG

POSTERİÖR TİBİAL SİNİR TUZAK NÖROPATİSİ (Tarsal Tünel Sendromu)

Tarsal tünel: Medial malleolün arkasında ve Fleksör retinakulumun altında kalan oluşum



- Tibial sinir,
- Tendon

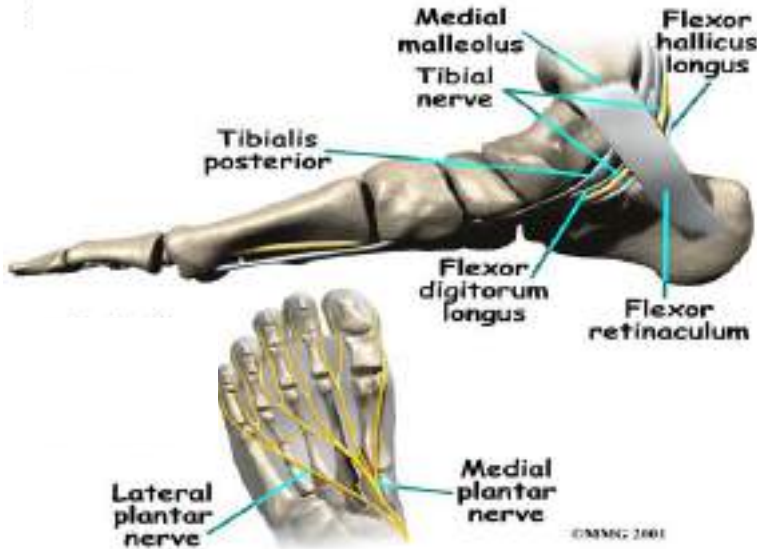
Tibialis post kası

Flx. Digitorum longus,

Flx. Hallucis longus,

- Post. Tibial arter ve ven geçer.

Tibial Sinir TNP



Etiyoloji :

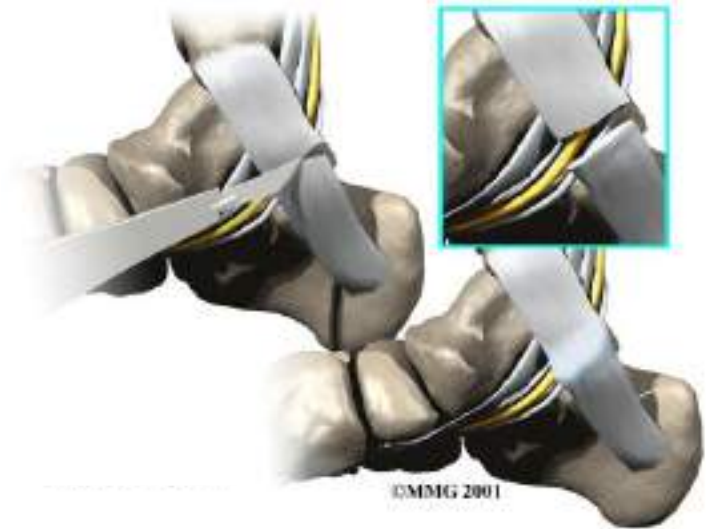
- Ayak anatomik bozuklukları
- Romatoid artrit
- Tenosinovitler

Klinik :

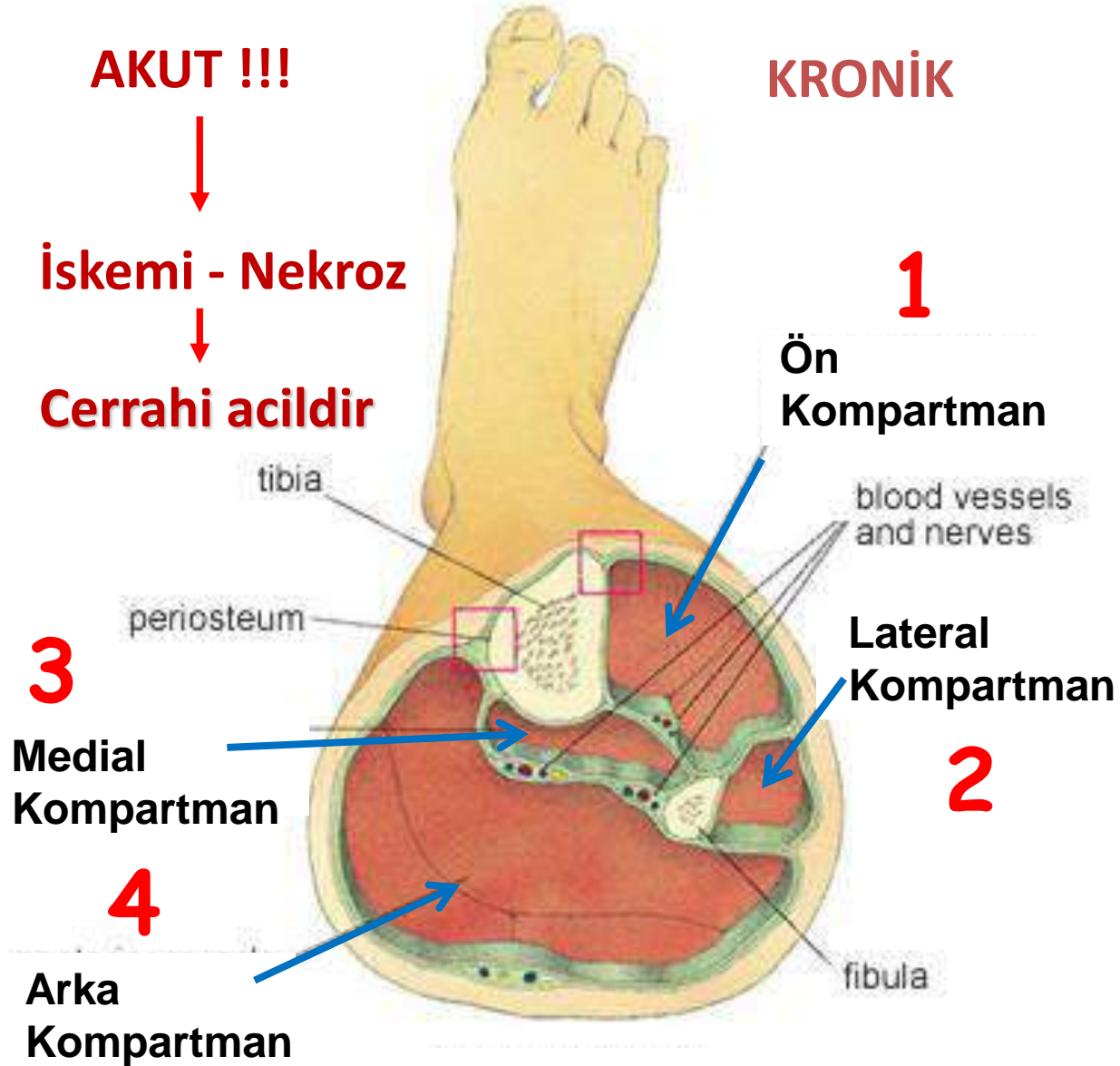
- Ayak tabanında ve parmaklarda yanma (Ağrı bazen bacağı yayılabilir)
- Tarsal tünel perküsyonunda hassasiyet (Tinel belirtisi)
 - Ayak parmak fleksiyonunda kuvvetsizlik

Tedavi :

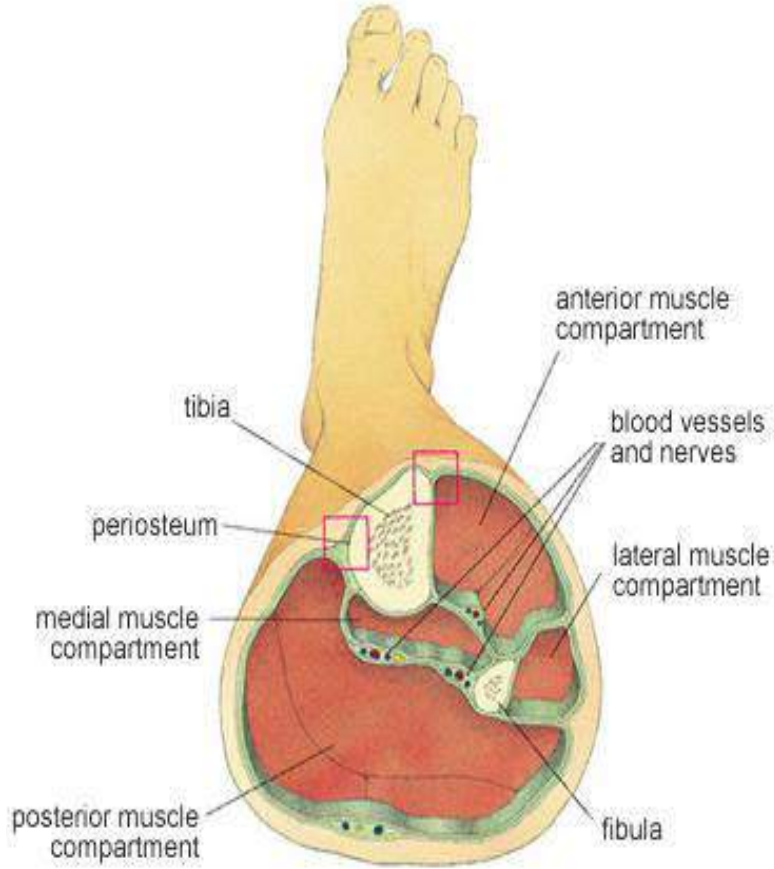
- FTR uygulamaları
- Ortezler
- Lokal anestezi/Steroid enjeksiyonu
- Cerrahi dekompresyon



KOMPARTMAN SENDROMLARI



Kompartman Send



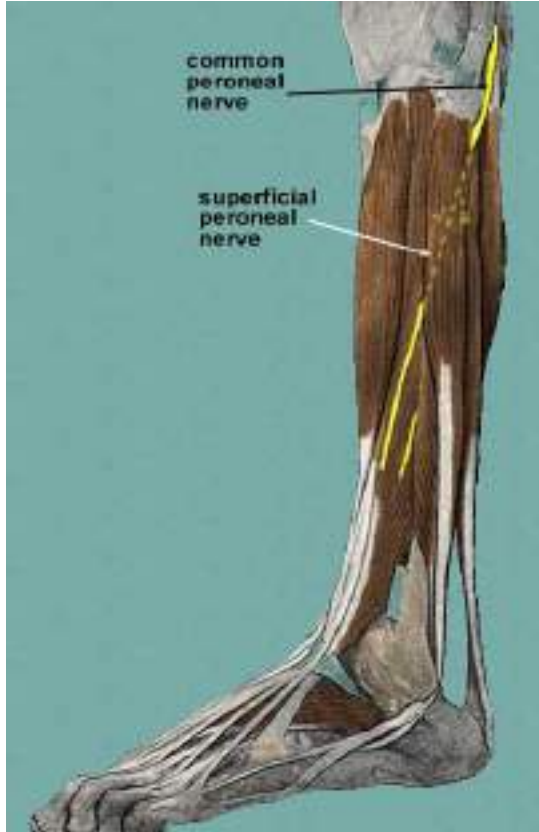
Ön kompartman sendromu :

- Tibialis ant.
- Ext. Digitorum kaslarını ve
- **Derin peroneal siniri** içerir.

Medial kompartman sendromu :

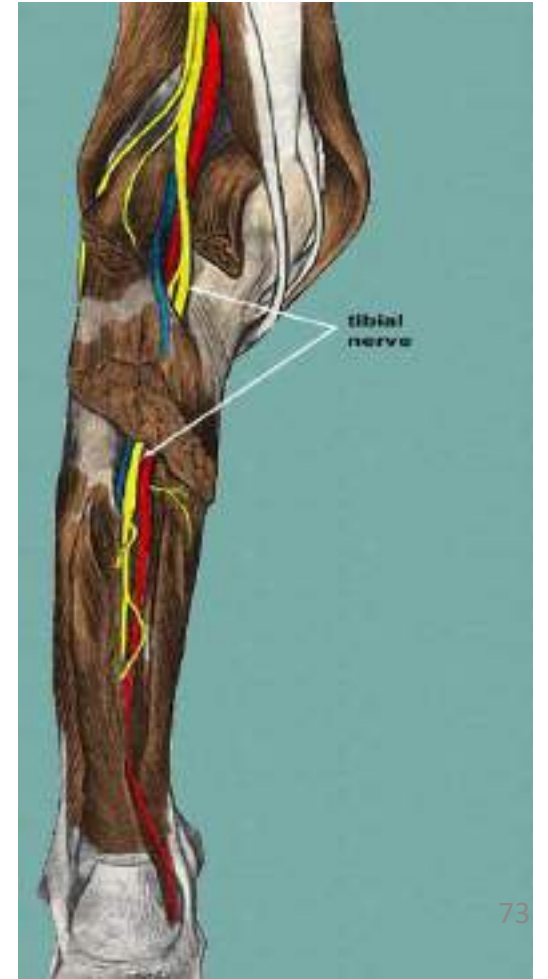
- Tibialis post.
- Flx. Hallucis longus kaslarını ve
- **Tibial siniri** içerir.

Kompartman Send



Lateral kompartman sendromu :

- Ayağa eversiyon yaptıran kasları ve
- **Superfisiyal peronal siniri** içerir.

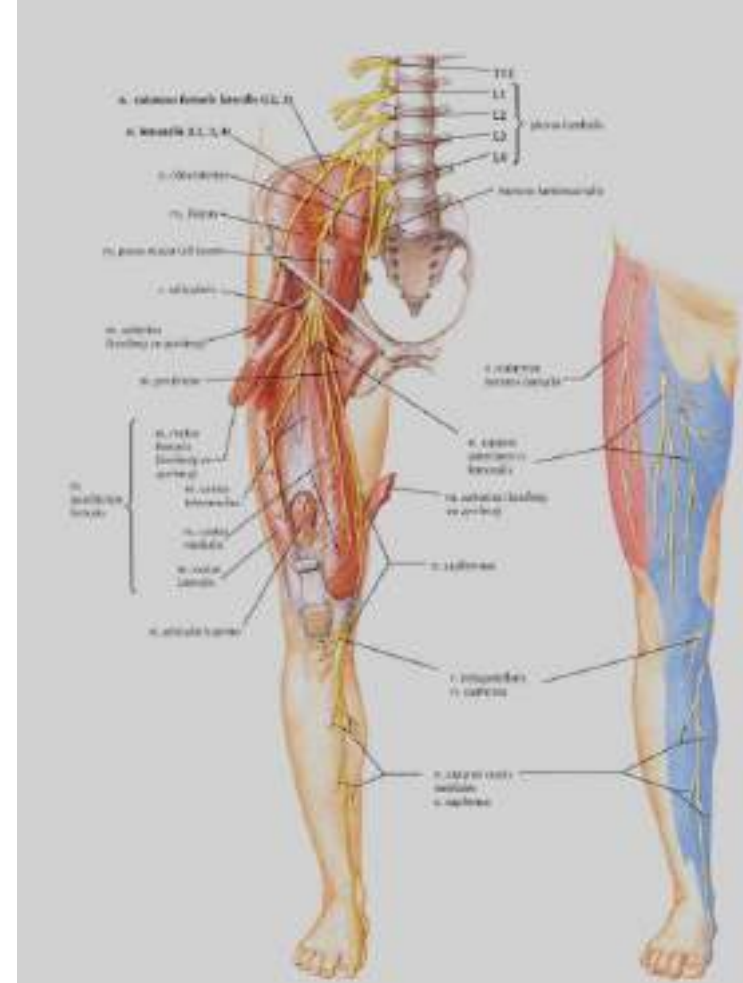


Arka kompartman sendromu :

- Ana kasları Soleus, Gastrocnemius ve Plantaris' tir. (Tibial innervasyonlu)
- **Tibial sinir** etkilenebilir.

Femoral Sinir Tuzak Nöropatileri (L2-4)

- Femoral sinirden ayrılan duysal dallar uyluğun ön iç kısmının, bacağın iç kısmının duyusunu sağlar.
- Etiyoloji:
 - Kanama, tümör, travma.
- Klinik:
 - Dizde boşalma hissi
 - Kas gücünde azalma
 - Uyluk önünde, bacak iç yüzünde paresteziler.
 - Patella refleksi +/- ?



Sonuç Özet

- Periferik sinir lifi
- Tuzak Nöropati
- Üst ekstremité TNP
- Alt ekstremité TNP

Kaynaklar

- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 5. Sınıf Ders Notları. GATA Basımevi
- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon 1-2. Ed: Mehmet Beyazova. Güneş Tıp Kitapevi, 2011
- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı. Ed: Vural Kavuncu. Güneş Tıp Kitapevi, 2005.
- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı. Çev Ed: Mehmet Beyazova. Güneş Tıp Kitapevi, 2008.
- Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Board Review. Çev Ed: Süreyya Ergin. Güneş Tıp Kitapevi, 2011.
- <http://www.tftr.org.tr/>
- <http://www.tsprm.org/>
- Popinchalk SP, Schaffer AA. Physical examination of compressive neuropathies. Orthop Clin North Am. 2012 Oct;43(4):417-30.
- Özçete ZA. Tuzak nöropatilerde eğitim. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2010;56:190-5.

Teşekkür Ederim



Protez Biyomekanik Prensipleri

Dr. Koray Aydemir
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Tıp Fakóltesi
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD
Gaziler Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon EAH

Protez

Vücutun eksik bölümünü
basitçe tamamlayan bir
cihaz

Sağlık ve yaşam kalitesini
önemli ölçüde etkileyen
tıbbi bir cihaz

Mekanik:

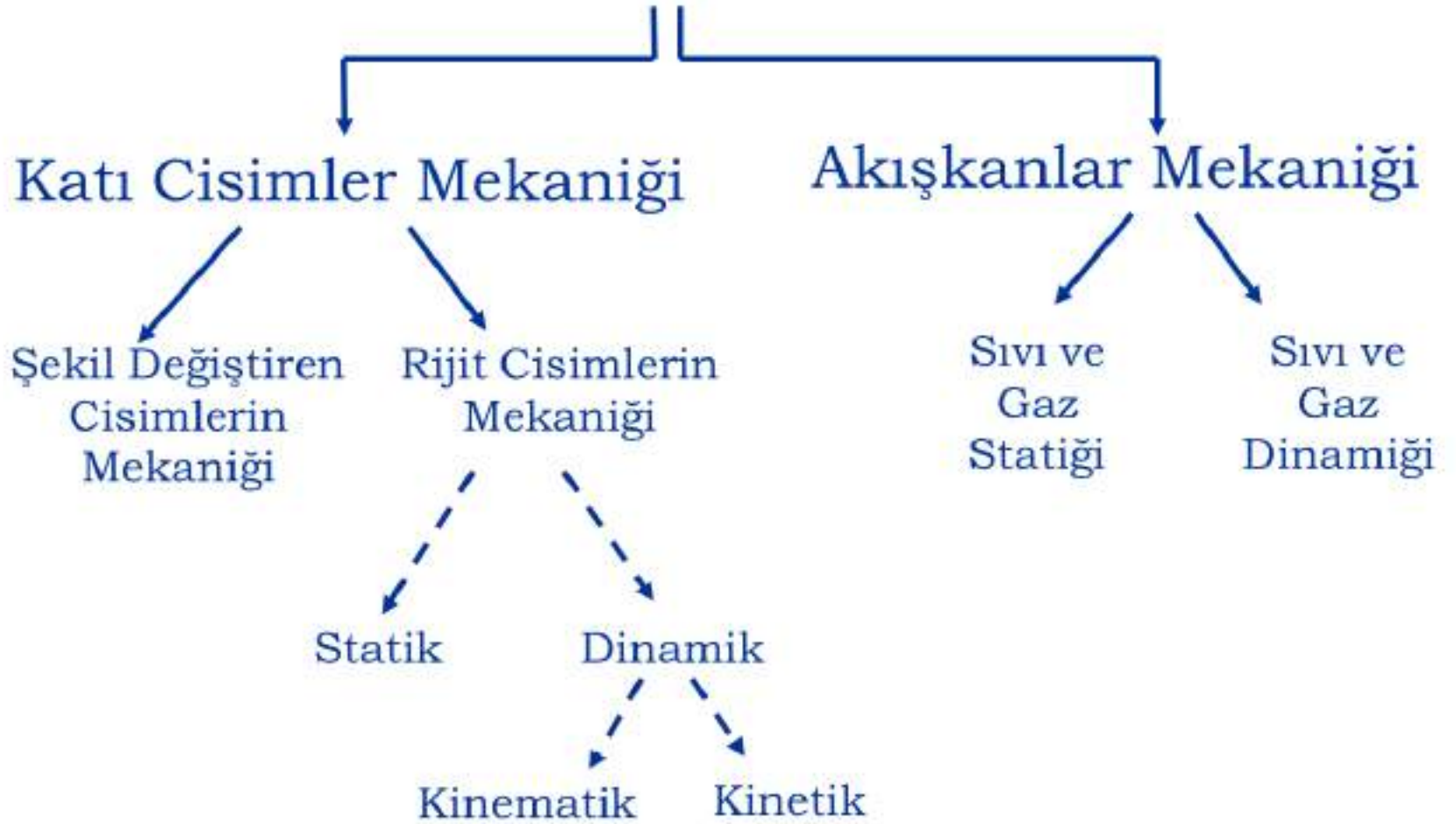
Cisimlerin **kuvvet** altındaki davranışlarını
(**hareket** ve **deformasyonlarını**) inceleyen fizik
bilim alanının bir dalı.

Biyomekanik:

Mekaniğin, özellikle insan vücudundaki biyolojik
malzemelere ve sistemlere uygulanması.

Mühendislik mekaniğini biyoloji, tıp ve fizyoloji
alanlarıyla buluşturan bilim dalı.

Mekanik



Biyomekaniğin kullanıldığı alanlar (1/2)

- **Tanı:**

Biyomekanik

- hastalık,
- yıpranma / yaşlanma
- kaza ve zorlamalar

sonucunda, özellikle ***insan makinesinde*** oluşan işlevsel bozuklukları tanımlamak amacıyla, fizyolojik işlevleri ***izlemek*** ve bunlarla ilgili ***veri toplamak*** için kullanılmaktadır.

Biyomekaniğin kullanıldığı alanlar (2/2)

- **Tedavi:**

Biyomekanik, canlı sistemlerin tedavi ve rehabilitasyonu amacıyla kullanılmaktadır.

- **Yapay organlar ve destek cihazları:**

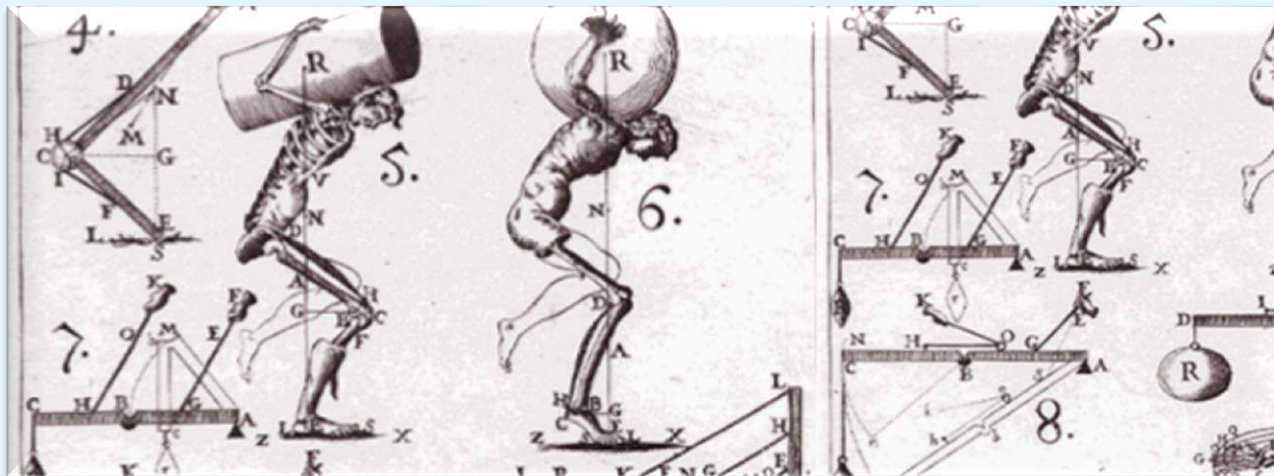
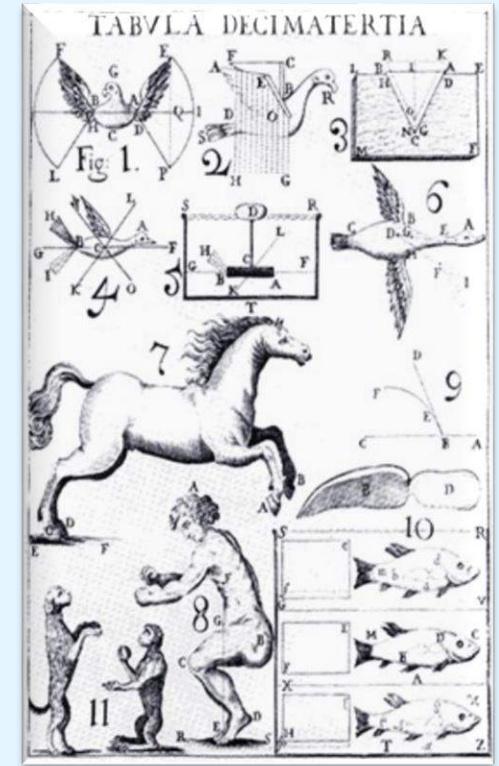
Biyomekanik, protez vb. yapay organların, ortez vb. destek cihazlarının tasarımı, imalatı ve ayarlanması için kullanılmaktadır.

- **Temel Tıp ve Klinik Araştırma:**

Biyomekanik, hastalıklar hakkında yeni bilgi elde edilmesinde ve **anatomik yapıların incelenmesi ve işlevlerinin tanımlanmasında** bir araç olarak kullanılmaktadır.

Biyomekaniğin kısa tarihçesi

- Aristo (M.Ö. 384-322) *Hayvan lokomasyonu*
- Leonardo Da Vinci (1452-1519) *Yürüme, zıplama, ayakta durma, oturma vb. aktivitelerin biyomekaniği.*
- Galileo (1564-1643) *Fizyolojik işlevlerin matematiksel analizi.*
- William Harvey (1578-1657) *Biyolojik akışkanların (sıvıların) mekaniği.*
- Alfonso Borelli (1608-1679) *Biyolojik katı cisimlerin mekaniği, kas gerilmesi.*
- Weber & Weber (1830) *Kadavralarda insan yürüyüşünün zamanlaması.*
- Marey (1873) *In-vivo yürüyüş analizi.....*



Günümüzde Biyomekanik Uygulamaları

- Lokomasyon (yürüme, koşma, ...)
- Organlarda kuvvet-hareket ilişkisi
- Yük kaldırma, tırmanma, fırlatma gibi aktivitelerin modelleme ve simülasyonu
- İnsan eklemlerinin modellenmesi (ayak bileği, diz, dirsek, kalça, omurga, omuz, ...)
- Spor biyomekaniği ve fiziksel performans
- Kas mekaniği
- Protez, ortez ve implantlar
- Neuro-muscular kontrol (postür analizi gibi)
- Tanı ve tedavi için yöntem ve cihazlar
- Kırık (kemik), ruptür (tendon, bağ)
- Hücre çoğalması
- Doku mühendisliği
- Dolaşım sisteminde kan akışı
- Akciğerde hava akımı

CİSİMLERİN VE İNSANIN DENGE DURUMU



➤ Bir cismin **ağırlık merkezi**, cismin her durumda dengesini sağladığı noktadır.

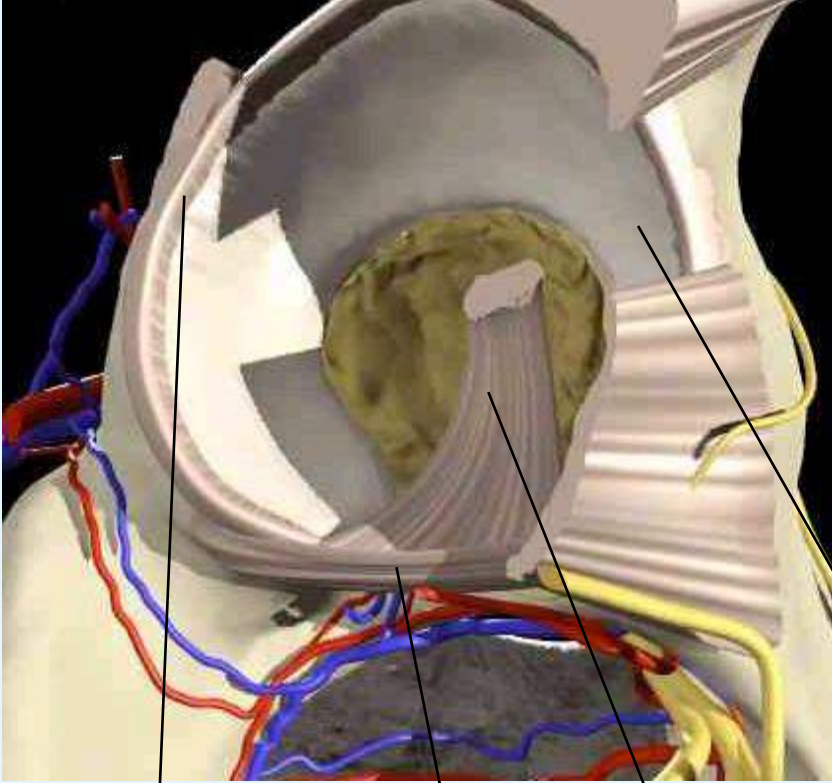


ALT EKSTREMİTE ANATOMİ & FİZYOLOJİSİ



Eklemin stabilitesi;

Femur başının asetabular sokete derin yerleşimi,
Eklemi saran ligament ve güçlü kaslar
Çembersel fibrokartilaginöz asetabular labruma bağlıdır.



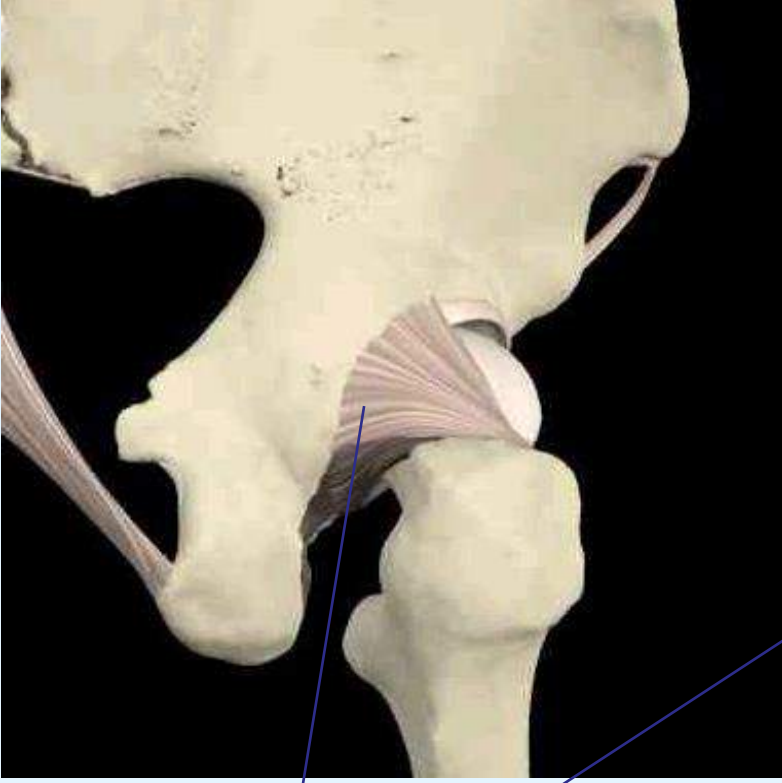
Labrum

Asetabulumun yüzey alanını ve derinliğini artırır

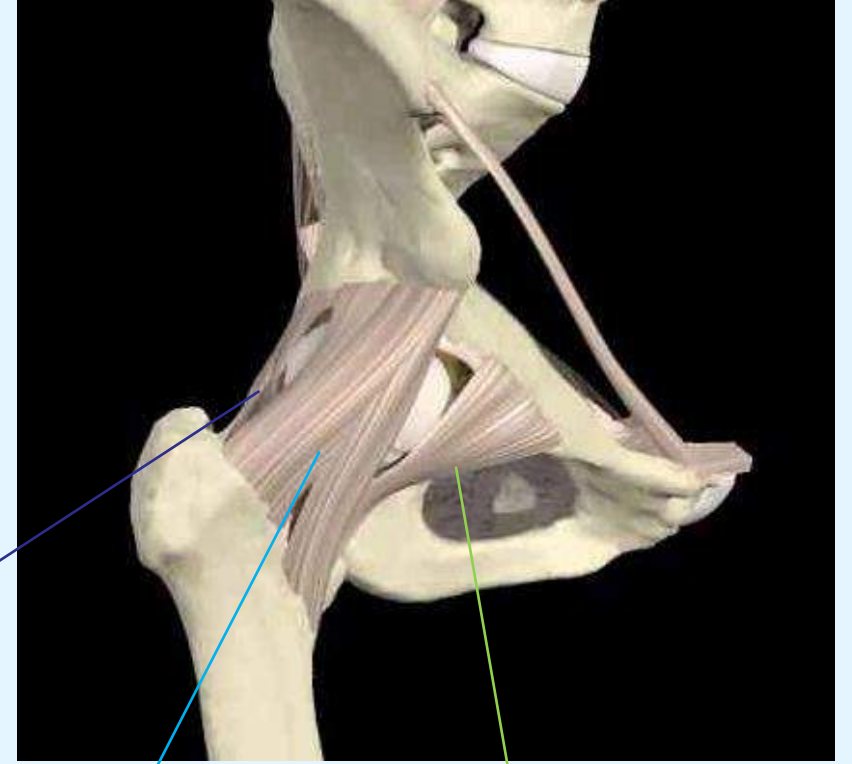
Lig. teres

Asetabular lunata

Transvers asetabular lig



İskiofemoral lig.



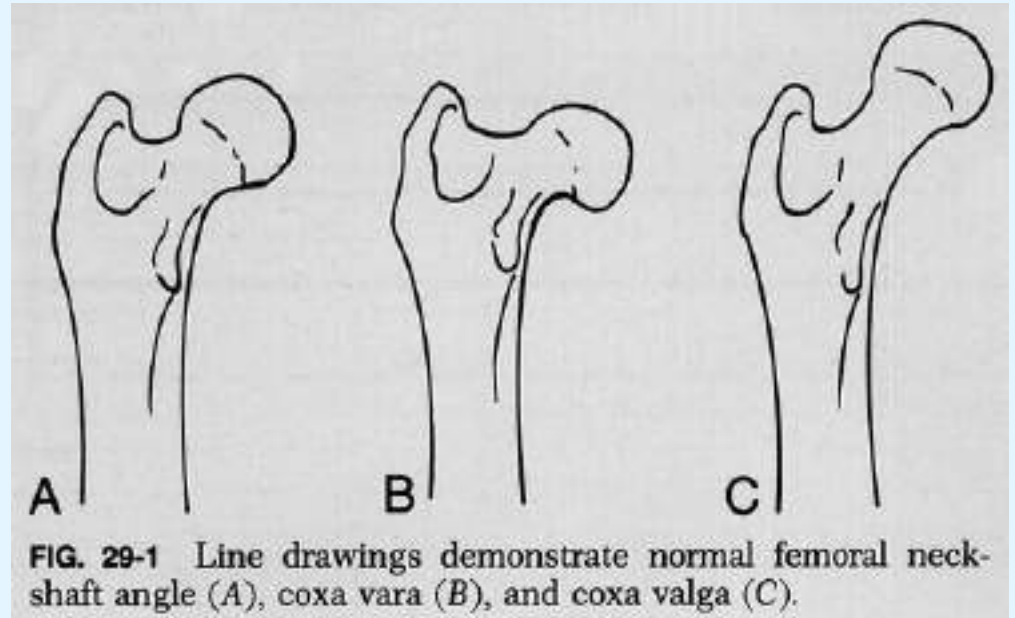
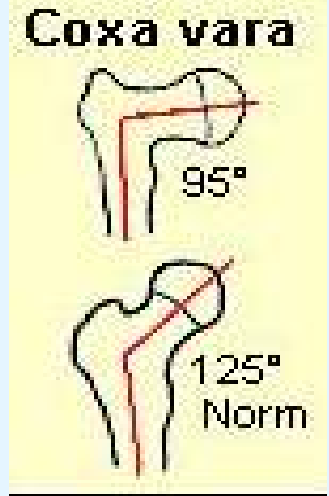
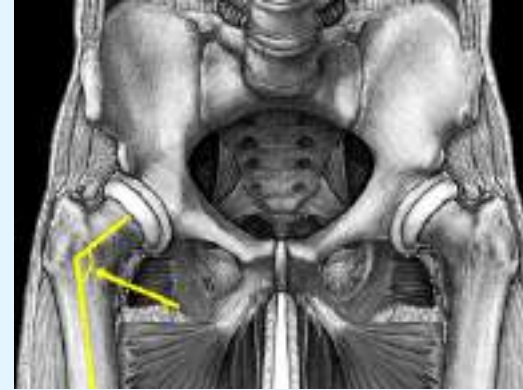
İliofemoral lig.

Pubofemoral lig.

Ekstansiyon, abduksiyon ve iç rotasyonu sınırlayarak kalçayı stabilize ederler.

Femur Boyun Açısı

- ❖ Kalça stabilitesi için önemli: 125
- ❖ Azalması; koksava: <120
- ❖ Artması; koksavalga: >135



KALÇA EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI

➤ *Sagittal plan*

- Fleksiyon: 120-130° * diz ekstansiyonda 90°
- Ekstansiyon: 30°

➤ *Frontal plan*

- Abduksiyon: 45-50°
- Adduksiyon: 30°

➤ *Transvers plan*

- internal rotasyon: 35°
- Eksternal rotasyon: 45°



KALÇA EKLEM HAREKET AÇIKLIĞI

➤ *Sagittal plan*

- Fleksiyon: 120-130° * diz ekstansiyonda 90 °
- Ekstansiyon: 30°

➤ *Frontal plan*

- Abduksiyon: 45-50°
- Adduksiyon: 30°

➤ *Transvers plan*

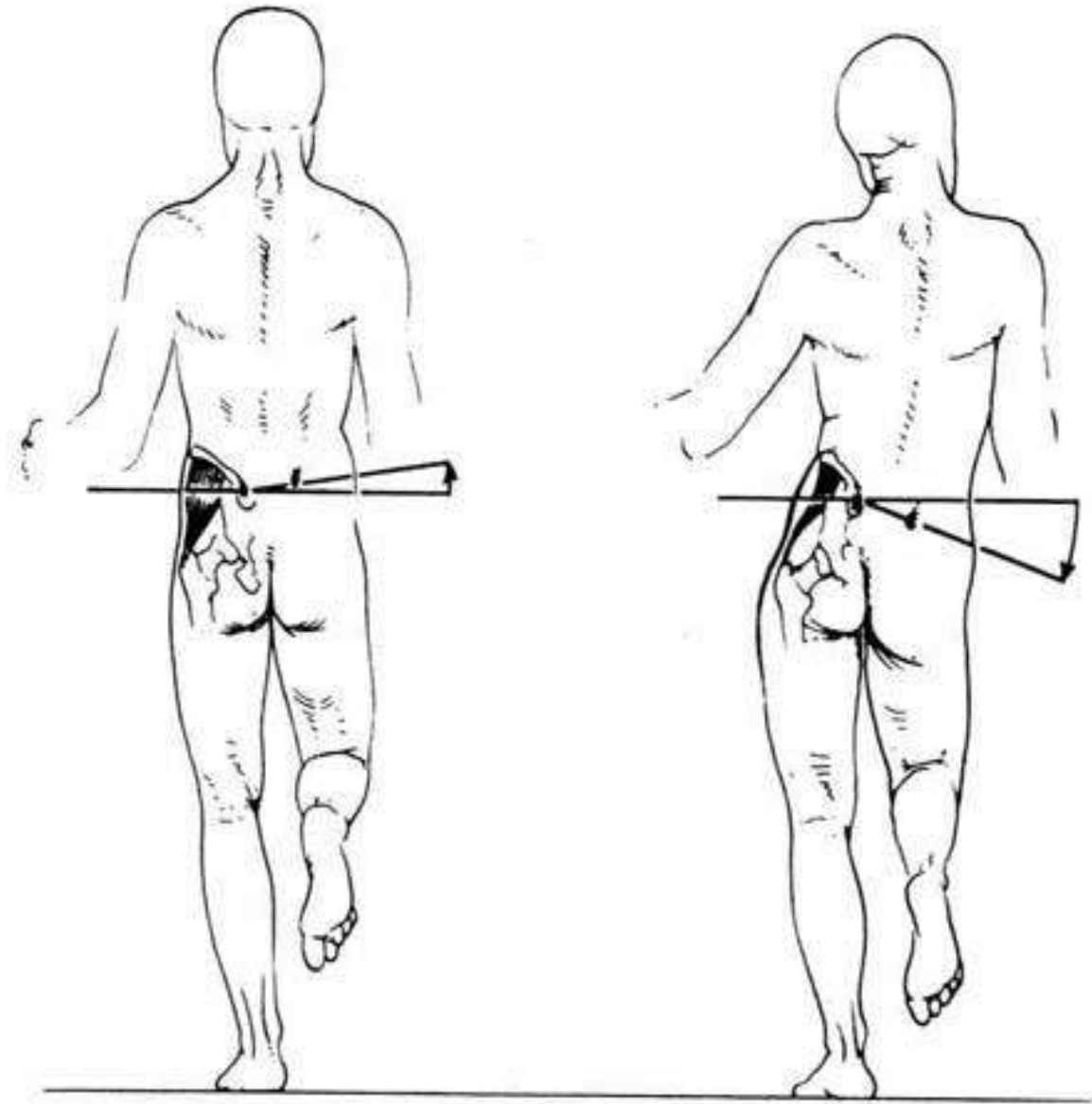
- İnternal rotasyon: 35°
- Eksternal rotasyon: 45°

FLEKSİYON

- Yürümek: 35 °
- Merdiven çıkmak: 65 °
- Oturmak: 110 °
- Ayakkabı bağlamak: 120 °

Gluteus medius;

- Esas görevi tek ayak üzerinde iken gözlenir
- Yürüme sırasında ve bir ayak üzerinde iken pelvisi stabilize eder.



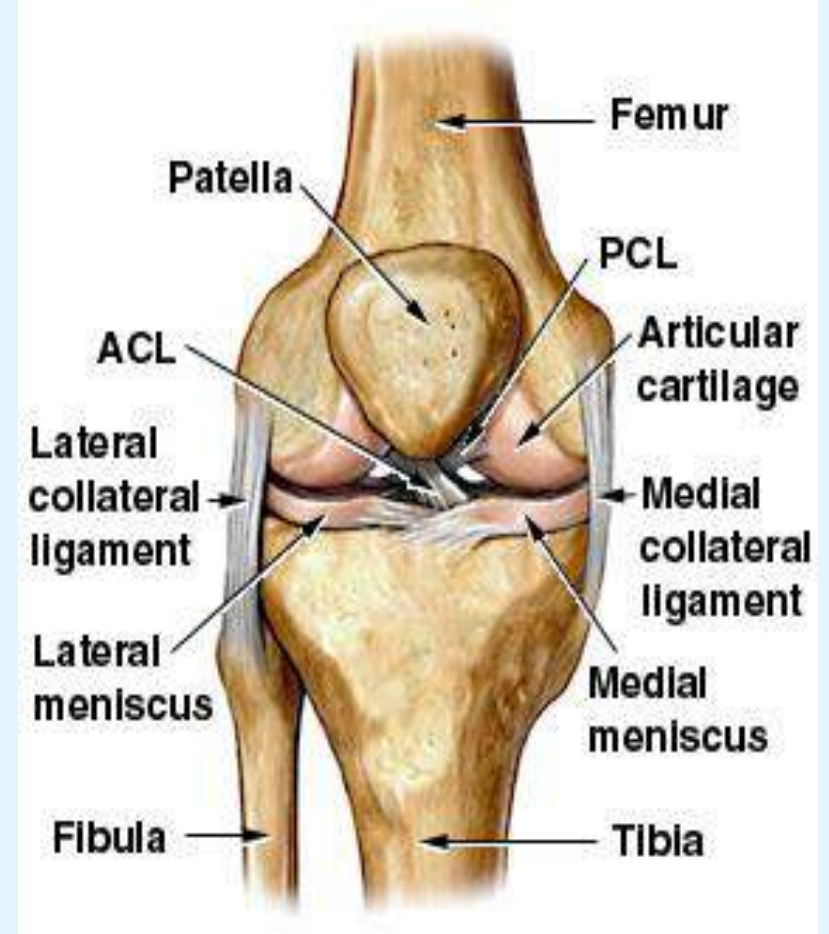
Şekil 56. Trendelenburg testi. Sol. Negatif. Sağ. Pozitif.

Kalçaya Binen Yükler

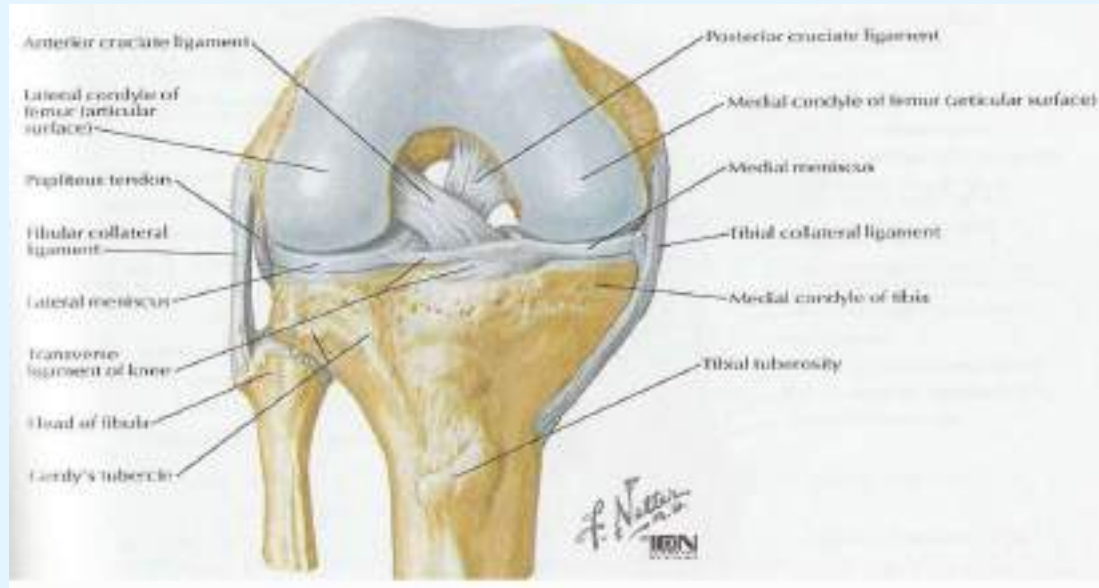
- Tek bacak üzerinde dururken x 2.5
- Yürürken x 1.3-5.8
- Merdiven çıkarken x 3
- Koşarken x 4.5+

DİZ EKLEMİ (ART. GENUS)

- Tibiofemoral ve patellofemoral olmak üzere iki eklemden oluşur.
- Eklem yüzeylerinin şekline göre menteşe tipi bir eklemdir (tek eksenli)
- Eklem ön taraftan patella ile korunur
- Eklem bağları (LCL,MCL,ACL,PCL))
- Menisküsler (Medial ve Lateral)

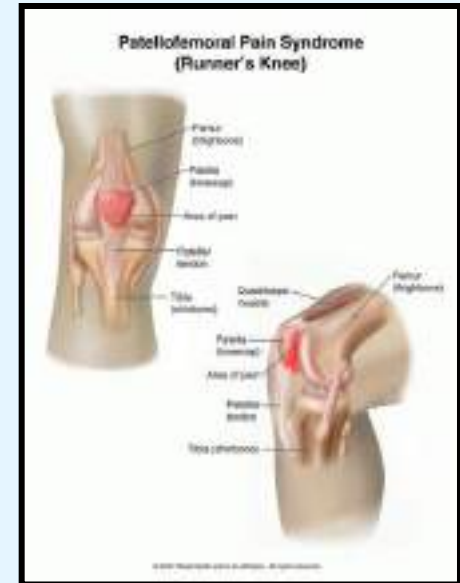
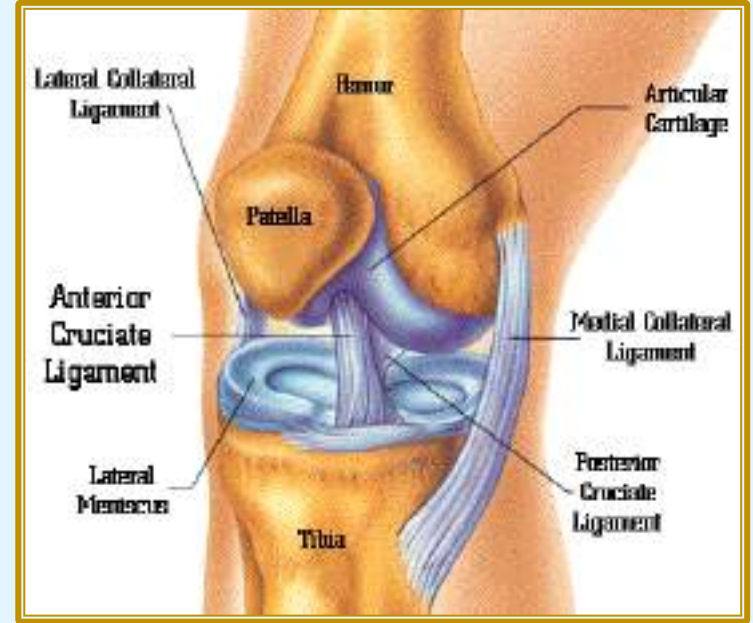


- Diz eklemi kemik yapısı itibari ile instabiliteye müsait !
 - Kemik yapı, menisküsler ve ligamentler: **statik** stabilite
 - Çevre kaslar: **dinamik** stabilite

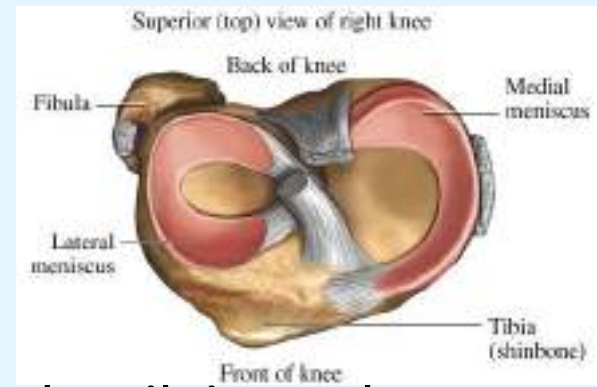


Patella

- En büyük sesamoid kemik
- M. Kuadriseps femoris kasının tendonu içinde bulunur
- Diz eklemine dış etkilerden korur
- Dizin hareketini yavaşlatır
- M. Kuadriseps femoris kasının tendonunu eklem ekseninden uzaklaştırarak insersiyon açısını büyütür, kasın etki kuvvetini artırır
- Patella olmasaydı eşit güç elde etmek için kuadriseps kas gücünü %30 artırmak gerekirdi.



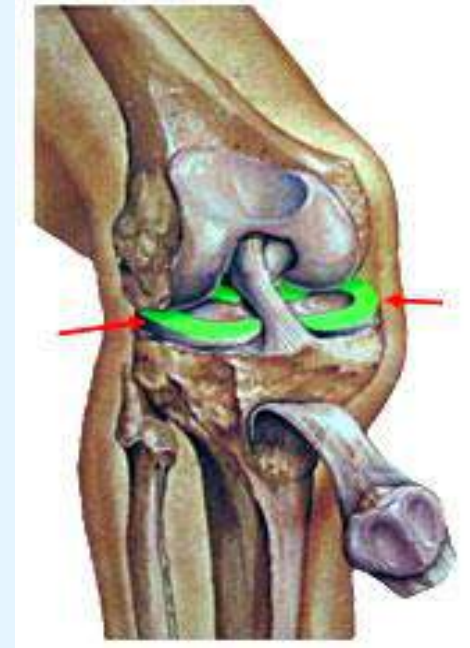
Menisküsler



- Femur kondilleri ile tibia arasında fibrokartilaj yapıda yarım ay (MM) ve çember (LM) şeklinde yastıkçıklardır.
- 1/3 dış kısmı hariç avasküler
- Hidrofilik olmaları nedeniyle ağırlıklarının 50 misli su tutabilirler
- Her iki menisküste dizin fleksiyon (post) ve ekstansiyonu (ant) sırasında hareket gözlenir.
- LM daha mobildir/ daha az yaralanır.

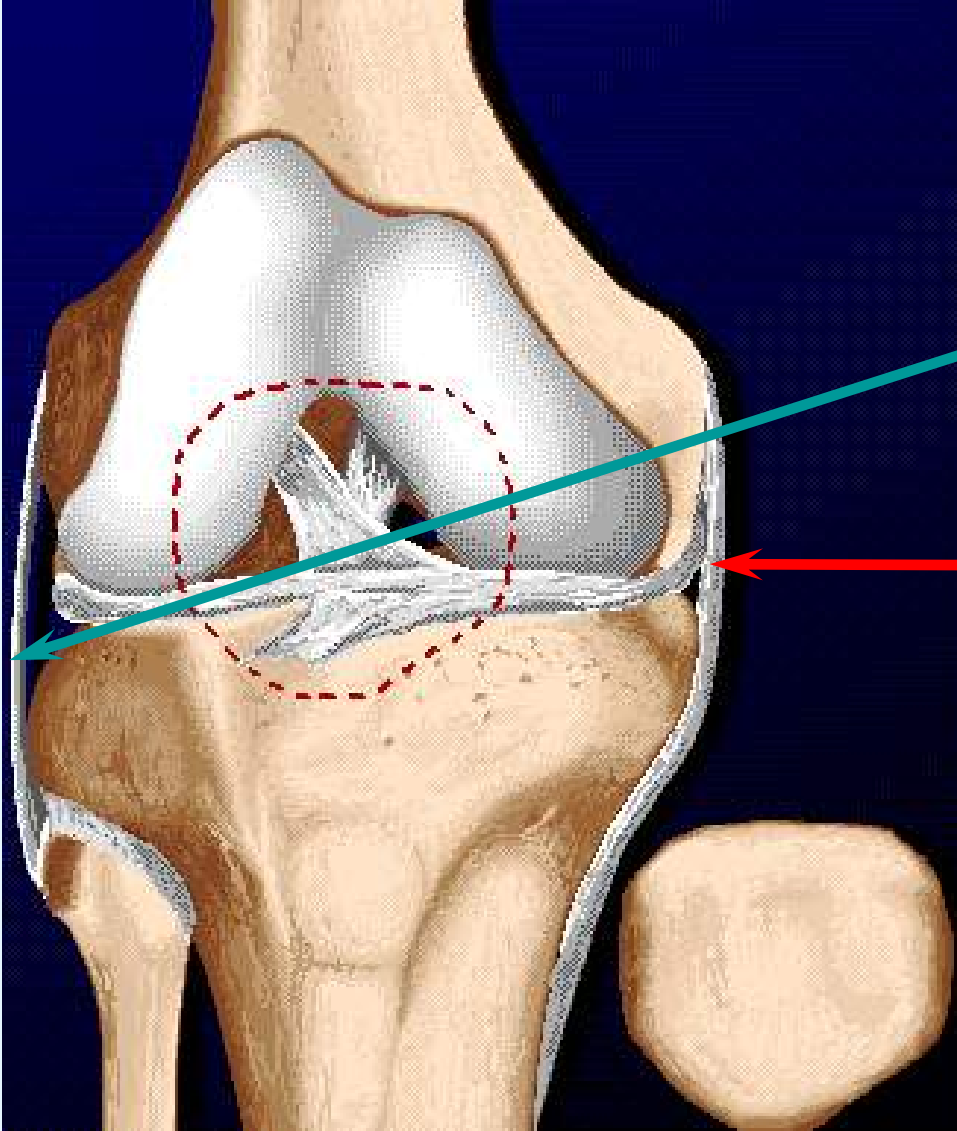
Menisküsler

- Bu yapı yuvarlak femur ile düz tibianın yapısal uyumunu ve binen yükün tüm eklem yüzeyine eşit dağılmasını sağlar
- Dize gelen yüklerin % 35-50'sini taşır
- Menisküslerin yokluğunda tibiofemoral ekleme binen stres 3 kat artar
- Yük aktarım alanını genişleterek basıncı dağıtır ve eklem kıkırdaklarının korunmasına katkıda bulunur.
- Eklem sürtünmesini azaltarak hareket kabiliyetini artırır, gelen darbeleri emer
- Eklem stabilitesine yardımcı olur



Kollateral Ligaman

Medial / Lateral stabilite



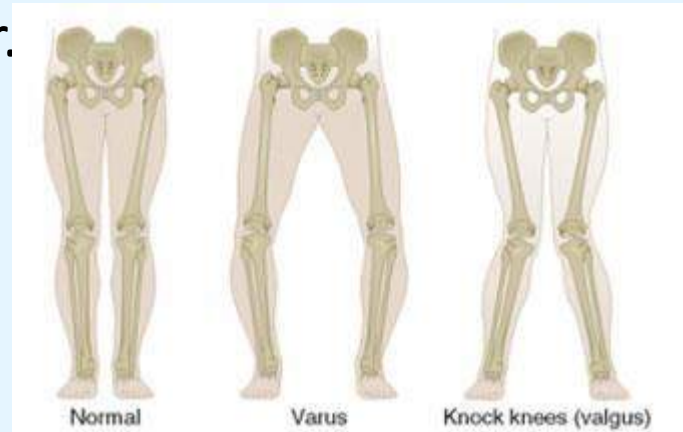
lateral (fibular)

medial (tibial)

LCL varus açılanmasını,

MCL valgus açılanmasını

sınırlar.



Normal

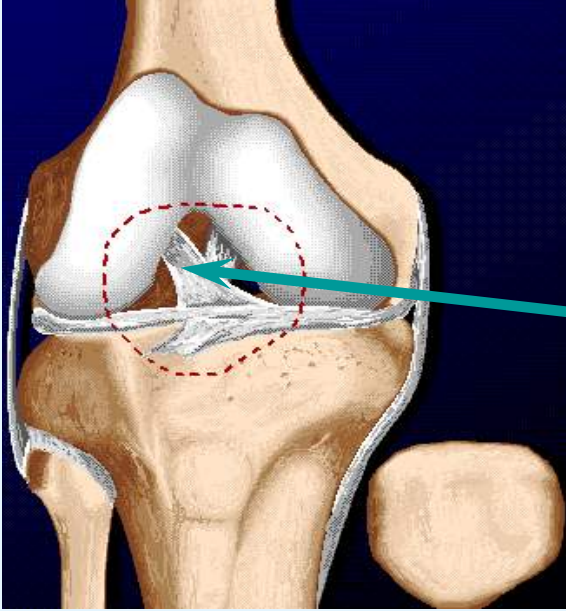
Varus

Knock knees (valgus)

Çapraz Ligaman

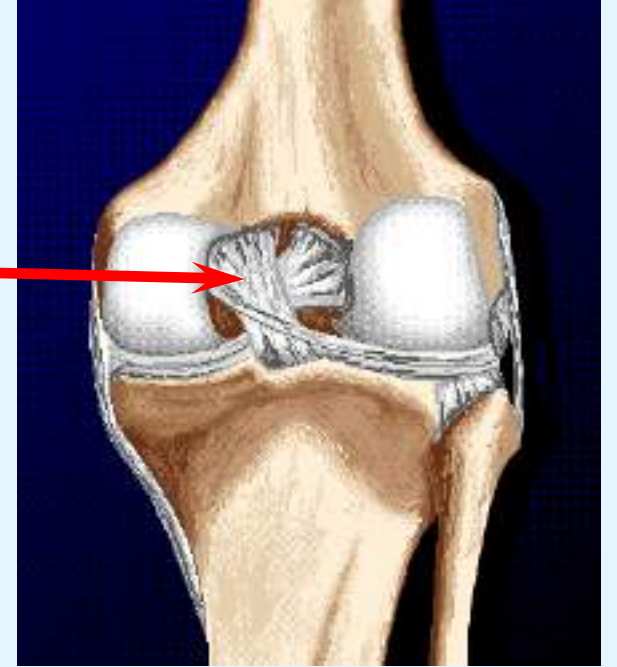
İntraartiküler-ekstrakapsüler

➤ **Anterior Cruciate (ACL)**

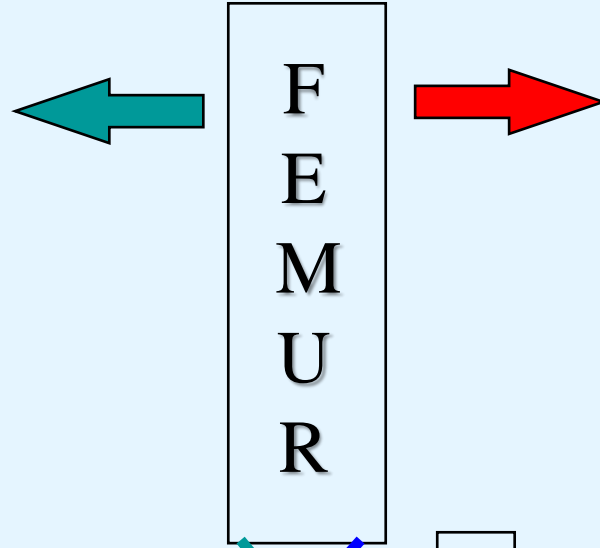


➤ **Posterior Cruciate (PCL)**

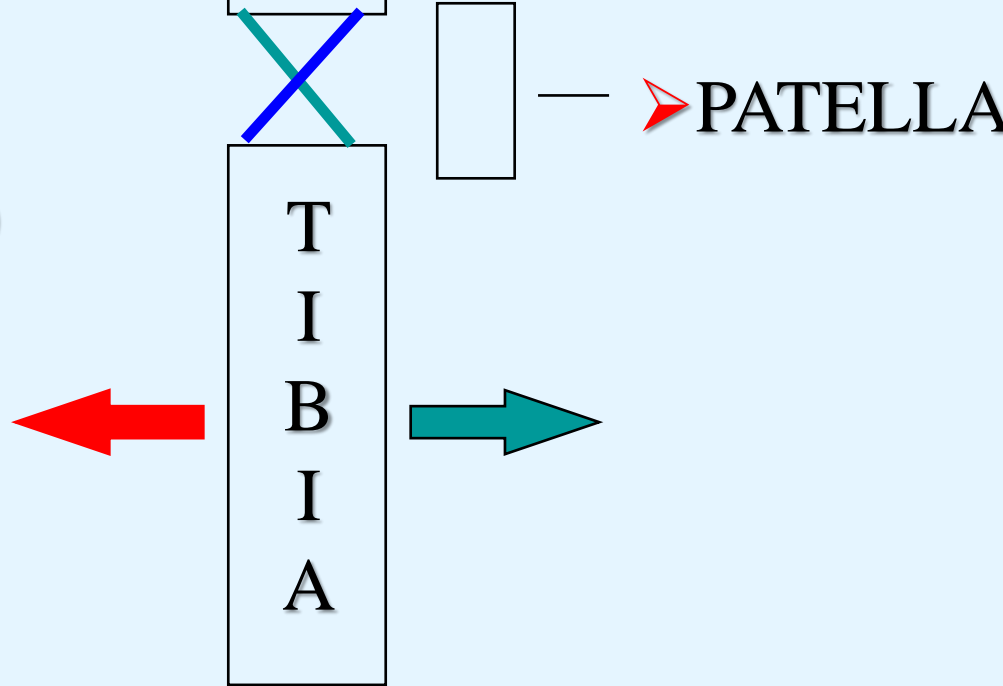
➤ Daha kısa-daha kuvvetli



➤ ACL (Ön Çapraz Bağ)

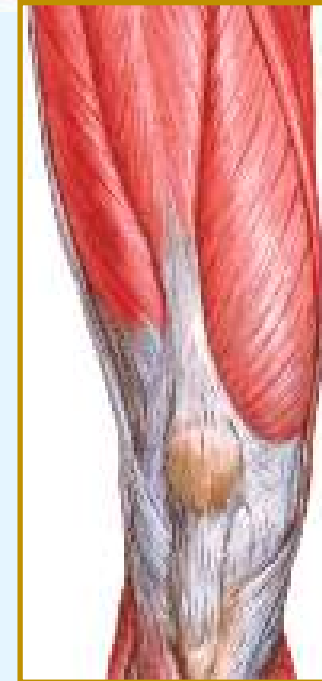
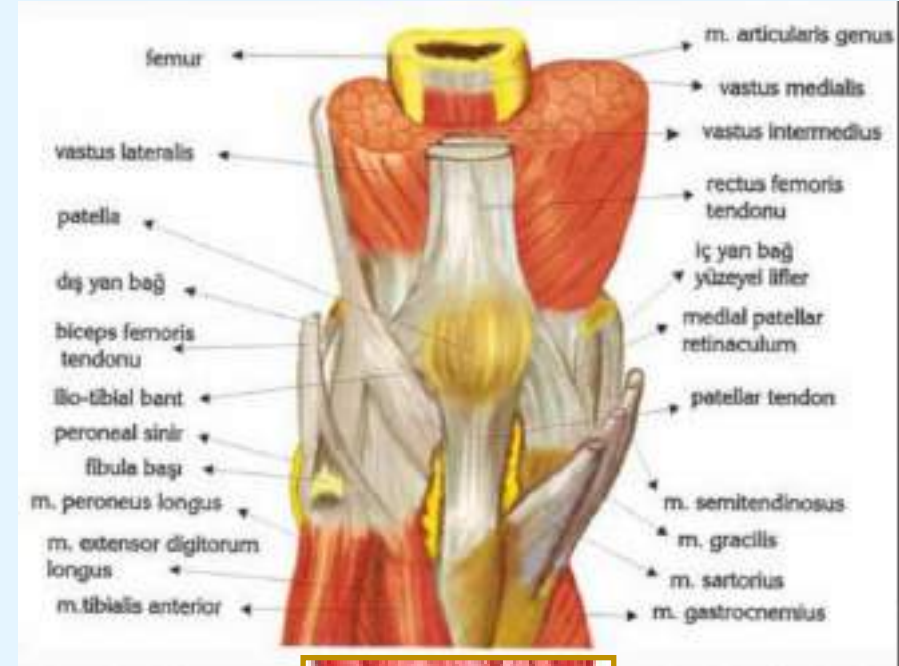


➤ PCL (Arka Çapraz Bağ)

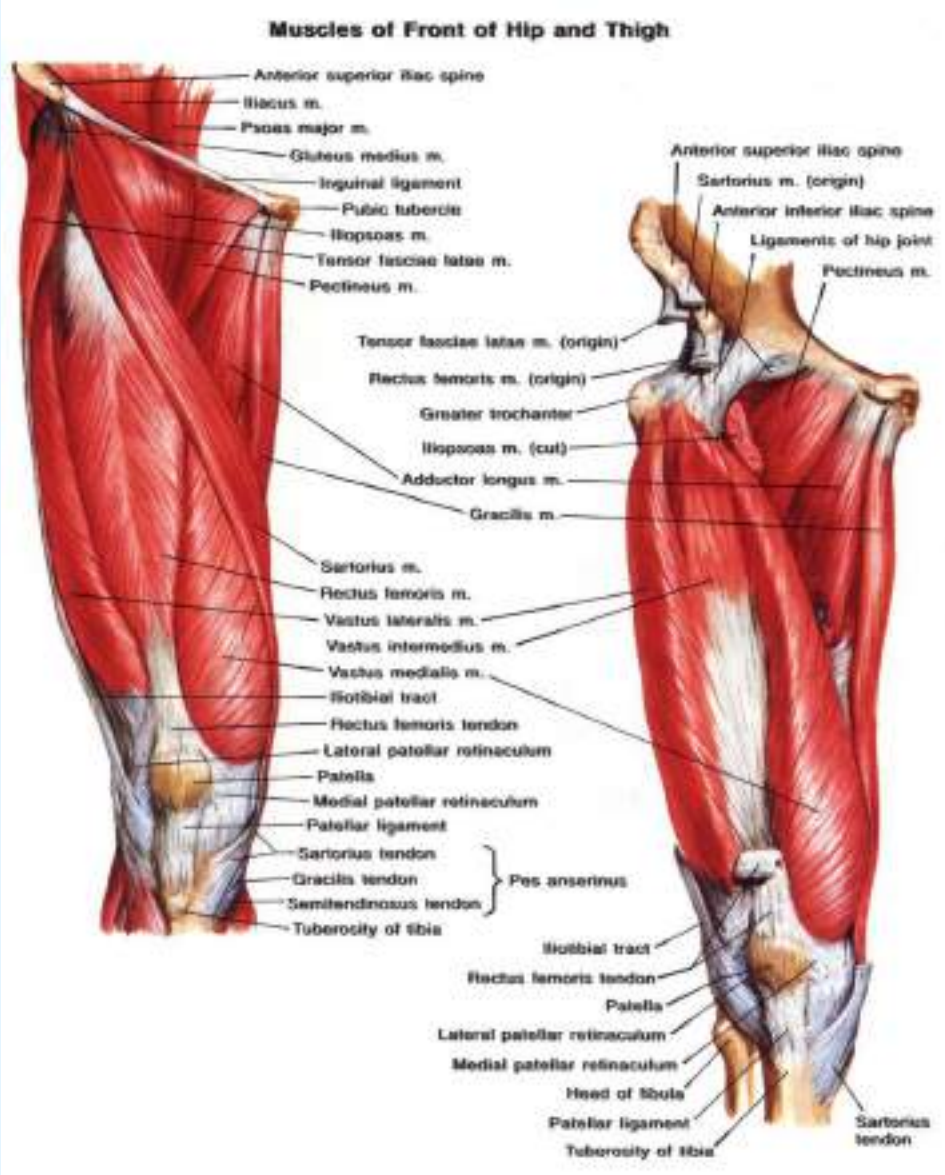


Kaslar

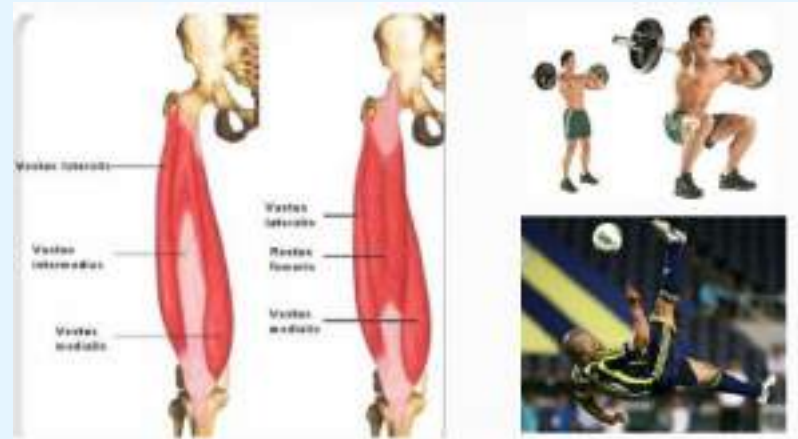
- Fleksörler; bacağın ağırlığını taşır
- Ekstansörler; tüm vücut ağırlığını taşır
- Ekstansör kaslar flexörlerden 3 kat daha güçlüdür



M.Quadriceps Femoris



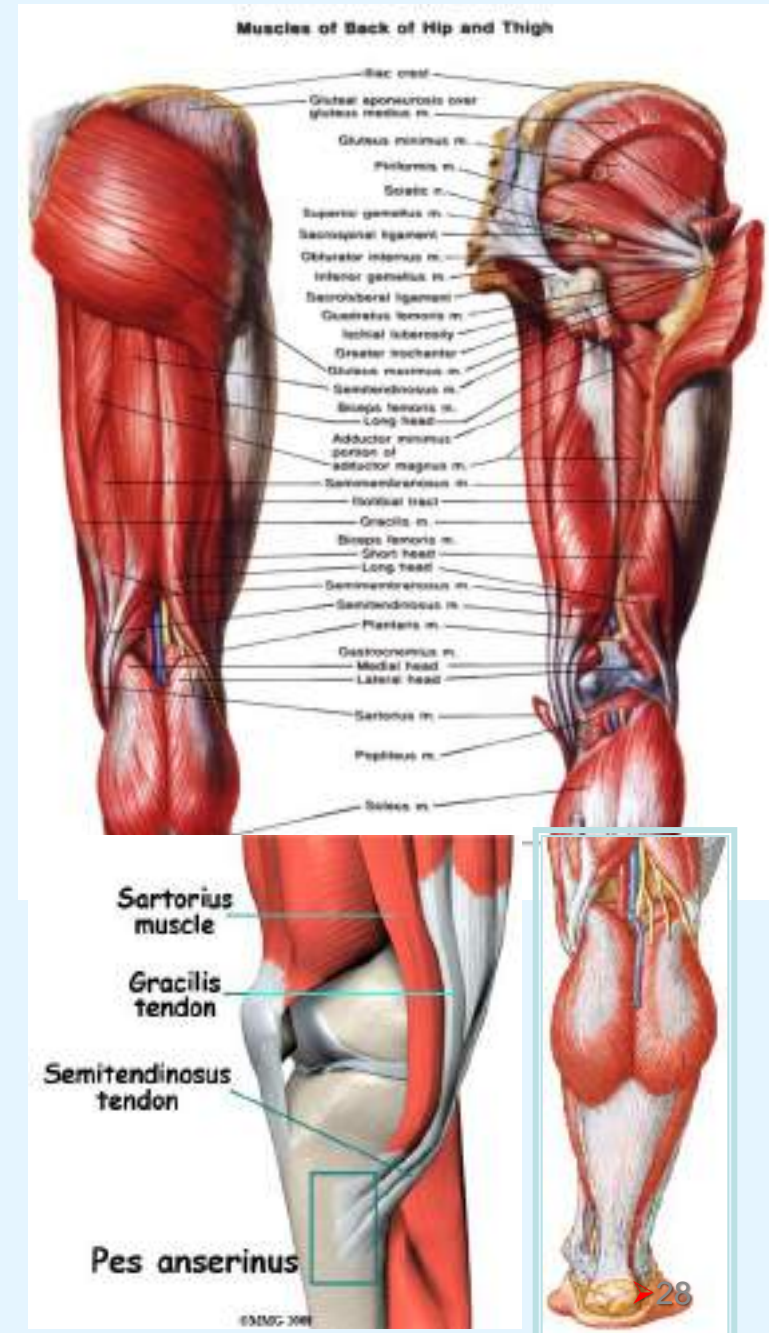
- **Dize ekstansiyon yaptırır**
- rektus femoris,
- vastus medialis,
- vastus lateralis ve
- vastus intermedius
- **N.femoralis**
- M.Rectus femoris kalça eklemine flexion yaptırır



Kaslar

Fleksörler:

- Hamstring kasları;
 - M.biceps femoris caput longum
 - M.biceps femoris caput breve*
 - M.semitendinosus
 - M.semimembranosus
- Sartorius,
- Gracilis
- Popliteus



DİZ EKLEMİ HAREKETLERİ

EKSTANSİYON:

- Dizin dümdüz durumu.
- Açısı 0°

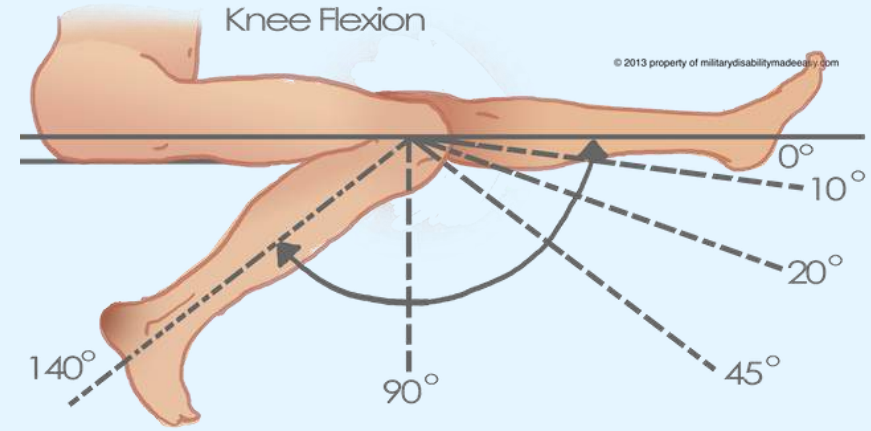
FLEKSİYON:

- Tibianın arkaya doğru hareketidir.
- Açısı 130°
- Aktif diz fleksiyonu;

kalça fleksiyonda iken 140° ,

ekstansiyonda iken hamstring etkinliği azalacağı için 120° dir.

- Pasif Fleksiyon 160° ye kadar yapılabilir



Fonksiyonel Eklem Hareket Açıklığı

Aktiviteler

Diz Fleksiyonu

- | | |
|--------------------------|-------|
| • Yürüme | 60° |
| • Merdiven çıkma | 80° |
| • Sandalye oturma-kalkma | 90° |
| • Tuvalete oturma-kalkma | 115° |
| • İleri fonksiyonlar | >115° |
- Yürüme sırasında vücut ağırlığının ½ 'si dize etki etmektedir.
 - Merdiven çıkarken 3.3 katına ulaşır.
 - Çömelme esnasında vücut ağırlığının 6.5 katına çıkmaktadır.

Mekanik olarak diz;

-ekstansiyonda büyük bir stabiliteye

-fleksiyonda ise büyük bir mobiliteye sahiptir

Stabilite:

- Durma
- Yürüme

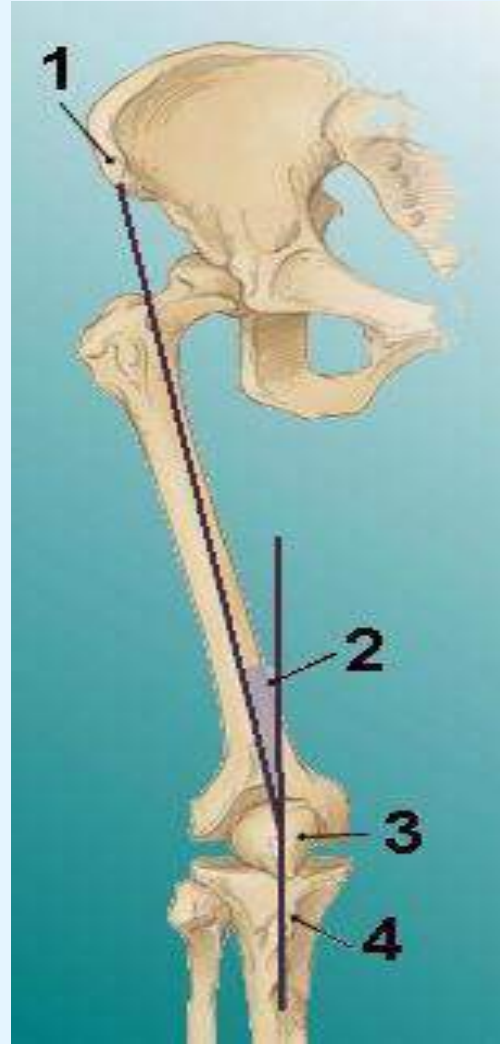
Mobilite:

- Yürüme
- Koşma
- Düzensiz zeminlere
ayağın uyumu

Q Açısı

Erkek: 15 derece

Kadın: 17 derece



1 = SİAS

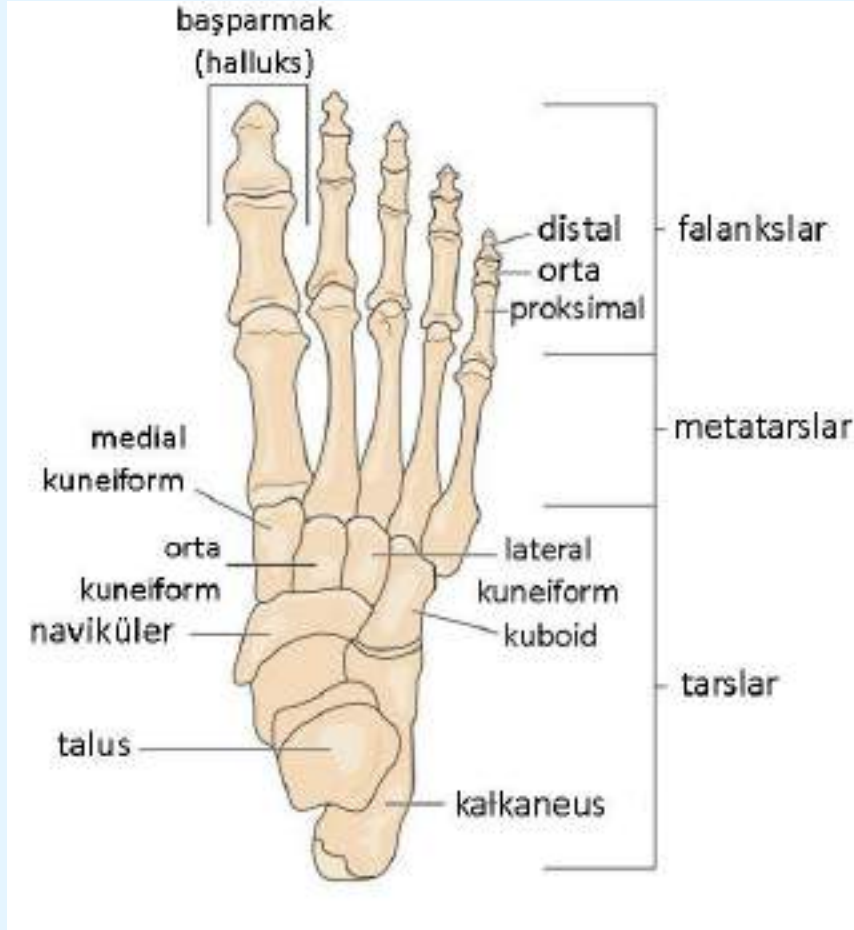
2 = Q açısı

3 = patella (diz kapağı)

4 = tüberositas tibia



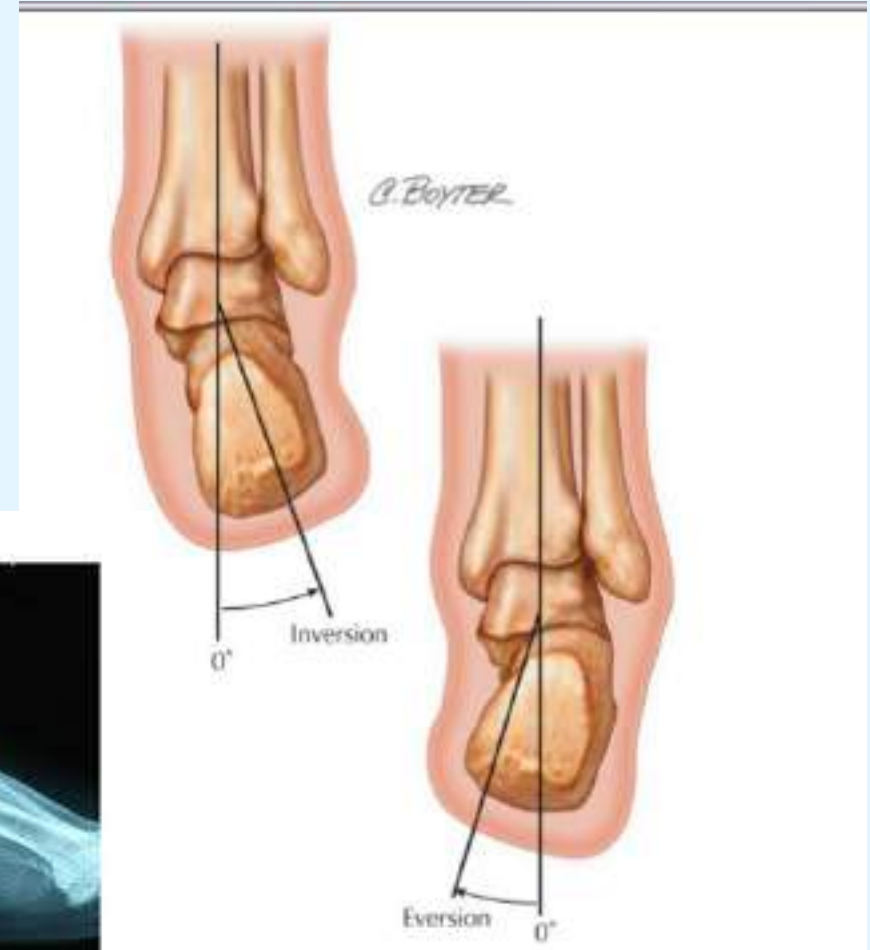
Fonksiyonel Ayak Anatomisi



SUBTALAR EKLEM

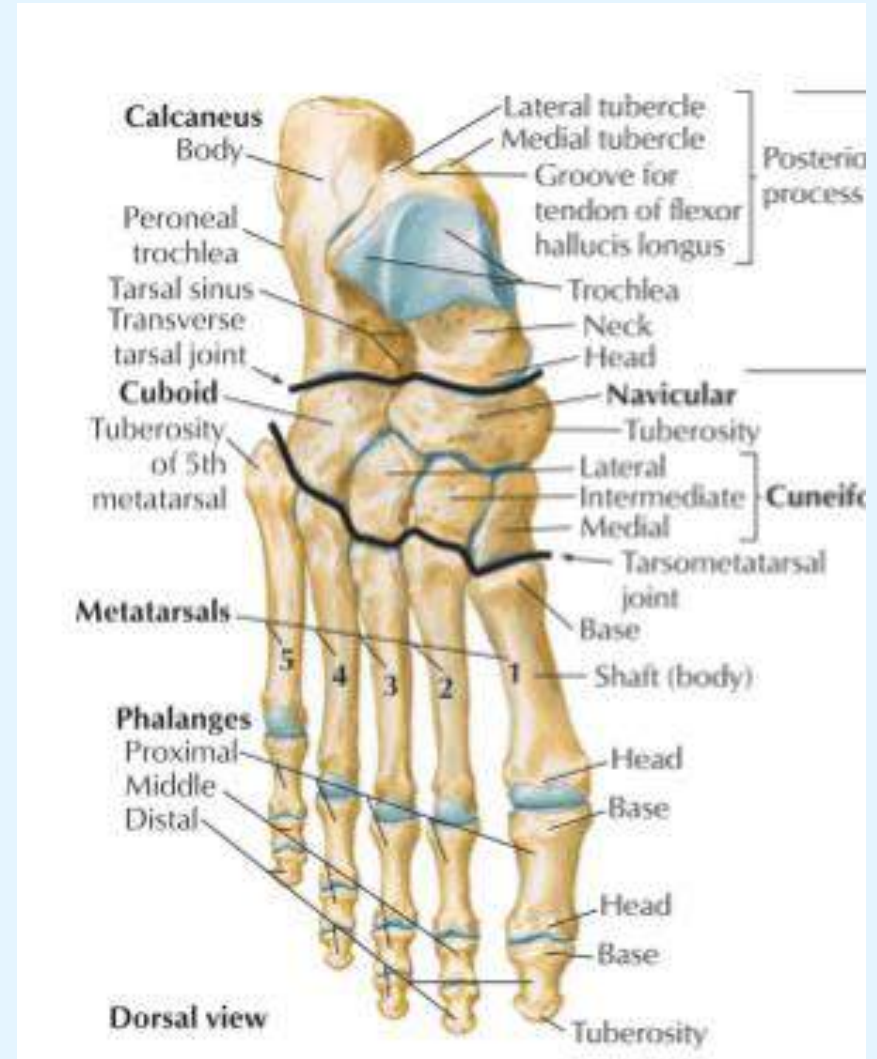
(talokalkaneal eklem)

- İnersiyon (30°)
- Eversiyon ($10-20^{\circ}$)

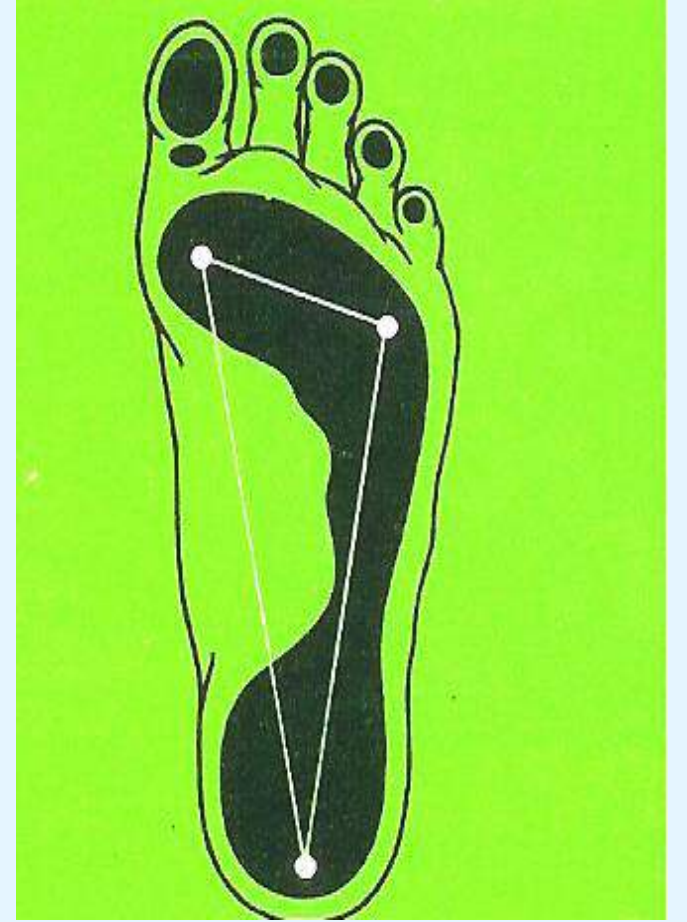


MİDTARSAL EKLEM

- Talonavikuler, kalkaneokuboid eklemler
- İnversiyon ve eversiyona katkı
- Adduksiyon (20°) ve abduksiyon (10°)

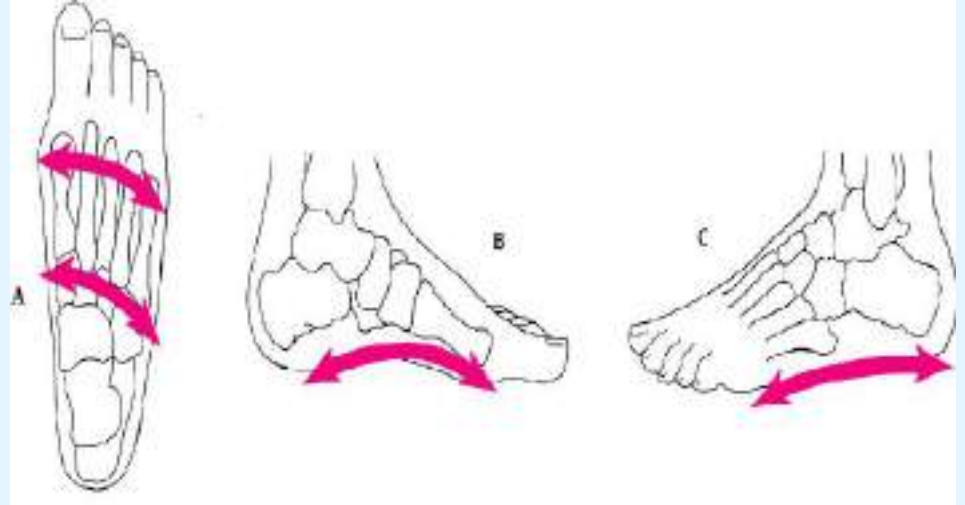


- Normalde yük (vücut ağırlığı) ayakta 3 nokta üzerinde taşınır;
- Kalkaneus
 1. metatars başı
 5. metatars başı



AYAĞIN ARKLARI

- 2 transvers ark ve
(anterior metatarsal -midtarsal)
- 2 longitudinal ark
(lateral-medial) bulunur

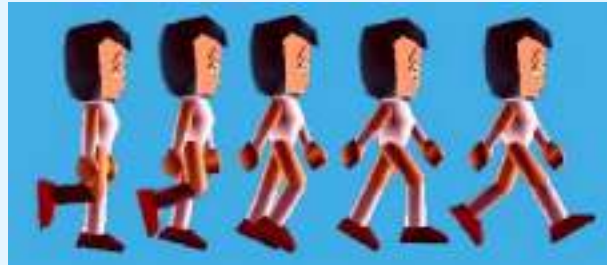


Ayaktayken ve yürürken şok absorpsiyonu sağlar

YÜRÜME SIKLUSU

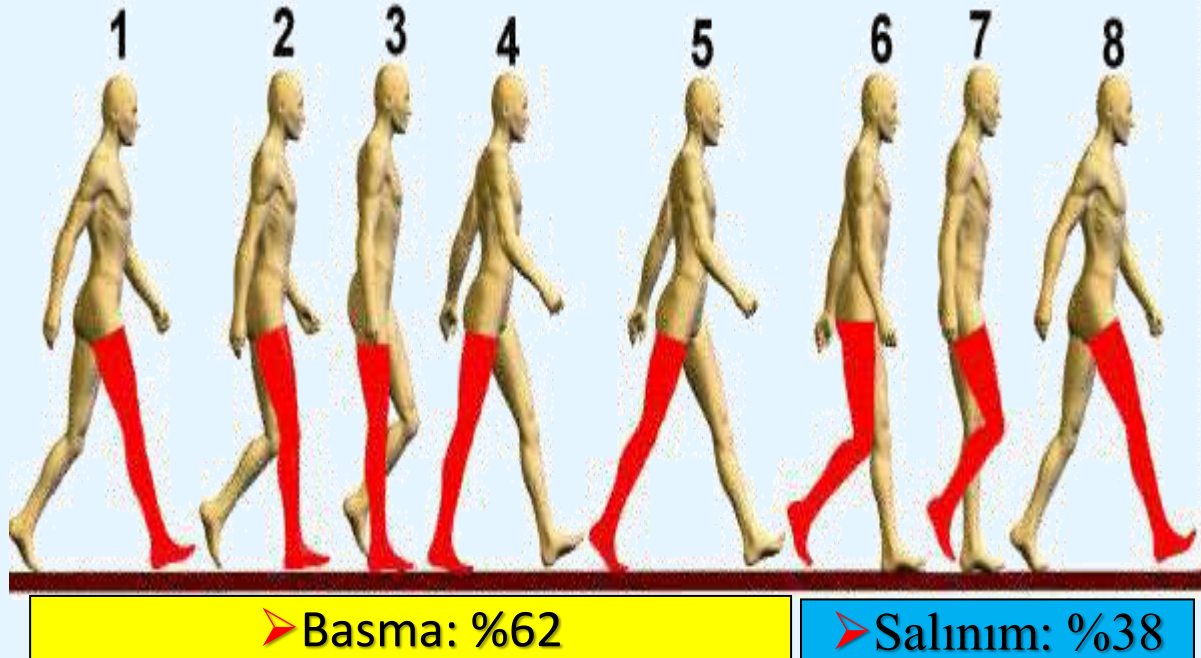
- Normal yürüme için; kas, iskelet sistemi ve sinir sisteminin sağlıklı olarak çalışması gerekmektedir.
- Yürürken bacaklarda bir dizi hareket oluşur; ve bu hareketler sürekli olarak tekrarlanır. Belirli bir düzenle tekrarlanan bu hareket zincirine yürüme siklusu (iki adım) denir.
- Yürüme siklusunda;

Bir ayağın yere değdiği an **basma fazı** başlar ,yerden ayrıldığında basma fazı biter ve **salınım fazı** başlar. Aynı ayağın yere değdiği an yürüme siklusu tamamlanmış olur.



Yürümenin Fazları

- 1- İlk değme (initial contact),
- 2- Yüklenme (loading response),
- 3- Basma ortası (midstance),
- 4- Basma sonu (terminal stance) ve
- 5- Salınım öncesi (preswing);
salınım fazı ise
- 6- Erken salınım (initial swing),
- 7- Salınım ortası (mid-swing) ve
- 8- Salınım sonu (terminal swing) olarak alt gruplara ayrılır



Yürümenin Ön Koşulları

- 1. Denge:** Ayakta dengeli dik durabilmek ve hareket sırasında dengeyi koruyabilmek
- 2. İlerleme:** Kas gücü ile vücudun öne doğru ilerletilmesi
- 3. Şok absorpsiyonu:** Ayak yere değdiğinde vücut ağırlığının neden olduğu darbeyi amortisör etkisi ile azaltmak
- 4. Enerji harcamasında tutumluluk:** Mümkün olan en az miktarda enerji harcaması ile en fazla ilerlemeyi sağlamak

- **Protez rehabilitasyonu sırasında biyomekanik göz önüne alınmalıdır**
- Kuvvet, bir nesnenin hareketini değiştirme eğiliminde olan herhangi bir etkileşimdir.
- Protez; vücuda kuvvet uygular & kuvvetlerin vücutla etkileşimini değiştirebilir
- Vücuda kuvvet cilt alanı üzerinden uygulanır
- Aşağıdaki denklemlerle basınç ortaya çıkar

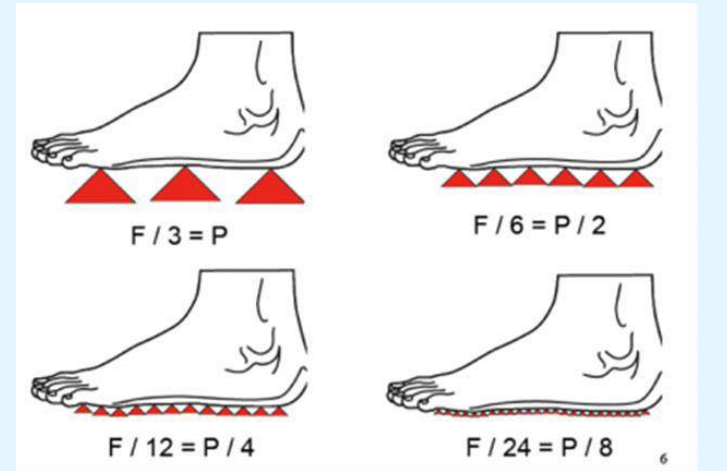
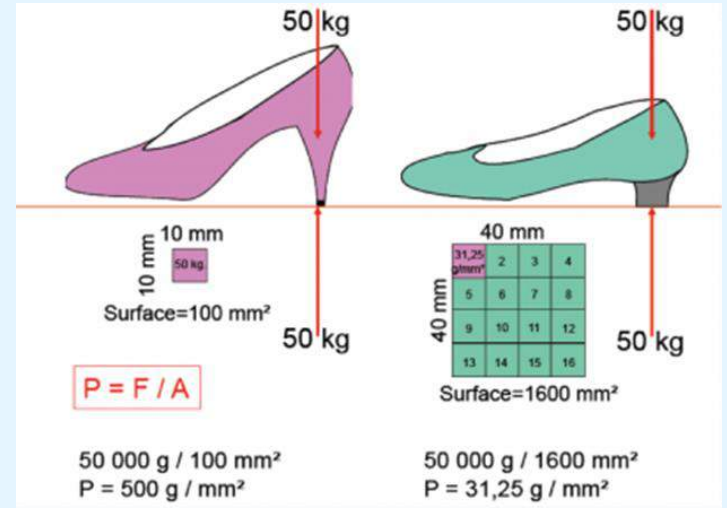
$$\text{Basınç} = \text{Kuvvet} / \text{Alan}$$

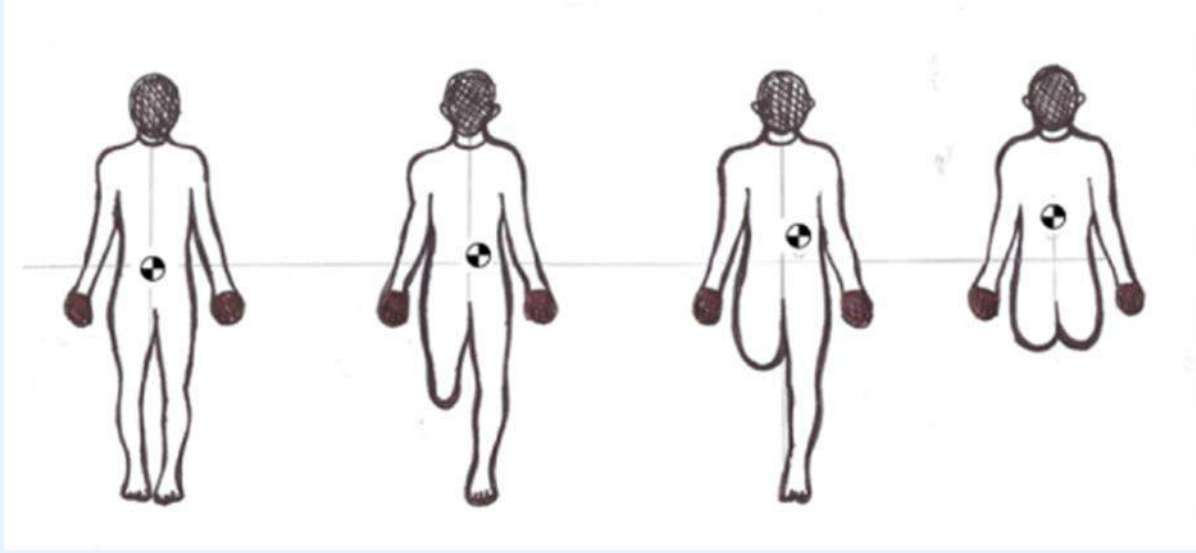
Kuvvetin dağıldığı alan genişledikçe basınç azalır

İnce-yüksek topuklu ayakkabı = Basınç ↑ & Ağrı

Ayak altı temas alanını arttırmak → Basınç ↓

Protez soketi tasarımında temas alanını geniş bir alana yaymaya çalışmak gerekir





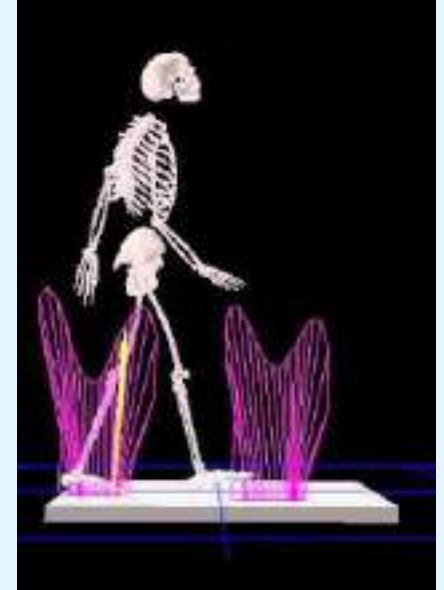
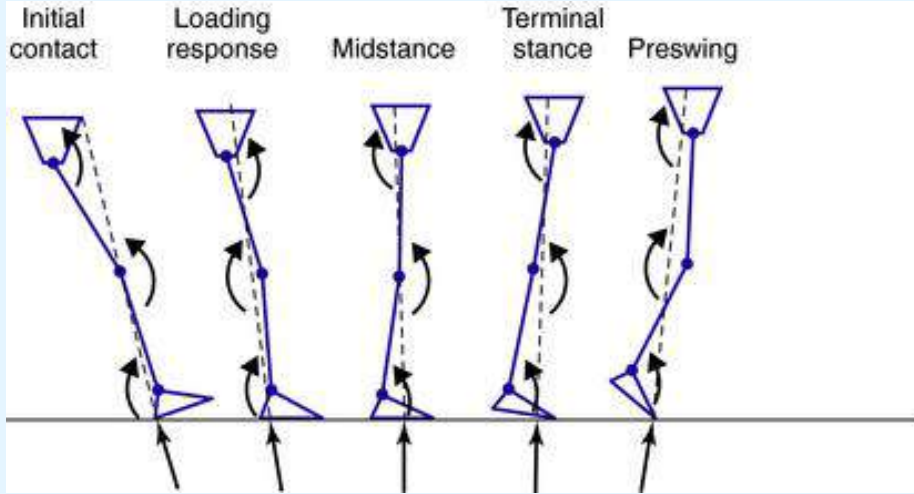
Ağırlık Merkezi

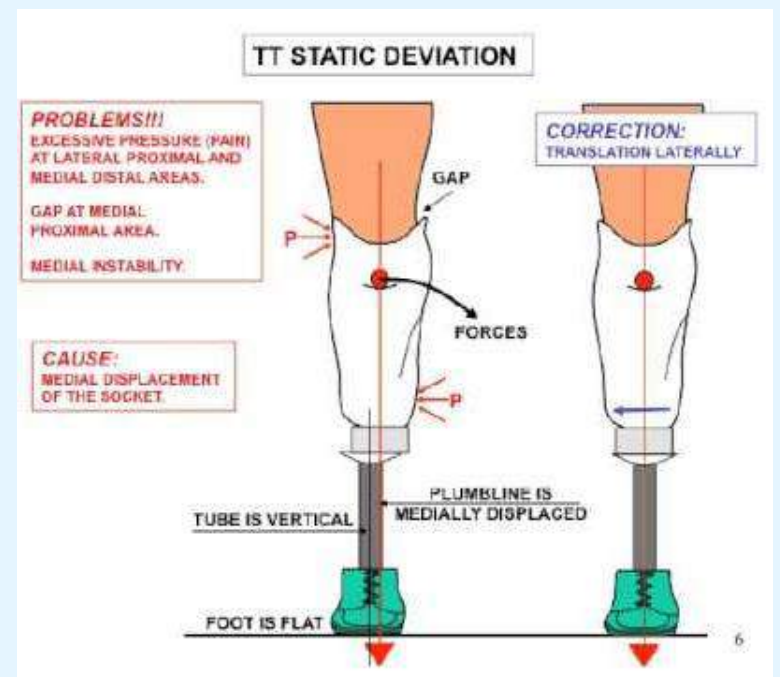
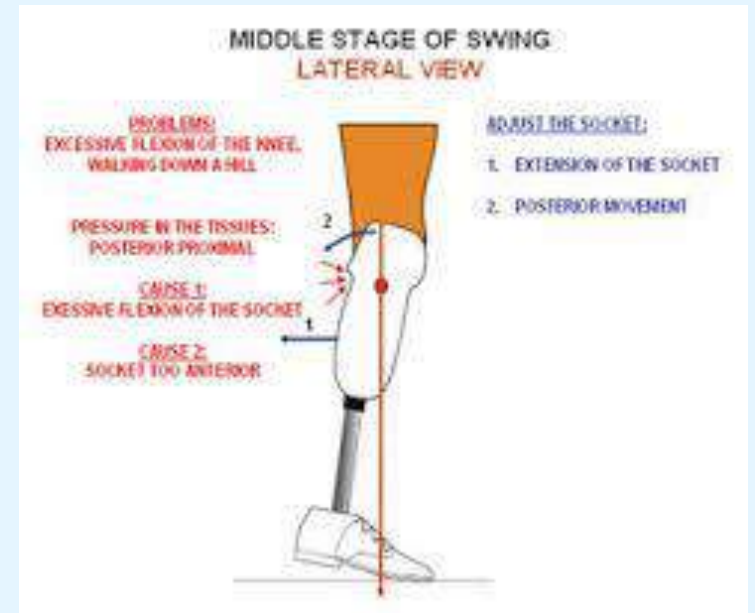
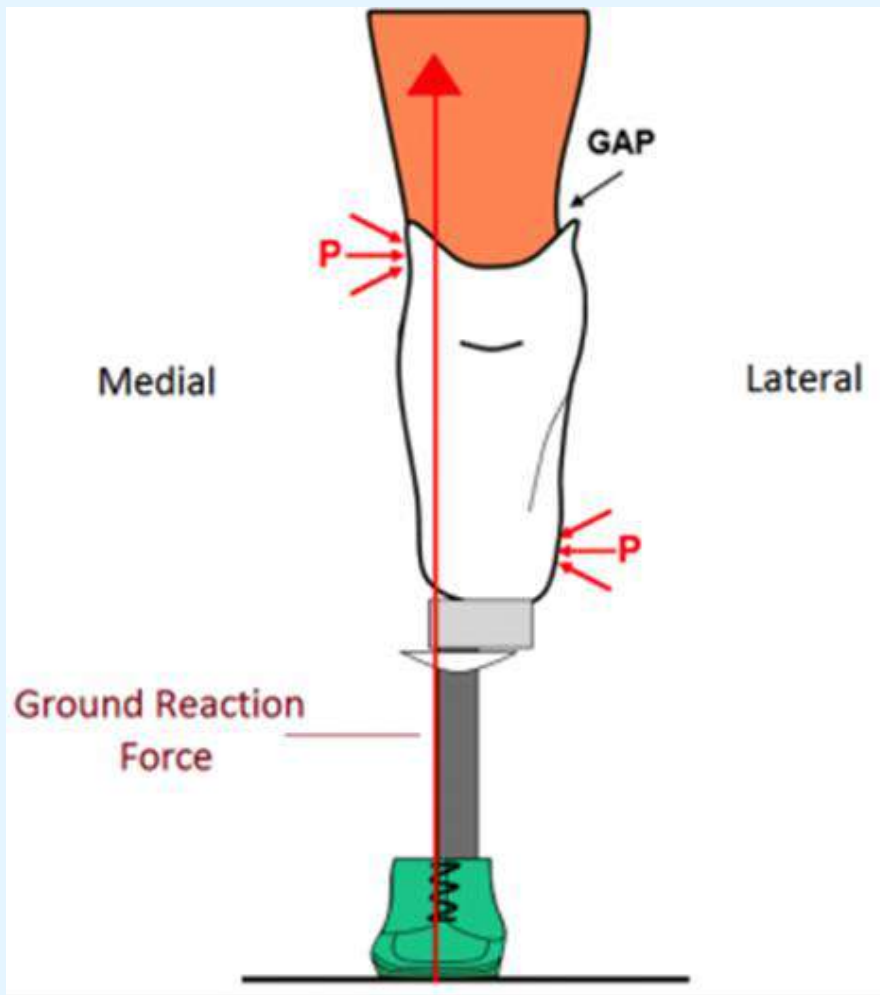
- Bir nesnenin kütesinin ortasıdır
- Yerçekimi kuvvetinin bu noktadan nesneye etki ettiği varsayılır
- Rotasyonların etrafında gerçekleşeceği yerdir

Amputasyonda kütle eksiz edildiğinden, vücut ağırlık merkezi yer değiştirir

Zemin Tepki Kuvveti

- Bir destek yüzeyi ile temas meydana geldiğinde oluşur
- Vücut kütlesine bağlı olarak ayaktan zemin yüzeyine iletilen kuvvete eşittir ve karşıttır
- Gerçek zamanlı olarak elde edilmesi yürüyüş analizi ile mümkün
- İnsan vücudu ve protez üzerindeki etkilerini görerek biyomekanik düzeltmeler yapmak mümkün





Moment/Tork

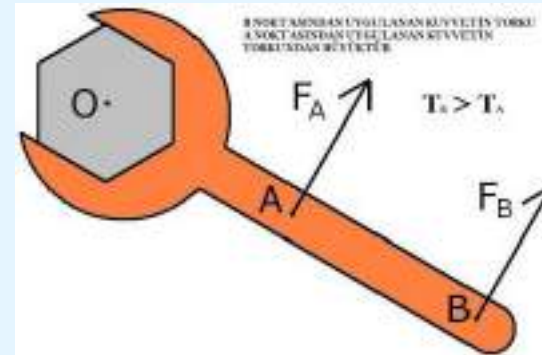
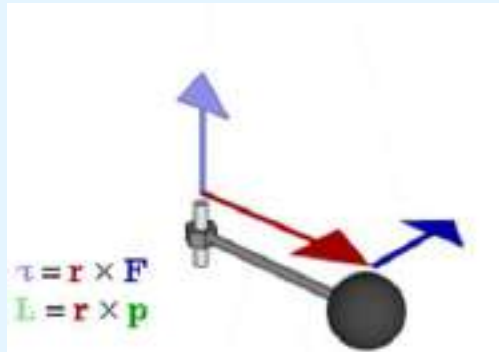
$$\boldsymbol{\tau} = \mathbf{r} \times \mathbf{F}$$

Bir cisme ağırlık merkezinden geçmeyen bir kuvvet etki ederse o kuvvet o cismi ağırlık eksenini etrafında döndürmeye çalışır.

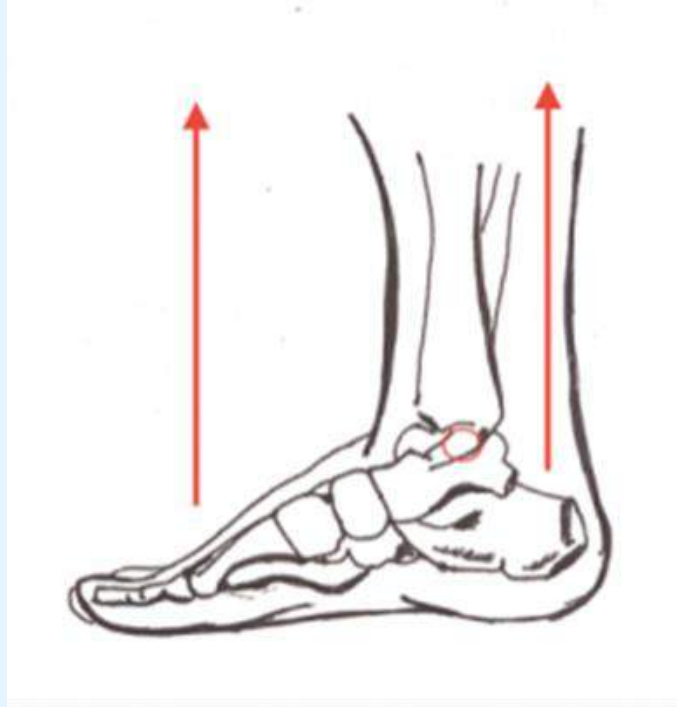


Bu etkiye Moment veya Tork denir.

- Bu etki, dönme eksenine olan uzaklıkla ve dönmeyi sağlayan kuvvetle doğru orantılıdır



- Ayak ve bacak ayak bilek eklemine katılan iki bölüm olarak düşünölmelidir
- Ayağa kalkıldığında zemin tepki kuvveti ayağı dorsifleksiyona doğru hareket ettirir
- Bu hareket aşil tendonundaki gerilim yoluyla ayak bilek fleksörleri tarafından dengelenir

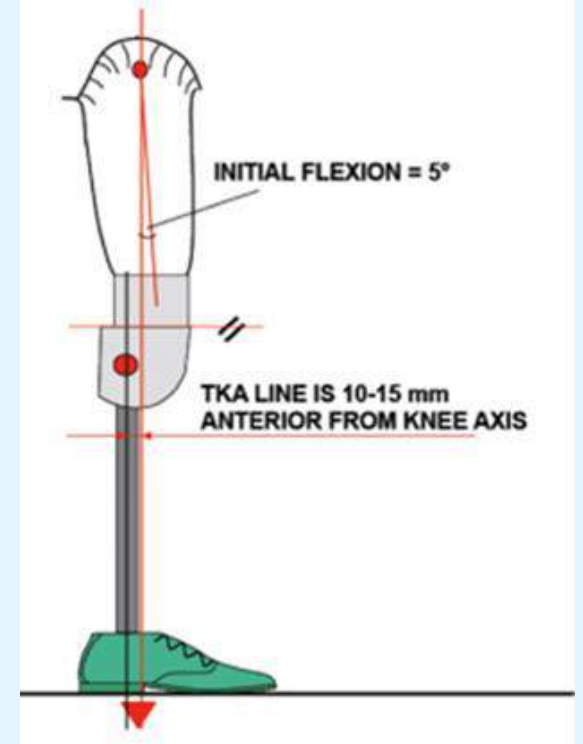


- Amputasyon → kas ve eklem \emptyset → zemin tepki kuvvetine karşı kuvvet \emptyset

Diz üstü amputasyonda kilitleme mekanizması olmayan serbest diz eklemi kullanıldığında tek uzuv desteği süresince zemin tepki kuvveti diz ekleminin önüne yerleştirilmeli

Trokanter kalça ve ayak bileği (TKA) yer çekimi çizgisi kullanılarak statik hizalama yapılabilir

Biyomekanik bozulma olduğunda protez teknisyeni, eklemi hareket ettirerek / ZTK'yı daha avantajlı bir pozisyona manipüle ederek biyomekaniği düzeltebilir



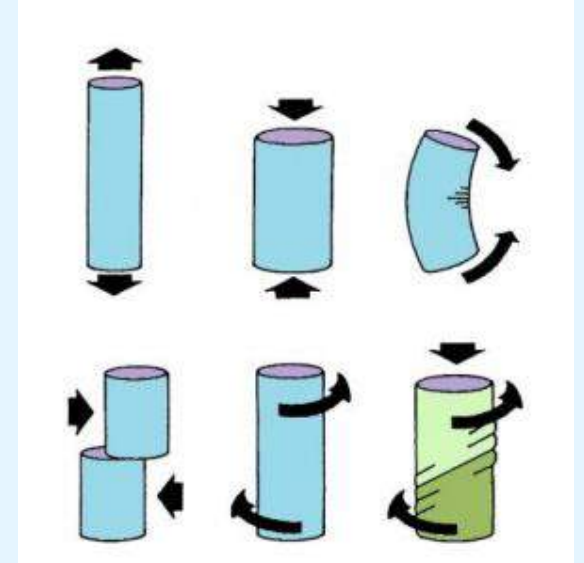
- Alt ekstremitte protezinin rahatlığı ve işlevselliği, güdüğün yük taşıyan / taşımayan kısımları dikkate alınarak belirlenmeli
- Bu, güdüğün beslenmesi ve protez biyomekaniğinin doğru yapımı açısından önemli
- Yanlış şekillendirilmiş bir protez şaftı:
 - *Protezin kullanımını zorlaştıran kuvvetler*
 - *Dönme momentleri*
 - *Basınçlar*

Protez biyomekaniği:

- Güdük ile protez temas yüzeyi
- Protez Şaftı hizası
- Protezin yapısından kaynaklanan kuvvetler
- Protez - zemin arası kuvvetler

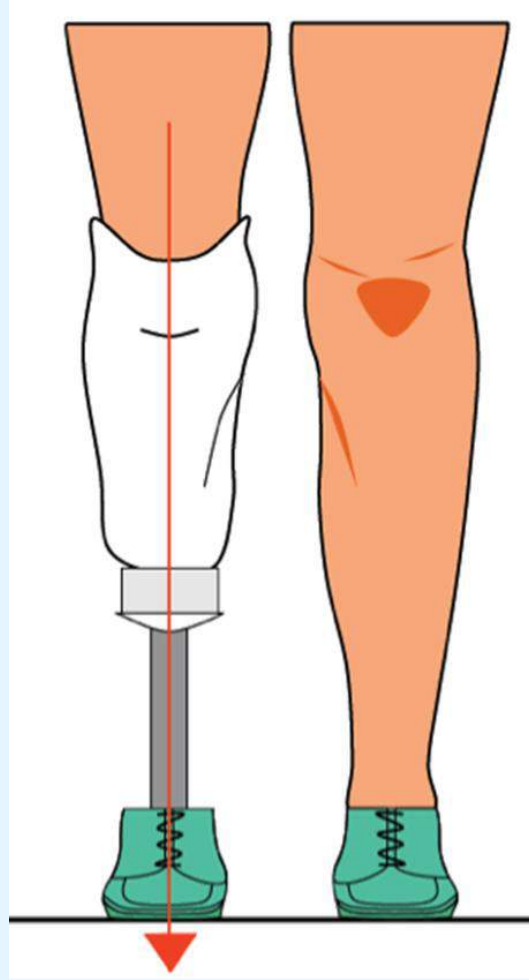
Gdkten proteze ve protezden yere aktarılan kuvvetler / yerdten protez ile gdge aktarılan kuvvetler aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Basınç kuvvetleri (ağırlık, hastaya dikey olarak etki eder)
- Őekme kuvvetleri (salınma fazında)
- Bükülme momentleri (medio-lateral, antero-posterior)
- Dönme momentleri (genelde eklemlerde)
- Torsiyon momentleri (dikey eksen etrafında)

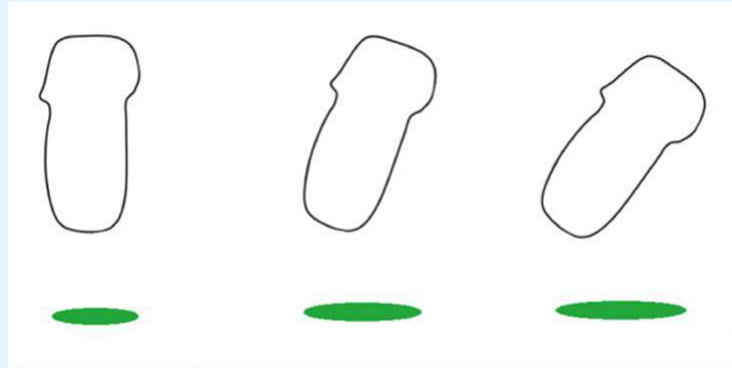


Aksiyal (Dikey) Yükleme

Vücutun kuvvetleri normal olarak iskelet sisteminden zemine iletilir




- ✓ Prostetik soket, karşıt kuvvetlerin etkileştiği bir ortamdır.
- ✓ Aksiyal yüklenme ve yerçekiminin etkisine direnmek için karşı kuvvet basınca dayanıklı alanlar arasında dağıtılmalıdır.
- ✓ Güdükte bir alan aksiyal yüklenme için idealse, büyük miktarda kuvvet iletilebilir
- ✓ Bir protezin bir güdük üzerindeki destekleyici kuvvetleri her zaman zemin tepki kuvvetine paraleldir
- ✓ Protez hizalanmasını değiştirmek dikey kuvvet iletimi için mevcut alanı etkileyebilir
- ✓ Soketlerin altındaki yeşil alan, dikey kuvvet iletimi için uygun alanı göstermektedir.



Protez Kuplajı

- Soket ile güdük arasındaki bağlantı tamamen sert değildir
- Bu bağlanma iki vücut parçası arasında "eklem gibi bir parça" olarak düşünülebilir
- Disiplinli bir ekibin parçası olarak protez teknisyeninin varlığı, biyomekanik koğulların optimize edilmesi ve bağarılı protez rehabilitasyonu için gereklidir.

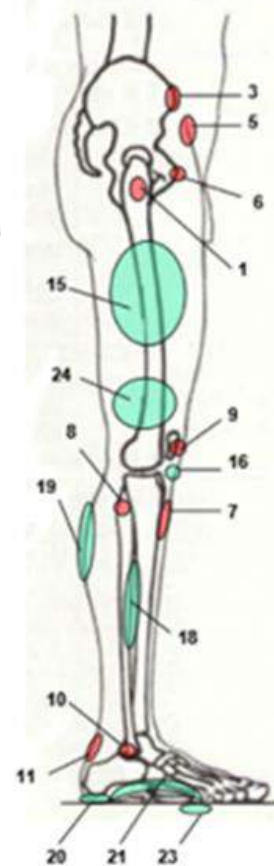
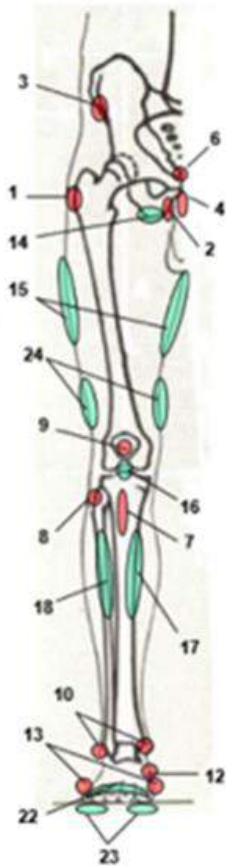
Pressure sensitive and pressure tolerant areas of the entire leg

 Pressure sensitive

- 1 - GREATHER TROCHANTER
- 2 - RAMUS
- 3 - ANTERIOR SUPERIOR ILIAC SPINE
- 4 - ADDUCTOR TENDON
- 5 - INGUINAL FOSSA
- 6 - PUBIC TUBERCLE
- 7 - TIBIAL CREST
- 8 - FIBULAR HEAD
- 9 - PATELLA
- 10 - MEDIAL AND LATERAL MALLEOLI
- 11 - ACHILLES TENDON
- 12 - NAVICULAR TUBEROSITY
- 13 - HEADS OF OF I AND V METATARSALS

 Pressure tolerant

- 14 - ISCHIAL TUBEROSITY
- 15 - MEDIAL AND LATERAL FLARES OF THE THIGH
- 16 - PATELLAR TENDON
- 17 - MEDIAL FLARE OF TIBIA
- 18 - LATERAL FLARE BETWEEN TIBIA AND FIBULA
- 19 - POSTERIOR FLARE (GASTROCNEMIUS)
- 20 - CALCANEUS
- 21 - LONGITUDINAL ARCH
- 22 - TRANSVERSAL ARCH
- 23 - PLANTAR PART OF I AND V METATARSALS
- 24 - SUPRACONDYLAR AREAS





Teşekkürler

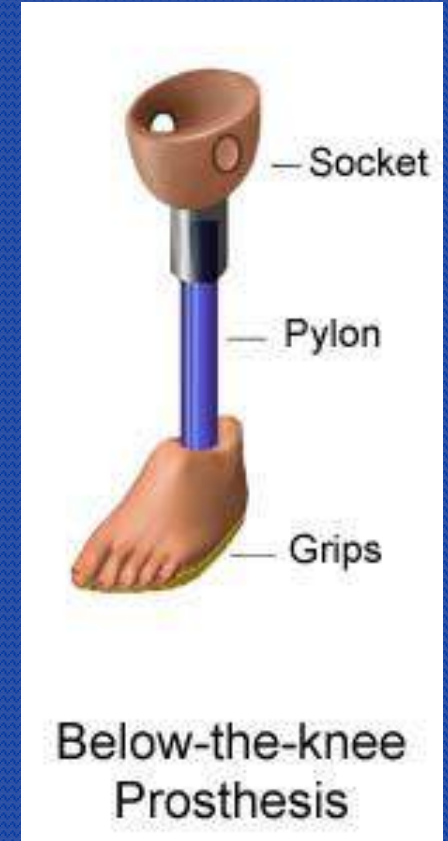


Soket Sistemleri

Prof.Dr. Koray AYDEMİR

Protez Bölümleri

- Soket (Kovan)
- Liner (Astar)
- Diz eklemi
- Tüp (pylon, shank)
- Ayak bileği ve ayak



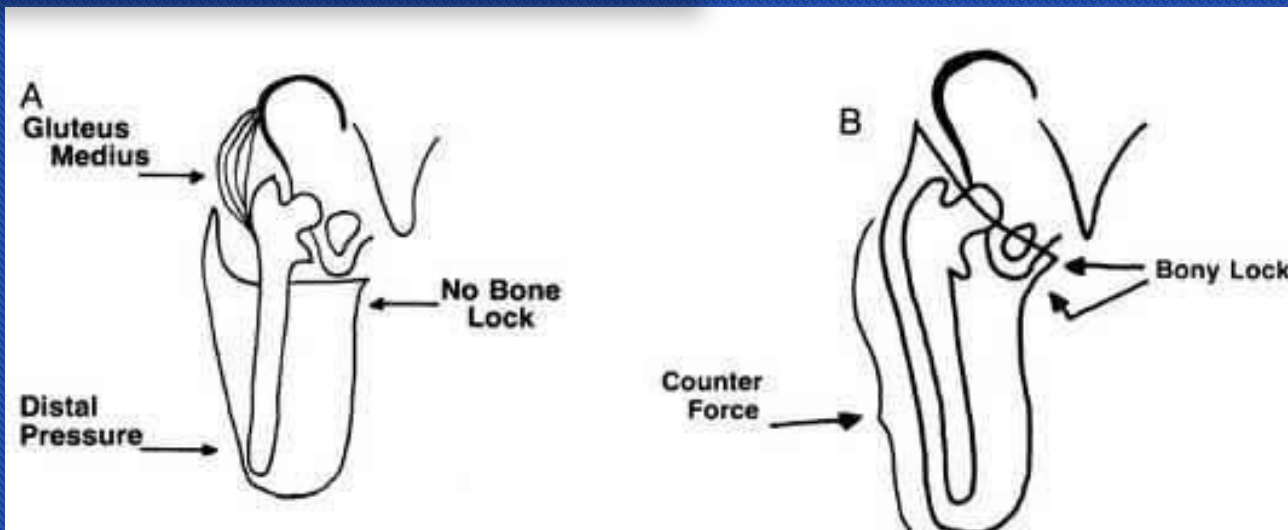
Kalça Dezartikülasyonu & Hemipelvektomi

- Rezidü femür <5 cm
- Kanada tipi kalça dezartikülasyon protezi
- Soket güdük ve ampute olmayan tarafı sarar
- Ağırılık iskiyal tüberküle
(Hemipelvektomide sakrum ve karşı taraf iskiyal tüberkül)
- Endoskeletal
- Tek akslı ayak



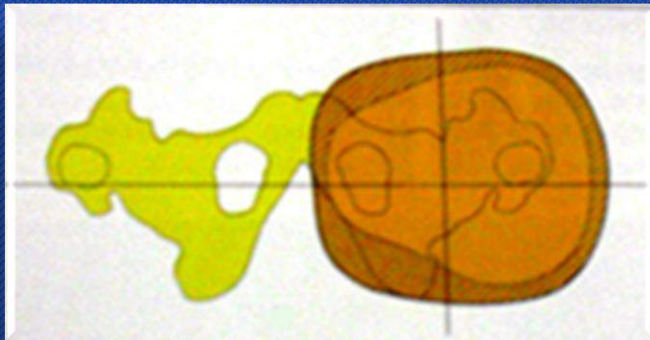
Transfemoral Amputasyon Soket Seçimi

- Kuadrilateral
- İskiyumu kapsayan
 - Contoured ischial containment
 - IRC (ischial ramal containmet)
 - Narrow M-L (medial-lateral)



Kuadrilateral Soket

- AP çapı dar
- İskiyum soket dışında
- Yük iskiyogluteal bölgeye aktarılır
- Güdük uzun, addüktörler sağlamsa tercih
- Özellikle geriatric hastalarda stabilite az olduğundan pelvik bant ile birlikte kullanım
- Kenarları alçak



Dezavantajları

- **Abdüksiyon yürüyüşü**
- Anterior proksimal kenar ya da rijit posterior soket duvarı üzerinde oturma pozisyonunda rahatsızlık hissi
- Basma fazında lateral sokette boşluk oluşması
Rezidüel femurun kontrolü zayıf
- İskiyum, pubiste **cilt irritasyonu**
- Distal femurda **hassasiyet**



CAT/CAM Soket

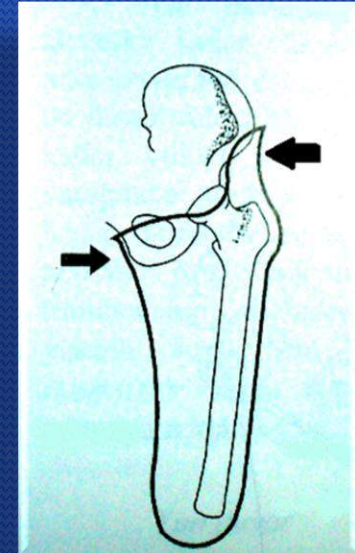
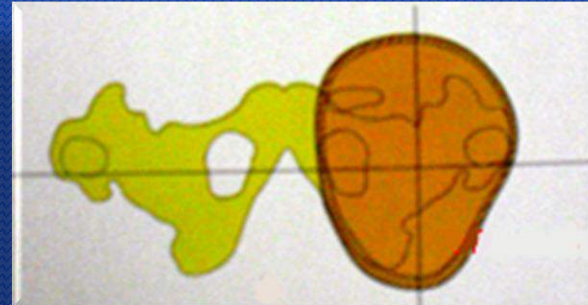
(contoured adducted trochanteric-controlled alignment method)

Avantajları

- AP çap > ML çap
- İskiyum soket içinde, pelvik destek
- Pelvis ve proksimal femuru stabilize eder
- Femur addüksiyonda
- Kasık bölgesi daha konforlu
- Kısa güdük ucu ve aktif sporcularda
- Basma fazı ortasında protez baskısı daha az

Dezavantajları

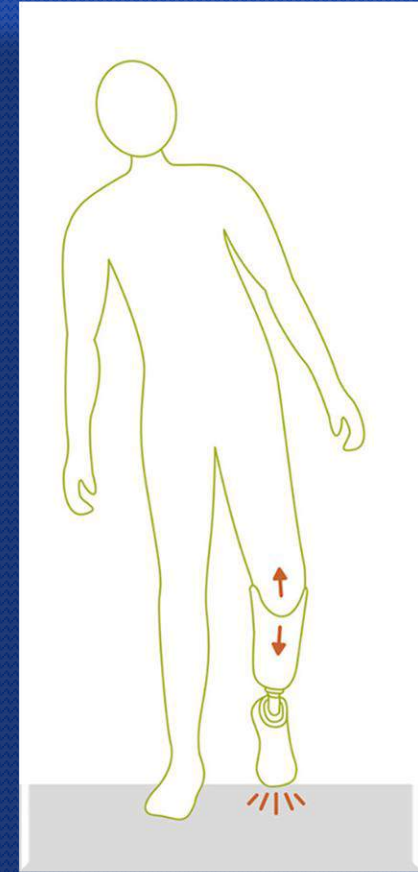
- İskial ramus seviyesinde A-P genişliği fazla olduğundan koronal düzlemde daha fazla harekete neden olur



Süspansiyon Sistemleri

Süspansiyon sistemi yetersiz olan protezlerde başarı oranı çok düşüktür

- *Düşme*
- *Abdüksiyon yürüyüşü*
- *Algıda bozulma*
- *Protez kontrolünün kaybı*
- *Enerji tüketiminde ↑*
- *Cilt problemleri..*



Transfemoral Amputasyon- Süspansiyon Seçimi

- Pelvik kemer ve kalça eklemi
- Silesian bandı
- Total elastik süspansiyon
- Pasif vakum
- Aktif vakum
- Silikon liner + pin kilit
- Koyote kilit, KISS sistemi

Transfemoral Süspansiyon Sistemleri

- **İzometrik Kontraksiyon**
 - *Salınım fazında güdükte izometrik kontraksiyon*

- **Silesian/Pelvik bantlar**



- **TES (Total Elastik Süspansiyon)**

- *Geniş bantlı esnek süspansiyon sistemi*
- *Banyo protezlerinde tercih*



Silikon Soketli Süspansiyon Sistemleri

Pin Kilit Sistemli Silikon Soketler

- Güdük hacim değişikliklerine izin verir
- 6-12 ayda bir liner değişimi
- Güdük ucunda çekilme hissi
- Otururken giymek mümkün

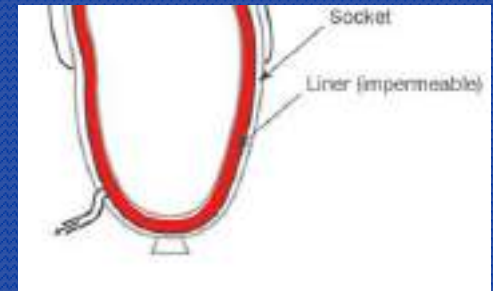


KISS Süspansiyon Sistemi



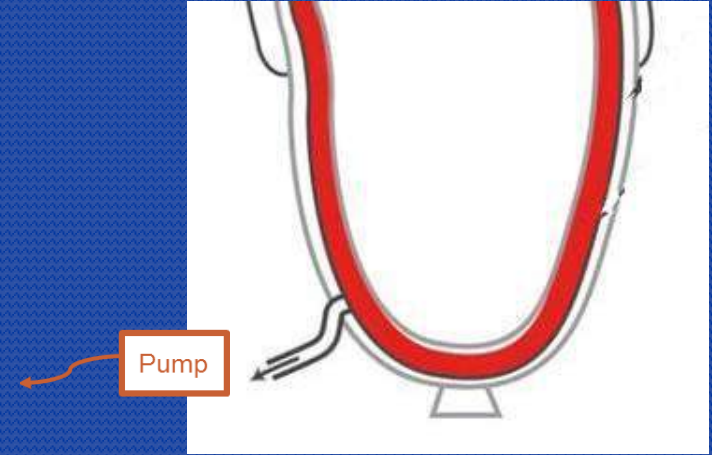
Pasif Vakum Sistemi

- Liner ve soket duvarı arasındaki hava tek yönlü valf ile dışarı atılır
- Propriosepsiyon & kan dolaşımı ↑
- Soket içinde minimal hareket
- Aktif bireyler



Aktif Vakum Sistemi

- Azalmış güdük pistonlanması
- Kontrol ve propriosepsiyon ↑
- Yürüyüş simetrisinde artış
- Daha az cilt tahrişi
- Güdük hacmi koruma
- Yara iyileşmesinde hızlanma
- Konfor ↑



Protez Bölümleri



Soket (Kovan)



Liner (Astar)



Tüp (pylon, shank)



Ayak

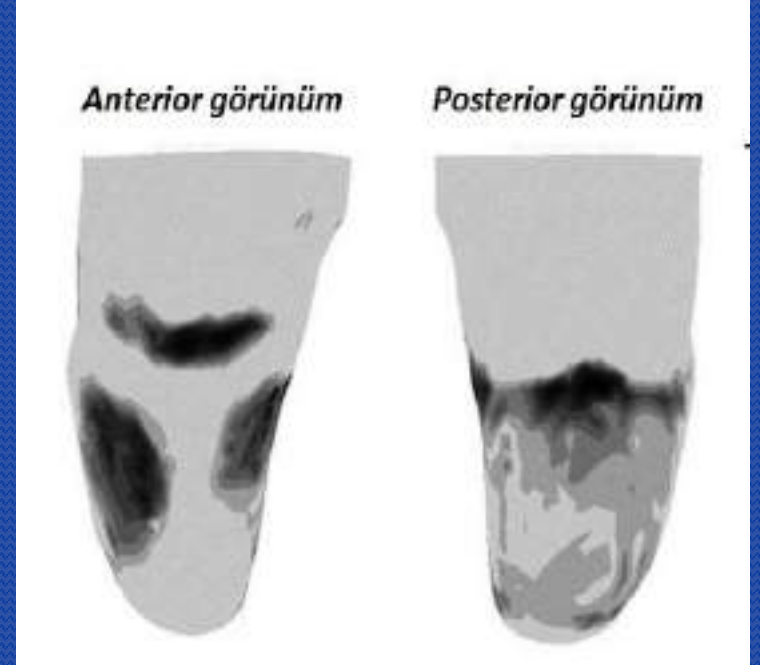
Soket

- Protezin kontrolü ve yönlendirilmesi için gerekli kuvvetleri proteze aktaran kısım
- Uygun olarak planlanmamış/yapılmamış bir soket güdükte ağrıya, ciltte tahrişe ve sonuçta fonksiyonelliğin kaybına yol açabilir.
- Soket dizaynı ile birlikte kullanılacak ara yüz materyalleri ve süspansiyon sistemleri, bir bütün olarak planlanmalıdır
- Güdükteki yumuşak dokular ve ciltte sorun varsa uygun ara yüz materyalleri kullanılmalıdır
- Hastaya uygun soket dizaynı, ara yüz materyali ve süspansiyon sistemi ayrıntılı olarak değerlendirilerek belirlenir

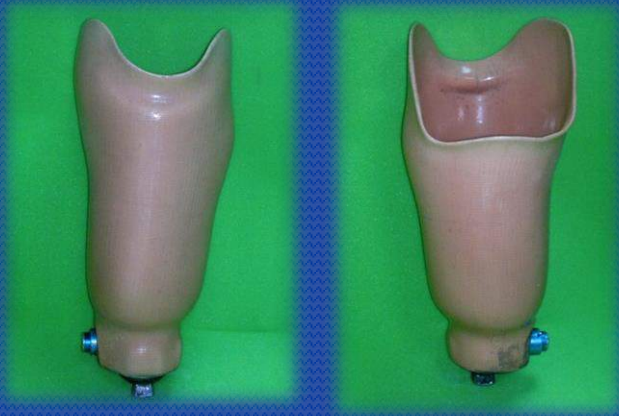
Diz altı soketler

- **Basınç alanları**

- Patellar tendon
- Tibia medial kenarı
- Fibula shaftı
- Popliteal fossa



Diz altı soketler



- **Patellar Tendon Bearing (PTB) soket**
 - Çok kısa güdükte,
 - Dizde fleksiyon kontraktürü varsa Ø



- **PTB-SC (suprakondiler)**
 - Mediolateral stabilite
 - Medial epikondilden süspansiyon sağlar

Diz altı soketler



- **PTB-SPSC (Suprapatellar, Suprakondiler)**

- Kısa güdüklerde tercih
- Patelladan süspansiyon
- Diz hiperekstansiyonunu engeller



- **Uyluk korsesi ve metal barlar**

- Ağırılık uyluğa aktarılır
- Medio-lateral stabilite sağlar ve diz hiperekstansiyonu önler
- Çok kısa güdüklerde kullanılabilir

Diz altı soketler



- **TSB (Total Surface Bearing)**
 - Ağırlık socketin tüm yüzeyine dağıtılır
 - Genellikle **vakum sistemli protezler** ile birlikte kullanılır
 - Daha hafif / iyi süspansiyon
 - Daha fazla diz fleksiyonu

Liner



- **Polietilen**
Güdük çorabı ile kullanılır

- **Aktif ve pasif vakum sistemli protezler için;**

POLİÜRETAN LİNER

JEL LİNER

MEMBRANLI SİLİKON LİNER



- **Silikon liner**



Liner seçimi

Şekli düzgün, yumuşak dokunun yeterli olduğu güdüklerde;

Silikon liner

Kuru cilt varsa;

Kopolimer liner

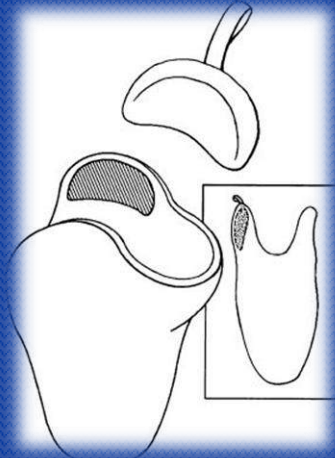
✓ Yumuşak dokular yetersiz, kemik çıkıntıları belirgin kısa güdüklerde

✓ Geniş skar dokusu, kırılğan deri, deri grefti varsa;

Poliüretan liner

Dizaltı süspansiyon

- Suprakondiler manşon
- Uyluk korsesi
- PTB-SC + Medial kama



Dizaltı süspansiyon

- Dizlik (lateks, neopren, poliüretan, silikon)
- Pin sistem



Dizaltı süspansiyon (vakum)

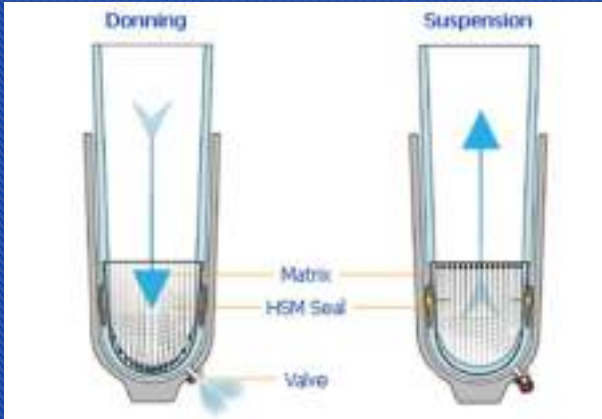
[AKTİF VAKUM SİSTEMLİ MODÜLER DİZALTI PROTEZİ]



[PASİF VAKUM SİSTEM
MODÜLER DİZALTI
PROTEZİ]

Dizaltı süspansiyon (vakum)

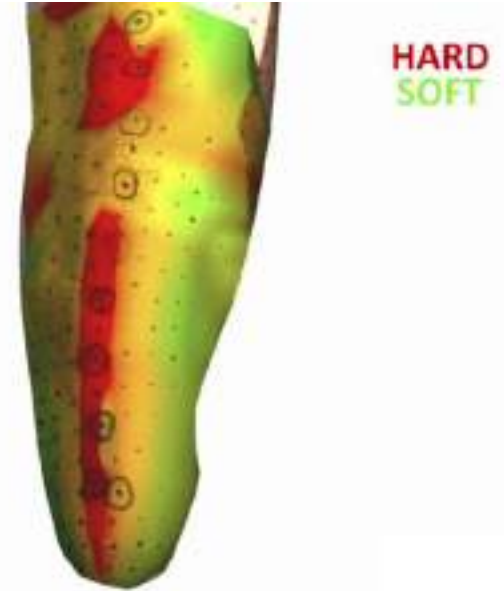
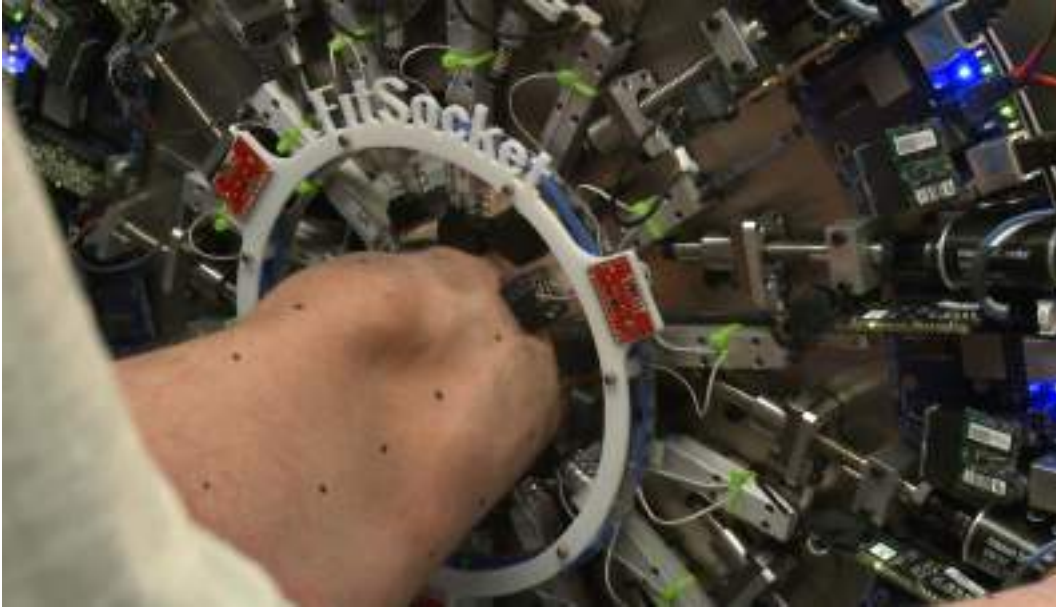
[DİZLİKSİZ SÜSPANSE OLABİLEN MODÜLER DİZALTI PROTEZİ]



[DÜŞÜK DİSTAL VAKUM SİSTEM]

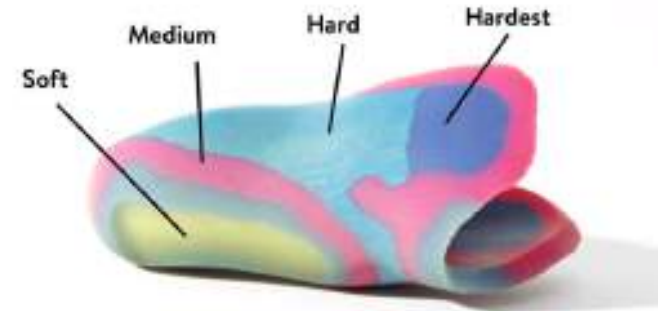
[AKTİF VAKUM SİSTEMLİ]

Yeni Jenerasyon Soket Sistemleri



THE FITSOCKET

- Rezidüel uzuva bası yapan 14 çoklu lineer aktüatör
- Yumuşak ve sert bölgeler haritalandırılır
- 3 boyutlu baskı ile değişken sertlikte soket
- Yük güdük yüzeyine düzgün şekilde dağıtılır





Başarılar...