

Ayak Biyomekaniği / Diyabetik Ayak İliřkisi

Dr Muzaffer ALTINDAŞ

Biyomekanik

- Mekanik kuralların, biyolojik ortamlardaki geçerliliğini araştıran bilim dalı

Geçmişte,

- Polio sekeli, serebral paralizi, dejeneratif artrit, romatoid artrit gibi hastalıklarda cerrahi tedavi sonuçlarının değerlendirilmesi

Günümüzde: Yürüyüş Laboratuvarları

Statik ve dinamik ortamda ölçümler

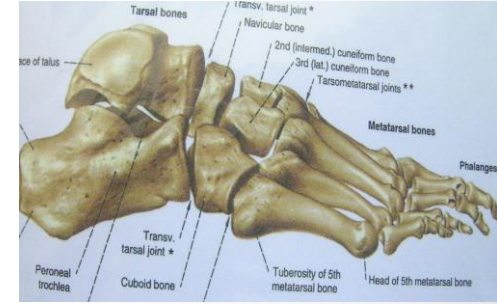
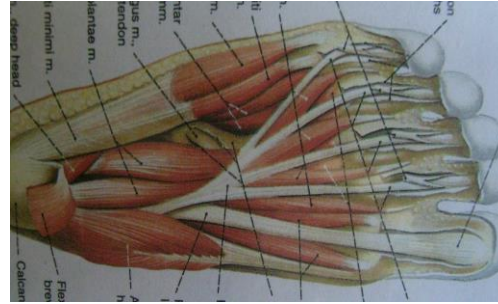
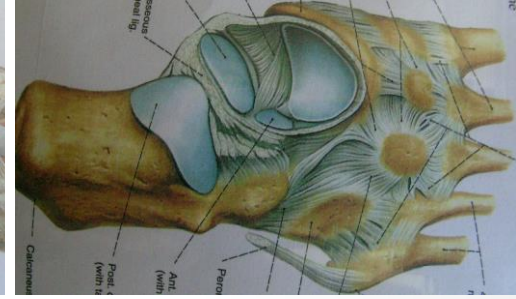
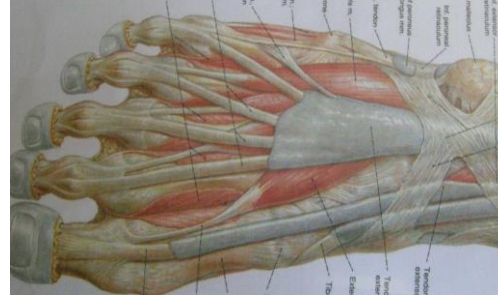
- sağlıklı insanlardan veriler elde edilmesi
- Ekstremitte hareketlerinin nicelik ve nitelik açısından ölçümleri
- Ayakta aşırı yük binen, gerginlik altında kalan alanların saptanması
- Tanı ve tedavinin yönlendirilmesi ve değerlendirilmesi
- Yük dağılımını sağlayan ayakkabı tabanlığı tasarımı
- Gelişmiş ortez ve protezlerin üretilmesi

Bilek ve ayak biyomekaniği

Ayak, insan iskeletinin önemli ve karmaşık bölümü

- 28 adet kemik
- 33 adet eklem ve daha fazla eklem yüzeyi
- Tendon, fasya, ligamentler, yağ yastıkları ve kompartmanlardan oluşur

Görevi: vücut ağırlığını taşımak ve vücudu öne doğru iten kaldıraç işlevi



Yürüme Biyomekaniği

- Yürüme, sürekli kendini tekrar eden hareketlerden oluşur
- Bu hareketler topluluğu, bir yürüyüş döngüsü (gait cycle) olarak tanımlanır
- Yürüme döngüsü iki fazlı
 - Duruş (Basma): %60
 - Salınım: % 40

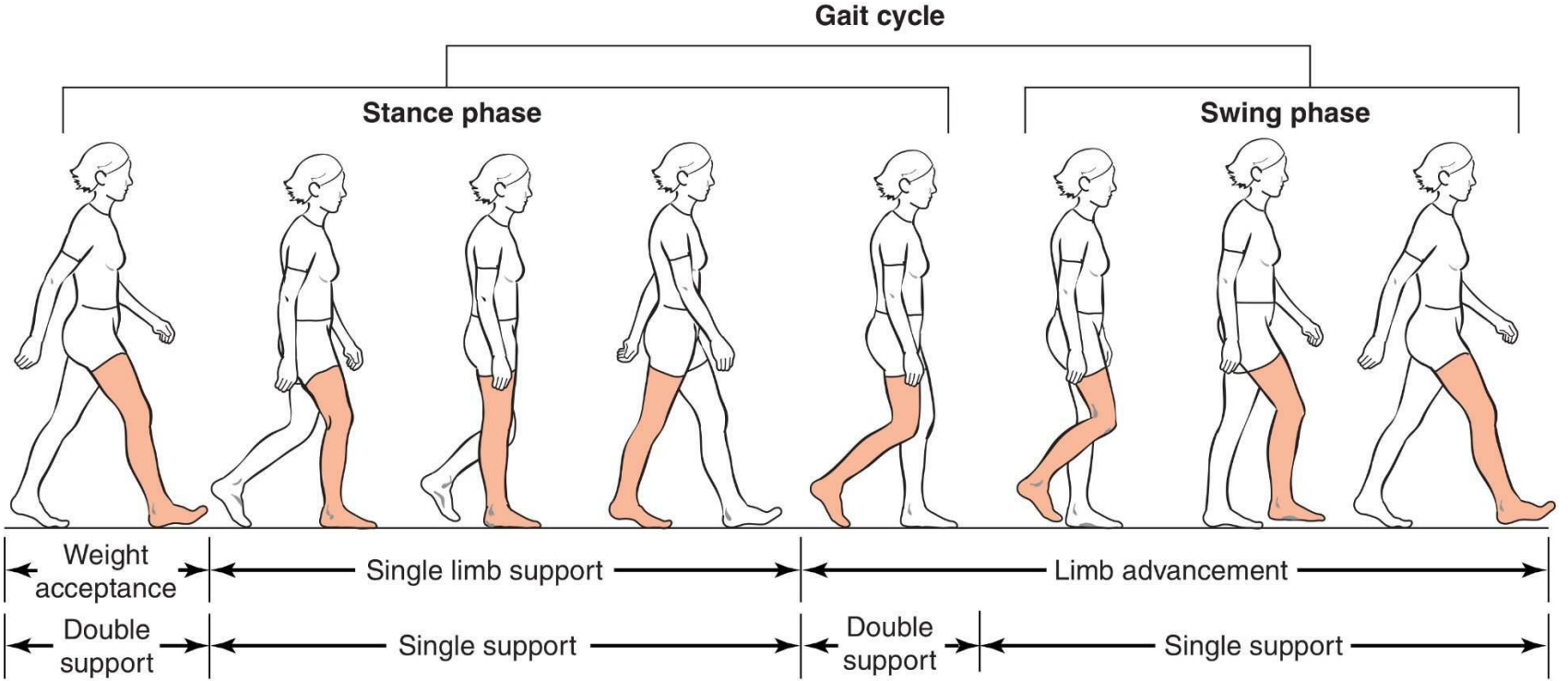


Figure 22-2. Phases of the gait cycle.

Basma fazı

- 1- İlk değme (initial contact)
- 2- Yüklenme (loading response)
- 3- Basma ortası (midstance)
- 4- Basma sonu (terminal stance)
- 5- Salınım öncesi (preswing)

Salınım fazı

- 6- Erken salınım (initial swing),
- 7- Salınım ortası (mid-swing)
- 8- Salınım sonu (terminal swing)

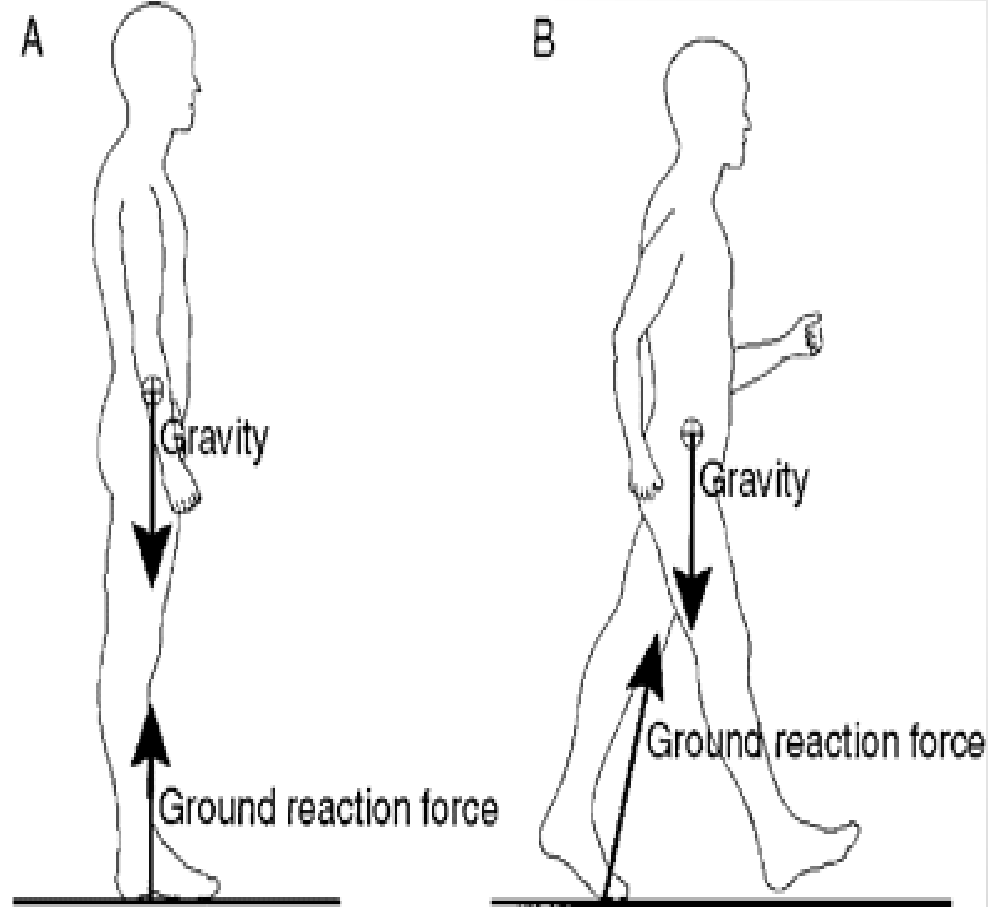
Yürüme Sırasında Çalışan Kaslar

Her bir alt ekstremitede 35 adet kas bulunur

- Akseleratör kaslar
- Deseleratör
- Şok adsorbe edici kaslar
- Stabilize edici kaslar

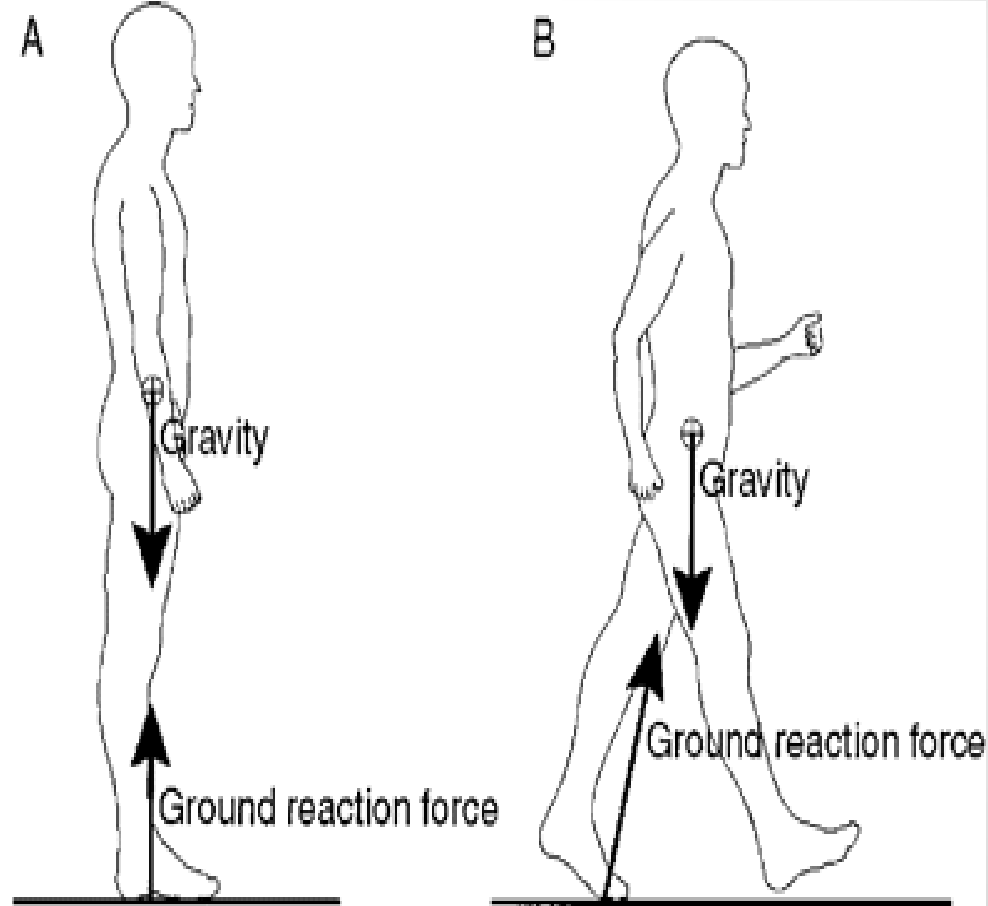
Yer Tepkimesi Kuvveti Vektörü (YTKV)

- **Newton'un 3. kanunu:** Ayakta duran insanın yerde oluşturduğu, ağırlık kuvvet vektörüne, yer aynı büyüklükte ters yönlü bir kuvvet vektörü ile karşılık verir



Yer Tepkimesi Kuvveti Vektörü (YTKV)

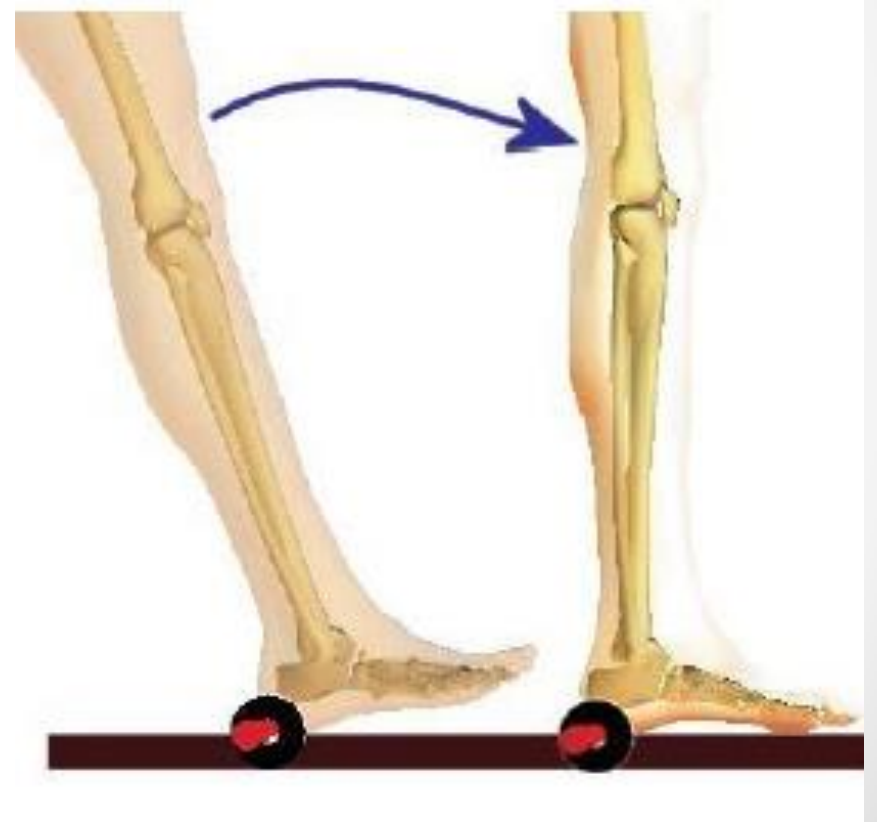
- Yürüme sırasında YTKV, vücut ağırlığı ve hareketi sağlayan kas kuvvetlerinin bileşkesine karşı oluşur
 - Yönü ve büyüklüğü sürekli değişir



Vücutun İlerletilmesinde Basma Fazındaki Ayağın Hareketleri (Rockers)

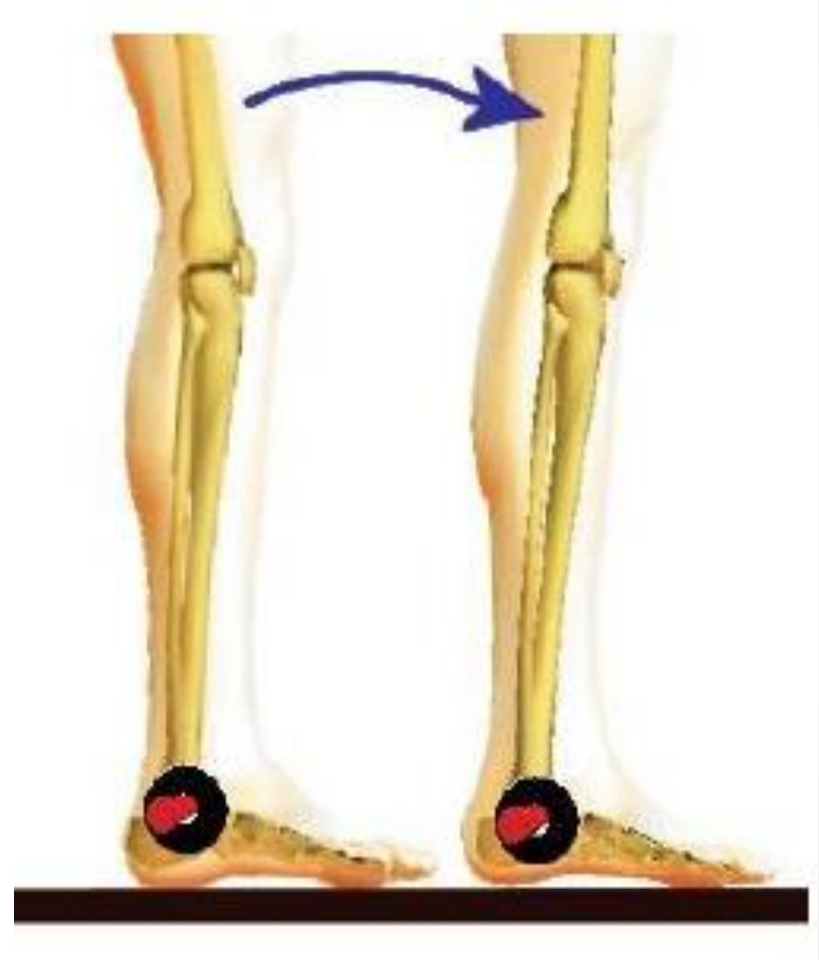
Topukta Dönme

- Ayak yere değdiğinde vücut topuk üzerinden öne doğru dönmeye başlar
- Bu dönemde topuk bir kaldıracın dayanak noktası gibi çalışır
- Topuktaki dönme (heel rocker) basan ekstremitenin tümünü ilerletir



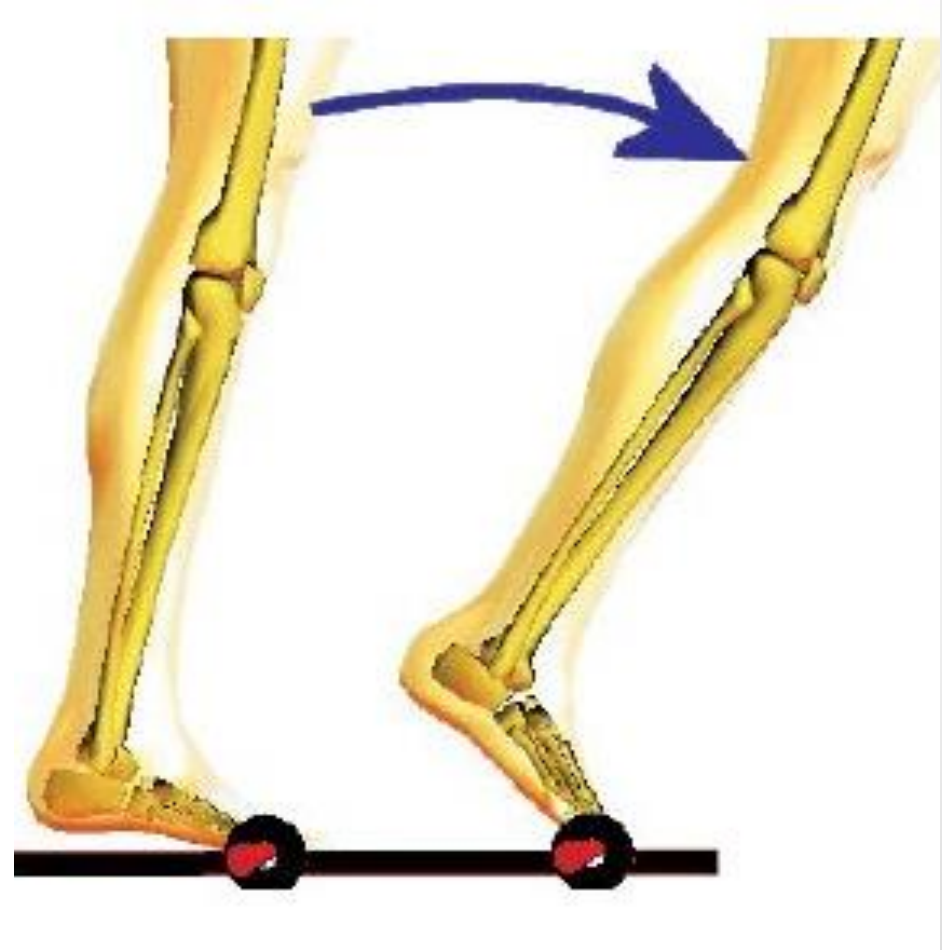
Ayak Bileğinde Dönme

- Ayağın tamamı yere değdiği anda topukta dönme biter
- Ayak bileğinden dönme başlar
- Bu sırada ayak yerde sabit durur



Ön Ayakta Dönme (forefoot rocker)

- YTKV ön ayağa ulaştığında topuk yerden kalkar, ayak bileğindeki dönme biter, ön ayakta dönme başlar
- Vücut Ağırlık Merkezi (VAM), destek alanı merkezinin önüne düşmeye başladığında ilerleme hızlanır
- Burada artık gövde kütlesi uzun bir kaldıraç kolunun ucundaki pasif bir ağırlık gibidir ve diğer ayak yere basana kadar düşmesini önleyecek hiçbir kuvvet yoktur



Yürüyüş ve Temel Veriler

- Normal ayağın yürümek için mükemmel bir mimari yapıya sahip olması
- Maksimum enerji tasarrufu
- Yürüme sırasında plantar bölgeye (dayanma yüzeyi) binen yük dağılımının mükemmel koordinasyonu
- Şok ve darbeye karşı emici etki (şok absorban etki)

Diyabetik Ayakta Biyomekanik Değişiklikler-1

Ayakta deformasyonlar

- Pençe ayak
- Plantar kavis artışı
- Çekiç parmak
- Hallux valgus
- Charcot ayak

4 | Prof. Dr. Muzaffer Altındaş



Resim 1A. Pençe ayak deformitesi.



Resim 1B. Hallux Valgus deformitesi.



Resim 1C. Plantar kaviste artış ve başparmağın "tüfek retiği" görünümü.



Resim 1D. Charcot ayak.

Diyabetik Ayakta Biyomekanik Değişiklikler-2

- Plantar yüzde basınç artışı
- Koruyucu yağ yastıklarının yer değiştirmesi
- Eklem hareketlerinde azalma
- Aşil tendonunda kısalığı
- Ciltte değişiklikler
 - Ciltte kuruluk
 - Esneklik ve dayanıklılıkta azalma, nasırlaşma...

Bozulmuş Biyomekaniği İyileştirmeye Yönelik Konservatif ve Cerrahi Uygulamalar

Konservatif

- Ayakkabı seçimi
- Total temas alçısı

Cerrahi

- Kemik rezeksiyonları, falanks ve parmak amputasyonları...
- Angulasyon osteotomisi (dorsofleksiyon osteotomisi)
- MP Eklem rezeksiyonu
- Artrodez
- Amputasyon ve rekonstrüksiyon planları sağlıklı ayak biyomekaniğine uygun olmalı

Doğru Ayakkabı seçimi: biyomekanik destek ayağı korur



Kallus:ayakkabı içinde bir çakıl taşı → yara



Total Temas Alçısı (TTA)



Altındaş, M., Çeber M., Bağhaki S.: Total Temas Alçısı ile Diyabete Bağlı Nöropatik Ülserlerin Tedavisi, 44 olguluk seri, Türkiye Klinikleri J Med Sci 2011;31(4)882-889.

Total Temas Alçısı (TTA)

- Alçı deęiřimi 1-2 hafta arayla
- Alçıda kırılma, bozulma gevşeme yoksa alçı değişim külfeti yoktur
- Ülserin tekrarlama oranı yüksektir (%20-42)
- Pansumansız yara tedavisinin mümkün oluřu
- Hastaya kendi ihtiyaçlarını karşılayacak günlük aktivite imkanı

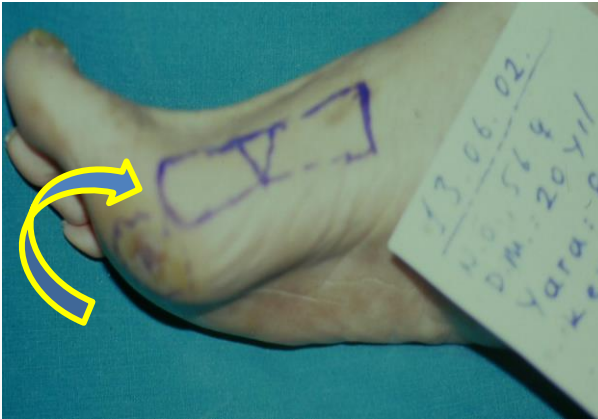
TTA'sının bize öğrettikleri

- Nörotrofik ülser oluşumunun daha iyi anlaşılması
- Ayak biyomekaniği ve patobiyomekaniğinin önemi
- Geleneksel bilgilerin, alışkanlıkların sorgulanması
- kronik yara tedavisinde “mucizeler” yarattığı ileri sürülen pansuman ve yara bakım ürünlerini kullanırken daha dikkatli olmak
- diyabetik ayak için uygun ayakkabı nasıl olmalı?
Sorusuna daha doğru ve sağlıklı cevap

Falanks amputasyonu



Ayak biyomekaniğini olumlu etkileyen bir ameliyat; Angulasyon osteotomisi

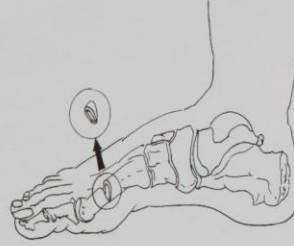


Altındaş M., Kiliç A. Cinar C. Bingöl AU. Öztürk G.: The Epidemiology of Foot Wounds in Patients with Diabetes: Descriptions of 600 Consecutive Patients in Turkey, The Journal of Foot and Ankle Surgery 2011; 50:146-152

Ayak biyomekaniğini olumlu etkileyen bir ameliyat: Angulasyon osteotomisi

DIYABETİK AYAK • Prof. Dr. Muzaffer ALTINDAŞ

Resim 29 (A, B): M.Ç. 42 yaşında, erkek hasta, 5 yıldır diyabetik.



A: Genç bir hastanın ayak tabanında 2. metatars başında iyileşmeyen ülser. Yaraya eksizyon sütür yapıldı, 2. metatarsta "V" şeklinde kemik rezeksiyonu ve Kirschner teli ile tespit uygulandı.



B: 3 yıl sonraki kontrolde metatars başının yeni bir yaraya yol açmayacak biçimde ayak sırtına doğru yer değiştirmiş olduğu dikkat çekmektedir.

Artrodez



09.02.2010



13.02.2010

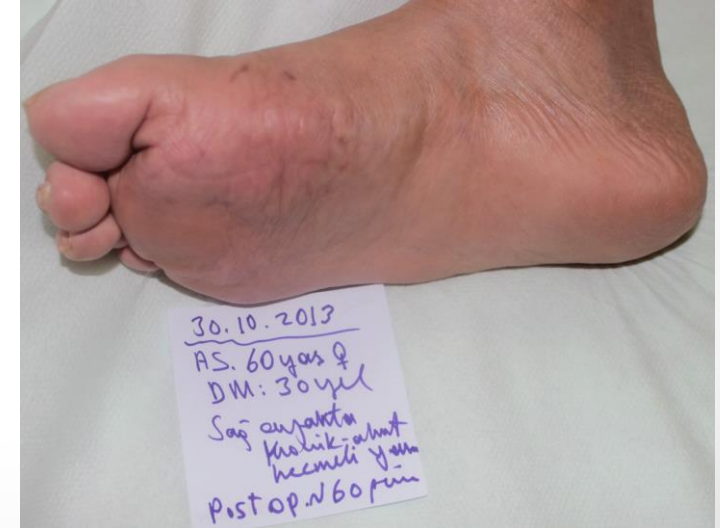


28.01.2010



06.08.2011

Eklem rezeksiyonu



Bu olguda; üç parmak amputasyonu mu? Transmetatarsal amputasyon mu?

- yara iyileşmesi ve biyomekanik açıdan transmetatarsal amputasyon tercih edilmelidir

Resim 21 (A, B, C, D): H.P. 80 yaşında erkek, emekli subay, 10 yıldır diyabet hastası.



A, B: Yaklaşık 1 yıldır diyabetik ayak yarası nedeniyle tıbbi, cerrahi ve hiperbarik oksijen tedavisi gören hastada yapılan tedavilerin hiç bir sonuç vermediği görülmektedir.



C, D: 3 parmak ampute edilerek primer suture yapıldı. 4 ay sonraki kontrolde ayağın görünümü.

Ayak biyomekaniğini dikkate almadan yapılan plansız ameliyatlara



Muzaffer Altindas, Can Cinar, , and Ali Kilic,: Is Boyd's Operation a Last Solution that May Prevent Major Amputations in Diabetic Foot Patients? Foot and Ankle Surgery VOLUME 47, NUMBER 4, JULY/AUGUST 2008.

Muzaffer Altindas M. Dr, Ali Kilic ,*, Mehmet Ceber:: A new limb-salvaging technique for the treatment of late stage complicated Charcot foot deformity: Two-staged Boyd's operation Foot and Ankle Surgery 18 (2012) 190–194.

Ayak biyomekaniğini dikkate almadan yapılan plansız ameliyatlara



TEŞEKKÜRLER







