



Diyabetik ayakta ampütasyon

Amputations in diabetic foot

Kaya H. Akan

Gebze Medical Park Hastanesi, İstanbul

Alt ekstremitte diyabetik ampütasyonları, genellikle konservatif tedavinin yetersiz kalması veya diyabetin kontrol altına alınmaması sonucu gerekir. Ampütasyon kararı alınana kadar geçen süreç ve sonrasında, işlemin sonuçlarının iyileştirilmesi birçok faktöre bağlıdır. Bu yazıda, diyabetik ayakta ampütasyon konusunda son gelişmeler, cerrahi teknik uygulamaların açıklamaları ile birlikte derlenmiştir.

Anahtar sözcükler: diyabetik ayak; ampütasyon; dezartikülasyon

Lower extremity diabetic amputations are usually performed when the conservative treatment is inadequate or due to uncontrolled diabetes. The timeline until the amputation decision and the improvement of the results are related to many factors. This article reviews the latest improvements in diabetic foot amputations along with the surgical technics.

Key words: diabetic foot; amputation; disarticulation

Dünyada, 2000 yılında 131 milyon olan diyabetik hasta sayısının, 2030 yılında 366 milyona çıkacağı ön görülmektedir.^[1] Daha önce yapılan çalışmalarda, diyabetik toplumda yaşam boyu ayak ülseri gelişme riskinin %25'e kadar çıkabildiği gösterilmiştir.^[2] Diyabetik ayak ülserlerine yıllık rastlanma sıklığı %1-4 arasında değişirken,^[3] travmatik olmayan alt ekstremitte ampütasyonlarının yaklaşık %50'sini diyabetli hastalar oluşturmaktadır.^[4] Bu hastalarda, ampütasyon sonrası mortalite oranları beş yılda %39-80 arasında değişmektedir.^[3]

Hastaların çoğunun ampütasyona olan yaklaşımı, üretkenliklerinin bitişi ve önemli sakatlıkların başlangıcı şeklinde yorumlanabilir. Bu nedenle, ampütasyon kararı verilmiş hastanın normal yaşamına en hızlı dönüşünü sağlayacak şekilde organizasyon yapılması için bir ekip çalışması gerekir. Bu ekipte; dahiliye, ortopedi, damar cerrahisi, fizik tedavi ve rehabilitasyon, psikiyatri ve ortez uzmanları yer almalıdır.^[5] Bu sayede, ampüte uzuv ve karşı tarafı korunurken, hastanın normal yaşamına geri dönüşü için rehabilitasyonu hemen başlatılabilir. Ampüte olgularda revizyon ve karşı taraf ampütasyon oranları %20'ler de yer almaktadır.^[6]

EKSTREMİTE KURTARICI CERRAHİ Mİ, AMPÜTASYON MU?

Ekstremitte kurtarıcı cerrahide amaç, tüm diyabetik hasta ayaklarını Wagner 1-4'ten Wagner 0 evresine geri döndürmektir. Evre 5 ayaklar, genellikle daha yüksek seviyeden ampütasyon gerektirir. Eğer ekstremitte kurtarılamıyorsa, geriye kalan uzuv ile hastanın belli bir düzeyde fonksiyona geri dönmesi sağlamaya çalışılır. Ampütasyon seviyesi yükseldikçe, yürüme için harcanan enerji artacaktır. Bu durum, özellikle komorbiditesi olan ve kardiyopulmoner fonksiyonları kısıtlı hastalarda sorun yaratır.

Hastalar, kalıcı ampütasyon öncesinde birçok cerrahi işlem geçirebilirler. Özellikle akut enfeksiyon tedavisinde, insizyonel drenaj ve açık ampütasyonlar sıklıkla kullanılmaktadır. Çok aşamalı cerrahide ilk amaç, enfeksiyonu ortadan kaldırarak hastayı stabilize etmektir. Eğer hastanın eşlik eden dahili hastalıkları çoklu cerrahilere izin vermeyecek derecede kötüyse, ilk seferde distal kurtarma yerine daha yüksek seviyeden ampütasyon düşünülmelidir. Hasta medikal olarak daha iyi durumdaysa, ekstremitte kurtarıcı cerrahi için uğraşılmalıdır.^[5]

- İletişim adresi: Doç. Dr. Kaya H. Akan, İhlamur Sk. No: 18/39 Göztepe, Kadıköy, İstanbul
Tel: 0532 - 252 93 00 e-posta: akan44@yahoo.com
- Geliş tarihi: 15 Temmuz 2015 Kabul tarihi: 15 Temmuz 2015

Ampütasyona karşılık ekstremitte kurtarma cerrahisi kararında, aşağıdaki sorulara yanıt aranmalıdır:

- 1- Ekstremitteyi kurtarmak ampütasyona göre çok daha fazla bir avantaj mı sağlayacaktır? Burada yaş, fonksiyonel kapasite, sağlık durumu, eğitim düzeyi ve sosyal pozisyon rol oynar.
- 2- Kurtarılabilecek kısma protez uygulaması yapılabilir mi?
- 3- Tedavinin sonunda gerçekçi fonksiyonel beklenti nedir?
- 4- Hastayı tedavi etmeye harcanacak süre ve gayretin miktarı ne olacaktır?
- 5- Sağlık sunucusuna yüklenecek tedavi masrafları ne olacaktır?

Diyabetik ampütasyonlarda, seviye proksimale yükseleceği, yürüme için gereken enerji harcaması artar. Bu enerji harcaması ise, geriye kalan uzuv boyu ve eklem sayısı ile ters orantılıdır. Oksijen harcaması da artmıştır. Sonuç açısından bakıldığında, distal seviyedeki ampütasyonlarda, orantısız olarak daha yüksek fonksiyonel bağımsızlık skorları elde edilir.^[7]

Seviye tespitinde bir diğer ölçüt de, uzun süren diyabete bağlı gelişen bilişsel ve algısal bozukluklardır.^[5,8] Hastaların protez kullanabilmeleri için; hafıza, dikkat, konsantrasyon, ve organizasyonlarının yerinde olması beklenir.

Ayak, yük taşıma konusunda eşsiz bir şekilde adapte olmuş bir organdır. Ampütasyonu takiben, bozuk zeminler, ileri hızlanma ve yük taşıma için gelişmemiş bir vücut bölümü bu görevleri üstlenmeye çalışır.

Uzun kemiklerin yük alan alanı, mevcut diyaforis çapından daha geniştir. Bunlar, bu sayede bedenin ağırlığını tamponlayarak yukarıya iletir. Direkt yük transferi yani uç yüklenme dezartikülasyon yapılmış hastalarda, yük transferinin daha efektif olmasını sağlar. Eklem üzerini örten yumuşak doku, bir yastık gibi davranarak tampon görevini görür. Dolaylı yük transferi veya total temas yük taşımada ise, bunun tersi olarak, geriye kalan yüzey alanı ve güdük kısmın sertliğinin yükten kurtarılmasını gerektirir. Transtibial veya transfemoral ampütasyon seviyelerinde, beden ağırlığını, geriye kalan tüm yüzey alanı yumuşak doku örtüsünü kullanarak taşımaya çalışır.^[5,9]

AMELİYAT ÖNCESİ GÜDÜK İYİLEŞMESİNE ETKİLİ FAKTÖRLER (Tablo 1)

Vasküler Perfüzyon

Ampütasyon güdüğü genellikle kollateral akımlarla beslendiğinden, çoğu zaman anjiyografi yara iyileşmesi konusunda yeterli bilgi sağlamaz. Ampütasyon öncesi ekstremitte kanlanması, Doppler ultrasonografi ile incelenir.^[10] Ayak bileği kol indeksinin 0,45'in üstünde olması ile birlikte ayak bileği sistolik basıncının 70 mmHg'nin üzerinde olması, yara iyileşmesini sağlayacaktır. Bu değerler, özellikle kalsifiye arterlerin sıkıştırılmaya uygun olmadığı %15 kadar bir hasta grubunda, hatalı olarak yüksek çıkabilir. Bu nedenle, non-invaziv vasküler testler ortaya çıkmıştır. Bunlar, transkutanöz parsiyel oksijen basıncı (TcPO₂), doku perfüzyon basıncı (spp) ve ayak başparmağı-brakiyal indeks (TBI)'dir. Bu parametreleri yeterli olmayan hastalardan, damar

Tablo 1. Diyabetik hastalarda ameliyat öncesi organ sistemleri yönünden dikkat edilmesi gereken noktalar^[14]

Organ sistemi	Dikkat edilmesi gereken yönler
Endokrin	HbA1c seviyesinin ölçülmesi gerekir. Günlük glisemik kontrol yapılmalıdır. Metabolik kontrolü düzeltmek için, bir gün önce yatış. Hasta, ameliyat sabahı birinci olgu olarak alınmalıdır. Anesteziye önce kan şekeri kontrolü yapılmalıdır.
Kardiyovasküler	Yeni miyokard enfarktüsü geçirmiş mi? (İlk üç ay içinde cerrahiye bağlı reenfarkt veya ölüm oranı %6) EKG kontrolü yapılmalıdır. Ameliyat öncesi, kan basıncında 140/90 mmHg altı amaçlanmalıdır.
Renal	Ameliyat öncesi, mikroalbuminüri ve proteinüriye bakılmalı, gerekirse endokrinoloji konsültasyonu yapılmalıdır. Serum kreatinini, renal fonksiyon için her zaman iyi bir parametre değildir.
Sinir sistemi (otonom nöropati)	Otonom nöropati, ameliyat öncesi hipotansiyona yol açar. Tanısal test olarak, ortostatik tansiyon ölçümü yapılır. Fikse tansiyon otonom nöropatiyi gösterir. Otonom nöropatisi olan hastalarda, ameliyat sırasında kan basıncı ve hacmi dikkatle takip edilmelidir.
Gastrointestinal	Diyabetik gastroparezis, hastaları, ameliyatta entübasyon sırasında altı saat açlıkları olsa bile, aspirasyon açısından riske sokar. Aynı zamanda, ameliyat sonrası ileusa da yol açabilir.

cerrahisi konsültasyonu istenebilir. Kesin olarak kanıtlanmamış olsa da,^[11] ayak parmağı arterleri kalsifiye olmadığından, başparmak basıncı 30 mm Hg üstünde olanlarda yeterli perfüzyon olduğu kabul edilebilir.

Beslenme ve İmmün Yeterlilik

Ameliyat öncesi, hastanın nütrisyonel durumu, serum albümin düzeyi ve total lenfosit sayımı (TLC) ile ölçülebilir. Serum albümin düzeyinin en az 3,0 g/dL ve TLC'nin de 1500 üstünde olması beklenmektedir. Kötu beslenmesi veya immün direnç düşüklüğü olan hastalarda, cerrahi, bu durumları biraz düzeleneye kadar ertelenmelidir. Kötu glisemik kontrol, amputasyon oranını arttıran bir faktördür.^[12,13]

ALT EKSTREMİTE AMPÜTASYON SEVİYELERİ

Kısmi Ayak Amputasyonları

Kısmi ayak amputasyonları, Uluslararası Standartlar Organizasyonu'nun tanımına göre,^[15] ayağın önünü, ortasını veya arka kısmını içeren, ancak Syme gibi ayak bileği ekleminde dezartikülasyon yapmayan amputasyonlardır. Kısmi ayak amputasyonları, ya ayağın uzunluğu boyunca yapılan metatars veya sıra rezeksiyonları gibi longitudinal ya da ayağın enine yapılan transmetatarsal gibi transvers amputasyonlar şeklinde tanımlanabilir.^[16]

Parmak Amputasyonları (Şekil 1 ve 2)

Ayak başparmağı ve diğer parmakların amputasyonları, en sık uygulanan kısmi amputasyonlardır. Diyabet, bu cerrahi işlemlerin yaklaşık %24'ünün nedenidir^[17]

Endikasyonları arasında; kemikle temaslı ülserin derin enfeksiyonu, terminal nekrozun mediyal veya laterale uzanmadan metatarsofalangeal eklemlerle sınırlı

kalmaması sayılabilir. Parmak amputasyonunda, sağlam cilde göre kenarlardan veya dorsal-plantar doğrultuda kesi yapılabilir. Cildi germeden kapatmak için, yeterli miktarda kemik rezeksiyonu yapılmalıdır. Başparmak amputasyonunda ise, proksimal falanks bazisine yapışan plantar fasya, sesamoid kemikler ve fleksör hallus brevisin sağlam kalması için en az 1 cm kemik bırakılmalıdır. Bu sayede, 1. sırada yük verme sırasında ağırlık diğer metatars başları ile eşit dağılacaktır. Aksi durumda, diğer metatarslara aktarılan yük nedeniyle, ülser oluşma ve daha üst seviyeden amputasyon riski doğacaktır. Proksimal falanks bazisinin diğer parmak amputasyonlarında da bırakılması, parmakların migrasyonunu engeller. Özellikle 2. parmak amputasyonunda, migrasyon nedeniyle halluks valgus gelişme riski vardır.^[18]

Parmak amputasyonlarının prognozları hakkında yapılan çalışmalarda, primer iyileşme oranlarının %39, enfeksiyonun devam etmesinin %76,^[19] reamputasyon oranlarının ise ipsilateral ekstremitede ilk bir yılda %26,7 oranında olduğu ve en sık %28,7 ile sıra rezeksiyonuna gidildiği gösterilmiştir.^[20] Bu nedenle, ilk amputasyon yapılmadan önce, daha ayrıntılı bir inceleme ve diğer branşlarla bir ekip çalışması yapılması, bu başarı oranını arttıracaktır.

Sıra Amputasyonu

Sıra amputasyonu, bir parmağı ve takip eden metatarsın bir kısmı veya tamamını çıkarma ile gerçekleştirilir. Derin enfeksiyonun ilerleyerek metatarsofalangeal ekleme, metatars başına geçmesi durumunda, sıra amputasyonu endikasyonu ortaya çıkar. Sıra rezeksiyonu, plantar yüzde kalan derin enfeksiyonun tek bir kompartmana sınırlı kalmasında mükemmel bir dekompresyon



Şekil 1. Başparmak amputasyonu.



Şekil 2. Başparmak dezartikülasyonu.

yöntemidir.^[5] Akut enfeksiyon durumunda, daima açık amputasyon ile yaranın drenajı sağlanır. Primer olarak kapatılan hastalarda, enfeksiyon parmağa sınırlı olmalı, yara kenarları canlı ve proksimal enfeksiyon bulgusu olmamalıdır. Genellikle, kemik yaranın içerisinden çıkarıldıktan sonra, proksimalden distale doğru elle kompresyon yapılarak pürülan materyal gelip gelmediğine bakılır. Varsa, debridman ve yıkama yapıp açık bırakılır. Bu teknikte genel bir kural olarak, ayak önü stabilitesinin bozulmaması için iki sıradan fazlası çıkarılmamalıdır. Metatars bazisleri korunarak, Lisfranc eklem stabilitesinin bozulması engellenmelidir. Genellikle, lateral sıra amputasyonları, mediyalden daha iyi tolere edilir. Birinci sıra amputasyonu, diğer sıralara aşırı yük gelmesine yol açar. Tibialis anterior tendonunun inseriyosu ortadan kalkınca, ayak bileği dorsifleksiyonu azalır ve ayak pronasyona gelir.

Ameliyat Sonrası Bakım

Açık bırakılan amputasyonlarda yara bakımı, negatif basınç sistemi veya aljınatlar ve pansuman ile yapılabilir. Eğer yara akıntısı devam ediyorsa, pansuman, emiş sağlayacak kadar destekli, ancak yaranın kapanmasını engelleyecek kadar da agresif olmamalıdır.

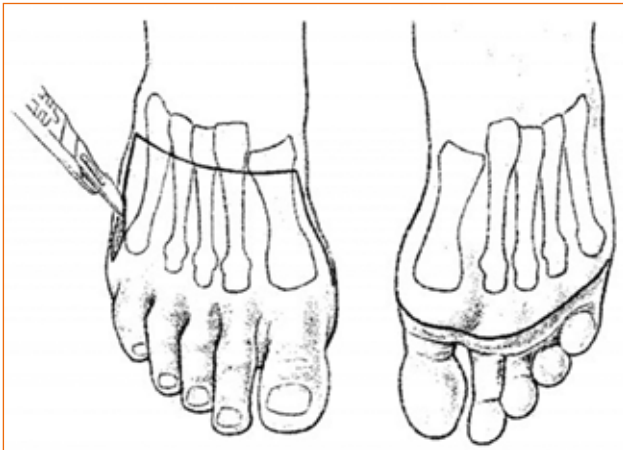
Komplikasyonlar

En sık rastlanan komplikasyonlar, transfer lezyonları ve ülserlerdir. Bası keratozu debridman ve koruyucu ayakkabı ile idare edilemiyorsa, geriye kalan metatars başları veya daha proksimal bir amputasyon planlanmalıdır. Diğer komplikasyonlar arasında, enfeksiyonun devam etmesi (sekonder debridman ile tedavi) ve yara iyileşmesinin gecikmesi (albümin ve kan akımının azlığı etken olabilir) yer alır.^[5]

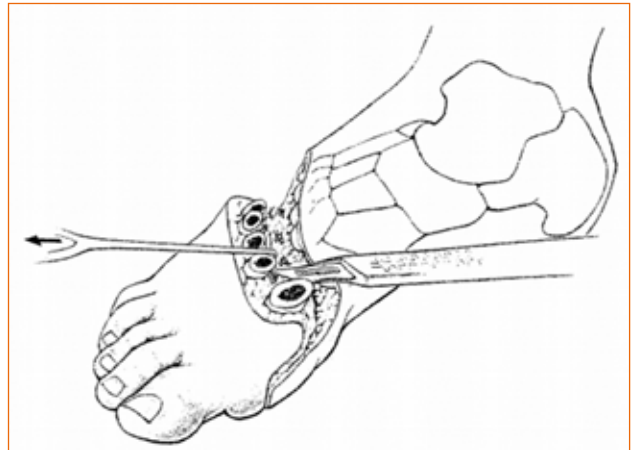
Transmetatarsal ve Lisfranc Ampütasyonları

Diyabetik ayak için nekrozun geliştiği bölge veya enfeksiyonun yaygınlaşması, amputasyon seviyesinin daha yukarı taşınmasına yol açacaktır. Özellikle yaş nekrozun mevcut olduğu hastalarda, yaşamı tehdit eden enfeksiyon varlığının ortadan kaldırılması için, giyotin açık transmetatarsal amputasyon yapılarak enfeksiyon ile mücadele edilmeli, gerekirse revaskülarizasyon bile amputasyon sonrasına bırakılmalıdır.^[21] Transmetatarsal amputasyon, daha az enerji gerektirdiğinden ve hasta daha iyi ambüle olduğundan, trans-tibial amputasyona tercih edilir. Amputasyon sonrası hastaların %82'sinin tekrarlayan cerrahlere ihtiyacı olduğu bildirilmiş^[22] ve buna, terminal evre böbrek hastalığı ve glukoz seviyesi düzensizliği dışında etken gösterilememiştir.^[23,24]

Bu teknikte önemli olan noktalar; doğru hasta seçimi, Aşil uzatması, gerekirse tendon transferleri ve plantar flebin canlılığı olarak özetlenebilir.^[25] Enfeksiyona bağlı transmetatarsal amputasyonlarda (TMA) başarı oranları %90'lara varırken, bu oran periferik arter hastalığı olanlarda %4'lere kadar düşmektedir.^[26] Aşil uzatması, enfeksiyonun engellenmesi için, amputasyondan önce yapılmalıdır.^[26] Plantar flebin uzunluğu, bu alanda serbest cilt greflerinin gerilimlere dayanmaması nedeniyle önemlidir. Sanders, plantar bölgede kalan ülserler nedeniyle, plantar flebin kısaltılmasını yerine yalnızca ülserin bulunduğu kısmın alınmasının ve flebin T şeklinde kapatılmasının daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir.^[27] Distal mediyalden proksimal lateral uzanan, normal anatomiye uygun kemik kesilerini, mümkün olduğu kadar gerçekleştirmek gerekir. Kemik uçları yuvarlanır, yumuşak dokuların tümü kalın bırakılır (Şekil 3 ve 4). Dorsalis pedis arteri bulunarak,



Şekil 3. Lisfranc eklemine yakın transmetatarsal amputasyon insizyonları (Baumgartner).



Şekil 4. Metatarsların posterior flepten sıyrılması.



Şekil 5. Lisfranc amputasyonu.

proksimalde bağlanır. Tendonların enfekte olanları alınır, diğerleri ayağı dengeleyecek şekilde gevşetilir ya da uzatılır. Burada 2. metatars bazisinin, Lisfranc bağının mediyal küneiforma yapışma yerinin ve peroneus brevisin 5. metatars bazisine yapışma yerinin korunması önemlidir.^[25,28] Literatürde primer kapatma önerilmesine karşın, antibiyotik pelletler ile daha sonra kesin kapatma sonuçlarının daha iyi olduğu bildirilmiştir.^[29]

Lisfranc amputasyonlarında (Şekil 5), 5. metatars bazisi subperiosteal olarak sıyrılıp kabuk şeklinde çıkarılırsa, peroneus brevisin yapışma yeri korunmuş olur. Bu sayede, tibialis posterior çekmesine bağlı ekinovarus deformitesi engellenebilir. İkinci metatars bazisi, mediyal küneiform ve plantar bağların stabilizasyonu için korunmalıdır.^[30]

Ameliyat Sonrası Bakım

Güdüğü ve plantar flep dolaşımını baskılamadan, pamuk ve elastik sargı ile ayak bileğinin üst kısmına kadar ve diz altı ateli geriye kalan kısma pamuk sarıldıktan sonra, ayak bileği nötralde olacak şekilde uygulanır. Jones bandajına benzer bu uygulamadan sonra, ilk pansuman 48 saat sonra yapılır. Benzer çok katlı sargı ve atel ile insizyon dolaşımı toparlayıncaya kadar 2-4 hafta devam edilir. Ufak yara sorunları Grade 1 ülserler gibi tedavi edilirken, daha büyük sorunlarda (enfeksiyon, nekrozun devamı, yara ayrışması) amputasyon revizyonu gerekecektir.^[5]

Komplikasyonlar

En sık görülen komplikasyonlar arasında, erken dönemde yara dudaklarının ayrışması ve geç dönemde

gelişen ülserler yer almaktadır. Bu hastalarda, özellikle böbrek sorunu ileri düzeyde olanlarda, serum albümin seviyesinin 3,0 g/dL nin altına düşmesi ve vasküler indekslerin kötü olması, yara ayrışmasını hızlandıracaktır. Bu tip hastalarda, başlangıçtan itibaren daha yüksek seviyeli amputasyonların tercih edilmesi gerekir.

Kas dengesizliği nedeniyle, dinamik varus gelişerek lateral ayak ülserlerine yol açabilir. Özellikle Lisfranc amputasyonlarında, tibialis anteriorun çekmesi ile varus deformitesinin gelişmesi kaçınılmazdır. Tendon transferi ile bu durumun önlenmesi mümkün olabilir.

Bazı hastalarda, özellikle erkeklerde, metafizer kesilerin iyi yapılmadığı ve manuel kesme aletlerinin kullanıldığı durumlarda, daha sonra gelişen yeni kemik oluşumlarının da ülserlere yol açtığı bildirilmiştir.^[31] Bu hastalarda, kemik çıkıntılarının iyice kazınması ve standart yara bakımı iyileşmeyi sağlayacaktır.^[5]

Chopart Amputasyonu

François Chopart tarafından 1800'lü yıllarda yapılmaya başlanan midtarsal amputasyon, ilk başlarda, ayağın equinovarus deformitesine gitmesi nedeniyle sınırlı kullanım alanı bulmuşsa da, son yıllarda ekstremitte uzunluğunu koruması ve sorunlarla başa çıkabilmesi nedeniyle tekrar popülerize olmuştur.^[32] Ayak bileği artrodezi ile birleştirilen bu amputasyon, yüksek bileklikli bir protez ayakkabı ile yürümeye izin verilmektedir.^[33]

Chopart amputasyonunda mutlak şart, ayak arka kısmının, plantar topuk yastığının, subtalar ve ayak bileği eklemlerinin sağlam olmasıdır. Chopart amputasyonu, kısa transmetatarsal veya Lisfranc amputasyonlarında olduğu gibi, ayak transvers arkını tendon dengesizliği yaparak etkilemediği için daha avantajlı görülse de,^[34] Aşil kontraktürüne bağlı ekin deformitesinin engellenmesi için Aşil uzatmasının ve/veya tibialis anterior transferinin aynı anda yapılmasının da gerektiği bilinmektedir.^[30]

Bu teknikte, talonaviküler ve kalkaneoküboid eklemlerden dezartikülasyon ile, ayakta yalnızca talus ve kalkaneus bırakılır. Cilt insizyonu naviküler çıkıntının hemen proksimalinden başlar ve dorsalde 5. metatars bazisi ile lateral malleol arasında uzanır. Plantar flep uzun bırakılarak, gerekirse daha sonradan kısaltılmadır (Şekil 6). Genellikle, kalkaneusun anterior procesi ve talusun dorsal kısmı, kemik çıkıntı kalmaması için rezeke edilir. Enfeksiyonun olmadığı hallerde kıkırdak yapının tamamen kaldırılması, flep iyileşmesini hızlandıracaktır.^[35] Tibialis anterior tendonu bulunarak, mediyalden, ekstansör tendonlarda lateralden talus boynuna asılarak, varus deformitesi engellenmeye çalışılır.^[18,28]



Şekil 6. Chopart amputasyonunda yürüme desteği AFO.

Ameliyat Sonrası Bakım

Hasta, ameliyat sonrası altı hafta, ayağı nötral veya 5° dorsifleksiyonda tutacak şekilde diz altı atelinde tutulur. Ayakta ekin deformitesi yoksa, ayakkabı içi yumuşak süngerle desteklenen polipropilen bir AFO ile, hasta kısa mesafeleri yürüeyebilir. Ekin deformitesi varsa, sert köprülemeli bir kilitli AFO kullanılarak, talusun hareketi engellenmeye çalışılır (Şekil 6).

Komplikasyonlar

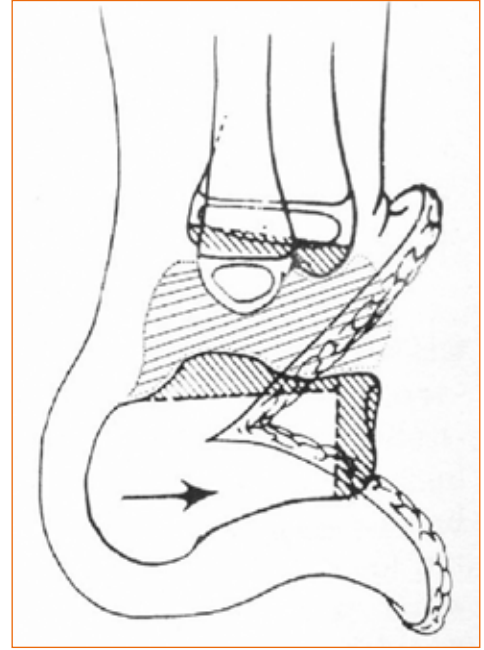
İkincil ülserasyonlar, genellikle uyumsuz protezlere veya güdüğün korunmamasına bağlı gelişir. Bunlar, genellikle ufak cerrahiler (ostektomi, tenotomi gibi) ile tedavi edilebilmektedir. Tendinöz veya osseöz dengeleme sorunları, ya tendon transferleri ya da pantalar artrodezi ile çözülmektedir.^[32,33]

Boyd Ampütasyonu

Chopart amputasyonunda oluşabilecek kas dengesizliği ve ülserasyonları engellemek için önerilen Boyd ampütasyonu, kalkaneusun bir kısmının tibiya kaynatılması ile gerçekleştirilir (Şekil 7). Bunun avantajı, topuk yastığının kalkaneusa iyice bağlı olmasına bağlıdır. Tibianın kalkaneusa kaynaması ve uygun protez bulma sorunları vardır. Geriye kalan güdüğe dinamik bir protezin konabilmesi, ancak karşı taraf ekstremitesinin yükseltilmesi ile mümkündür.^[5] Tüm bu sorunlara karşın, enfeksiyon ile başa çıkılmadığı durumlarda kullanılabilir.^[36]

Syme Ampütasyonu (Transmalleolar Ampütasyon)

İlk olarak 1843'te Syme tarafından tanımlanan transmalleolar seviyedeki bu ampütasyonu, Wagner iki aşamalı olarak modifiye etmiştir.^[37] Transmalleolar



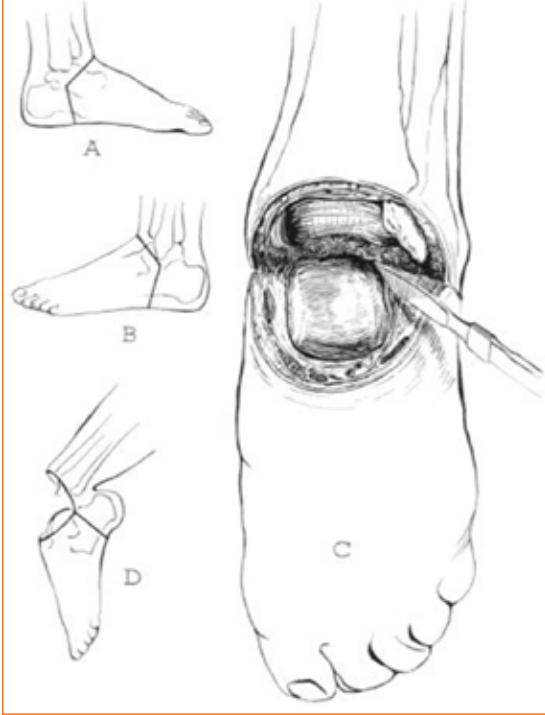
Şekil 7. Boyd ampütasyonu.

ampütasyondan sonra tibiya tutturulan topuk yağ yastığı sayesinde, propriyosepsiyonun korunduğu ve bu nedenle hastanın çok az bir alıştırma ile protez kullanabildiği belirtilmiştir.^[7] Lokal enfeksiyon, ülser veya ileri dolaşım bozukluğu olan, özellikle sigara içicilerinde kontrendike olduğu bildirilmişse de,^[38,39] topuk yağ yastığı veya posterior ülserleri olan hastalarda, anterior flep ile iyi sonuçlar bildirilmiştir.^[40]

Bu teknikte, anterior ve posterior insizyonlar, her bir malleolun 1 cm anterior ve distalinde kalacak şekilde balık ağzı olarak birleştirilir (Şekil 8). Anterior insizyon ayak bileğinin önünde kalacak şekilde birleştirilirken, posterior insizyon 90° açı yapacak şekilde kalkaneo-küboid ekleme uzatılır. Talus ve kalkaneus, yumuşak dokulardan, talusa bir kemik çengeli takılıp anteriora doğru gelmesi sağlandıktan sonra, nazikçe sıyrılır. Tibialis posterior arteri, topuk flebinin beslenmesini bozmamak için, mümkün olduğu kadar distalden bağlanır. Anteriorda, tendonlar mümkün olduğu kadar gerilerek kesilir. Anterior damar ve sinir paketi bağlandıktan sonra, malleollar tibia plafondu ile aynı seviyeden kesilir. Aşil ve anterior topuk yastığı, distal tibiya kaçmamaları için, drill delikleri açılarak bağlanır. Daha sonra katlar, tek tek ve gerginlik olmadan kapatılır.^[5,28]

Ameliyat Sonrası Bakım

Ameliyat sonrası 3-6 hafta, diz altı alçısı uygulanır. Yardımlı kısmi yük vererek, yürüme antrenmanları yapılır. Güdük olgunlaşmasını takiben hastaya, Canada



Şekil 8. Syme amputasyonu insizyonu (A, medial; B, lateral; C, anterior; D, lateral görünüm). <http://www.oandplibrary.org/> openlicense ile...

tipi bir Syme protezi, dinamik yanıtla ayakla birlikte verilir. Genelde, yürüme için fizyoterapi gerekmez.^[5]

Komplikasyonlar

Bu seviyedeki amputasyonların iyileşme oranları %70–80 civarındadır. En sık rastlanan komplikasyonlar; yara ayrışması, enfeksiyon ve ülser oluşumudur.^[41] Büyük bir bölümü konvansiyonel tedavilere yanıt verir. Diğer komplikasyonlar arasında, topuk yağ yastığının yer değiştirmesi ve heterotopik ossifikasyon vardır. Fasya dikisi ile yağ yastığının yer değiştirmesi artık görülmemektedir. Heterotopik ossifikasyon ülsereye yol açarsa, eksizyonu gerekir.^[5,41]

Transtibial Amputasyon

Transtibial amputasyon, alt ekstremitede en sık gerçekleştirilen amputasyon türüdür.^[42] Diyabetik alt ekstremitede amputasyon sıklığı, kadınlarda 100.000 kişide 192, erkek hastalarda ise 100.000 kişide 197 iken, bu cerrahi işlemlerin %74'ü transtibial amputasyondur.^[42] Bu amputasyonun başarısı, tekniğinin ve prensiplerinin iyi uygulanmasına bağlıyken, genellikle genç asistanlar için yeni başlama ameliyatı olarak kullanılmaktadır.^[43]

Ampütasyonlu hastalarda yapılan enerji tüketimi ile ilgili Waters ve arkadaşlarının yaptığı Syme, transtibial



Şekil 9. Transtibial amputasyonda uzun bırakılan posterior flep.

ve transfemoral seviyelerin karşılaştırılmasında, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında, yürüme hızlarının Syme'da %66, transtibial seviyede %59 ve transfemoral seviyede %44 düzeyine düştüğü gösterilmiştir.^[44] Bu düşüşün, vücudun enerjisini korumak için tamamlayıcı bir mekanizmaya bağlı olduğu düşünülmektedir. Tüm hastaların, kendi yaş grupları ile eşleştirilmiş aerobik kapasitelerinin maksimumunda ambüle oldukları ve bağlı enerji harcamalarını en düşük düzeyde tutabilmeleri için hızlarını düşürdükleri saptanmıştır. Transfemoral amputeye hastaların ise, küçük bir hareketlenmede bile, maksimum aerobik kapasitelerinin en az %50'sini harcadıkları gösterilmiştir. Bu nedenle, amputasyon sonrası ambulasyon amaçlanıyorsa, mümkün olan en distal seviyenin korunması gerekmektedir.

Transtibial amputasyon tekniğinde, uzun bırakılan posterior flep, en iyi sonuçlar veren yöntem olarak görülmektedir. Posterior flebin uzunluğu, bacak yumuşak doku çapına 1 cm ekleyerek hesap edilebilir.^[18] Zayıf hastada flebin uzunlamasına parçası bacak eninin yaklaşık %50'sine denk gelirken, obez hastada bu genişlik 1/3 oranında olmalıdır.^[5] Geriye bırakılan ekstremitede uzunluğunun 12,5 cm ile 17,5 cm olması veya hasta boyunun her 30 cm'si için 2,5 cm olması amaçlanmaktadır.^[28] Yumuşak doku örtüsü kötü olduğu için, distal 1/3 amputasyonlarından kaçınılmalıdır. Fibula, tibianın 1–2 cm proksimalinden kesilerek, kemik dokunun etrafında keskin kısım bırakılmayacak şekilde temizlenir. Posterior fasyanın anterior tibiya miyodezi, güdük retraksiyonunun engellenmesine yardımcı olacaktır (Şekil 9).

Ameliyat Sonrası Bakım

Ameliyat sonrası, elastik sargı ile protez uyumunu sağlayacak şekilde, güdük kenarları ödem geçinceye kadar tespit edilir. Yara iyileşmesini takiben, proteze geçiş için alıştırımlara başlanabilir.



Şekil 10. Diz dezartikülasyonu.

Diz Dezartikülasyonu (Şekil 10).

Diz dezartikülasyonu, genellikle transtibial seviyede yara iyileşmesi için biyolojik kapasitesi olan, ancak bir protezle yürümeleri beklenmeyen hastalar için kullanılır. Kısıtlı yürüme kapasitesi olan veya evle sınırlı aktiviteleri olan hastalarda polisentrik dört barlı yürüme protezi kullanılarak, hastaların düşme riski de engellenmiş olacaktır.^[5]

Bu teknikte, patellanın alt kutbu ile tibial tüberkülün ortasına denk gelen bir transvers kesi ve posteriorda transtibial keside olduğu gibi, bacak yumuşak doku çapı + 1 cm uzunlukta flep bırakılarak amputasyon yapılır. Patellar bağ tibiadan ayrılır ve diz eklem kapsülü dairesel olarak kesilir. Çapraz bağlar tibiadan kesilir ve posteriorda tam bir miyokutanöz kas flebi oluşturulur. İhtiyaç yoksa, soleus kası genellikle çıkarılır. Gastroknemius, posteriordaki cilt kesisi seviyesinden, arada kat açılmadan kesilir. Patellar bağ, daha sonra, çapraz bağların güdüğüne emilmeyen dikişlerle dikilir. Gastroknemiusun fasyası patellar bağa bağlanır ve diz eklem retinakulumu korunur.^[5,45]

Ameliyat Sonrası Bakım

Deneme protezi kullanılarak erken yük verdirilebilir. Hastanın yürüme kapasitesine göre, kilitli bir diz protezi veya polisentrik dört barlı bir diz eklem protezi kullanılabilir.

Transfemoral veya Diz Üstü Amputasyon

Transfemoral amputasyon sonrasında iyileşme ve protez kullanmadaki en önemli faktör, amputasyon

sırasında femurun optimal yük almak için pozisyonlanmasıdır.^[46] Standart transfemoral amputasyon yaklaşımında kullanılan balık ağzı insizyon, addüktör adale çekme gücünü ortadan kaldırarak, güdüğün abduksiyona ve fonksiyonel olmayan bir pozisyona gitmesine yol açar. Bu da, abduktör kolun kısılması ile birlikte, zayıf abduktör yürüyüş modeline neden olur. Addüktör kasları içerisinde alan bir miyokutanöz fleple, femur, protezin soketi içerisinde daha uygun bir pozisyonda tutulur.

Bu teknikte en iyi sonucu almak için, diz eklemine yaklaşık 12–15 cm proksimalinde kemik kesisinin yapılması gerekir. Yumuşak doku flebi, mediyale uzanan bir miyokutanöz flep şeklindedir. Addüktör magnus insersiyonunu içeren bu flep, femurdan ayrılarak, hemostat ve kemik kesimini takiben femur lateral duvarına açılan deliklerle buraya tutturulur.^[5] Bu sırada, femurun kalça nötral fleksiyon-ekstansiyon pozisyonunda olacak şekilde durması, iyatrojenik kalça kontraktürünü engelleyecektir.

Ameliyat Sonrası Bakım

Yara iyileşmesini beklerken, elastik güdük şekillendirici sargı kullanılmalıdır.

Kalça Dezartikülasyonu

Kalça dezartikülasyonu yapılan hastaların çok azı fonksiyonel protez kullanabilecek hale gelir. Protezin soketine otururken veya sandalyede otururken ağırlık çeken kısmı kuvvetlendirmek için, femur başı yerinde bırakılabilir.

AMPÜTE HASTALARDA PROTEZ UYGULAMALARI

Hastanın iyileşme potansiyeline göre değişse de, ambulasyon ve transfer eğitimi cerrahiden hemen sonra başlar. Kişinin genel durumuna göre, yardımcı ambulasyon denenebilir. Cerrahiden iki hafta sonra, kas kontraksiyon egzersizleri ile, geri kalan uzvun progresif desensitizasyonuna başlanır. Bu amaçla, ya havlu ile temas verilir veya distal uç yatak gibi yumuşak bir yere bastırılır. Ekstremitte ve güdük iyileşmesinin durumuna göre, 6–8 hafta içerisinde protez denemelerine başlanabilir. Bazı hastalar, denge bozukluğu, güçsüzlük veya bilişsel fonksiyon kaybı nedeniyle proteze aday olamazlar.

Kısmi Ayak Amputasyonları

Küçük parmak amputasyonları ambulasyonu etkilemediğinden genelde protez gerektirmez.

Kısmi ayak protezleri yürümeyi ve ön ayak sınırlarını düzeltmek için kullanılır. Başparmak amputasyonu itme kuvvetini azaltır ve esnek bir başparmak dolgusuna ihtiyaç duyulur. Ark destekli kalıplı iç taban ampüte ayacın şeklini korumaya yardımcı olması için kullanılır.

Ön ayağı içeren kısmi amputasyonlar ve transmetatarsal amputasyonlar genelde sadece ayakkabı dolgusu ya da ayakkabı modifikasyonları ile idare edilebilir. Bunlar arasında sert tabanlık, metatarsal başları genişleten yaylı çelik gövde, ayak arkasını ayakkabıda sıkıca tutmayı sağlayacak beşik taban ve ayakkabı dili için yastıkçık sayılabilir.^[47]

Chopart, Lisfranc ve Boyd gibi transtatarsal amputasyonlar, çok tercih edilen elektif amputasyon seviyeleri olmamakla beraber, eğer normal cilt ve topuk yastıkçığı ile beraber aktif dengeli dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon varsa, iyi fonksiyonel sonuçlar verebilir. Ayak arkası amputasyonu için en iyi prostetik seçenek, kendinden süspansiyonlu ayrı soketli özel prostetik ayaktır. Böylece normal ayakkabılar giyilebilir. Posterior yaylı yaprak, ayak bileği ortezleri diğer bir seçenektir.^[48]

Syme Amputasyonu

Syme amputasyonunda, topuk yastıkçığı ile kaplanmış eklem kırıkdağının korunması, rezidü uzuv üzerinde direkt yük taşınmasını mümkün kılar. Kısa ev içi mesafelerde, hasta, protez kullanmadan direkt rezidü uzuv üzerine basarak yürüebilir. Protez olarak, Canadian Syme soketi (posterior ya da mediyal açılan) kullanılabilir. Her ikisi de, soğan şeklindeki güdüğün sığması için, soket duvarının bir kısmının çıkarılmasını

gerektirir. En önemli dezavantajı, kötü kozmetiktir. Daha yeni soket tasarımlarında, soketin içinde genişleyebilen hava süspansiyonlu kısım ve çıkarılabilir genişleyebilen iç soket astarı, kozmetik açıdan daha kabul edilebilir protez tasarımını mümkün kılmıştır. Avantajları arasında, ince, sağlam ve güçlü prostetik soket olması sayılabilir. Soket duvarından bir kısmının çıkarılmasının gerekmemesi, protezin yapısal bütünlüğüne katkıda bulunur.^[49]

Transtibial Amputasyon

Transtibial amputelerde, dizin tamamına yakın kısmının kullanımı ile, oldukça efektif bir yürüme sağlanır. Syme amputasyonundan farklı olarak, distal rezidü ekstremitte total vücut ağırlığını taşımaz.^[5] Baldır kısmı, endoskeletal ya da eksoskeletal olarak düzenlenebilir. Endoskeletal olanda ağırlık santral kısımda taşınırken, eksoskeletal olanda ağırlık dışdaki plastik duvar üzerindedir. Endoskeletal olan tip, günümüzde daha fazla tercih edilmektedir.^[50,51] Diz altı amputasyonlarda ideal güdük boyu için, 10–12,5 cm, 15–17,5 cm gibi değişik ölçüler verilmiştir. Eğer dizde 10–15°'lik bir fleksiyon kontraktürü varsa, normal boy güdüğe protez uygulanabilir; 15°'yi geçen kontraktürlerde, güdük boyu normalden kısa tutulmalıdır; 30°'yi geçenlerde kısa güdük, 45°'yi geçenlerde ise çok kısa güdük hazırlanırsa, protez uygulanabilir.^[52]

Protez ayak aşağıdaki fonksiyonları sağlamalıdır:^[51]

- Eklem stimülasyonu.
- Şok absorpsiyon: topuk vurma etkisini absorbe etmeli ve rezidü ekstremitteye aşırı ağırlık transferi olmamalıdır.
- Taban desteği üzerinde stabil ağırlık taşıma.
- Kas stimülasyonu: bir protez ayak için primer olan, stans fazının stabilitesini sağlamaktır. Bunun için de plantar fleksörler yerine geçer.
- Kozmetik.

Protezlerde kullanılan başlıca ayak tipleri şunlardır:^[49-51]

- Solid ankle cushion heel foot (SACH):** Herhangi bir hareketli komponenti yoktur. Hafif, ucuz ve uzun ömürlü olması nedeniyle, en çok tercih edilen protez ayaktır. Topuk vurma fazında kompresyona uğrayan sünger bir topuğu vardır. Bu, plantar fleksiyonu stimüle eder.
- Tek akslı ayak:** plantar fleksiyon ve dorsifleksiyon için tek bir mekanik aksa sahiptir. Hızlı tam basmaya izin verir. SACH'den daha ağır ve daha pahalıdır. Daha çok transfemoral, nadiren de transtibial amputeler için kullanılır.

- 3- Multiakslı ayak: dorsifleksiyon, plantar fleksiyon, inversiyon ve eversiyona izin verir. Pürüzlü zeminlerde yürüme ya da aşırı skar dokusu olan rezidü ekstremite için iyi bir yürüme sağlar. Çünkü, şok absorban özelliği oldukça iyidir.
- 4- Enerji depolayan ayak: Yürüme sırasında yaylanma hissi verir. Çok aktif ampütelerde kullanılır.
- 5- Solid bilekli ve fleksibl tabanlı ayak: Multiakslı ayaktan daha hafiftir ve sınırlı inversiyon, eversiyon ve transvers rotasyon sağlar.

Soket, hastanın rezidü ekstremitesi ve protez arasındaki primer bağlantıdır. Transtibial protezlerde kullanılan standart soketler, genellikle tam temaslı patellar tendon taşıyıcı olanlardır. Ayrıca soketlerin yumuşak, sert ve rijid ekstrenal çerçevesi, fleksibl olanları vardır.^[49]

Transtibial protezlerde kullanılan başlıca süspansiyon sistemleri ise şunlardır:^[49-51]

- a) Suprakondiler bant: femoral kondillerin hemen üzerinden bir kayışla yerleşir ve yürümenin salınma fazında proteze askı görevi yapar.
- b) Slikon *suction* süspansiyon sistemi: Daha çok atletlerde kullanılır. Pahalıdır. Ancak başarılı bir süspansiyon sağlar.
- c) Suprakondiller: mediolateral olarak femoral kondiller üzerine uzanır. Patellar tendon taşıyıcı suprakondiller soketler, ekstra bir mediolateral destek sağlar. Aşırı ağır, rezidü ekstremitesi kısa ve laksite sorunu olan ampütelerde kullanılır.
- d) Suprakondiller -suprapatellar: suprapatellar bölgeye kadar uzanır. Kısa rezidü ekstremite ve genu rekurvatum kontrolü için yararlıdır.
- e) Uyluk korsesi: eklemli ve uyluk korseli patellar tendon taşıyıcı soketler, rezidü ekstremitenin ağırlık taşınmasını %40-60 azaltır. Ancak, diz kontrolü kötüdür ve yürüme bozulur.
- f) Elastik kılıf: proksimal kenarın yaklaşık 15 cm altından, 5-7,5 cm kadar üst kısmına kadar uzanır. Suprakondiller, suprakondiller-suprapatellar kenarlar, transtibial ampütelerde büyük ölçüde yeterli bir süspansiyon sağlamasına rağmen, özellikle çok aktif kullanıcılarda, bir miktar istenmeyen hareket olabilir. Bunun önlenmesi için bir yol, elastik kılıfın diz üzerine uygulanmasıdır.

Diz Dezartikülasyonu

Diz dezartikülasyonu, tibia ve fibulanın diz seviyesinden çıkarılmasıdır. Syme prosedürü gibi distalde kısmi

ağırlık taşıma için kapasite sağlar. Genellikle travma ve enfeksiyonda kullanılır. Çoğu zaman, amacı iskiyal ağırlık taşıma olan modifiye kuadrilateral bir soket kullanılır. Femoral kondiller de ağırlık taşıyabilir. Geçmişte, diz dezartikülasyonu olan olgularda diz ünitesinin proteze uyumu, ampüte ve nonampüte tarafta diz merkezlerinin eşit olması nedeniyle bir problem iken, günümüzde dört barlı polisentrik diz ünitelerinin kullanılmaya başlamasıyla, bu sorun büyük ölçüde çözülmüştür.^[49]

Transfemoral Ampütasyon

Bir transfemoral proteze uyum için en önemli faktör, rezidü ekstremitenin hacmidir.^[49,52]

Transtibial ampüteler ile karşılaştırıldığında, bir transfemoral ampütelerde diz stabilitesini arttırmak için en önemli faktör, yumuşak bir plantar fleksiyondur. Tek akslı ayak, SACH ayağından daha fazla diz stabilitesi sağlar. SACH ayak kullanıldığında da yumuşak bir topuk gerekmektedir. Enerji depolayan ayaklar da önerilebilir.^[49]

Tek akslı dizler, stabilitenin sağlanması için güvenlidir. Kalça ekstansörlerinin aktivasyonu ile, diz bükülmesi önlenir. Ancak, yaşlı ampütelerde ve rezidü ekstremite kısa olduğunda, kalça ekstansörleri aktive olamayabilir ve bu nedenle diz, trokanter-diz-bilek hattının posteriorunda yerleştirilmelidir. El ile kilitlenen diz üniteleri, yaşlı ampütelerde maksimum stabilite sağlar.^[49]

Kalça Dezartikülasyonu ve Transpelvik Ampütasyon (Hemipelvektomi)

Kalça dezartikülasyonunda ağırlık, iskiyal tüberozitas ya da gluteal kaslar üzerinde taşınırken, transpelvik ampütasyonda yumuşak dokular ve alt kostalar üzerinde taşınmaktadır. Kalça eklem mekanizması, her iki düzey için de aynıdır. Serbest kalça eklemi, bir posterior ekstansiyon ve anterior fleksiyon stopu içerir. Transfemoral ampütelerde kullanılan diz üniteleri ve ayaklar, bu iki düzey için de kullanılabilir.^[52]

KAYNAKLAR

1. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004;27(5):1047-53.
2. Singh N, Armstrong DG, Lipsky BA. Preventing foot ulcers in patients with diabetes. *JAMA* 2005;293(2):217-28.
3. Reiber GE. *Epidemiology of Foot Ulcerations and Amputations in Diabetes*, 6th ed. St. Louis, MO: Mosby; 2001.
4. Slovenkai MP. Foot problems in diabetes. *Med Clin North Am* 1998;82(4):949-71.
5. Napolitano C. Amputations and Rehabilitation. In: Veves A, Giurini JM, LoGerfo FW, editors. *The Diabetic Foot*. New Jersey: Humana Press; 2012. p.443-69.

6. Adler AI, Boyko EJ, Ahroni JH, Smith DG. Lower-extremity amputation in diabetes. The independent effects of peripheral vascular disease, sensory neuropathy, and foot ulcers. *Diabetic Care* 1999;22(7):1029-35.
7. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58(1):42-6.
8. Pinzur MS, Graham G, Osterman H. Psychological testing in amputation rehabilitation. *Clin Orthop Relat Res* 1988;(229):236-40.
9. Pinzur, MS. New concepts in lower-limb amputation and prosthetic management. *Instr Course Lect* 1990;39:361-6.
10. Uzun A, Diken AI, Hanedan O, Çiçek ÖF, Yalçınkaya A, Özsoy H, Taşoğlu İ, Lafçı C. Amputasyon adayı diyabetik ayakların revaskülarizasyonu. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* 2013;21(4):944-9.
11. Høyer C, Sandermann J, Petersen LJ. The toe-brachial index in the diagnosis of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2013;58(1):231-8. **CrossRef**
12. Casey J, Flinn WR, Yao JS, Fahey V, Pawlowski J, Bergan JJ. Correlation of immune and nutritional status with wound complications in patients undergoing vascular operations. *Surgery* 1983;93(6):822-7.
13. Dickhaut SC, DeLee JC, Page CP. Nutritional status: importance in predicting wound-healing after amputation. *J Bone Joint Surg Am* 1984;66(1):71-5.
14. Plodkowski RA, Edelman SV. Pre-surgical evaluation of diabetic patients. *Clinical Diabetes* 2001;19(2):92-5.
15. Dillon MP. Partial Foot Amputation: Aetiology, Incidence, Complications, Prosthetic Intervention and a Characterisation of Gait. In: Stone JH, Blouin M, editors. *International Encyclopedia of Rehabilitation* 2010. <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/154/>
16. International Organisation for Standardisation. ISO 8549-2: Prosthetics and orthotics - Vocabulary - Part 2: Terms relating to external limb prostheses and wearers of these prostheses. Geneva; 1989.
17. Weinfeld SB, Schon LC. Amputations of the perimeters of the foot (Resection of toes, metatarsals, rays, and calcaneus). *Foot Ankle Clin N Am* 1999;4:17-37.
18. Philbin TM, Berlet GC, Lee TH. Lower-extremity amputations in association with diabetes mellitus. *Foot Ankle Clin* 2006;11(4):791-804. **CrossRef**
19. Nehler MR, Whitehill TA, Bowers SP, Jones DN, Hiatt WR, Rutherford RB, Krupski WC. Intermediate-term outcome of primary digit amputations in patients with diabetes mellitus who have forefoot sepsis requiring hospitalization and presumed adequate circulatory status. *J Vasc Surg* 1999;30(3):509-17.
20. Izumi Y, Satterfield K, Lee S, Harkless LB. Risk of reamputation in diabetic patients stratified by limb and level of amputation: a 10-year observation. *Diabetes Care* 2006;29(3):566-70.
21. Salonga C, Blume P. A Guide To Transmetatarsal Amputations In Patients With Diabetes. *Podiatry Today* 2006;19(7):83-90.
22. Anthony T, Roberts J, Modrall JG, Huerta S, Asolati M, Neufeld J, Parker B, Yang W, Sarosi G. Transmetatarsal amputation: assessment of current selection criteria. *Am J Surg* 2006;192(5):e8-11.
23. Pollard J, Hamilton GA, Rush SM, Ford LA. Mortality and morbidity after transmetatarsal amputation: retrospective review of 101 cases. *J Foot Ankle Surg* 2006;45(2):91-7.
24. Uhl RL, Rosenbaum AJ, Dipreta JA, Desemone J, Mulligan M. Diabetes mellitus: musculoskeletal manifestations and perioperative considerations for the orthopaedic surgeon. *J Am Acad Orthop Surg* 2014;22(3):183-92. **CrossRef**
25. Calvert E, Penner M, Younger A, et al. Transmetatarsal amputations. *Tech Foot Ankle Surg* 2007;6:140-6.
26. Hosch J, Quiroga C, Bosma J, Peters EJ, Armstrong DG, Lavery LA. Outcomes of transmetatarsal amputations in patients with diabetes mellitus. *J Foot Ankle Surg* 1997;36(6):430-4.
27. Sanders LJ. Transmetatarsal and midfoot amputations. *Clin Podiatr Med Surg* 1997;14(4):741-62.
28. Ng VY, Berlet GC. Evolving techniques in foot and ankle amputation. *J Am Acad Orthop Surg* 2010;18(4):223-35.
29. Younger ASE, Kalla TP, DeVries G, Meakin CD. Outcome review of transmetatarsal amputations in diabetic patients using antibiotic pellets. *J Bone Joint Surg Br* 2005;87-B(Suppl III):288.
30. Early JS. Transmetatarsal and midfoot amputations. *Clin Orthop Relat Res* 1999;(361):85-90.
31. Armstrong DG, Hadi S, Nguyen HC, Harkless LB. Factors associated with bone regrowth following diabetes-related partial amputation of the foot. *J Bone Joint Surg Am* 1999;81(11):1561-5.
32. Schade VL, Roukis TS, Yan JL. Factors associated with successful Chopart amputation in patients with diabetes: a systematic review. *Foot Ankle Spec* 2010;3(5):278-84. **CrossRef**
33. DeGere MW, Grady JF. A modification of Chopart's amputation with ankle and subtalar arthrodesis by using an intramedullary nail. *J Foot Ankle Surg* 2005;44(4):281-6.
34. Reyzelman AM, Hadi S, Armstrong DG. Limb salvage with Chopart's amputation and tendon balancing. *J Am Podiatr Med Assoc* 1999;89(2):100-3.
35. DeCotiis MA. Lisfranc and Chopart amputations. *Clin Podiatr Med Surg* 2005;22(3):385-93.
36. Altindas M, Kilic A. Is Boyd's operation a last solution that may prevent major amputations in diabetic foot patients? *J Foot Ankle Surg* 2008;47(4):307-12. **CrossRef**
37. Wagner FW Jr. Management of the diabetic-neurotrophic foot. Part II. A classification and treatment program for diabetic, neuropathic, and dysvascular foot problems. In: *Instructional course lectures, the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. St. Louis (MO): Mosby; 1979. p.143-65.
38. Frykberg RG, Abraham S, Tierney E, Hall J. Syme amputation for limb salvage: early experience with 26 cases. *J Foot Ankle Surg* 2007;46(2):93-100.
39. Pinzur MS, Bowker JH, Smith DG, Gottschalk F. Amputation surgery in peripheral vascular disease. *Instr Course Lect* 1999;48:687-91.
40. Atesalp AS, Komurcu M, Tunay S, et al. Disarticulation at the ankle using an anterior flap. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88(1):184.
41. Pinzur MS, Stuck RM, Sage R, Hunt N, Rabinovich Z. Syme ankle disarticulation in patients with diabetes. *J Bone Joint Surg Am* 2003;85-A(9):1667-72.
42. Johannesson A, Larsson GU, Ramstrand N, Turkiewicz A, Wiréhn AB, Atroschi I. Incidence of lower-limb amputation in the diabetic and nondiabetic general population a 10-year population-based cohort study of initial unilateral and contralateral amputations and reamputations. *Diabetes Care* 2009;32(2):275-80. **CrossRef**

43. White SA, Thompson MM, Zickerman AM, Broomhead P, Critchley P, Barrie WW, Bell PR. Lower limb amputation and grade of surgeon. *Br J Surg* 1997;84(4):509-11.
44. Waters RL, Perry J, Antonelli D, Hislop H. Energy cost of walking of amputees: the influence of level of amputation. *J Bone Joint Surg Am* 1976;58(1):42-6.
45. Bowker JH, San Giovanni TP, Pinzur MS. North American experience with knee disarticulation with use of a posterior myofasciocutaneous flap. Healing rate and functional results in seventy-seven patients. *J Bone Joint Surg Am* 2000;82-A(11):1571-4.
46. Gottschalk F, Kourosh S, Stills M, et al. Does socket configuration influence the position of the femur in above knee amputation? *J Prosthet Orthot* 1989;2:94-102.
47. Baumgartner R, Wetz HH. Forefoot amputation. *Orthopedics and Traumatology* 1992;1(1):68-77. [CrossRef](#)
48. Attinger CE, Brown BJ. Amputation and ambulation in diabetic patients: function is the goal. *Diabetes Metab Res Rev* 2012;28 Suppl 1:93-6. [CrossRef](#)
49. McAnelly RD, Faulkner VW. Lower limb prostheses. In: Braddom RL, Buschbacher RM, Dumitru D, Johnson EW, Matthews D, Sinaki M, editors. *Physical medicine and rehabilitation*. Philadelphia: W. B. Saunders Company; 1996. p.286-320.
50. Wilson AB. *A Primer on Limb Prosthetics*. Illinois, USA: Charles C Thomas Publisher LTD; 1998.
51. Kopp S, Cumming D. Transtibial amputation prosthetic management. In: Bowker JH, Michael JW, editors. *Atlas of limb prosthetics: surgical, prosthetic and rehabilitation principles*. 2nd ed. St Louis: Mosby Year Book; 1992. p.453-75.
52. El Ö, Peker Ö. Alt Ekstremitte Amputasyonları ve Rehabilitasyonu. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2001;47(2): -