

TC.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

PES EKİNOVARUSUN PONSETİ YÖNTEMİ
ve GENİŞ CERRAHİ GEVŞETME İLE
TEDAVİ SONUÇLARININ KİNETİK VE
KİNEMATİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

(UZMANLIK TEZİ)

Dr. Fuat BİLGİLİ

İstanbul - 2006

TC.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
İSTANBUL TIP FAKÜLTESİ
ORTOPEDİ ve TRAVMATOLOJİ
ANABİLİM DALI

PES EKİNOVARUSUN PONSETİ YÖNTEMİ
ve GENİŞ CERRAHİ GEVŞETME İLE
TEDAVİ SONUÇLARININ KİNETİK VE
KİNEMATİK OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI

(UZMANLIK TEZİ)

Tez danışmanı öğretim üyesi: Prof. Dr. Süleyman Bora GÖKSAN

Dr. Fuat BİLGİLİ

İstanbul - 2006

ÖNSÖZ

Doğuştan çarpık ayak veya pes ekinovarus (PEV) en sık görülen doğumsal hastalıklardan biridir. Tedavi edilmemiş PEV deformitesi hastalara, ailelerine ve topluma ciddi fiziksel, sosyal, psikolojik ve ekonomik yük getirmektedir. PEV deformitesinde doğru tanı ve başarılı bir tedavi için yürümenin tüm bileşenlerini eksiksiz kaydedecek, sayısal veriye dönüştürecek, kıyaslamaya ve tekrar incelemeye, tedavi girişimleri sonrası veya zaman içinde oluşan değişiklikleri değerlendirmeye olanak sağlayacak sistemler gereklidir. Bu sebeplerden dolayı tezimde Ponseti yöntemi ile cerrahi gevşetme tedavi yöntemlerinin sonuçlarını kinetik ve kinematik olarak karşılaştırdım. Bunu yaparken günümüz teknolojisinin ürünü olan yürüme analizinden faydalandım.

Uzmanlık eğitimim süresince ilgi,sevgi ve yardımlarını gördüğüm,yetişmemde büyük emekleri olan çok değerli hocalarıma, sevgi, arkadaşlık ve iyi niyet duygularıyla çok güzel bir çalışma dönemi yaşadığım sevgili asistan arkadaşlarıma, kliniğimiz sekreter, hemşire ve personeline Anabilim Dalı başkanımız sayın hocam Prof.Dr. Aziz Kaya Alturfan'ın kişiliğinde ayrı ayrı teşekkür ederim. Ayrıca tezimin yazılmasında büyük emeği olan sayın Doç.Dr. Ayşegül Bursalı'ya, yürüme analizinde yardımcı olan sayın hocam Prof.Dr. Yener Temelli'ye, Uzm.Fzt. N. Ekin Akalan ve ekibine teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin düzenlenmesinde yardımlarını esirgemeyen Kamil Tabak'a ayrıca teşekkür ederim.

Her zaman gerçek bir ağabey ilgisi ve özverisi ile tüm uzmanlık eğitimim süresince bana her konuda yardımcı olan değerli tez hocam sayın Prof.Dr.Süleyman Bora Göksan'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca bana her konuda destek olan aileme, sayın Mehmet Ali Kes'e ve tezimin yazımındaki yardımlarından ve bana gösterdiği hoşgörü ve sevgiden dolayı eşim Dr.Çiğdem Özkara Bilgili' ye en içten sevgilerimle.

Tez içindeki şekiller ve tablolar ilgili kaynakların editörlerinden izin alınarak kullanılmıştır.

Dr.Fuat Bilgili

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

1-GİRİŞ	1
2-GENEL BİLGİLER	5
2-1-Etyoloji.....	5
2-2-İnsidans.....	5
2-3-Sınıflama.....	5
2-4-Embriyoloji Histoloji.....	5
2-5-Anatomi – Patolojik Anatomi.....	7
2-6-Biyomekanik.....	10
2-7-Tanı.....	10
2-8-Tedavi	12
2-9-Komplikasyonlar.....	19
2-10-Normal Yürüme ve Yürüme Analizi.....	22
I. Gözleme Dayalı Analiz.....	29
II. Kinematik Analiz.....	30
III. Kinetik Analiz.....	32
3-HASTALAR ve YÖNTEM	36
3-1-Hastalar ve Yöntem.....	36
3-2-Teknik.....	38
3-3-Bulgular.....	43
4-TARTIŞMA	54
5-SONUÇ	61
6-ÖZET	64
7-SUMMARY	66
8-KAYNAKLAR	68

1- GİRİŞ VE AMAÇ:

PEV (pes ekinovarus) her bin doğumda bir bebekte gözlenir. Dünyada her yıl yaklaşık 100.000 bebek pes ekinovarus ile doğmaktadır (49). Pes ekinovarus tedavisindeki amaç; anatomisi normale yakın ağrısız, mobilitesi yeterli ve hastanın normal ayakkabı giyebileceği ayak elde edebilmektir (29).

İyi işlev elde etmenin en iyi yolunun ne olduğu halen tartışmalıdır. Radikal yumuşak doku gevşetmeleri ve tekrarlayan cerrahi girişimler gerektirse bile en önemli şey mümkün olan en iyi anatomik düzeltmeyi sağlamak mıdır yoksa (aşıl tendonunu uzatmak dışında) manipülatif tedavinin fazla ötesine geçmeden bir miktar rezidü deformiteyi kabul etmek mi gerekir? Bu soru ancak, işlevselliği ölçerken güvenilir, doğru, kesin ve tekrarlanabilir yöntemler kullanarak hastaların erişkin yaşamlarına kadar takip edildiği uzun dönem çalışmalarla yanıtlanabilir. Sadece birkaç araştırmacı hastaları ergenlik çağı sonrasına kadar takip etmiştir (23).

PEV deformitesinin değerlendirilmesi tedaviyi belirlemede ve prognozu öngörmede önemlidir. Bunun için klinik, fonksiyonel ve radyolojik teknikler kullanılır. Bunlar subjektif, tekrarı zor ve sıklıkla önemli, küçük değişiklikleri gösteremezler. Bu nedenle tedavi şekillerinin objektif değerlendirilmesi zorlaşır (19,21).

Klinik değerlendirme kozmetik görünüşe odaklanır ve sıklıkla statiktir. Verilerin çoğu subjektiftir, gözlemciler arasında farklı sonuçları vardır, tekrarlama zorudur.

Hee ve Hutchinson kozmetik olarak iyi görünen bir ayağın fonksiyonel olarak iyi olmayabileceğini söylemişlerdir (20,21).

Centel çocuklarda yumuşak doku/kemik oranının maksimum olduğunu, bu nedenle sadece klinik görünüşe göre karar verilen tedavi şeklinin yanlış olduğunu belirtmişlerdir (12,21).

Geçmişte düzeltmenin kalitesini değerlendirmek veya görüntüyü işlevle korele edebilmek için pek çok farklı radyolojik açı analiz edilmekteydi. Bu açıların her biri PEV'in bazı yönlerini tanımlamaktadır ve bu tip açısal hesaplamaların tekrarlanabilirliği çok düşüktü (17,21). Wynne Davis 1964'de radyolojik sonuçların kullanımını araştırdı (21). Birçok çalışma klinik parametrelerle uyumsuzdu ve sonuçları tahmin edilemedi (17,21,43,53,55). Hutchins o güne kadar sağlanamamış anatomik normal sağladı fakat anatomik dizilime göre sağlanmış değerlendirmelerin sonuçları kötüydü (21,25). Deformasyon, ossifikasyonda gecikme, küçük çocuklarda tarsal kemiklerin eksantrik ossifikasyonu, ayağa düzgün pozisyon verememe radyografik açıların hesaplanmasında hatalara yol açar ki bu özellikle en sık ölçülen açılardan biri olan AP talokalkaneal açı (Kite açısı) için geçerlidir (16,21,23). Ponseti röntgenler

üzerinde ölçülen açılar ile işlevsel sonuçlar arasında korelasyon bulmadı ve Huber de radyografik ölçümler ile AOFAS skoru arasında hiçbir korelasyon bulamadı (23). Bu nedenle değerlendirme için ideal bir yöntem değildir (21).

Radyolojik ölçümle ilgili problemler tekrar edebilme ve ayağa düzgün pozisyon veremeydi. Ek olarak geleneksel radyografiler çocuklarda ossifikasyon yetersizliği sonucu güvenilir sonuçlar veremiyordu. Bu nedenle değerlendirme için ideal bir yöntem değildir (21).

Fonksiyonel değerlendirme hastanın günlük işlerini yerine getirebilme gibi subjektif durumları kapsar. Yürüme, spor kapasitesi, görünüş değerlendirilir. Hastanın moodu değişken olabileceği için farklı cevaplar alınabilir (21,25). Roye hasta/aile memnuniyetine dayanan ekstremitte fonksiyonuyla ilgili Hastalığa Spesifik Index (DSI) geliştirdi. Bazı klinik parametreler ve fonksiyonel sonuçlar arasında ilişki olduğunu buldu (21,43). Anlatılan metodların hiçbiri objektif değildi. Wallander ideal bir sınıflama olmadığını ancak fonksiyona önem veren değerlendirmenin (yürüme ve ayak basıncı) görünümüne göre olandan daha ideal olduğunu belirtmiştir (21). İdeal değerlendirme formu objektif sayısal ve fonksiyonel bilgiler oluştururken güvenilir, basit, ucuz, güvenli ve tekrarlanabilir olmalıdır. Klinisyen için dinamik aktivite sırasında ayaktaki değişiklikleri anlamak gereklidir.

Yürümekle ayağın plantar yüzüne yük anormal yayılacağı için ayak deformitelerine bağlı semptomlar artar. Bu nedenle ayağı kinetik ve kinematik çalışmalarla biyomekanik olarak incelemek gerekir (10,21,23). Bu tabanın yer ile teması sırasında ayağın değerlendirilmesini sağlamakla birlikte kuvvetlerin analizi ile onların anatomik yapılar üzerine etkisini görmemizi sağlar.

Hee clubfoot'ların (PEV) görüntüde ve fonksiyonda iyi düzeltilmiş olmaları durumunda dahi biomekanik analizler sonucu fonksiyonel olarak tamamen normal olmadığını belirtmiştir (20,21).

Ayağın kabaca yapılan muayenesi klinisyeni yanıltabilir ancak plantar basınç analizleri anatomik muayeneyi kolaylaştırır. Ayak basıncı statik(duruş) ya da dinamik(yürüme siklüsü) olabilir. Bowen ayak basınç datası herhangi bir ayak deformitesinin ağırlığını belirlemek için kullanılabileceğini ve cerrahi sonuçlarını niteleyebileceğini söylemiş (21).

Copper Dietz, ayak basınç verileri mükemmel /iyi klinik sonuçlarla orta /zayıf klinik sonuçları ayırabilir demiştir (13,21).

Hutchinson, hastaların ayakta dururken ayak basıncını kompanse ederek dengelediğini ancak bunu yürürken devam ettiremediklerini belirtmiştir. Bu sonuç statik değerlendirmenin egzersiz yaparken oluşan değerleri temsil edemeyeceğini göstermekteydi (1, 21). Hutchin-

son statik basınç deformitelerinin yürüme, ROM ve kişisel fikir ile bağlantılı olmadığını söylemiş. Bu nedenle dinamik veriler daha değerli ortak fikirdir demiştir (21, 25).

Liu ve Thometz tam bir değerlendirme için klinik, radyolojik, biyomekanik verilerin olması gerektiğini söylemişlerdir (21). Hee ise pedobarografinin düzeltilmiş clubfootda kalıcı ve minimal deformitenin objektif değerlendirilmesinde kullanılabileceğini söylemiştir (20,21).

Subtalar eklem hareketini klinik yöntemlerle tekrarlanabilir şekilde, kesin ve doğru olarak ölçmek mümkün değildir. Komşu eklemlerde kompensatuar olarak artmış hareketlilik yanlılıkla subtalar eklem hareketi olarak algılanabilir. Eklemün yürüme sırasındaki işlevsel hareketliliğini değerlendirmek daha da zordur. Genellikle ileri derecedeki PEV deformitesini tam ve anatomik olarak düzeltmenin imkansız olduğu kabul edilir. Bu yüzden, tedavi görmüş bir PEV ile zemin arasında anormal bir temas paterni mevcuttur. Araştırmacılar daha önce pedobarograf, Kistler kuvvet plakası ya da basınca duyarlı mat kullanarak tedavi edilmiş PEV’de basınç dağılımını analiz etmiştir ancak bu çalışmalar kesin olarak ayırt edici sonuçlara ulaşmamıştır. Yakın zamanda basınca duyarlı matlardaki ve bilgisayarlı basınç ölçümlerindeki teknolojik gelişmeler ileri ölçüm ve analiz olanakları sağlamıştır (23).

Pedobarografi koronal indeks (medial kolon altındaki basınç yüzdesi-lateral kolon altındaki basınç yüzdesi) ile basınç ve zaman integrallerinin medial ve lateral kolon arasındaki karşılaştırmayı sağlar ve klinik sonuçlarla daha iyi korelasyon gösterir, klinik sonuçları ayırtetmede radyolojik ölçümlerden daha önemlidir. Ayak deformitelerini değerlendirmede iki ikilem bulunmaktadır; birinci olarak yürüme boyunca dinamik deformiteyi değerlendirmek, ikinci olarak deformitenin ciddiyetini değerlendirmek (20, 23, 51, 56). Ölçüm problemleri özellikle ayak deformitelerini koronal planda değerlendirmekte oldukça sık karşılaşılr. Koronal indeks normal dışı değerler verebilir; ciddi cavus ve orta varus deformitelerinde yük 1.meatars başı ve topukta değildir. Bu koronal indekste pozitifleşme meydana getirir ki bu da valgus deformitesinin medial kolondaki yük vermesinden olur. Bu yüzden koronal indeks ciddi rigid cavus deformitesinde daha az değerlidir (20, 23).

Yürümenin basitçe yapılmış gözlemi güvenilir değildir, çünkü nitelme ve karşılaştırma yapılması zordur. Yürüme analizi ise kolayca kantitatif, objektif ve dinamik sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Teknik sistematik ölçümünü, insan hareketinin tanımlanması ve değerlendirilmesini, ekstremit segmentlerinin oryantasyonunu, zemin kuvvet reaksiyonu ve elektromyografik verileri içerir. Parametreler sıklıkla diğer ayakla ya da kontrol grubuyla karşılaştırılır (21, 57).

Thometz ve Eberle hastaların klinik ve radyolojik olarak düzeltilse bile yürüme analizinin rezidüel anormalliği saptayabileceğini söylemişler. Asperheim yürüme analizlerinin tüm vakalarda tedavi şeklini belirleyecek bilgi kaynağı oluşturacağını bulmuşlar (3). Karol anormalliklerin ileri dönemlerde dejeneratif değişiklikler ve fonksiyonel kısıtlamalara neden olacağını söylemiştir (27). Widhe ve Berggen yürüme analizinden, ayak basınç çalışmalarından elde edilen bilgilerin tedavide objektif ve önemli olduğunu belirtmişlerdir (55).

Son yıllarda teknoloji gelişmekte, tetkik süresi kısalmakta ve giderek birçok hastalığın tanı ve tedavisinde önem kazanmaktadır. Söz konusu çocuklar olunca bizim de teknolojiye ayak uydurmamız kaçınılmazdı. Daha iyi bir tedavi metodu belirlemek, hasta takibini daha kaliteli ve objektif yapabilmek, nöksleri erkenden teşhis edebilmek amacıyla pes ekinovarus'un geniş cerrahi gevşetme ve Ponseti yöntemi ile tedavi sonuçlarını günümüz teknolojinin ürünü olan yürüme analiziyle kinetik ve kinematik olarak inceledik.

2-GENEL BİLGİLER :

2-1-Etyoloji:

PEV'le ilgili etyolojik araştırmaya yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur. Etyolojide intrauterin mekanik faktörler, nöromusküler defektler, fetal gelişmenin durması, primer germ hücre defekti, myodisplazi, müsküler dengesizlik, lokal displazi, beslenme bozukluğu, hormonal dengesizlik, enfeksiyonlar sorumlu tutulmuştur (29, 50).

Günümüzde PEV'in çevre faktörlerinin de katkıda bulunduğu multifaktöriyel geçiş gösterdiği kabul edilir (29,50).

2-2-İNSİDANS:

ABD' de insidans 1000 doğumda 1' dir. Ülkemizde ise yeterli bilgi yoktur. Ancak 1-2/1000 olduğu tahmin edilmektedir. Erkekler daha sık etkilenmiştir ve % 5 bilateraldir. Sağ ayak daha sık tutulur (29, 49, 50).

2-3-SINIFLAMA:

PEV 4 grupta sınıflandırılır:

-Konjenital PEV: Diğer kas iskelet sistem anomalileri ile birlikte değildir. PEV'lerin büyük kısmı bu gruptandır.

-Teratolojik PEV: AMC ve Myodisplazi gibi altta nöromusküler bir hastalık bulunur.

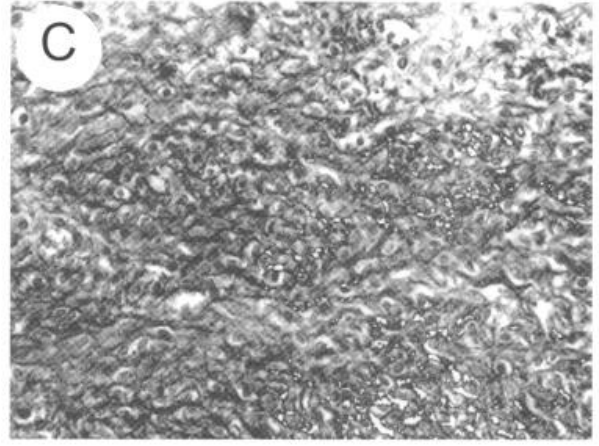
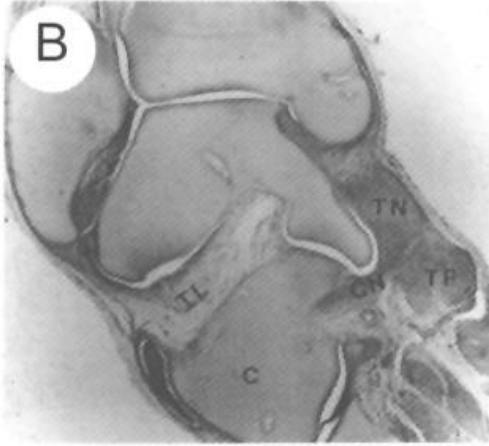
-Bir sendromun parçası olan PEV: Larsen sendromu, Pierre Robin sendromu gibi sendromlarda görülen PEV'dir.

-Pozisyonel PEV: In-utero pozisyonun devam etmesine bağlı esnek (flexible) PEV'dir.

2-4-EMBRİYOLOJİ, HİSTOLOJİ:

PEV embriyonik bir malformasyon değildir. Normal gelişimini sürdürmekte olan ayak gebeliğin 2. trimestirinde PEV durumuna dönmektedir. PEV 16. gestasyon haftasından önce nadiren USG ile belirlenmektedir. Bu nedenle gelişimsel kalça displazisi ve idiopatik skolyoz gibi PEV de gelişimsel bir deformitedir.

Bacak kasların büyüklüğü deformitenin ciddiyetiyle ters ilişkili korelasyon gösterir. Çoğu ciddi PEV' de gastrosoleus, baldırın üst üçte birinde küçük bir kas olarak görülür.



Şekil 1 : A) Bilateral PEV'li 17 haftalık fetus B) Malleolden geçen kesit C) Tibionaviküler ligament fotomikrografisi (Staheli L, Yalçın S. Pes Ekinovarus: Ponseti Yöntemi İle Tedavi, Global Help Organisation, 2003)

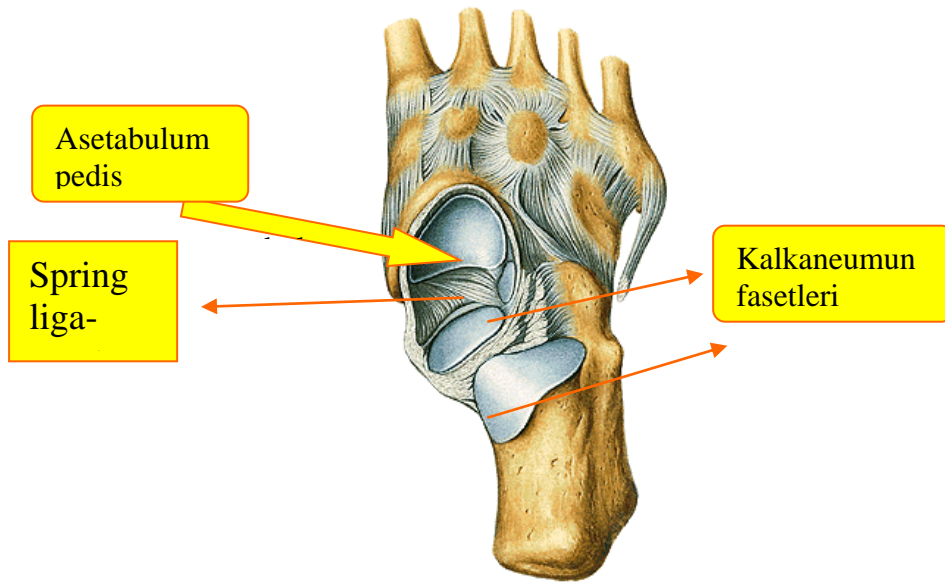
Ligamentlerde, tendonlarda ve kaslardaki yoğun kollojen sentezi çocuk 3-4 yaşına gelene kadar devam edebilir ve nükslere neden olabilir. Ponseti tekniğinde alçılama sonrası gece ateli kullanılmasının sebebi budur (49).

Yenidoğanın ligamentlerinin mikroskopik incelemesinde kollojen liflerde ve hücrelerde artış olduğunu görmekteyiz (Şekil 1). Kollojen lif demetleri dalgalı görünümündedir. Bu görünüm ligamentlere esneklik kazandırır, ligamentlerin tedavi amacıyla hafif gerilmesi süt çocuğunda herhangi bir soruna yol açmaz. Dalgalı yapı birkaç gün sonra yeniden oluşur ve ma-

nipülasyonla daha fazla düzelmeye olanak tanır. PEV tedavisinde deformitenin elle düzeltilebilmesinin nedeni budur (49).

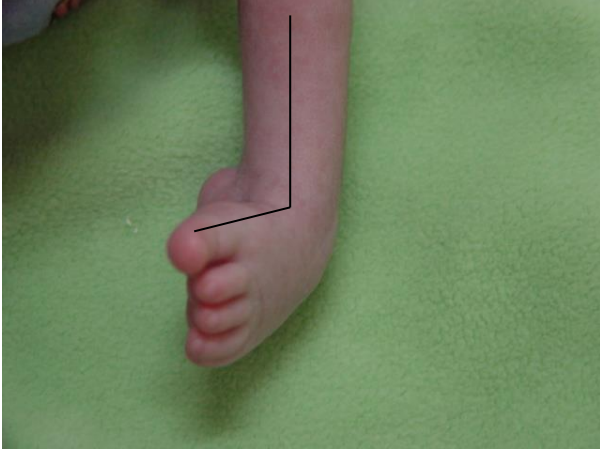
2-5-ANATOMİ-PATOLOJİK ANATOMİ:

Pes ekinovarusun tedavisinde talokalkaneonaviküler eklem yapısının bilinmesi çok önemlidir. Bu eklem gerçek bir sferoid eklem olmamasına karşın sferoid eklem gibi fonksiyon yapar. Konveks eklem yüzünü talus başı oluşturur. Konkav yüz ise naviküler kemiğin konkav yüzü, kalkaneus ön ucundaki ön ve orta faset eklem yüzleri ve kalkaneo-naviküler (spring) ligamentten oluşur. Bu yüze ayağın asetabulumu adı verilir (Şekil 2). Bu eklem diğer sferoid eklemlerden önemli iki farkı vardır. Konkav yüz, konveks yüz çevresinde hareket eder ve konkav yüz plantar fleksiyon ve inversiyonda daralır, dorsal fleksiyon ve eversiyonda ise genişler (9, 49, 50, 52).



Şekil 2: Talokalkaneonaviküler eklem yüzü(*) Asetabulum pedis
(Figen Gövsa Gökmen anatomi ders notlarından modifiye, internet)

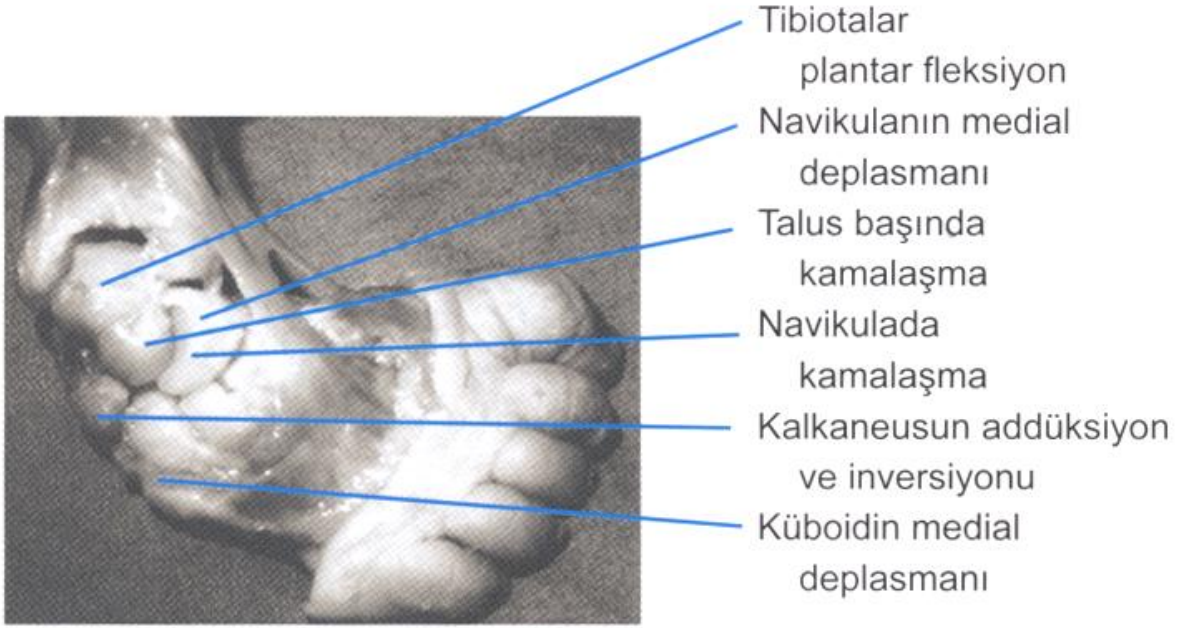
Patolojik anatomiyi daha iyi anlamak için ayakta iki kolon tarif edilmiştir (9, 29). Ayağın medial kolonunu talus, naviküler, cuneiform'lar I,II,III metatarslar; lateral kolonunu ise kalkaneum, küboid, IV. ve V. metatarslar oluşturur.



Şekil 3: Topuktaki varus, ayak ve ayakbileğindeki ekinizm ve ön ayak aduktusu dikkat çekmektedir.

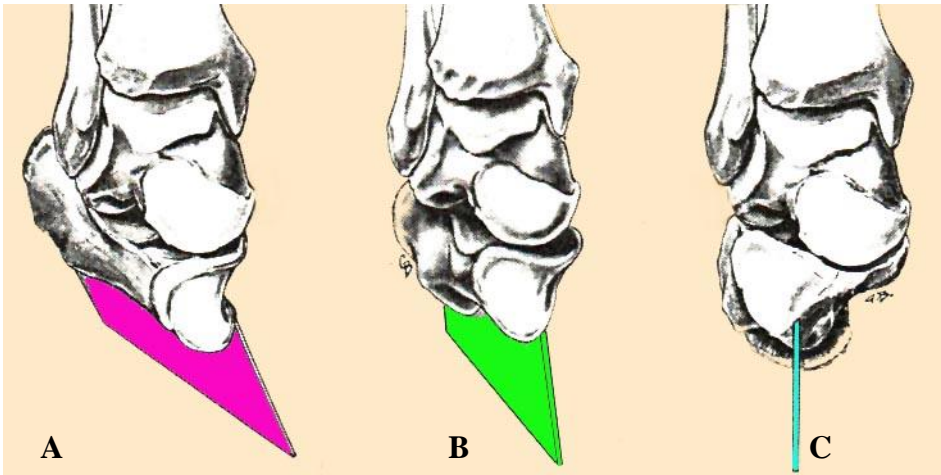
Bu deformiteler talokalkaneonaviküler eklemin plantara deplasmanı ve mediale deviasyonu sonucu oluşmaktadır (Şekil 3) (49, 50).

Şekil 4'de gösterildiği gibi 3 günlük bir bebekte naviküla mediale deplasedir ve sadece talus başının medial yüzü ile eklem yapar. Küneiform kemikler navikulanın sağında görülmektedir, küboid ise onun altındadır. Kalkaneoküboid eklem posteromediale yönelmiştir. Kalkaneusun ön 2/3'ü talusun altında görülmektedir. Tibialis anterior, ekstansör hallusis longus, ekstansör digitorum longus tendonları mediale kaymıştır (49).



Şekil 4: Üç günlük bebekteki PEV deformitesi (Staheli L, Yalçın S. Pes Ekinovarus: Ponseti Yöntemi İle Tedavi, Global Help Organisation, 2003)

Kalkaneumun anterior kısmı aşağı ve mediale hareket ederken, arka kısmı yukarı ve laterale hareket eder (Şekil 5) (9, 10, 29, 52).



Şekil 5: PEV'deki kalkaneum talus altında ileri derecede addüksiyon, fleksiyon ve inversiyondadır (A) . Ponseti yöntemiyle abduksiyona getirildiği zaman kendiliğinden talus altındaki nötral pozisyona redükte olur (B ve C) (Staheli L, Yalçın S. Pes Ekinovarus: Ponseti Yöntemi İle Tedavi, Global Help Organisation, 2003).

2-5-1-Talokalkaneonaviküler redüksiyonu engelleyen diğer bağlar :

1. Plantar kalkaneonaviküler bağ (Spring bağ)
2. Tibionaviküler bağ
3. Talonaviküler kapsülün süperior, medial ve plantar kısmı
4. M. tibialis posterior yapışma yerindeki kalın fibröz değişiklikler naviküleri medial malleola çeker.
5. Henry düğümü navikülerin anterolateral hareketini önler.
6. Kalkaneofibuler bağ
7. Superior peroneal (kalkaneofibuler) retinakulum
8. Posterior tibiokalkaneal ligaman
9. Posterior tibiotalar kapsül
10. Aşıl tendonu
11. Interosseöz ligaman
12. Uzun parmak fleksörleri
13. Kalkaneonavikular bağ (Bifurkat -Y bağı) (29)

2-6-BİYOMEKANİK:

Ayak bileğinin dorso-plantar fleksiyonu ayakbileği ve subtalar eklemin birlikte hareketi ile olur. Bu eklem kompleksi birlikte hareket eder. Ne normal ayakta ne de PEV' de tarsal kemiklere rotasyon yaptırmak için tek bir hareket eksenini bulunmamaktadır. Tarsal eklemler fonksiyonel olarak birbirleri ile ilişkilidir. Her bir tarsal kemiğin hareketi komşu kemiklerde eşzamanlı hareketler oluşmasını da içerir. Eklem hareketleri eklem yüzeylerinin bombeliği veya çukurluğu, ligamentlerin oryantasyonu ve yapısıyla belirlenir. Her eklemin kendine özgü hareket paterni vardır.

Ayak bileği dorsifleksiyona gelirken; topuk eversiyona, ayak pronasyona gelir. Kalkaneum posterior kısmı laterale naviküler ve küboid ile birlikte gelir.

2-7-TANI:

PEV’li hastaların tüm vücutları muayene edilmelidir. Üst ekstremiteler, sırt, kalçalar ve bacakların ilişkili anomalileri deformitenin etyolojisi ve başarılı tedavi olasılığı hakkında bilgi sağlar (9, 29, 49).

PEV tanısı kolaydır. Kabaca bakıldığında ayak yumru şeklindedir. Posteriordan bakıldığında ayak bileği medialinde derin bir yarık bulunur. Orta-ön ayak adduksiyonda, supinasyonda ve ekinizmedir. Ayak lateralinde, talusun ön kısmı çıkıntılı şekilde ele gelir. Deformitenin konveks tarafında cilt ince ve gergindir. Lateral malleol daha posteriordadır. Baldırda orta ve ileri derece atrofi mevcuttur. Ekinizm fiksedir. Çok az düzelir. Tedavi edilmeyen vakalarda deformite yapısal olur ve rijit bir hal alır. Çocuk büyüdükçe, ayak lateraline ve lateral malleole basar (9, 11, 29, 49).

2-7-1 Ayırıcı tanı:

Konjenital PEV’i postural PEV’den ayırt etmek gerekir. Bu ikinci durum intrauterin malpozisyona bağlıdır, manipulasyonla düzelir. Talusun baş, boyun tilti yoktur. Talokalkaneonaviküler eldem disloke olmamıştır (29, 50).

-Konjenital tibia yokluğu

-Teratolojik kökenli PEV ‘ler (MMS, AMC)

-Bir sendromun parçası olan PEV (Freeman Sheldon, Larsen sendromu Moebius sendromu)

2-7-2 Radyolojik tanı:

Radyolojik yöntemler, talokalkaneonaviküler eklem subluksasyonunun ciddiyetini anlamak için kullanılır (38). Cerrahi tedavi sırasında düzelmenin derecesini görmek için kullanılır. AP grafide talokalkaneal, talo-I. metatarsal, kalkaneo-V. metatarsal açılar ölçülür; fakat biz bu çalışmamızda giriş bölümünde bahsettiğimiz sebeplerden dolayı radyolojik tanı yöntemini kullanmadık (16, 17, 21).

-Artrografi:

Poulain tarafından kullanılmıştır. Preop, perop artrografi yapılmıştır. Sonuçlar klinik ve diğer radyolojik sonuçlarla paralellik gösterir. Kullanım alanı sınırlıdır (29).

-Ultrasonografi:

Naviküler kemik 5-6 yaşından önce ossifiye olmaz. Bu nedenle naviküler ve medial malleol arasındaki ilişkiyi ultrasonografi ile ortaya koymak mümkündür (30).

- MRI:

T2 sekanslı MRI incelemeler kırıkdağı daha iyi gösterir. Talus baş ve boyunun deviasyonunu gösterebilir. Kalkaneumun rotasyonunu, anterior kısmının subluksasyonunu gösterir (29,41).

2-8-TEDAVİ:

PEV tedavisindeki amaç anatomik olarak normale yakın, ağrısız, plantigrad basan, hareketli bir ayak elde etmektir (13, 19, 22, 25, 29).

PEV'de tedavi 2 türdür:

- Konservatif tedavi
- Cerrahi tedavi

2-8-1-Konservatif tedavi :

Konservatif tedavinin, tek başına başarısı farklı oranlarda bildirilmiştir. Kite %90, Douglas Mc Kay %15 olarak bildirmiştir (13, 19, 26, 29, 34).

Genellikle, doğumdan sonra tedaviye başlanan 10 çocuğun 9'unda korreksiyon elde edilir. Ancak bunun idamesi %15 olgudur (29, 34).

PEV de ilk tedavi daima konservatif olmalı ve doğumda başlanmalıdır (8,17,29).

Ponseti Tedavisine Bakış :

PEV'i sınıflandırmak hem tedavi standartlarının yerleşmesini hem de bu konuda çalışanların daha iyi iletişim kurmasını sağlar (7,22,49).

Tedavi edilmemiş PEV : 2 yaşından küçük, tedavi edilmemiş.

İhmal edilmiş PEV : 2 yaşından büyük, tedavi edilmemiş.

Düzeltilmiş PEV: Ponseti tedavisiyle düzeltilmiş.

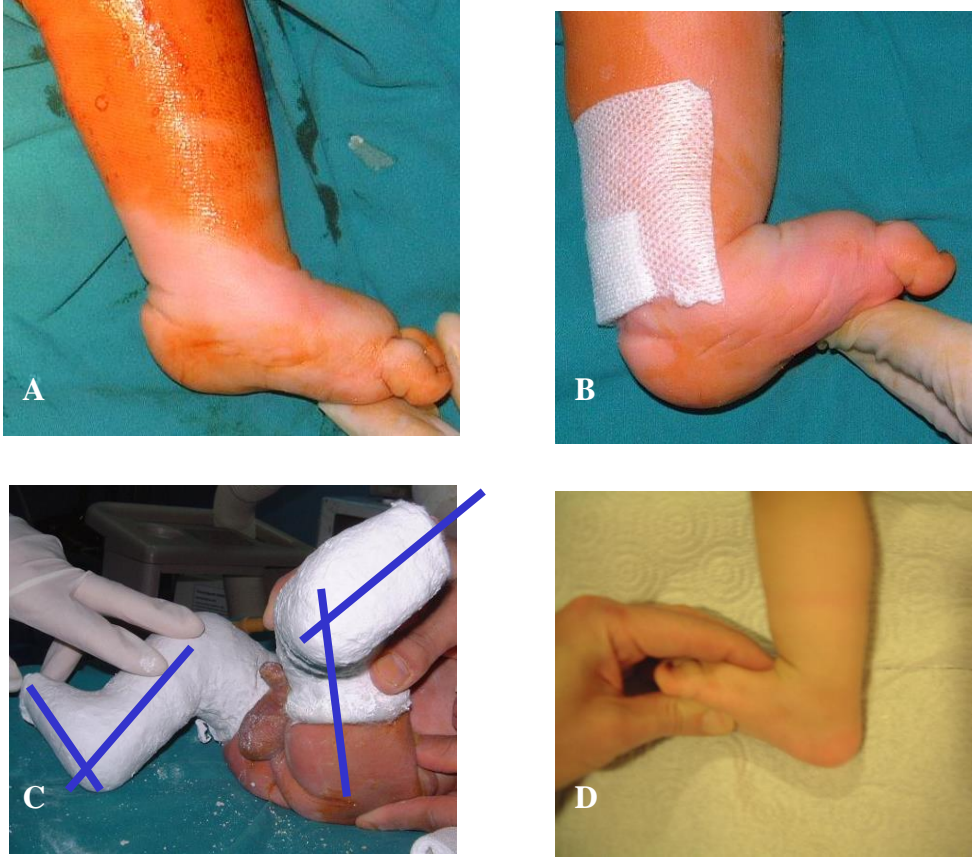
Nüks PEV : Başlangıçtaki düzelmeden sonra supinasyon ve ekinizm gelişmiş.

Dirençli PEV : Artrogripozis gibi sendromlarla ilişkili olarak görülen sert ayaklar veya konservatif tedaviye cevap vermeyen ayaklar.

Kompleks PEV : Başlangıçta Ponseti tedavisi dışında bir yöntemle tedavi edilmiş.

Elle düzeltme (manipülasyon) nazik bir şekilde, 2-3 dakika süreyle yapıldıktan sonra alçı uygulanır (6,17,39,40,49).

Ayağın adduksiyonu ve topuğun varusunun düzelmesini takiben sıra ekinizmi düzeltmek için ayak bileğinden dorsifleksiyon yaptırılmasına gelir. Ekinizmin devam ettiği hastalarda Aşil tendonu tenotomisi gerekir ve tenotomi genellikle genel anestezi altında uygulanır. Tenotomi sonrası uygulanan alçı 3 hafta süreyle kalır (Şekil 8).



Şekil 8: A) Aşilotomi öncesi B) Aşilotomi sonrası C)Alçılama şekli D) Alçı sonrası

Son alçı çıkarıldıktan sonra, nüksü önlemek amacıyla yapılan özel ayakkabılar Denis-Browne ateline ayağı 70 derece abduksiyon ve 15-20 derece dorsifleksiyonda tutacak şekilde monte edilir. Açık burunlu, içten çektirmeli, düz tabanlı, ayağın çıkmasını engelleyecek şekilde bilek arkasına plastozot parça yapıştırılmış özel yapım ayakkabılar kullanılır (Şekil 9). Atel 3 ay süreyle tam gün, daha sonra yaklaşık 2-3 yıl süre ile uyku sırasında kullanılır. Gündüzleri ise ayak bileğini kavrayan normal ayakkabılar giydirilir (17,33,40,49).



Şekil 9: Denis Browne ateli

a) Nükslerin tedavisi :

Nükslerin tanınması :

Tenotomi alçısı çıkarılıp çocuğa ilk olarak ortez giydirildiğinde takip aşağıdaki takvimle yapılmalıdır (17,22,40,49).

- * 2. hafta (uyum sorunlarının çözümlenmesi için)
- * 3. ay (gündüz ortezin sonlandırılması, gece ortezine geçiş)
- * 3 yaşına kadar her 4 ayda bir (uyumun değerlendirilmesi ve nükslerin saptanması)
- * 4 yaşına kadar her 6 ayda bir
- * İskelet gelişimi tamamlana kadar her 1 ya da 2 yılda bir

Bebeklerdeki erken nüksler ayak abduksiyon ve dorsofleksiyonunda kayıp ile metatarsus adduktusun tekrar oluşmasıdır.

Oyun çocuklarında nüksü gözlemek için çocuk yürürken muayene edilir. Çocuk muayene eden kişiye doğru yürürken ön ayakta supinasyon oluşur. Bu durum tibialis anteriorun aşırı kasılması ve peroneal kasların güçsüzlüğüne bağlıdır. Arkadan bakıldığında ise topuk varustadır. Ayrıca çocuk oturtularak ayak eklemlerinin hareket açıklığı ve dorsofleksiyon kaybı incelenmelidir (30,40,49).

Nüksün nedenleri:

Nüksün en sık nedeni tenotomi sonrası ortez kullanılmamasıdır. Morcuende'ye göre nüks oranı ortez kullanan çocuklarda % 6 iken kullanamayanlarda %80 oranındadır (35,49). Ortezi uygun şekilde kullanan çocuklarda ise nüksün nedeni kas güçleri arasındaki dengesizliktir (49).

Nükse yönelik alçılama:

Nüksler asla ihmal edilmemelidir! Nüks saptandığı zaman ayağı germek için bir ila üç kez alçılama yapılmalı ve tekrar düzelme sağlanmalıdır. Yapılan alçı bebeklikte kullanılan Ponseti alçısının aynısıdır. Ayak düzeltildikten sonra tekrar orteze başlanır (17,39,40,49).

Dinamik supinasyon:

Bazı çocuklar dinamik supinasyonu düzeltmek amacıyla anterior tibial tendon transferine ihtiyaç duymaktadır. Bu durum daha çok 2-4 yaş arası çocuklarda görülmektedir. Tibialis anterior tendon transferi yapısal deformite olmayan sadece dinamik deformite gözlenen vakalarda düşünülmelidir. Transfer, lateral kuneiformda radyolojik olarak ossifikasyon gözlenen 30. aya kadar ertelenmelidir. Normal olarak bu ameliyat sonrasında ortez gerekmez (31,49).

Kesin olan şudur: Ponseti yöntemi ile tedavi sonrası görülen nüksler posteromedial gevşetme cerrahisi sonrası görülen nükslerden daha kolay tedavi edilebilir (17,32,35,40,49).

b) Konservatif tedavide karşılaşılan komplikasyonlar:

1. Anterior distal tibia fizindeki büyüme durması
2. Flat top talus
3. Anterior kapsül kontraktürü
4. Rocker bottom deformitesi

Anterior ayak bileği kontraktürü uzamış alçılardan sonra meydana gelir. Plantar fleksiyon kısıtlı, dorsofleksiyon normaldir.

Distal tibia fizindeki büyümede dengesizlik ve flat top talus özellikle genel anestezi altındaki fazla dorsofleksiyon zorlamalarından sonra oluşur (2,13,19,29).

2-8-2-Cerrahi Tedavi:

Yaş: Çoğu ortopedist 4-6.ayı tercih eder. Erken opere edilen çocukların ayakları daha iyi değildir, hareket kısıtlılığı ve immatür dokularda skar daha fazladır (9,29,54).

a.Yumuşak doku ameliyatları

b.Kemik ameliyatları

c.Kombine yumuşak doku-kemik-eklem ameliyatları

0-4 yaş grubuna yumuşak doku,4-8 yaş grubuna yumuşak doku kemik, 8-12 yaş grubuna kemik, 12 yaş grubuna ekleme yönelik ameliyatlar tercih edilir.

a.Yumuşak Doku Ameliyatları:

Posterior gevşetme: Ön ayak adduktusu ve supinasyonunu, topuk varusu düzeltilmeden yapılmamalıdır. Komplet posterior gevşetme; aşilin uzatılması, tibiotalar-subtalar posterior kapsülotomi, PTF (posterior talofibuler) ligaman ve kalkaneofibuler ligamanın gevşetilmesini kapsar (9,12,18,29,50).

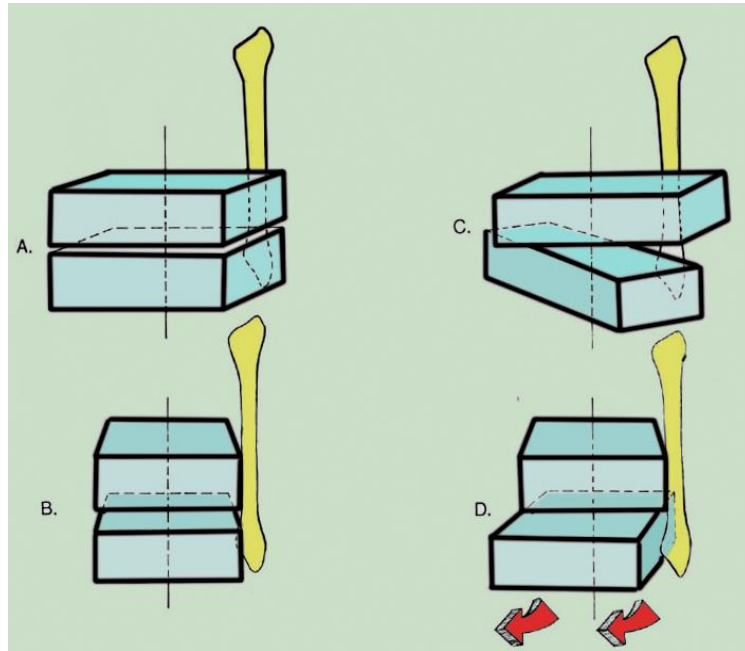
PMR (posteriomedial gevşetme): 1978 de Turco tarafından tanımlanmış ve uzun süre yaygın olarak kullanılmıştır, halen de kullanılmaktadır. Posterior medial ve subtalar bölgenin gevşetilmesini, kemiklerin realignmentını sağlar. Turco optimum yaşı 1-2 yaş arası önermiştir. Üst yaşı 6 olarak bildirmiştir. Bu yöntem yeterli nonoperatif tedavi denedikten sonra yapılmalıdır (9,12,18,29,46,50).

CSTR (Circumferential release=çepeçevre gevşetme): PMR ile PEV'deki patolojilerin tamamen redükte edilememesinden dolayı McKay ve Simons tarafından komplet subtalar gevşetme tarif edilmiştir (9,12,18,29,47,48,50) (Şekil 10). Endikasyonları:

- İlk 10 haftada konservatif tedaviye cevap vermeyen PEV olguları
- Konservatif tedaviye rağmen topuk varusunun devam etmesi
- Ayak longitudinal aksı ile bimalleolar aks arası açının 76 derecenin altında olması
- AP/Lat grafide talokalkaneal açıda paralellik görülmesi –Parsiyel subtalar gevşetmedeki başarısızlık

Tendon transferi: Hiçbir zaman başlangıç tedavisi olmamalıdır. Özel seçilmiş vakalarda yapılabilir. Majör deformiteler düzeltildikten sonra ön ayaktaki hafif supinasyonlarda yapılabilir. Bu durumda M.tibialis anteriorun yarısı laterale 2. veya 3. küneiforma nakledilir. Gartland M.tibialis posteriorun interosseöz membrandan geçirilip ayak dorsalinin ortasına naklini savunmuştur (29,31).

Ön ayağı ilgilendiren gevşetmeler: Heyman-Herndon 1958’de tarsometatarsal ve intermetatarsal gevşetme ile rezidüel ön ayak adduktusunun giderilebileceğini bildirmiştir. Bu prosedür artık tavsiye edilmemektedir, çünkü rezidüel hareket kısıtlılığı ve ağrı sıklığı fazladır.



Şekil 10: McKay tarafından öne sürülmüş kalkaneus rotasyon konsepti. Kutular düzeltilmemiş PEV’li ayakta talus (üst) ve kalkaneusun (alt) pozisyonunu gösterir. A: Vertikal aksın önündeki kalkaneus mediale deplasedir, posterior kısmı laterale deplase olmuştur ve fibula inferior sınırına kalkaneofibular bağ ile sıkıca bağlıdır. B: Posterior görüntü. Kalkaneus fibulaya kalkaneofibular bağ ile sıkıca bağlanmıştır. (C ve D) CSTR sonrası lateral ve posteriordan talus ve kalkaneusun görünümü. C: Kalkaneus fibuladan uzağa derote edilmiştir. D: Kalkaneofibular bağın kesilmesi sonrası kalkaneus posteriorunun fibuladan uzaklaşan rotasyonu.

Geniş cerrahi uygulayanlar başlangıçta şekilsel düzelmeye odaklanmışlardır. Goldner PEV’de esas patolojinin tibiotalar eklemler olduğunu düşünerek 1969’da ayak bileği eklemi- nin posterior, medial ve anterior kısmını gevşetmiştir.

Goldner burada talusun interosseöz bağ etrafında mortis içinde iç rotasyonda olduğunu düşünürken kalkaneal varusun da buna sekonder geliştiğini düşünmüştür (9,18,47,48).

b.Kemik Ameliyatları:

Metatarsal osteotomi: Rekonstruktif bir girişimdir. Berman ve Gartland ön ayağın yapısal deformitesini düzeltmek için metatars tabanlarından osteotomiyi savunmuştur.

Kalkaneal osteotomi: Dwyer tarafından popülerize edilmiştir. Kalkaneal açık kama osteotomisidir. Medialden açılan bölgeye greft konulur. Hafif aşırı düzeltme yapılmalıdır.

Triple artrodez: Ağrılı ve hareket kısıtlılığı olan büyük çocuklarda yapılan ameliyattır. Ortalama 11 yaşına kadar beklenmelidir. Erken yaşta yapılırsa ayakta kısalma ve psödoartroz oluşabilir (9,29).

c.Kombine Yumuşak Doku-Kemik-Eklem Ameliyatları:

- Lundberg tarafından anlatılan ameliyatta, 1 yaşındaki çocuklarda PMR ile birlikte yapılan kalkaneal medial açık kama osteotomisidir (29).

- Toohey ve Campell rezistan PEV'de PMR'nin tek başına yeterli olamayacağını belirterek buna distal kalkaneal osteotomi + plantar gevşetme eklemeyi savunmuştur. Burada kalkaneum dorsolateralinden kapalı kama osteotomisi yapılır. İdeal yaş 4'tür (29).

- Lichtblau; medial modifiye yumuşak doku gevşetmesi + distal kalkaneal lateral ekzizyonu yapmıştır. Bu uygulama 3-8 yaşlarında tedavisiz kalmış rijit PEV'de yapılır. Eklem rezeksiyonundan sonra oluşan fibrokartilaj yapı onun yerine geçer.

- Kalkaneokuboid eklem rezeksiyonuyla lateral kolon kısaltmasıdır. Medial modifiye gevşetme ile birlikte yapılır. Metatarsal eklem reallignmentını sağlama ameliyatıdır.

- Medial küneiform osteotomisi: Hoffman ve arkadaşları tarafından tanımlanan rezidüel ön ayak deformitesi için radikal plantar gevşetme + medial küneiform açık kama osteotomisidir (29).

2-9-KOMPLİKASYONLAR :

2-9-1-Cilde ait komplikasyonlar: Yara detersmanı, yara kenarlarının nekrozu, yara enfeksiyonu (29,54). Bunları önlemek için;

a)Preop iyi bir manipülasyonla gergin yapıların uzatılması ve açılama ile düzeltmenin idamesini sağlamak.

b)Perop cilt hooklarla manipüle edilmeli, cilt değil ciltaltı tutulmalı.

c)Açılmadan önce turnike açılıp kanama kontrolü yapılmalı.

d)Postop sirküler alçı yapılmamalı, ilk ateli bol pamuklu ve ayak bileği plantar fleksiyonda yapılmalıdır.

e)Yara kenarı nekroze olursa, granülasyon için debritleme ve gerektiğinde greftleme yapılmalı.

2-9-2-Eklemlere Ait Komplikasyonlar:

a. Ayak Bileğine Ait Komplikasyonlar:

Ekinizm deformitesi: Yetersiz posterior ayak bileği ve subtalar kapsülotomi, kalkaneofibuler bağın yetersiz gevşetilmesi, aşıl tendonunun yetersiz uzatılması (12,18,24,25,29).

Kalkaneus deformitesi: Genellikle tekrarlayan ameliyatlarda karşımıza çıkar. Ekinizm deformitesinin fazlaca düzeltilmesi ile oluşur. Uzamış aşıl tendonu kalkaneusun lineer büyümesi için gereken tansiyonu yapamaz, ayak bileği anteriora kontrakte olur ve bahsedilen deformiteyi artırır (18,24,29,50,53).

Valgus deformitesi: Sıklıkla derin deltoid ligamanın kesilmesi ile oluşur (18,24,29,50,53).

Tibia alt uç epifiz zedelenmesi: Posterior gevşetme yapılırken kapsülün dikkatsizce açılması ile oluşabilir. Bunu önlemek için öncelikle subtalar eklem açılmalıdır (29,50,53).

Plantar fleksiyonun kısıtlanması: Uzun süre alçıda maksimum dorsofleksiyonda kalması sonrasında oluşan ayak bileği anterior kapsül kontraktürü sebebiyle oluşur. Alçıda 8 haftadan fazla kalmaması gerekir (12,18,24,25,29).

b.Subtalar Ekleme Ait Komplikasyonlar:

Valgus deformitesi: Medial gevşetmeden sonra lateraldeki subtalar yapıların gevşetilmemesi sonrası oluşur.

Varus deformitesi: Medialdeki talonaviküler bağın yetersiz kesilmesi sonucu ortaya çıkar (29,50,53).

c.Proksimal Tarsal Eklemlere Ait Komplikasyonlar:

- Talonaviküler medial, lateral, dorsal subluksasyon
- Kalkaneokuboid luksasyon
- Posterior kavus deformitesi
- Medial longitudinal aksın çökmesi.

d.Tarsometatarsal Eklemlere Ait Komplikasyonlar:

- Metatarsus adduktus (PEV tedavisinde en sık görülen rezidüel deformite)
- Anterior pes kavus
- I. metatars büyüme kırırdağının zedelenmesi.

2-9-3-Kemik Komplikasyonları:

- Sustentakulum talinin kesilmesi
- Talus başının zedelenmesi
- Talus avasküler nekrozu
- Navikülerin avasküler nekrozu.

PEV SONUÇLARININ KLİNİK DEĞERLENDİRİLMESİ:

PEV sonuçlarının değerlendirilmesi ve standardize edilmesi Dimeglio tarafından yapılmıştır (15,49). Puanlandırmada aşağıdaki parametreler kullanılmaktadır:

- 1.Sagittal planda ekinizm deviasyonu: Ayak bileği hareketleri 90 ile -20 arası değerlendirilmiş, redükte edilebilirlik derecesine göre puanlandırılmıştır.
2. Frontal planda varus deviasyonu
3. Kalkaneus önayak bloğunun horizontal planda deviasyonu
4. Önayağın arka ayağa göre horizontal planda deviasyonu toplam 16 puandır.

Ayrıca posterior yarık, medial yarık, kavus, uygun olmayan kas dengesi birer puandır. Toplam olarak 20 puan eder.

Dr.Pirani 2 yaş altı ameliyat olmamış PEV vakalarında deformitenin miktarını ölçen kolay kullanılabilir skora sistemi geliştirmiştir (49). Pirani skoru 6 klinik belirtiyi derecelendirir. Bunlar :

0(normal), 0,5 (orta derecede ağır), 1(ağır) deformitedir.

Orta ayak skorunu 3 belirti oluşturur: 1.Ayak dış kenarının kıvrılması 2.Medial cilt kıvrımı 3.Talus başı örtülmesi

Arka ayak skoru: 1.Posterior cilt kıvrımı 2.Rijit ekinus 3.Boş topuk

Uluslararası Clubfoot Çalışma Grubu'nun (International Clubfoot Study Group, ICFSG) değerlendirme skalası ayağın morfolojik, fonksiyonel ve radyolojik özelliklerini içerdiği için farklı tedavi sonuçlarını değerlendirme açısından daha objektiftir (5).

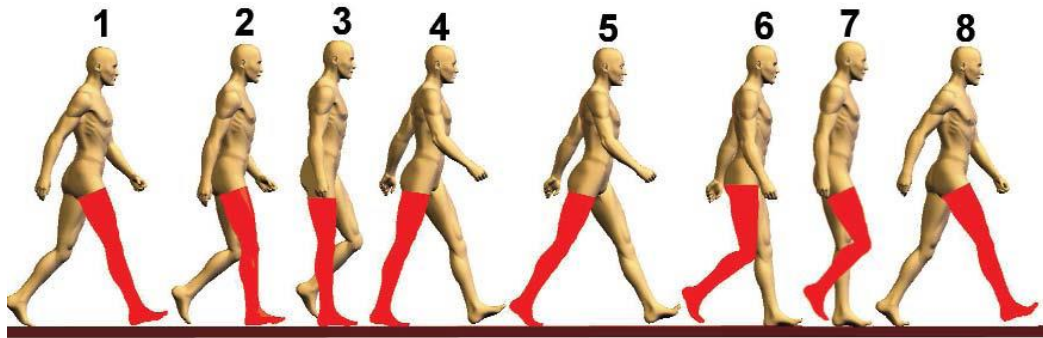
2-10-NORMAL YÜRÜME VE YÜRÜME ANALİZİ:

2-10-1-Yürümenin Tanımı:

Yürüme bir yerden bir yere gidebilmek amacıyla gövdenin ilerletilmesidir. Yürüme yaşamın çok basit bir parçası gibi görünmekle birlikte aslında son derece karmaşık bir hareketler zinciridir.

a) Yürüme Siklusu :

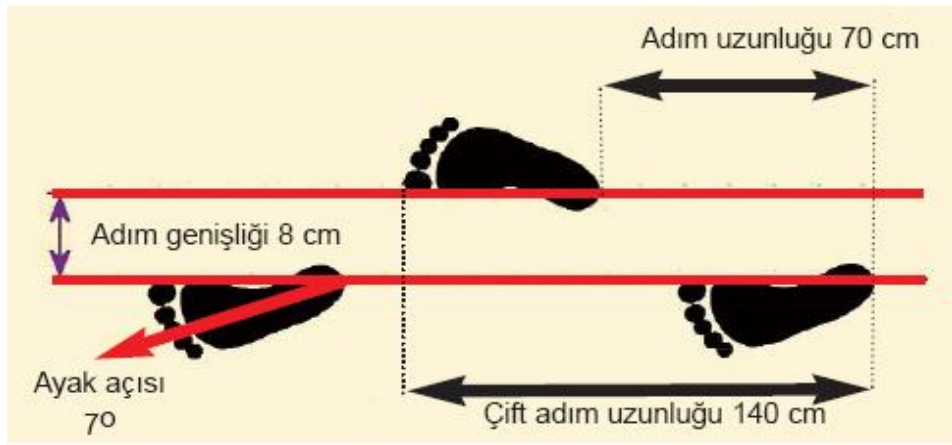
Yürürken gövdeyi öne doğru ilerletebilmek için bacaklarda bir dizi hareket oluşur ve bu hareketler sürekli tekrarlanır. Belirli bir düzenle tekrarlanan bu hareket zincirine yürüme siklusu adı verilir. İnsan yürürken önce bir bacağına öne atar, onun üzerine bastıktan sonra diğerini yerden kaldırır ve ilerletir. Yürüme siklusunda bacağın havada olduğu süre salınım (swing), yerde olduğu süre ise basma (stance) fazı olarak tanımlanır. Bu fazlar da kendi içlerinde alt gruplara ayrılır (Şekil 11) (57).



Şekil 11: Basma fazı 1- ilk değme (initial contact), 2- yüklenme (loading response), 3-basma ortası (midstance), 4- basma sonu (terminal stance) ve 5- salınım öncesi (preswing) fazları, salınım fazı ise 6- erken salınım (initial swing) 7- salınım ortası (mid-swing) ve 8- salınım sonu (terminal swing) fazları olarak alt gruplara ayrılır (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001).

b) Yürümede Hız ve Mesafe Ölçümleri :

Yürüme sırasında iki ayak arasındaki öne doğru mesafe adım uzunluğu, aynı ayağın iki topuk vuruşu arasındaki mesafe ise çift adım uzunluğu olarak tanımlanır. Yürüme bozukluklarında bazen adım uzunlukları birbirinden farklı olur. Adım genişliği iki ayak çizgisi arasındaki yana mesafedir. Topuk ortasından veya ayak bileği eklemi ortasından ölçülür. Ayak açısı gidilen yön ile ayağın ortasından geçen çizgi arasındaki açıdır (57) (Şekil 12).



Şekil 12: Yürümede mesafe ölçümleri

(Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001)

Yürüme hızı çift adım uzunluğunun dakikadaki adım sayısı (cadence) ile çarpılıp ikiye bölünmesi ile bulunur. Çift adım uzunluğunun ikiye bölünmesinin nedeni bazı durumlarda sağ ve sol adım uzunluklarının aynı olmamasıdır. Yürüme hızının birimi m/s, cm/s veya m/dk'dır. Rahat yürüme hızı, kişinin gündelik hayatta yürüdüğü hızdır.

Hız = Çift adım uzunluğu x Dakikadaki adım sayısı / 2 formülü ile hesaplanabilir. Yürüme siklusunun süresi yürüme hızına bağlıdır. Günlük hayatta rahat yürüme hızı 80 m/dk'dır. Dolayısıyla bir yürüme siklusu süresi ise 1 saniyeden biraz fazladır. Hız arttıkça çift destek fazı kısalmaya ve kaybolması ile koşma hareketi başlamış olur (57).

Her iki hasta grubunda yürüme hızı, dakikadaki adım sayısı (cadence), çift adım zamanının yüzdesi (yürüme siklusundaki yüzdesi), çift adım uzunluğu, adım genişliği değerlendirilmeye alındı.

c) Yürümede Çalışan Kas, Eklem ve Bağlar:

Yürümede insan vücudundaki toplam 306 kastan alt ekstremitelerdeki 35'er kas (ayak intrinsik kasları hariç) görev alır. Bu kaslar yaptıkları iş bakımından hızlandıran (accelerator), frenleyen (decelerator), şoku absorbe eden (amortisör) ve stabilize edenler (stabiliser) olmak üzere dörde ayrılırlar. En önemli eklemler kalça, diz ve ayak bileğidir.

Tüm bağların eklem stabilizasyonuna katkısı olmakla birlikte özellikle kalçada iliiofemoral bağ, dizde arka oblik bağ ve eklem kapsülü pasif stabilite sağlar. Bu sayede ayakta dik dururken kaslar kasılmaksızın eklemler stabil kalır.

d) Vücut Ağırlık Merkezi-VAM :

Ayakta anatomik pozisyonda duran bir insanda vücudun ağırlık merkezinin beşinci bel omurunun önünde olduğu varsayılır. Vücudun en ufak bir hareketi ile bu noktanın yeri değişir. Yerçekimi insan vücudunu etkileyerek VAM'nden yere doğru inen ağırlık kuvvet vektörünü oluşturur (57).

Yer tepkimesi kuvveti-YTK: Newton'un üçüncü kanununa göre ayakta duran insanın yerde oluşturduğu ağırlık kuvvet vektörüne yer de büyüklüğü aynı, yönü ters bir kuvvet vektörü ile karşılık verir. Buna yer tepkimesi kuvveti vektörü (YTKV) denir. Yürürken YTKV vücut ağırlığı ve hareketi sağlayan kas kuvvetlerinin bileşkesine karşı oluşur ve yürüme sırasında yönü ve büyüklüğü sürekli değişir (Şekil 14).

e) Yürümenin Ön Koşulları:

1. Denge: Ayakta dengeli dik durabilmek ve hareket sırasında dengeyi koruyabilmek gerekir.

2. İlerleme: Kas gücü ile vücudun öne doğru ilerletilmesi gerekir.

3. Şok absorpsiyonu: Ayak yere değdiğinde vücut ağırlığının neden olduğu darbeyi amortisör etkisi ile azaltmak gerekir.

4. Enerji harcamasında tutumluluk: Mümkün olan en az miktarda enerji harcaması ile en fazla ilerleme sağlamak gerekir (57).

f) Statik Dengenin Sağlanmasında Kasların Ve Bağların Rolü:

Statik dengenin kurulmasında rol oynayan üç etken gövde ağırlığı, bağ gerginliği ve kas kasılmasıdır. YTK vektörü kalça eklemine arkasından, dizin ise önünden geçer ve bu eklemleri ekstansiyona getirir (Şekil 13). Dizde arka oblik bağ, kalçada ise iliofemoral bağ adı verilen kapsül ön kısmı bu ekstansiyonu kısıtlar ve adeste gücü harcamadan pasif stabilite sağlar. Gerek ayakbileği gerekse subtalar eklemlerde bağlar pasif stabiliteye katkıda bulunmaz.

Ayrıca ayak bileği eklemi ayağın ortasında olmayıp topuğa çok daha yakındır. Önde ayağın kaldıraç kolu metatars başına kadar uzanır ve ayağın gerçek merkezi ayakbileği eklemine 5 cm önüne düşer. Bu nedenle YTK vektörünü bu noktadan geçirmek için ayakbileğinde 5 derece dorsofleksiyon gerekir. Bu dorsofleksiyon hareketini soleus kası kontrol eder.



Özetle ayakta dik duran insan vücudunda kalça ve diz eklemlerinin pasif stabilitesi sayesinde bu eklemlerde dengeyi korumak için kas aktivitesi gerekmezken ayak bileği eklemine soleus kası aktivitesi şarttır. Ayakta dik dururken dengenin sağlanmasında en önemli kas soleustur. Kişinin ayakta dik durma becerisi yürüme için ön koşul olarak kabul edilir. Çalışmamızda her üç eklem kas güçlerini değerlendirdik (57).

Şekil 13 : YTKV'nün görünümü (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001)

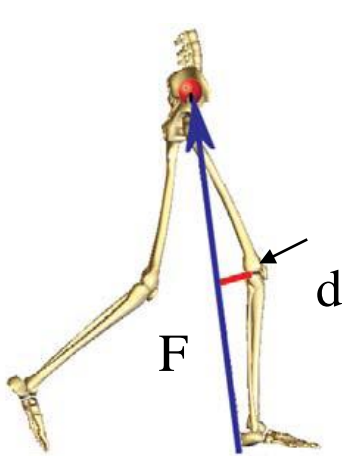
g) Dinamik Denge:

Yürüme denge ile dengesizlik dönemlerinin birbirini izlediği ritmik bir hareket zinciridir. Yürürken gövde ağırlığı arkadaki bacadan ödekine aktarılır. Aynı zamanda destek alanı merkezi (DAM) topuktan tabana ve ön ayağa doğru değişir. Yani gövde ağırlığı bir süre topukta, bir süre tabanda ve bir süre de ön ayakta taşınır. Yer tepkimesi vektörü (YTKV) yürüme boyunca sürekli yer değiştirir. YTKV basan ayağın merkezinden geçtiği anda denge sağlanır, öne doğru ilerlerken bu vektör DAM dışına düştüğünde denge yitilir.

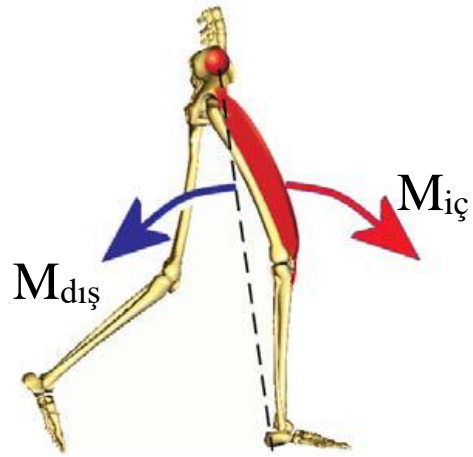
Dolayısıyla yürüme siklusu boyunca dört kez denge sağlanır: çift destek fazı, basma fazı ortası, ikinci çift destek fazı ve salınım fazı ortası. Bunlar dışındaki tüm dönemlerde YTKV ile DAM örtüşmez, dengesizlik hali vardır (57).

Dinamik dengein sağlanmasında kasların rolü:

Basma fazı başlangıcında ayak gövdenin önündedir. Bu nedenle YTKV kalçanın önüne, dizin ise arkasına düşer. Her iki eklemden de fleksiyon momenti yaratır. Bu fleksiyonu önlemek için her iki eklemin ekstansör kasları kasılırlar. Basma fazı ortasında YTKV her iki eklemin de merkezinden geçtiğinden pasif ekstansiyon oluşur. Ancak basma fazı sonunda YTKV ayak bileği ekleminin önüne geçtiğinde öne düşmeyi engelleyen plantar fleksör kasların kasılması gerekir. Basma fazı boyunca kaslar YTKV nedeniyle oluşan kalça ve dizdeki fleksiyon, ayak bileğindeki dorsofleksiyon momentini yenmek için çalışırlar (Şekil 14,15) (57).



Şekil 14: Dış moment: YTKV kalça diz ve ayak bileğini harekete zorlar (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001).



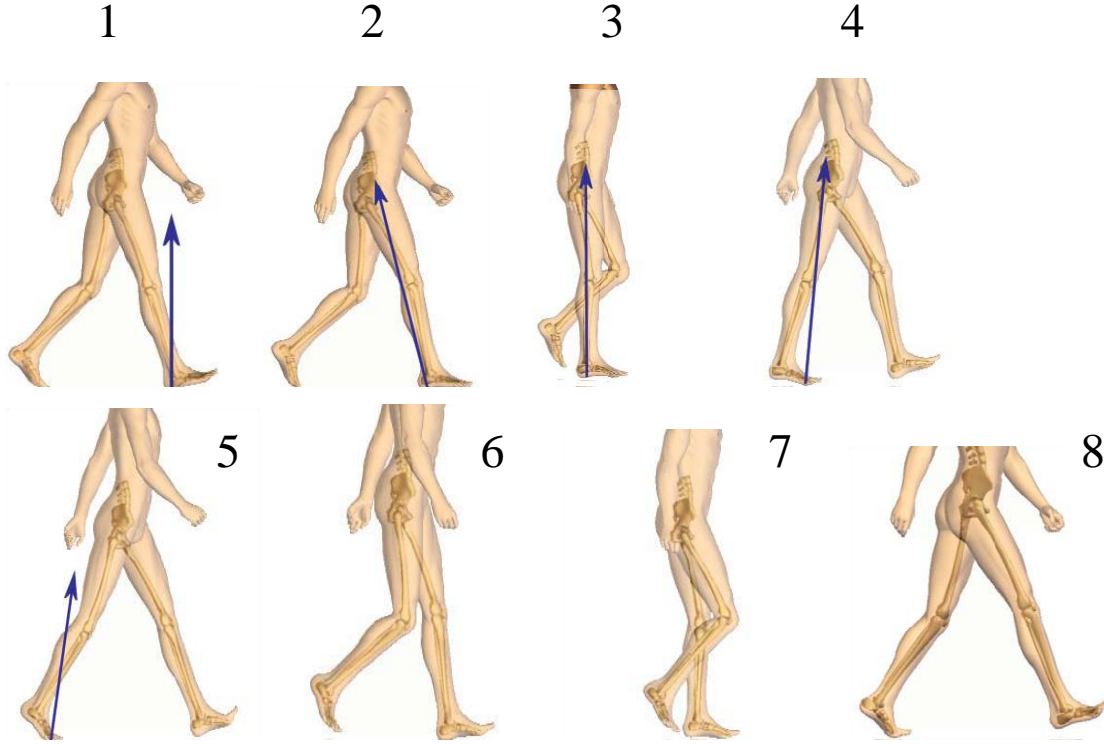
Şekil 15: Dış momente karşı koymak, stabilite veya hareket sağlamak amacıyla kas kasılınca eklemden oluşan moment iç moment (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001).

h) Vücudun ilerletilmesi:

Yürümede öne ilerlemeyi sağlayan etkenler kas kuvveti ve gövde ataletidir. Basma fazının ortasında vücut dengede olmakla birlikte gövde kendi ataletiyle öne doğru ilerlemeye devam eder ve denge bozularak vücut öne doğru düşer. Havadaki ayağın yere basıp çift destek fazı oluşmasıyla denge tekrar sağlanır. Ancak vücut öne doğru ilerlemesine devam edince denge tekrar bozularak öne doğru düşme başlar. Bu sırada topuk, ayak bileği ve önayak eklemlerinde oluşan, sallanan iskemle hareketine benzer bir dizi hareketle (rocker) ilerleme sağlanır (Şekil 16).

Bu şekilde gövde ağırlığının öne düşmesi, sallanan iskemle hareketi ile öne yönlendirilmesi ve tekrar dengein sağlanması işlemlerinin ritmik olarak tekrarlanmasıyla vücut ilerler. Bas-

ma fazı boyunca topuk, ayak bileği ve önayak seri bir biçimde gövdenin ilerlemesini sağlayan diz ekstansiyondadır.



Şekil 16: Yürüme sırasında YTKV'nin değişimleri. Basma fazı 1- ilk değme (initial contact), 2- yüklenme (loading response), 3-basma ortası (midstance), 4- basma sonu (terminal stance) ve 5- salınım öncesi (preswing) fazları, salınım fazı ise 6- erken salınım (initial swing) 7- salınım ortası (mid-swing) ve 8- salınım sonu (terminal swing) fazları (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001).

1) Vücudun İlerletilmesinde Basma Fazındaki Ayağın Hareketleri

Topukta dönme

Ayak yere değdiğinde vücut topuk üzerinden öne doğru dönmeye başlar. Bu dönemde topuk bir kaldıracın dayanak noktası gibi çalışır ve ayak bileğinde pasif plantar fleksiyon olu-

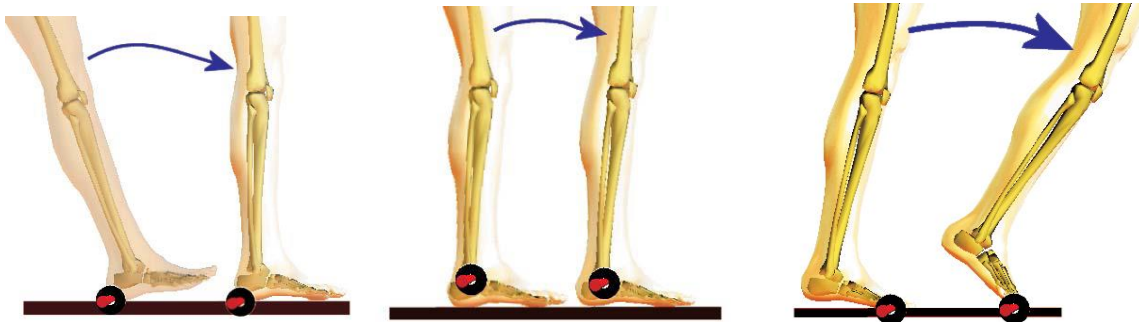
şur. Ayak bileği dorsofleksörleri kasılarak plantar fleksiyona gidişi yavaşlatırken tibiayı da öne doğru çekerler. Tibia öne doğru ilerlediğinde kuadriseps gerilerek femuru öne çeker, diz fleksiyonunu da önler. Bu sayede topuktaki dönme basan ekstremitenin tümünü iletir. (Şekil 17)

Ayak bileğinde dönme

Ayağın tamamı yere değdiğinde topukta dönme biter, ayakbileğinden dönme başlar. Ayak yerde sabit durur, YTKV ayak bileği ekleminin önüne geçer ve pasif dorsofleksiyon oluşur, ayak yerde sabit olduğu için tibia öne doğru gelir. Bu aşamada soleus kası eksantrik olarak kasılır ve tibianın öne gidişini kontrol eder (Şekil 17).

Önayakta Dönme

YTKV ön ayağa ulaştığında topuk yerden kalkar, ayak bileğindeki dönme biter, önayakta dönme başlar. VAM destek alanı merkezinin önüne düşmeye başladığında ilerleme hızlanır. Triseps kasılarak ayak bileğinde plantar fleksiyon yaratır, güçlü bir itici kuvvet sağlar. Burada artık gövde kütlesi uzun bir kaldıraç kolunun ucundaki pasif bir ağırlık gibidir ve diğer ayak yere basana kadar düşmesini önleyecek hiçbir kuvvet yoktur (Şekil 17).



Şekil 17: Yürüme sırasındaki topuk, ayak bileği ve ön ayak hareketleri (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001)

2-10-2-Yürüme Analizi:

Yürüme Analizinin Tanımı:

Yürüme analizi yürümenin sayısal olarak değerlendirilmesi, tanımlanması ve yorumlanmasıdır. Modern yürüme analizi laboratuvarlarında hastanın yürüyüşü önce gözle bakarak ve video kayıtlarıyla değerlendirilir. Daha sonra hastanın gövdesinde uygun noktalara bağla-

nan verici veya yansıtıcılar aracılığıyla hareket verileri bilgisayara aktarılır, ayrıca yere monte edilmiş bir kuvvet platformuna basarken ölçülen yer tepkimesi kuvveti değişimleri de bilgisayara yüklenir. Gelişmiş laboratuvarlarda bu verilere ek olarak dinamik elektromyografi ve enerji tüketimi ölçümleri de yapılır. Tüm bu bilgiler özel yazılımlar aracılığıyla sayısal verilere dönüştürülür. Son olarak veriler hastanın klinik durumu ile birlikte değerlendirilerek hekim tarafından yorumlanır ve rapor yazılır.

Yürüme analizinde kullanılan teknoloji çok karmaşıktır, bu alanda çalışan hekim ve biyomedikal mühendislerinin kullanılan sistemin teknik özelliklerini çok iyi bilmeleri ve elde edilen sonuçları yorumlayabilmeleri gereklidir.

Yürüme Analizinin Önemi:

Deneyimli hekimler bile yürümeyi gözle değerlendirmekte güçlük çekerler. İnsan gözü saniyede 12-14 adet görüntü algılayabildiği için yürüme sırasında milisaniyeler içinde oluşan hareketler tam olarak değerlendirilemez. Ayrıca yürüme sadece eklem hareketlerinden ibaret olmayıp gözle anlaşılacak kuvvet, moment ve kas aktivitelerini de içerir. Doğru tanı ve başarılı bir tedavi için normal yürüme bilinmeli, anormal olandan ayırt edilmeli, yürümeyi bozan ana neden ve bu nedeni kompanse etmek için yapılan hareketler anlaşılmalıdır. Bunun için yürümenin tüm bileşenlerini eksiksiz kaydedecek, sayısal veriye dönüştürecek, kıyaslamaya ve tekrar incelemeye, tedavi girişimleri sonrası veya zaman içinde oluşan değişiklikleri değerlendirmeye olanak sağlayacak sistemler gereklidir.

2-10-3-Yürüme Analizi Laboratuvarında Kullanılan Değerlendirme Yöntemleri:

I. Gözleme dayalı analiz:

Yürüyen hasta önce önden sonra her iki yandan izlenerek her ekleme ayrı ayrı bakılır. Kayıt olmaması ve vücudun birçok parçasının aynı anda hareket sırasında incelenmesi gözlemi yetersiz kılar. Bundan dolayı sağlıklı gözlem amacı ile video çekimine ihtiyaç duyulur.

Video :

Hasta yürürken önden (frontal düzlem) ve yandan (sagittal düzlem) kısa süreli çekimler yapılır. Belirli bir ekleme sorunu olan hastalarda istenirse yakın çekim yapılabilir.

Bazı sorunları yavaş çekimde veya sorunun belirgin olduğu kareleri dondurarak incelemek tanıyı kolaylaştırabilir. İstenirse monitör ekranından gönye ile veya on-screen digitizer denilen özel ölçüm aletleri ile eklem açıları da ölçülebilir.

II. Kinematik analiz:

Hareketi oluşturan kuvvetleri dikkate almadan yalnızca hareketin incelenmesine kinematik analiz denir. Kinematik analiz sırasında gövdenin, leğen kemiklerinin, bacakların ve ayakların her üç düzlemdeki pozisyonu, eklem açıları, lineer ve açısal hız ve ivmeleri ölçülerek sayısal veri olarak kaydedilir.

Yürüme siklusu boyunca sürekli değişen eklem açılarını kaydedebilmek için vücudun belirli noktalarına işaret cihazları (marker) yerleştirilir. Vücuduna işaret cihazları yerleştirilen kişi kameraların görüş alanındaki önceden belirlenmiş bir yol boyunca yürütülür (Şekil 18).



Şekil 18: Hastanın yürüme analizi sırasındaki görüntüsü

İşaret cihazları sinyal alan, yansıtan veya gönderen tipte olabilir. Sinyal alıcılar kızılötesi ışınları algıladığı anı bilgisayara bildirir. Parlak yansıtıcı bantlar kameranın altına yerleştirilen kızılötesi ışık kaynağından gelen ışınları kameraya geri yansıtırlar. Vericiler belirli zaman aralıklarında ışık saçan ampullerdir. Bu cihazlardan gelen sinyal özel kameralar veya alıcılar aracılığıyla izlenir ve bilgisayarda geliştirilmiş yazılımlarla işlenir. Bu işlem sonucunda yürüme siklusu boyunca her eklemin üç hareket planındaki açıları hesaplanır.

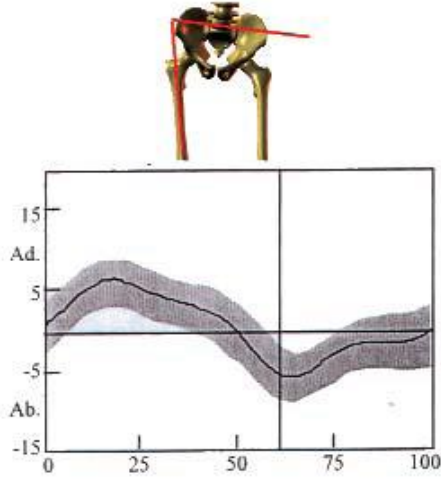
Hareketin üç boyutlu olarak kaydedilebilmesi için eşzamanlı çalışan en az iki kamera gereklidir. Kameranın görüş alanı kısıtlı olduğundan yürürken hızla yer değiştiren insan, kısa sürede kameranın görüş alanından çıkar. Bu nedenle tüm yürüme alanını incelemek amacıyla en az 5 kamera kullanılır. İnceleme öncesi kameralar kalibrasyon denilen işlemle ayarlanmalıdır. Bu sayede yerleştirilmiş olan işaretlerin üç boyutlu yerleri düzgün şekilde belirlenir.

Kameralar saniyede yalnızca 25 ila 30 resim alabilen video kameralar yerine saniyede 60 ila 240 resim alan dijital kameralar ya da saniyede 800 kayıt alabilen kızıl ötesi ışına du-

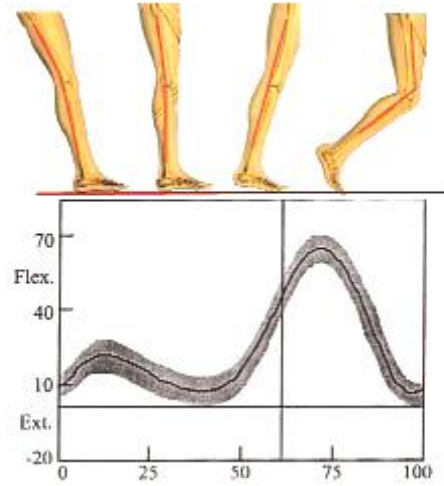
yarlı alıcılar kullanılır. Kinematik analiz sonucu elde edilen normal hareket değerleri frontal, sagittal ve transvers düzlemlerde grafik olarak çizdirilir (Şekil 19,20,21,22).

İşaret cihazlarının sinyalleri bilgisayara aktarılır, bilgisayar sinyalin yer değiştirmesini ve dolayısıyla eklem açısındaki değişikliği hesaplar.

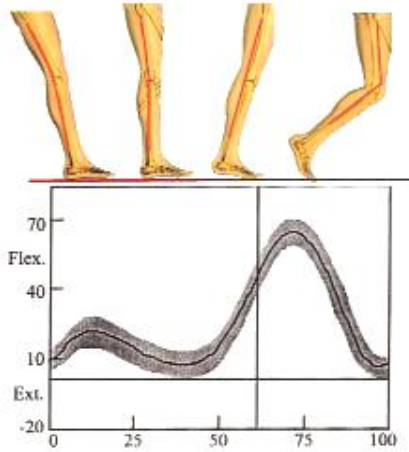
Bir zaman biriminden diğer zaman birimine olan yer değişiminden hız, hız değişiminden ise ivme hesaplanabilir.



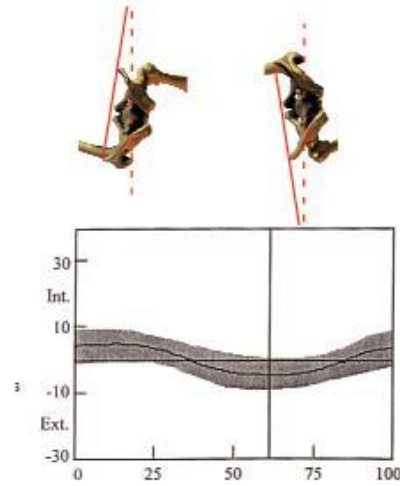
Şekil 19: Frontal düzlem kalça hareketi



Şekil 20 : Sagittal düzlem diz hareketi



Şekil 21 : Sagittal düzlem kalça hareketi



Şekil 22 : Transvers düzlem pelvis hareketi

III.Kinetik analiz:

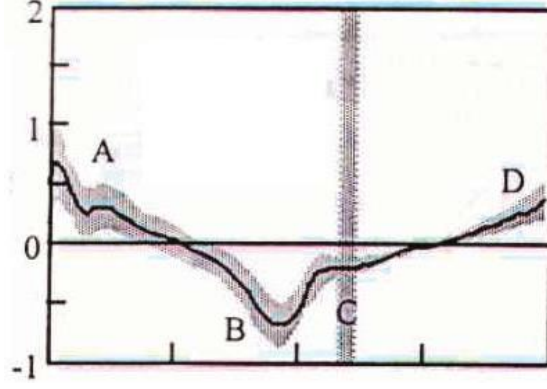
Hareketi oluşturan kuvvetlerin (yer tepkimesi kuvvetleri, eklem momentleri, eklem güçleri) incelenmesidir. Kinetik analizde ölçülebilen tek veri yer tepkimesi kuvveti vektörü-

dür (YTKV). YTKV kuvvet platformu denilen (Force plate) ve ayağın yere uyguladığı toplam kuvveti ölçen basınca duyarlı plakalarla ölçülür. Bu ölçüme dayanarak bilgisayar ortamında link segment denilen bir biomekanik modelleme ve invers dinamik denilen hesaplama yöntemi ile kalça, diz ve ayak bileği eklemindeki moment ve güçler hesaplanır.

Kuvvet platformları ayağın yere basması ile vücut ağırlığının oluşturduğu kuvveti ölçen basınca duyarlı plakalara verilen isimdir. Bu plakalara yerleştirilen transdüser ile yüzeye binen yükün üç düzlemdeki bileşenleri ölçülür. İki platform olan sistemlerde platformların yerleşimleri uygun şekilde düzenlenerek tek geçişte iki ayağın verileri de toplanabilir. Ölçülen kuvvet vektörü, yürüme siklüsü x eksenini, kuvvet y ekseninde olacak şekilde grafikler ile gösterilir (Şekil 23). Vertikal yüklenme bu grafide çift hörgüç paternini gösterir. İlk çıkış yüklenme vücut ağırlığının etkisi ile gerçekleşir. Basma fazı ortasında vücut, basan ayak üzerinden öne doğru ilerlerken vertikal bileşende düşüş gözlenir. Basma fazı sonunda ise vücut öne doğru ilerlerken tekrar artış görülür.

Kuvvet platformları kinematik sistemlerle birlikte kullanıldığında ayak bileği, diz ve kalçaya etki eden momentler ve eklemlerde oluşan güçler hesaplanabilir. Oluşan kuvvetleri hesaplamak için link segment modeli denen bir modelleme ile invers dinamik denilen bir analiz yöntemi kullanılır. Link segment modelinde vücudun uyluk, baldır, ayak gibi her segmentinin bağımsız kitlesi ve hareketi olduğu varsayılır. Daha sonra invers dinamik uygulaması için kuvvet platformundan elde edilen yer tepkime kuvveti ve momentler, alt ekstremitenin tüm segmentlerinin pozisyon, hız ve hızlanma verileri ve antropometrik veriler bilgisayar ortamında bir araya getirilir. Ölçülen yer tepkime kuvvetinin oluşturduğu dış momentlere göre de iç momentler hesaplanır .



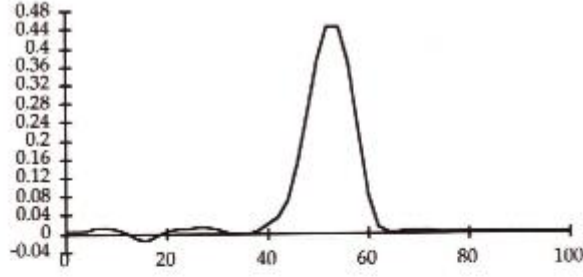


Şekil 23: Sagittal düzlemdeki kalça momenti

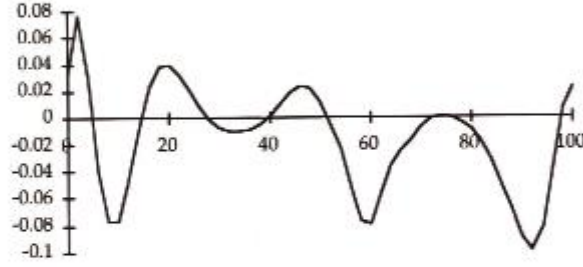
(Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001)

Moment ve Güçler:

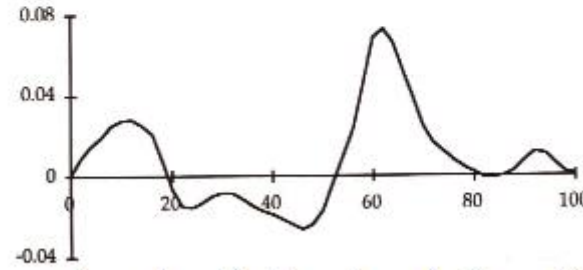
Ayakbileği, kalça ve diz eklemleri için sagittal, frontal ve transvers düzlemlerde ayrı ayrı momentler hesaplanır. Dış moment YTKV'nin eklemden oluşturduğu momenttir. Eklem çevresindeki kaslar bu momente karşı koymak için kasılır ve bir iç moment oluştururlar (Şekil 14,15). Bu iki momentin birbirini dengelediği durumlarda eklem dinamik bir denge halindedir ve hareket oluşmadığından iş yapılmaz, güç yoktur. Güç (power) bir eklem etrafında kasılan kasların enerjiyi üretme veya absorbe etme hızı olarak tanımlanır. Eklem açısal hızın eklemdeki momentle çarpımından oluşur. Kaslar ekzantrik olarak kasıldıklarında güç absorbe ederler (power absorption) ve güç grafiği negatiftir. Konsantrik olarak kasıldıklarında ise güç üretirler (power generation) ve güç grafiği pozitiftir. İzometrik kasılma esnasında eklemden hareket olmadığından güç üretilmez veya absorbe edilir (Şekil 24).



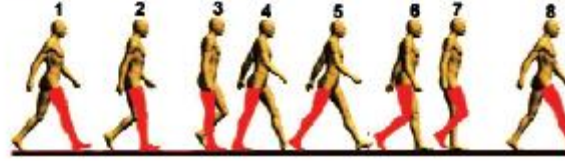
Ayak Bileği Eklem Gücü



Diz Eklemi Gücü



Kalça Eklemi Gücü



Şekil 24 : Ayak bileği, diz ve kalça eklem güçleri: Pozitif değerler güç üretimini, negatif değerler güç absorpsiyonunu gösterir (Yalçın S, Özaras N. Yürüme Analizi. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001).

IV: Dinamik Pedobarografi (Yürümede ayak basınç ölçümleri):

Özellikle diabetik nöropati ve ayak deformitelerinde tabandaki basınç dağılımının değerlendirilmesinde kullanılır. Ayaktaki her cm^2 'ye düşen basıncın N/m^2 (pascal) olarak ölçülür. Ayağın bölgeleri : 1)Lateral topuk, 2)Medial topuk, 3)Lateral orta ayak, 4)Orta ayak, 5)Lateral ön ayak, 6)Orta ön ayak, 7)Medial ön ayak, 8)2-5.parmaklar, 9)Başparmak.

V. Dinamik Elektromyografi:

Kasların çalışması genelde gözle değerlendirilemediğinden kasın işleyişi elektromyografi yoluyla incelenir. Hareket sırasında alınan elektromyografi (EMG) kayıtları ile kasın elektriksel aktivitesi ölçülür.

VI. Enerji Tüketiminin Hesaplanması:

Yürümede enerji hızlanma, frenleme ve şok absorpsiyonu için harcanır. Şok absorpsiyonu ve frenleme için 8 birim, hızlanma için ise 5 birim enerji tüketilmektedir. Normal yürüme esnasında enerji tüketimi 10.5 kilojul/dk olup çok hesaplı bir süreçtir. Bu değer otururken veya ayakta dik dururken harcanan değer olan 6.3 kilojul/dk'nın iki katından azdır. Ancak hastalıklar nedeni ile yürümenin bozulması bu enerji tüketimini belirgin olarak artırır.

3-HASTALAR ve YÖNTEM :

3-1-Hastalar ve Yöntem :

İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 1992-2005 yılları arasında çift taraflı veya tek taraflı idiopatik pes ekinovarus (PEV) deformitesi olan cerrahi ve Ponseti yöntemi ile tedavi edilen iki grup hasta değerlendirmeye alındı. Hastaların sağlam tarafları değerlendirmeye alınmadı. İki hasta grubu sağlıklı ayakların oluşturduğu kontrol (K) grubu ile karşılaştırıldı.

Birinci grubu (Ponseti,P) oluşturan 8 hastanın çift tarafı, 2 hastanın sol tarafı, 5 hastanın sağ tarafı kliniğimizde Ponseti yöntemi ile tedavi edildi. Ortalama takip süresi 5 yıldır. Ortalama yaşları 7.27 ± 0.8 yıldır. Maksimum yaş 9, minimum yaş ise 6 idi. Hastalardan 12'si erkek, 3'ü kız çocuğuydu. Hastaların 5'i kompleks PEV deformiteli, 4'ü tedavi edilmemiş PEV deformiteliydi (3.aydan sonra başvurmuş). Hastaların 3 hastaya tedavi sonrası dinamik deformite oluşması sebebiyle tibialis anterior (TA) tendon transferi yapıldı.

İkinci grubu (Cerrahi,C) oluşturan 14 hastanın çift tarafı, 7 hastanın sağ tarafı, 2 hastanın ise sol tarafına kliniğimizde geniş cerrahi gevşetme yapıldı. Ortalama takip süresi 8 yıldır. Ortalama yaşları 10 ± 2.5 'du. Maksimum yaş 14, minimum yaş ise 6 idi. Hastaların 15'i erkek, 8'i kız çocuğuydu. Hastaların 5'i ihmal edilmiş PEV, 10'u dirençli PEV (konservatif tedaviye yanıt vermeyen), 4'ü nüks PEV, 4'ü iatrojenik deformiteli PEV hastalarıydı. Hastaların 10'u CSTR (complete subtalar release=çepeçevre gevşetme), 11'i PMR (posteromedial release) ile, 3'ü PR (posterior release) ile tedavi edildi.

Üçüncü grup (K grubu) sağlıklı ayaklara sahip 19 çocuktan oluşmaktaydı. Çocukların 4'ü kız, 15'i erkekti. Ortalama yaşları 8 ± 1.7 yıldır. Maksimum yaş 10, minimum yaş 5'dir.

Postop hastalarda Pirani'nin skorlama sistemini kullanmadım sadece ponseti yöntemi uyguladığımız hastalarda alçı öncesi ve alçı sonrası değerlendirmede kullandım (41).

ICFSG (International Clubfoot Surgery Group) ve Bensahel – Dimeglio 'nun PEV sonuçlarını değerlendirme skalaları, daha objektif ve diğer sınıflamalardan daha kapsamlı olması nedeniyle, sonuçlarımızı bu yönteme göre klinik olarak değerlendirdik (5,15).

Olgularımızın yürüme özellikleri yüksek hızlı (100 ps) 6 kamera ve 2 kuvvet platformundan (Kistler) oluşan 3 boyutlu hareket analiz sistemi ile belirlenmiştir (Elite System,BTS S.P.A,Milan,İtalya)(57). Olgularımızın hareket analizi Davis protokolü ile değerlendirilmiştir. Olgularımızın yürüme ile ilgili parametreleri 15 metrelik yürüme yolu üzerinde kendi iste-

dikleri hızda yürümelerine izin verilerek tespit edilmiştir. Olgularımız 15m'lik yürüme yolunun başından yürümeye başlamışlar ve yürüme yolunun ortasına denk gelen 4 metrelik bölümde değerlendirilmiştir, böylece hızlarını alıp stabil bir yürüme hızına ulaşmaları sağlanmıştır. Her bir olgunun en az 3 tekrarlı yürüyüşlerinden ayak bileği hareketlerinin maksimum olduğu, anlamsız 0 değerinin en az olduğu normale en yakın yürüyüşü seçildi. Hastaların yürüme analizleri sonucunda:

1) Zaman ve uzaklık parametreleri:

- Yürüme hızı (m/saniye)
- Dakikadaki adım sayısı
- Çift adım zamanının yüzdesi (% adım)
- Çift adım uzunluğu (mm)
- Adım genişliği (mm)

2) Kinematik parametreleri:

- Pelvik oblikite
- Pelvik tilt
- Pelvik rotasyonu
- Kalça fleksiyon-ekstansiyonu
- Kalça abdüksiyon- addüksiyonu
- Kalça rotasyonu
- Diz fleksiyon- ekstansiyonu
- Ayak bileği dorsofleksiyon- plantarfleksiyonu
- Ayak progresyon açısı

3) Kinetik parametreler:

- Kalça fleksiyon ekstansiyon momenti
- Diz fleksiyon ekstansiyon momenti
- Ayak bileği dorsofleksiyon- plantar fleksiyon momenti
- Kalça eklemi gücü
- Diz eklemi gücü
- Ayak bileği eklemi gücü

4) Kuvvet parametreleri:

- Ayak önü-ayak arkası kuvveti
- Medial - lateral kuvvet
- Vertikal kuvvet
- Anterior posterior kuvvet parametreleri değerlendirildi.

Grupların karşılaştırılmasında öncelikle One Way testi ile gruplardaki değişkenlerin homojenitesine bakıldı ve grupların homojen olmadığı görüldü. Bunun üzerine nonparametrik Kruskall Wallis varyans analiz testi kullanıldı. Anlamli bulunan değişkenlerin ileri analizi için Post-Hoc LSD testi uygulandı.

3-2-TEKNİK:

Geniş cerrahi gevşetmeler tekniğine uygun olarak yapıldı (9,46,47,48).

Ponseti yönteminde hemen tüm olgularda alçı olarak semirijit sentetik alçı (Soft Cast, 3M) kullanıldı. Alçı daima dizüstü olarak uygulandı. Aileye dolaşım kontrolü konusunda bilgi verildi ve şüpheli bir durumda alçıyı çıkarması söylendi. Alçı değişimleri arası 5 ya da 7 gündü. Alçı daima yenisinin uygulamasından hemen önce çıkarıldı. Toplam alçı sayısı ortalama 7 idi. Tüm hastalara son alçı çıkarıldıktan sonra tabanı düz, içten çektirmeli, burnu açık, bileği saran pes ekinovarus botlarının 60-70° dış rotasyon ve 15° dorsofleksiyonda, omuz genişliğindeki Denis Browne ateline monte edilmesiyle elde edilen ayak abduksiyon ortezi verildi. 3 ay günde 23 saat, 3 yıl sadece geceleri takılması söylendi (17,49).

Pes Ekinovarus'lu Hasta İlk Değerlendirme Formu (modif. 20031128)

I. KAYIT BİLGİLERİ

Adı soyadı:		Doğum Tarihi:		Bugünün Tarihi:	
Adres:		Anne/Baba adı:		Cinsiyeti:	Kız Erkek
Posta Kodu:		Mesleği:			
Şehir:		Telefon:		Cep Tel:	
		Çocuk Doktoru:		Ortopedist:	

II. ÖYKÜ

Hamilelik:
Doğum:
Doğum sonrası:
Aile öyküsü:
Bugüne kadar gördüğü tedavi:

III. MUAYENE

GENEL:
ORTOPEDİK:
Omurga:
Kalçalar:
Üst ekstremiteler:
Alt ekstremiteler:

- İdiopatik Nonidiopatik
 Erken (<3ay) Geç(>3ay) Dirençli (Konservatif tedaviye yanıt vermeyen)
 Sekonder (iatrojenik) deforme
 Fotoğraf dokümantasyonu

Pes Ekinovarus Değerlendirme Formu

İsim _____ Tarih _____ R L Bil

Doğum Tarihi _____ Telefon: () - _____ () - _____

İdiopatik Nonidiopatik FOTO: İlk Son
 Erken (<3ay) Geç(>3ay) Dirençli İatrojenik deformite

Alçı sayısı () DBB başlangıç tarihi: _____ Cihaza uyum: Evet Hayır

Komplikasyonlar Yok Rocker sole Maserasyon Abrazyon
 Bül Ciltte soyulma Dekubitus Motor kesigi
 Alçı intoleransı/çıkartma Diğer

↓Op. Tarihi - Op: Yok Aşil tenotomisi Açık aşiloplasti/post gevşetme
() PMR T.A. tendon nakli Diğer

Dimeglio/Bensahel

1. Ekinizm	Puan	R L	3. CFF derotasyonu	Puan	R L	5-8 için: var =1 yok= 0	R L
P.fleksiyon 45°-90°	4		Supinasyon 45°-90°	4		5. Posterior kıvrım	
P.fleksiyon 20°-45°	3		Supinasyon 20°-45°	3		6. Medial kıvrım	
P.fleksiyon 0°-20°	2		Supinasyon 0°-20°	2		7. Kavus	
D.fleksiyon 20°-0°	1		Pronasyon 20°-0°	1		8. Anormal kas	
D.fleksiyon >20°	0		Pronasyon >20°	0			
3. Topuk varusu			4. Ayakönü add.				
Varus 45°-90°	4		Adduktus 45°-90°	4		Toplam skor/Tip	
Varus 20°-45°	3		Adduktus 20°-45°	3		Tip I: 0-5 puan	
Varus 0°-20°	2		Adduktus 0°-20°	2		Tip IIa: 6-10 puan	
Valgus 20°-0°	1		Abduktus 20°-0°	1		Tip IIb: 11-15 puan	
Valgus >20°	0		Abduktus >20°	0		Tip III: 16-20 puan	

Catterall/Pirani (Normal 0 puan; En anormal 1 puan)

Topuk kontraktürü	R L	Ayak ortası kontraktürü	R L
a. Posterior kıvrım 0 0.5 1		a. Lateral kenar eğriliği 0 0.5 1	
b. Topuk boşluğu 0 0.5 1		b. Medial kıvrım 0 0.5 1	
c. Ekinizm 0 0.5 1		c. Talus başı laterali 0 0.5 1	
Topuk skoru R: L:		Ayak ortası skoru R: L:	
Toplam Skor R: L:			

Eklemler Laksitesi: Çocuk Anne Baba

Memnuniyet:

Eğer çocuğunuz hayatının kalanını ayağının şu andaki durumu ile yaşarsa bu konuda nasıl hissederdiniz?	Çok tatminkar	Tatminkar	Nötral	Pek iyi değil	Hiç iyi değil
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------	-----------	--------	---------------	---------------

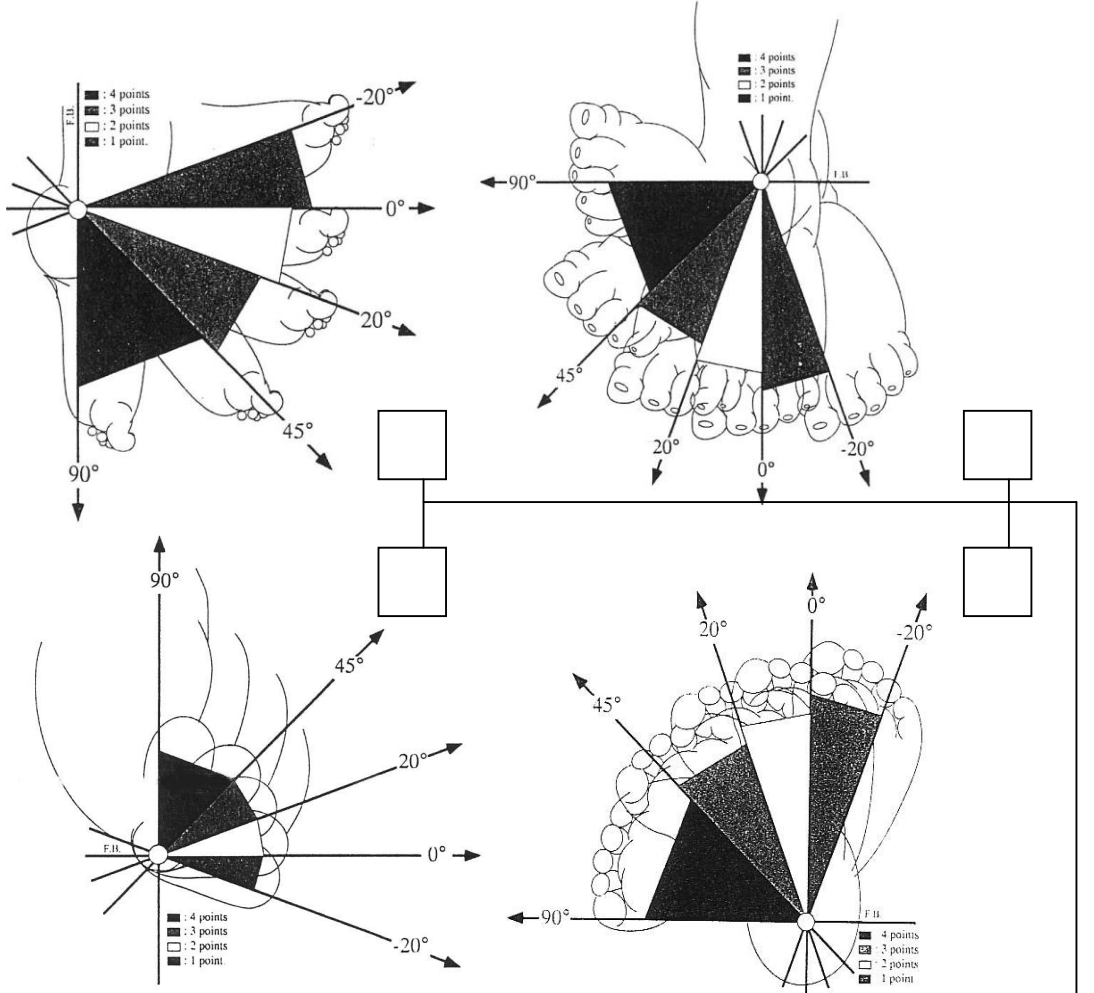
PEV SINIFLAMASI

Dimeglio Sınıflaması

Hastanın Adı, Soyadı:

Tarih:

1. Asıl Parametreler: Hafifçe düzeltme uygulayarak bakın ve kaydedin



2. Yardımcı Parametreler

- Posterior kıvrım 1 puan
- Medial kıvrım 1 puan
- Cavus 1 puan
- Kasların durumu kötü ise 1 puan

3. Grade

Skor	Grade
0 - 4	I
5 - 9	II
10 - 14	III
15 - 20	IV

Toplam Skor

Grade

1)ICFSG* Pes Ekinovarus Sonuç Değerlendirme Formu

Hastanın Adı, Soyadı:

I. Morfolojik Değerlendirme	Skor		
A. Topuk			
1. Varus veya valgus	0	1 (10°)	2 (>10°)
2. Ekinizm veya kalkaneus	0	1 (10°)	2 (>10°)
B. Ayak ortası			
1. Supinasyon veya pronasyon	0	1 (10°)	2 (>10°)
2. Adduksiyon veya abduksiyon	0	1 (10°)	2 (>10°)
C. Ayağın global dizilimi			
1. Rotasyon: medial veya lateral (uyluk/diz ayak açısı)	0	1 (10°)	2 (>10°)
2. Pes kavus veya düztaban	0	1 (10°)	2 (>10°)
II. Fonksiyonel değerlendirme	Skor		
A. Pasif hareket:			
1. Ayak bileği			
i. Dorsifleksiyon	0	1 (0°)	2 (negatif)
ii. Plantar fleksiyon	0	1 (10°)	2 (0° veya -)
2. Subtalar varus-valgus (Flexible/stiff)	0	1	
3. Midtarsal eklem hareketi (Flexible/stiff)	0	1	
B. Kas fonksiyonu			
	Normal	Orta	İleri
Jones sınıflaması	(5,4)	(3)	(2,1,0)
1. Triceps surae	0	1	2
2. Parmak fleksorları	0	1	2
3. Extensorlar	0	1	2
4. Anterior tibial tendon	0	1	2
5. Extensor Hallucis Longus	0	1	2
6. Posterior tibial tendon	0	1	2
7. Peroneal tendon	0	1	2
8. Flexor Hallucis Longus	0	1	2
C. Dinamik fonksiyon			
1. Yürüme			
i. Intoeing (medial rotasyon)	0	1 (10°)	2 (>10°)
ii Kalkaneus	0	1 (10°)	2 (>10°)
iii Ekinizm	0	1 (10°)	2 (>10°)
iv. Dinamik supinasyon	0	1 (10°)	2 (>10°)
v. Aksama	0	1	
vi. Koşabilme	1	0	
vii. Zıplayabilme	1	0	
2. Ayakkabı aşınması / özel ayakkabı	0	1	
3. Topuklara basarak veya parmak ucunda yürüme	Evet 0	Hayır 1	
D. Ağrı			
1. Ağrı yok	0		
2. Aktivite ile ağrı	1		
3. Spor yapınca ağrı	2		
4. Devamlı	3		

*International Clubfoot Study Group

3-3-BULGULAR:

Hastaların klinik olarak değerlendirilmesinde Pes Ekinovarus Sonuç Değerlendirme Skoru (ICFSG) P grubunda ortalama 3.30 ± 0.7 , C grubunda ise 5.16 ± 1.4 idi. Dimeglia/Bensahel Değerlendirme Skoru P grubunda 3 ± 0.7 , C grubunda ise 4 ± 1.8 bulundu.

C grubunda CSTR yapılan bilateral PEV'li hastalardan 1'inde sağda flat top talus saptandı. Buna sekonder olarak tibia distal epifizi talusa paralel şekilde deforme idi ve bu tarafta parmak ucu yürüyüşü vardı. Sol tarafta rezidüel varus deformitesi için medial kolon uzatma, lateral kolon kısaltma ameliyatı yapıldı. Sol kalça hiperabduksiyonda yürüyordu. Tekrar operasyonu planlandı. C grubundan 1 hastada talus avasküler nekrozu oluştu. Bu hastada aynı zamanda aşırı düzelme (overcorrection) vardı. Topuk ve parmak ucu yürüyüşü yapamıyordu. Aktivite sırasında ağrısı vardı. İki hastada aşırı düzelme vardı. Üç hastada subtalar hareket yoktu. Subtalar eklem hareketleri kısıtlı olan 5 hastada ağrı şikayeti vardı. CSTR yapılan bir hastada topukta nekroz oluştu. Plantarfleksiyonu olmayan bu hastada subtalar hareket %50'ydı. Yürüme esnasında talus mediale deviye oluyordu. Birinci metatarsa yük veremiyordu ve ayak lateral röntgeninde talusta vertikalleşme vardı. Kalkaneal osteotomi yapılan hastalardan 2 tanesinde eklem laksitesi vardı ve bunların her ikisinde de postop subtalar eklem hareket kısıtlılığı oluştu. İki hastada postop pes planovalgus deformitesi oluştu. CSTR yapılan bir hastada ameliyattan sonra oluşan kavovarus deformitesi sebebiyle midtarsal osteotomi yapıldı. Bu hastada aynı zamanda internal tibial torsiyon mevcuttu.

Ponseti grubundaki grubundaki hastalardan 10'unda ayak önü dinamik supinasyon deformitesi vardı ve bunlardan 4 hastaya TA (tibialis anterior) tendon transferi yapıldı. Dört hastada internal tibial torsiyon deformitesi vardı. İki hastadaki ayak önü rezidüel deformitesi için operasyon planlandı. Üç hastada kalça iç rotasyonu 40° , dış rotasyonu 80° idi. 10 hastanın tek şikayeti çabuk yorulmaydı. İki hastada aynı zamanda kalça displazisi de mevcuttu.

Her üç grup arasında yaşları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. ($p=0.001$ $p<0.05$). İleri analizde P grubu ile C grubu ve C grubu ile K grubu arasında anlamlı fark bulunmuştur. C grubu yaş ortalaması diğerlerinden yüksekti.

Tablo 1- Yürüme Uzaklık-Zaman Grafiği

	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	P	P Grupları		
	1 (Ponseti,P)	2 (Cerrahi,C)	3 (Kontrol,K)		p 1-2	p 1-3	p 2-3
Yürüme Hızı(m/sec)	0.71±0.16	0.84±0.19	0.94±0.23	0.022*	0.057	0.03*	0.137
Dakikadaki Adım Sayısı	115.9±16.92	115.78±14.06	119.9±16.19	0.54	0.097	0.47	0.41
Çift Adım Zamanı Yüzdesi (adım %)	14.33±2.6	12.95±2.82	9.87±1.61	<0.001*	0.264	0.0007*	0.0007*
Çift Adım Uzunluğu(mm)	735.8±116.8	874.06±167.9	935.9±151.5	0.001*	0.011*	0.001*	0.27
Adım Genişliği(mm)	151.2±34.35	149.08±35.7	138±30.13	0.602	0.85	0.28	0.31

(*) p< 0.05 anlamlı fark

Hastaların zaman-uzaklık parametrelerinde yürüme hızı, çift adım zaman yüzdesi, çift adım uzunluğu verilerinde Kruskal- Wallis testine göre p< 0.05 olduğu için her üç grup arasında anlamlı fark bulundu. Anlamlı olan değişkenler için Post Hoc LSD testi yapıldı. Bunun sonucunda yürüme hızı 1.grup (Ponseti,P) ile 3.grup (Kontrol,K) arasında, 2. grup (Cerrahi,C) ile 3.grup (K grubu) arasında anlamlı fark bulundu. K grubunun ortalama ve standart sapması hasta gruplarından yüksekti.

Dakikadaki adım sayısında gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı (p> 0.05).

Çift adım zamanı her üç grup arasında anlamlı olarak farklı bulundu (p< 0.05).

P grubu ile K grubu arasında ve C grubu ile K grubu arasında anlamlı fark bulundu. P grubu ile C grubu arasında anlamlı fark bulunmadı (p> 0.05). Ortalama ve standart sapmalarına bakıldığında çift adım zamanı K grubunda diğer iki gruptan kısaydı.

Çift adım uzunluğunda gruplar arasında anlamlı fark vardı (p< 0.05). İleri analizde P ve K grubu arasında, P grubu ile C grubu arasında anlamlı fark bulundu. K grubunun ortalaması diğer iki gruptan yüksekti. C grubunun ortalaması P grubundan yüksekti.

Adım genişliğinde gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı (p>0.05 anlamlı değil).

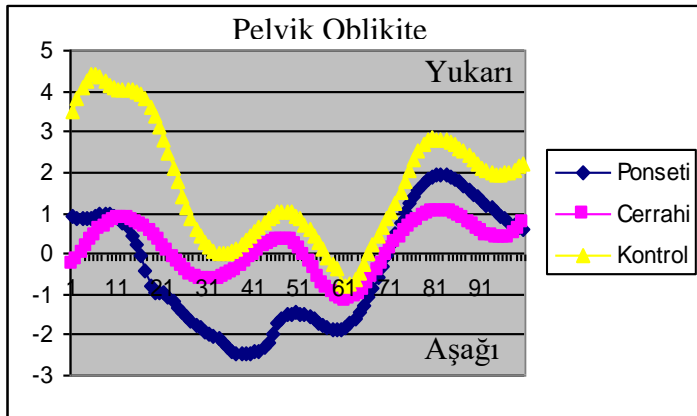
Tablo 2- Kinematik

	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	P	P Grupları		
	P(1)	C(2)	K(3)		p 1-2	p 1-3	p 2-3
Pelvis Oblikite	3.55±4.04	4.19±4.05	4.38±5.91	0.75	0.63	0.54	0.84
Pelvik Tilt	11.95±5.37	12.80±5.55	12.1±7.05	0.61	0.61	0.92	0.62
Pelvik Rotasyon	9.69±10.48	7.44±6.29	8.25±5.40	0.56	0.24	0.46	0.61
Kalça Abd-Add	3.24±8.73	1.85±6.89	1.08±5.69	0.62	0.46	0.26	0.62
Kalça Fleks-Ekstan.	36.89±10.69	37.6±8.13	33.64±12.38	0.07	0.80	0.26	0.09
Kalça Rotasyon	1.56±8.69	1.29±10.93	1.71±14.77	0.58	0.40	0.34	0.88
Diz Fleks-Ekstan.	62.40±8.56	63.25±9.16	61.25±9.18	0.50	0.73	0.65	0.33
Ayak Bileği Dorsoflex.	13.95±6.41	13.02±6.94	19.08±15.64	0.15	0.75	0.09	0.017
Ayak Progresyon Açısı	5.41±8.49	4.85±9.23	4.76±6.02	0.83	0.80	0.77	0.95

Kinematik parametrelerde üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).

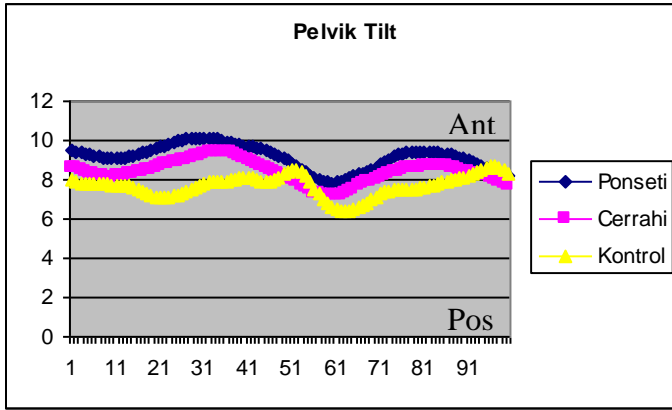
Hastaların ortalama değerlerinin grafiklerinde:

-Pelvik oblikite: Basma (stance) fazın başında C ve P grupta pelvisin yukarı hareketi K gruba göre daha azdı. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.



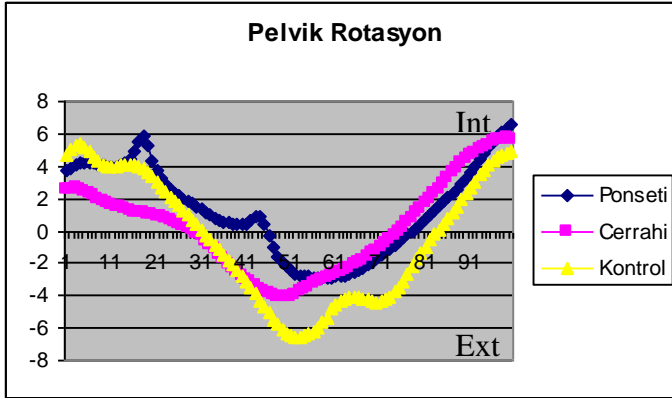
Grafik 1

-Pelvik tilt: C grubunda basma (stance) fazı ortasında hafif bir anterior tilt vardı.



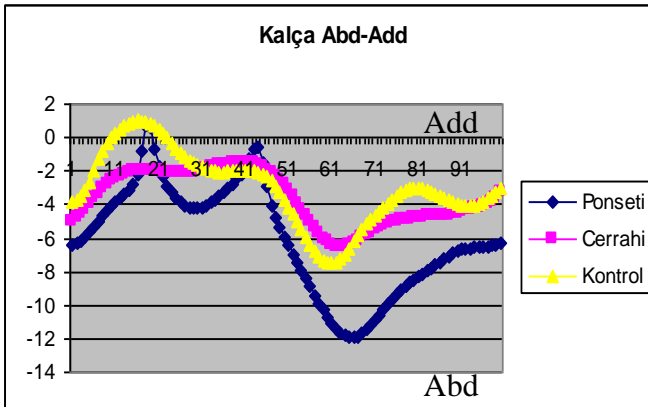
Grafik 2

-Pelvik rotasyon: P grubunda salınım (swing) fazı sonunda pelviste iç rotasyon artışı mevcuttu.



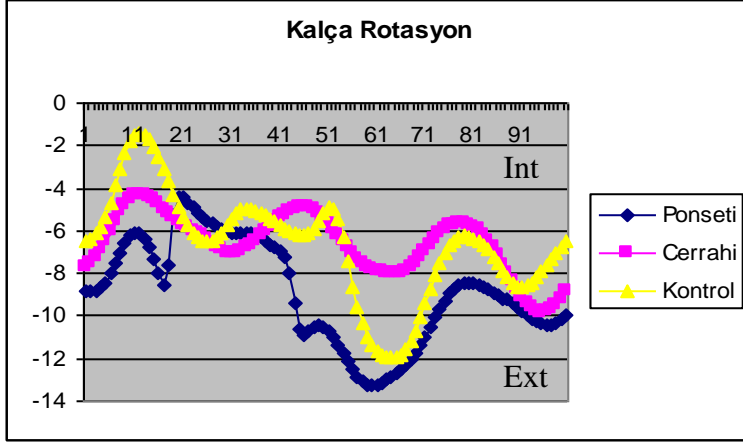
Grafik 3

-Kalça abduksiyon-adduksiyonu: P ve C grubunun her ikisinde normal gruba göre kalça abduksiyondaydı. Özellikle P grubunda salınım fazı başında kalçadaki abduksiyon miktarı K grubundan fazlaydı. C grubunda ise yürüyüş boyunca abduksiyon hakimiyeti vardı.



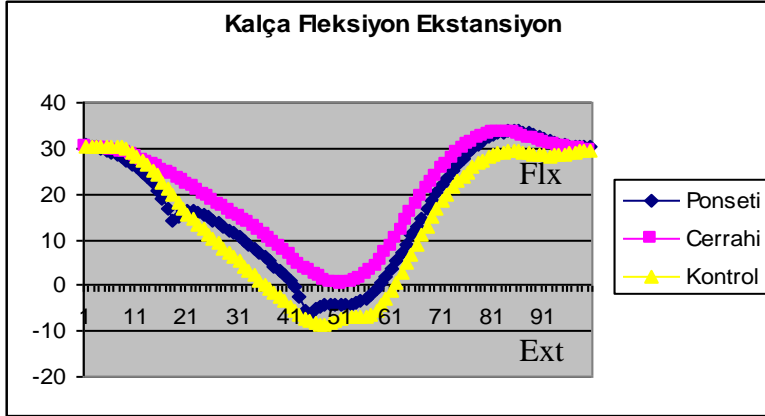
Grafik 4

- *Kalça rotasyonu:* İstatiksel olarak grupların kalça rotasyonları arasında anlamlı fark bulunmadığı görüldü. Grafiğe baktığımızda her iki hasta grubunda stance fazın başında kalça iç rotasyonda azalma mevcuttu. Salınım fazı sırasında P grubunda kalçada dış rotasyon hakimiyeti, cerrahi grupta ise daha çok iç rotasyon hakimiyeti vardı.



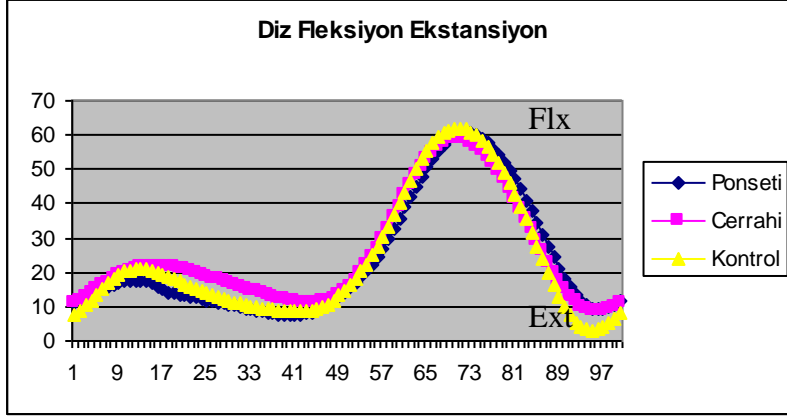
Grafik 5

- Kalça fleksiyon-ekstansiyonu:* Cerrahi grupta basma fazı sonunda maksimum kalça ekstansiyonu azalmıştı. P grubunda bu azalma minimaldi.



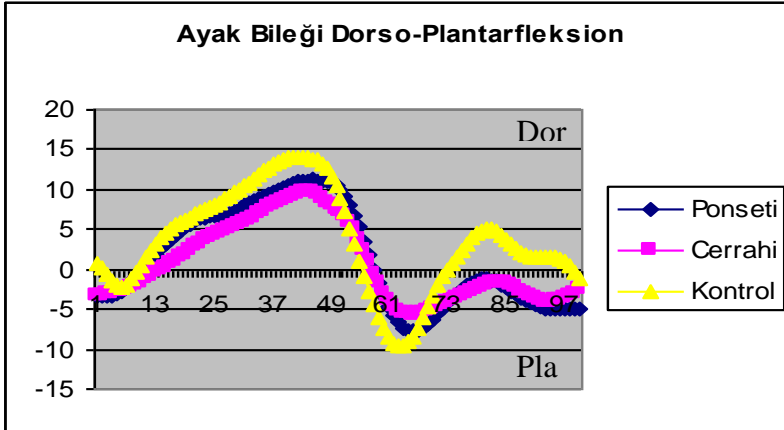
Grafik 6

- *Diz fleksiyon-ekstansiyonu*: Cerrahi grupta maksimum diz ekstansiyonu azalmıştı.



Grafik 7

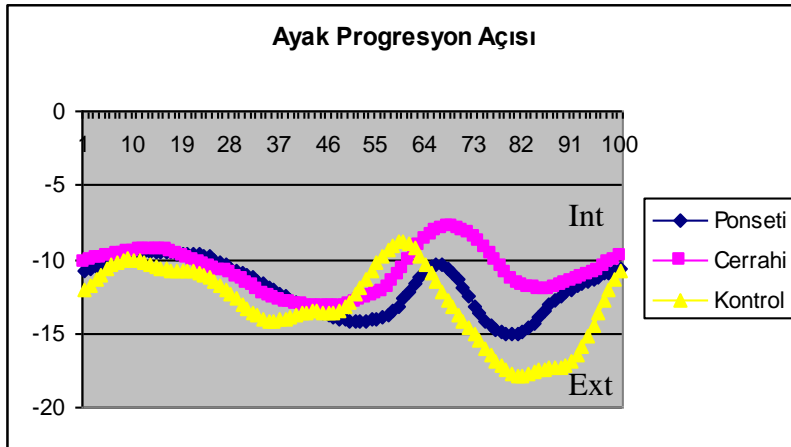
- *Ayak bileği dorsofleksiyon-plantarfleksiyonu*: Maksimum ayak bileği dorsofleksiyonu normal, ancak C grubunda alt sınırdıydı. Değme (initial contact) fazında C ve P gruplarında plantar fleksiyon azalmıştı. Salınım fazında C ve P grubunda plantarfleksiyon hakimiyeti vardı, ayak nötrale gelmiyordu.



Grafik 8

- *Ayak progresyon açısı*: P grubunda basma fazı sonunda internal progresyon açısı azalmıştı.

Salınım fazda ise P ve C grupta dış rotasyon değeri azalmıştı.



Grafik 9

Tablo 3- Kinetik

	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	Ort±Std Sapma	P	P Grupları		
	P (1)	C (2)	K (3)		p 1-2	p 1-3	p 2-3
Kalça Fleksiyon Ekstansiyon Moment	10.15±6.06	26.41±28.84	13.87±8.7	0.018*	0.008*	0.55	0.01*
Diz Fleks-Ekst Momenti	3.84±2.65	14.3±22.51	7.94±5.28	0.03*	0.026*	0.40	0.09
Ayak Bileği Dorso-Plantarflex. Momenti	15.80±8.47	30.72±40.33	22.29±14.51	0.23	0.083	0.45	0.21
Kalça Eklem Gücü	90.01±300	43.96±61.77	23.36±25.23	0.18	0.25	0.11	0.52
Diz Eklemi Gücü	7.82±5.26	38.85±66.21	24.50±19.18	0.001*	0.03*	0.24	0.20
Ayak Bileği Gücü	31.46±20.02	49.95±60.92	78.45±62.57	0.002*	0.27	0.01*	0.04*
Ön Arka Ayak Kuvvet Piki 1	27.07±13.24	42±31.40	36.25±26.02	0.65	0.19	0.44	0.53
F Ön Arka Ayak Kuvvet Piki 2	27.8±8.84	48.08±37.98	34.36±19.10	0.39	0.08	0.56	0.159
Mediolateral Kuvvet Piki 1	20.29±5.47	24.58±13.71	19.27±9.69	0.39	0.36	0.83	0.17
M Mediolateral Kuvvet Piki 2	7.55±6.85	16.79±19.37	6.57±7.64	0.17	0.15	0.88	0.062
Vertikal Kuvvet Piki 1	224.9±51.9	297.11±110.7	268.4±108.3	0.28	0.099	0.33	0.40
Vertikal Kuvvet Piki 2	227.48±54.33	337.15±196.8	227.33±91.19	0.28	0.063	0.99	0.027
Anterior Posterior Pik 1	429.9±76.03	459.2±154.6	474.88±104.5	0.48	0.58	0.41	0.71
Anterior Posterior Pik 2	303.8±150.9	253.05±152.6	278.58±160.2	0.72	0.43	0.69	0.63

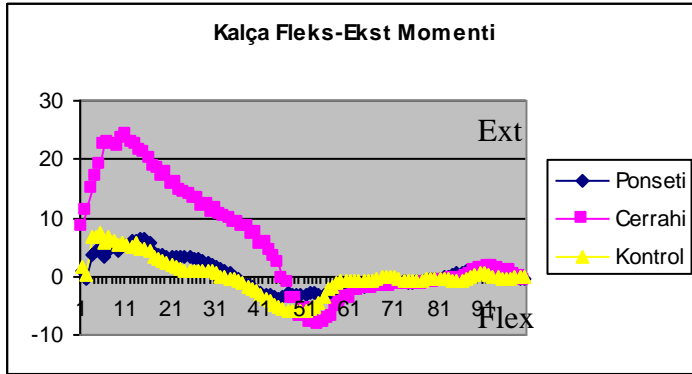
(*) p< 0.05 anlamlı fark

Kinetik parametrelerde kalça fleksiyon ekstansiyon momenti, diz momenti, diz eklemi gücü ve ayak bileği eklemi gücünde her üç grup arasında anlamlı fark bulundu. Post Hoc LSD testi sonrasında:

- *Kalça fleksiyon ekstansiyon momenti:* P grubu ile C grubu arasında, C grubu ile K grubu arasında anlamlı fark bulundu. P grubu ile K grubu arasında anlamlı fark bulunmadı.
- *Diz fleksiyon ekstansiyon momenti:* Sadece P grubu ile C grubu arasında anlamlı fark bulundu.
- *Diz eklemi gücü:* P grubu ile C grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. C grubunun ortalaması P grubundan fazlaydı.
- *Ayak bileği eklemi gücü:* P ile K grubu arasında, C ile K grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu. P ve C gruplarının kas gücü K grubuna göre azalmıştı.

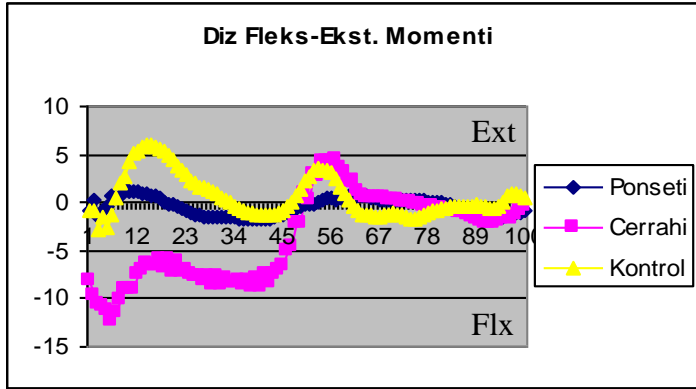
Hasta ayakların ortalamalarının oluşturduğu grafiklerde:

-*Kalça fleksiyon ekstansiyon momenti:* C grubunda basma fazının başında maksimum ekstansiyon momenti artmıştı. P grubunda ise basma fazının sonunda maksimum fleksiyon momenti azalmıştı.



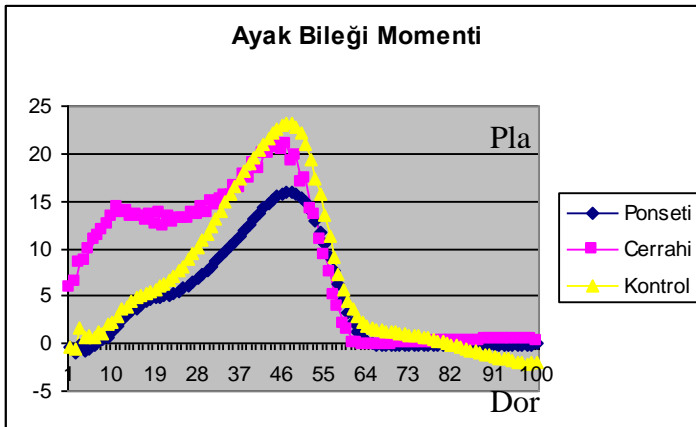
Grafik 10

-Diz fleksiyon-ekstansiyon momenti: C grubunda basma fazının başındaki ekstansiyon tepesi yoktu.



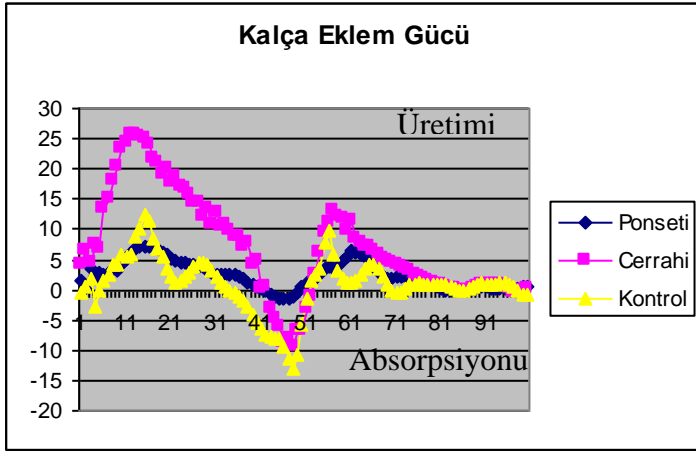
Grafik 11

-Ayak bileği dorsofleksiyon-plantarfleksiyon momenti: Basma fazının başında C grubunda plantarfleksiyon momenti artmıştı. C grubunda ayrıca plantarfleksiyon erken başlamıştı.



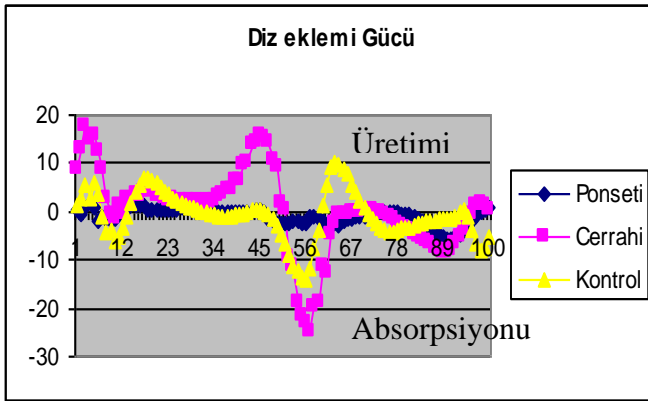
Grafik 12

- *Kalça eklemi gücü*: C grubunda güç absorpsiyonu (power absorption) artmış, P grubunda ise azalmıştı.



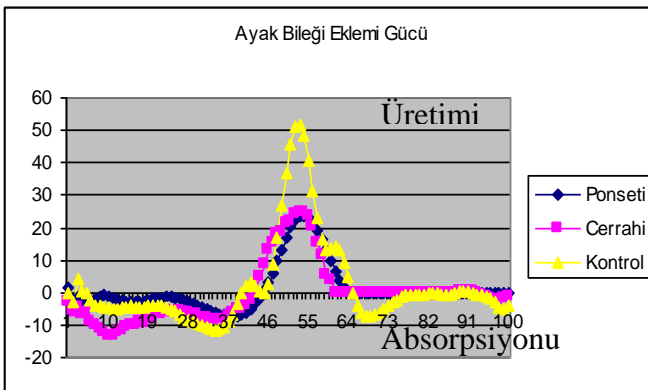
Grafik 13

-*Diz eklemi gücü*: C grubunda fleksör kas gücü hakimiyeti mevcuttu.



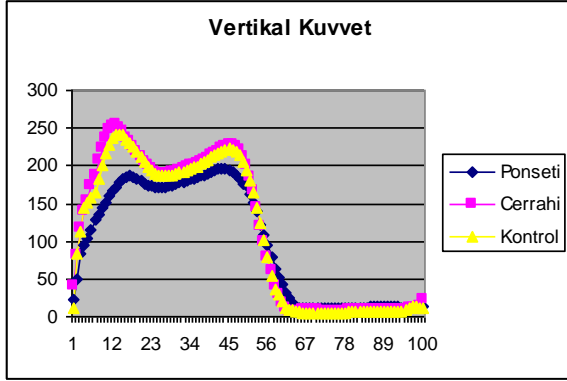
Grafik 14

-*Ayak bileği eklemi gücü*: Grafiğinde C ve P grubunda maksimum güç üretimi (power generation) azalmıştı. C grubunda güç absorpsiyonu (power absorption) artmıştı.



Grafik 15

Kuvvet momentleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Hasta ortalamalarının oluşturduğu yürüyüş sırasındaki vertikal kuvvet grafiğinde P grubunda 1.tepe olan şok absorpsiyonu ve 2.tepe olan itme fazının her ikisi de azalmıştı.



Grafik 16

4-TARTIŞMA :

Yaptığımız çalışmaya hem çift taraflı hem de tek taraflı vakaları dahil ettik. Böylece homojen olmayan bir grup elde ettik. Tek taraflı vakalarda sağlam karşı taraf PEV'li ekstremitenin yürüme parametrelerini değiştirebilmektedir. Karol ve arkadaşları, unilateral clubfoot'lu (PEV) çocuklarda kinematik ve kinetiği incelemişler ve karşı taraf alt ekstremitte, clubfoot'lu taraftaki hareket yetersizliğini kompanse etmiş olabileceği sonucuna varmışlardır (21). Olgu sayısının yetersizliği sebebiyle istatistiksel hesaplamada her bir ayağı bir olgu olarak kabul ettik.

Grupların hasta yaşları arasında homojen olmayan bir dağılım mevcuttu. C grubu yaş ortalaması P ve K grubundan fazlaydı. Bunun sebebi kliniğimizde 1998 yılından sonra Ponseti yönteminin tekniğine uygun olarak yapılması sonucunda cerrahi tedavi ihtiyacının giderek azalması, buna paralel olarak cerrahi hastalarının yaş ortalamasının artmasıydı. Nitekim C grubunun yaş ortalaması 10 ± 2 yıl (en geç vaka 1998), P grubunun ise 7 ± 0.8 yıldı. Ayrıca yürüme analizi sırasında vücuda yapıştırılan elektrodların birbirine yakın olmaması için çocuğun boyunun minimum 6 yaşın normal persantilinde olması gerekirdi.

Bir tedaviye başlamadan önce o deformitenin öncelikle klinik değerlendirmesini yapmak gerekir. Değişik zamanlarda çok sayıda cerrah tarafından çeşitli skorlama yöntemleri kullanılmıştır. Aronson ve Puskarich değerlendirmesinde esas olarak ayak morfolojisini ve kasların değerlendirilmesini göz önüne almıştır (2). Burada radyografik değerlendirme klinik değerlendirmeden daha önemliydi. Bu araştırmacılar ayrıca yürüme karakterini ve spor yapabilme kabiliyetini de göz önüne almıştır.

Laaveg ve Ponseti sonuçları 100 puan üzerinden değerlendirmiştir. Bu puanların %80'i yürüme analizine, ağrı durumuna, ve hastaların tatmin seviyesine göredir. %20'si ayak fonksiyonuna ayrılmıştır (32).

McKay ayağı 180 puan üzerinden değerlendirmiştir. Özellikle kas güçleri ve ayak mobilitesini dikkate almıştır (29,34).

Magone ve arkadaşları sonuçları 160 puan üzerinden değerlendirmiştir. Otuzdokuz puanı fonksiyonel değerlendirmeydir. Yürüme ve ağrı ön planda göz önüne alınmıştır. Seringe ve Atia sonuçları 100 puan üzerinden değerlendirmiştir. 61 puan statik değerlendirme, 39 puanı fonksiyonel değerlendirmedir (29). Carroll 20 puan üzerinden değerlendirmiş ve radyografik çalışmayı göz önünde bulundurmuştur (9). Geleneksel radyografiler çocuklarda ossifikasyon yetersizliği sonucu güvenilir sonuçlar veremiyordu. Bu nedenle değerlendirme için ideal bir yöntem değildir (21). ICFSG, Dimeglio/Bensahel

değerlendirme skalaları ayağın morfolojisi, pasif eklem hareket aralığı, kas fonksiyonu ve dinamik fonksiyon açısından diğer skalalardan iyi olmasına rağmen yanıltıcı ve yetersiz olabilir. Ayaktaki deformiteler özerk deformiteler değildir, birbirlerine sekonder gelişirler (52). Hangi deformitenin primer olduğunu hangisinin dinamik deformite olduğunu klinik olarak anlamak hayli zordur. Centel çocuklarda yumuşak doku/kemik oranının maksimum olduğunu, bu nedenle sadece klinik görünüşe göre karar verilen tedavi şeklinin yanlış olduğunu belirtmişlerdir (12,21). Dinamik muayeneler çocuğun o günkü performansına göre değişmektedir. Ağrı gibi şikayetler de subjektiftir. Sayısal veriler klinik muayeneyi objektif bir bilimsel temele oturtur.

Cooper ve Dietz, Ponseti'nin olgularının ortalama 30 yıllık izlemde fonksiyonel ve klinik sonuçlarını incelemişlerdir (13). Çok kapsamlı bir analizi içeren bu çalışmada %78 oranında mükemmel ve iyi sonuç saptamışlardır. Bu oran, sonuçları karşılaştırmak için oluşturdukları, doğuştan ayak deformitesi olmayan kişilerden oluşan kontrol grubunda %85 olarak bulunmuştur. Sonuca etkili olabilmesi açısından sadece hastalara sedanter bir meslek edinmelerinin ve aşırı kilo almaktan kaçınmalarının önerilmesini belirtmişlerdir.

Ponseti yönteminde tekniğe uyulması koşuluyla ağır deformitelerde bile özellikle ilk 2-3 alçıdan sonra hızlı bir yanıt alındığı gözlenmiştir (7,8,17,36). Bu nedenle, operatif tedavi sonuçlarının aksine, Ponseti yöntemi ile tedavide deformitenin ağırlık derecesinin belirlenmesinin, sağlanacak düzelme açısından prognostik bir değeri görülmemiştir. Ancak, deformite komponentlerinin değerlendirilmesi, tedavinin izlenmesi ve eğitim açısından sınıflamanın faydaları yadsınamaz. Sınıflamanın uzun izlemdeki prognostik değerini zaman gösterecektir. Sonuçlar, PEV kinematikiğini ve patolojik anatomisini dikkate almadan yapılan konservatif tedaviler sonrasında tedaviye yanıt vermeyen olguların 'dirençli' olarak nitelenmesinin bilimsel olmayan yapay bir sınıflandırma olduğunu düşündürmektedir. Ponseti grubundaki fleksibl rezidüel deformitenin gece ateli kullanılmamasına bağlı olabilir (28).

Her iki grupta klinik olarak kas atrofisi vardı. Bu hastalığın kendisine bağlı olabilir veya Ponseti grubunda total perkütan aşılotomi, C grubunda ise aşıloplastisi olabilir. Ayak bileği güç grafiği buna paralel özelliktedir.

Subtalar eklem fonksiyonel mobilitesi özellikle klinik değerlendirmede PEV tedavisinde anahtar faktördür. Subtalar eklem iki ana fonksiyonu vardır: 1)Ayağın yere teması sırasında zeminin ayağa yansıttığı basıncı absorbe etmek, 2)Yürüme esnasında dengeyi sağlamak. Bu kuvvetlerin absorpsiyonu topuğun yere temasından hemen sonra oluşan kısa pronasyon hareketiyle olur (20,23).

Geniş cerrahi gevşetme yapılan hastaların uzun dönem sonuçlarında subtalar eklem hareketinin kısıtlandığı görülmüştür (23). Bu da ayak ve ayak bileğinin fonksiyonel anatomisini olumsuz yönde etkilemiştir. C grubu hastalarında aktivite sırasında veya ayakta fazla kalınca ağrıya sebep olmaktadır. Subtalar eklem hareketinin azalması uzun dönemde sadece ayak bileğini etkilemekle kalmaz tüm alt ekstremitenin mekanik aksını bozarak diğer eklemlerde de deformasyonlara sebep olabilir. Bu sebeple hangi tedavi olursa olsun öncelikle subtalar ve ayak bileği eklem hareketi korunmalıdır. C grubundaki hastalarda revizyon ameliyatları sonuçları daha da kötüleştirilmektedir (4). P grubunda ise subtalar eklem mobilitesinde kısıtlılık olmadığı için ağrı şikayetleri minimaldi. Bu grupta çabuk yorulma gibi subjektif şikayetleri vardı. Bunun sebebi ise P grubunda hem hastalığın kendisine bağlı hem de aşılotomiye bağlı kas zayıflığı olabilir. Ayrıca tedavi süresi uzadıkça alçı içinde immobilizasyona bağlı olarak atrofi miktarı artabilir. Alçılama sırasında dizin fleksiyonda olması plantar fleksör kasları (biartiküler olduğu için özellikle gastroknemius) gevşeteceği için kasın boyu kısa kalacaktır, dolayısıyla momenti azalacaktır. Bunun üstüne perkütan aşılotomiyle primer plantar fleksörler yapışma yerinden tamamen kesilince o kas grubunun tekrar güçlenme şansı azalacaktır. C grubunda, belkide aşıl gerektiği kadar uzatılabilse kas kuvvetinde P grubu kadar azalma olmayabilir. Muhtemelen aşıl fazla uzatıldığı için plantar kas gücü azalmakta ve push-off yetersiz olmaktadır.

Yürüme analizinde öncelikle yürümenin uzaklık zaman parametrelerine bakıldı. Yürüme hızı, çift adım zaman yüzdesi, çift adım uzunluğu gruplar arasında anlamlı olarak farklı bulundu.

$Hız = \text{çift adım uzunluğu} \times \text{dakikadaki adım sayısı} / 2$ formülü ile hesaplanabilir. En hızlı yürüyen grup kontrol grubuydu. Hızı etkileyen faktörlerden çift adım uzunluğu hastanın yaşına ve ekstremitte kas gücüne bağlı olabilir. Kasları ne kadar güçlü olursa adımını o kadar uzağa atabilir. Burda yaş ortalaması yüksek olan C grubu ile muhtemelen kas gücü fazla olan K grubu arasında anlamlı fark olmaması, yürüme hızında yaş ve kas gücünün rol oynadığını bize göstermiş olabilir. P grubunun yürüme hızı en az olduğuna göre (yaş ortalaması K grubuna yakın olmasına rağmen) kas gücü en az olan grup P grubu olabilir. Ancak P grubundaki hastaları C grubu ile yaş açısından uygun duruma geldiğinde tekrarlanacak ölçümler ile bu sorunun cevabı elde edilebilecektir.

Dakikadaki adım sayısı adım uzunluğundan bağımsız olabileceği için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

Çift adım zaman yüzdesi gruplar arasında anlamlı olarak farklı çıktı. Çift adım zaman yüzdesi en kısa olan K grubuydu.

Adım uzunluğu yürüme bozukluklarında bazen birbirinden farklı olabilir. Bu yüzden hız formülünde adım uzunluğu ikiye bölünmüştür (57). Tıpkı yürüme hızında olduğu gibi P grubu ile K grubu arasında K grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark vardı. Literatürde geniş cerrahi gevşetme yapılan hastalar ile sağlıklı kontrol grubu arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Muratlı ve ark. bilateral posterior gevşetme yapılan hastaları yürüme analizlerinde yürüme hızı, dakikadaki adım sayısı, çift adım uzunluğunu daha az bulmalarına rağmen istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlar ve bunu vaka sayısının yetersizliğine bağlamışlardır (37).

Kinematik verilerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. Bunun sebebi vaka sayımızın az olması, homojen olmaması, tek taraf PEV'li hastalarda karşı tarafın hasta tarafı kompanse etmiş olması olabilir. Karol ve arkadaşları da karşı tarafın alt ekstremitte, clubfoot'lu taraftaki hareket yetersizliğini kompanse etmiş olabilir şeklinde yorumlamışlardır. Nitekim çalışmanın başında her bir hastayı farklı bir olgu olarak değerlendirdiğimizde, grafiklerde görülse bile istatistiksel olarak anlamlı değişkenlerin sayısı daha azdı. Her PEV'li ayağı ayrı ayrı farklı bir olgu olarak kabul ettiğimizde olgu sayımız artmış ve bunun sonucunda istatistiksel olarak anlamlı değişkenlerin sayısı artmıştı.

Hastaların yürüyüşlerinin ortalamalarının oluşturduğu grafiklerde, gruplar arasında pelvik oblikitede istatistiksel anlamlı fark yoktu. Grafikte stance fazın başında hem C grubunda hem de P grubunda yukarı yönde pelvik oblikitede azalma vardı. Bunun sebebi YTKV'nün kalçanın önünde olduğundan kalçanın stabilitesini sağlamak için gluteus maximus ve hamstringler kasılır. Normalde bu fazda kalça 30° fleksiyonda, diz tam ekstansiyonda, ayak bileği nötral pozisyonda, ayak supinasyondadır; fakat, burada ayak bileği dorsofleksörleri yeteri güçte kasılmazlarsa ayaktaki dönme noktası topukta değil orta ayakta olacak, bu da kaldıraç kolunun uzunluğunu arttıracak için YTKV'nün kalçada oluşturduğu fleksör dış momentini arttıracak, gluteus maximus ve hamstringlerin kalçayı stabilize edebilmek için daha fazla bir güçte kasılması gerekecektir. Bu da karşı taraf pelvisi daha fazla yukarı çeke-meyecektir. Bu sırada dış momentin kalçayı fleksiyona getirmesi ve hamstringlerin kasılması dizi de fleksiyona zorlayacaktır.

Pelvik tilt istatistiksel olarak anlamlı olmasa da grafiklerde C ve P grubunda K grubuna göre stance fazın başında ve ortasında anterior tiltte artış vardı (özellikle P grubunda). Ayak bileğindeki ilk değme fazındaki dorsofleksiyon kısıtlılığı cerrahi grupta posteriodaki

yapışıklıklara bağlı ROM (range of motion) azalması, P grubunda ise yine ROM azalması veya dorsofleksör kasların güç kaybına bağlı olabilir. Bunun sonucunda kalçada fleksör dış moment artışına bağlı anterior pelvik tiltte artış olur. Muratlı ve ark. göre alt ekstremit eklemler kinematik parametrelerinden; pelvis frontal plan hareket genişliği (pelvik tilt) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Pelvik rotasyon stance fazı sonu ve swing fazda P grubunda iç rotasyon hakimiyeti vardı. Bu durum aşılı zayıf olan hastaların adım uzunluğunu arttırabilmek için oluşmuş olabilir. Literatürde pelvik rotasyonla ilgili anlamlı değişiklik belirten bir makaleye rastlamadık.

Basma fazının başında hem C grubunda hem de P grubunda K grubuna nazaran kalçada abduksiyon hakimiyeti vardı. Özellikle stance fazının sonunda bu fark P grubunda belirginleşmektedir. Hastalar ayaktaki rezidüel deformitelerini kompanse etmek için kalça abduksiyonda yürüyor olabilirler.

Maksimum kalça ekstansiyonu tüm yürüyüş boyunca C grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalmıştı. Ayaktaki plantar fleksörlerin güçsüz olması veya ROM azalması sonrası push-off'ta yetersizlik ortaya çıkar. Bu durum YTKV'nün sürekli kalçada fleksör dış momenti oluşturmaya sebep olmuş olabilir. Davies ve arkadaşlarına göre geniş cerrahi gevşetme uygulanmış hastaların kalçalarında anlamlı kinematik farklılık bulunmamıştır (14). Karol ve arkadaşları ise 25 çocuğun 15'inde kalçada ekstansiyon kısıtlılığı bulmuştur (27).

Maksimum diz ekstansiyonu C grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da basma fazında azalmıştır. Hamstringlerin kalça fleksör dış momentini yenebilmek için kasılması, kalça fleksiyonun dizi de fleksiyona zorlaması sonrası oluşmuş olabilir. Davies ve arkadaşlarına göre bilateral clubfoot'lu çocuklarda clubfoot'lu alt ekstremitenin biyomekaniğinin farklı olma ihtimali de vardır. Hızlar ayrı ayrı incelendiğinde; daha yüksek hızda, çocuklar ayak bileğindeki hareket yetersizliğini kompanse etmek için dizde daha fazla fleksiyon yapmaktadırlar. Bu çalışmada da C grubundaki çocuklarda yürüme hızları fazla, buna paralel olarak dizlerindeki fleksiyon miktarı da fazlaydı. Muratlı ve ark. göre diz sagittal plan hareket genişliği normal gruba göre anlamlı olarak fazla bulunmuştur. Bu da basma fazı ortası dönemde yeteri kadar dorsofleksiyona gitmeyen ayak bileğinde ayağın erken topuk kalkmasını engellemek için yapılan bir kompensatuar hareket olduğu sonucuna varmışlar.

Ayak bileği dorsofleksiyonu stance fazı boyunca C grubunda daha belirgin olmak üzere K grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olmasa da azalmıştır. Bu durum C grubunda posteriodaki yapışıklıklara, P grubunda ise ROM azalması veya dorsofleksör kas gücünün zayıf olmasına bağlı olabilir. Swing fazda her iki grupta ayak plantarfleksiyondaydı. Plantar

fleksörlerdeki güç üretimi (power generation) az olmasına bağlı olabilir. Muratlı ve arkadaşlarına göre her iki ayak bileği sagittal plan hareket genişliği hasta grubunda anlamlı olarak daha az saptanmış. Bunun basma fazı sonunda triceps surae güçsüzlüğüne bağlı ayak bileğinin yeteri kadar plantar fleksiyona gidememesinden kaynaklandığını düşünmüşler. Davies ve arkadaşları ayak bileğinde her üç planda deviasyon gözlemlemişler. Hem unilateral hem de bilateral clubfoot'lu ayaklarda plantar fleksiyon anlamlı düzeyde daha düşük bulmuşlar. İtme fazı için normal plantar fleksiyon gerektiğinden, yetersiz plantar fleksiyon propulsiyonu zorlayan faktörlerden biri olduğunu ve plantar fleksiyondaki yetersizlik, plantar fleksörlerdeki zayıflıkla bağlantılı olabilir demişlerdir. Karol ve arkadaşları da benzer sonuçlar bildirmişlerdir. Propulsiyondaki yetersizliği kas gücü zayıflamasının da dahil olduğu ayak bileği ROM dışındaki nedenlere bağlamışlardır. Ayak bileğindeki internal rotasyon artışı da bariz bulunmuş. Bu durum zemin reaksiyon kuvvetlerini ilerleme düzleminin dışına itebilir, kalça ve dizde anormal torklar gözlenebilir şeklinde belirtilmiştir.

Alt ekstremitte eklem kinematik parametrelerinden ayak progresyon açısı C ve P grubunda swing fazda daha belirgin olmak üzere yürüyüş boyunca içe dönüktür. Ayaktaki rezidüel deformite buna sebep olmuş olabilir. Klinik olarak bakıldığında ayakta rezidüel deformitesi olanlarda toe-in yürüyüşü vardı (1,3). O'Brien'a göre rezidüel deformitelerin bir kısmı kalkaneus yürüyüşüne de sebep olmaktadır (44). Muratlı ve arkadaşlarına göre her iki ayak rotasyon genişliği hasta grubunda anlamlı olarak fazla tespit edilmiştir. Yürüme boyunca her iki ayak da kontrol grubuna göre anlamlı olarak toe-in yürüyüşünde olduğu, ayak dizilim parametrelerinden anlaşılmış olduğunu söylemişler. Davies ve arkadaşları tedavi edilmiş clubfoot'larda lateral talokalkaneal açının azalması, ön ayak addüksiyon ve supinasyon kaybı ve bilek dorsofleksiyon kaybı gibi rezidüel deformiteler görmüşlerdir (2). Inturning (stance fazında ayağın iç progresyon açısı) sık görülen dinamik bir problemdir. İnternal ayak transvers rotasyonu, anlamlı olarak içe dönme (inturning) ile ilişkili, ayağın çeşitli bölgelerinin iç rotasyonuna bağlı olabileceğini söylemişlerdir.

Kinetik parametrelerden kalça fleksiyon ekstansiyon momenti, diz gücü momenti, ayak bileği güç momentinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur.

Maksimum kalça ekstansiyon momenti C grubunda P ve K grubuna göre anlamlı olarak artmıştı. Moment bir kuvvetin döndürücü etkisine verilen isimdir. Uygulanan kuvvetin büyüklüğünün kaldıraç kolunun uzunluğuyla çarpımı ile hesaplanır ($M=F \times d$). Kalça ekleminde fleksör dış moment kaldıraç kolunun uzun olması sebebiyle büyüktür; kalça eklemine stabil edebilmek için ekstansör iç momenti oluşturan kaslar daha fazla kasılmak zorundadırlar. Bu

sebeple ekstansör moment artmış olabilir. Davies ve arkadaşları kalçada üç planda da kinetik deviasyonlar olduğunu söylemişlerdir. Kalça ekstansiyon momentini, unilateral PEV’li ve bilateral PEV’li alt ekstremitelerde farklı bulmuştur. Unilateral PEV’li çocuklar, kontralateral kalçalarının yardımıyla normale yakın hareket sağladıklarını, yani sadece bilateral clubfoot’lu çocukların ve normal çocukların internal kalça momentleri arasındaki farkın anlamlı olduğunu söylemişlerdir. Çalışmamızda sadece fleksiyon ve ekstansiyon momentlerine baktık. Anlamlı fark bulmamızın sebebi vakalarımızın çoğunun bilateral olması ve olgu sayımızın yetersizliği olabilir.

Maksimum diz ekstansiyon momentini stance fazın başında C grubunda P grubuna göre anlamlı olarak düşük bulundu. Bunun sebebi dizi fleksiyona zorlayan dış moment ve hamstringlerin kasılması olabilir. Davies ve arkadaşları sagittal planda fark saptamazken, dizdeki ekstansiyon momentinin ayak bileğindeki artmış internal rotasyondan etkilendiğini, bu sebeple dizde anormal varus gözlemlediklerini söylemişlerdir (14). Çalışmamızda sadece diz sagittal plan momentine baktığımızdan böyle bir sonuç elde etmedik. Muratlı ve arkadaşları bu dizlerin yürüme boyunca daha fazla valgusa gittiğini söylemişlerdir (37).

Maksimum ayak bileği plantar fleksiyon momentini basma fazının başında C grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da grafiklerde K grubuna göre yüksekti. C grubunda plantar fleksiyon erken başlamıştır. Literatürde her iki ayak bileği plantar fleksiyon momentleri kontrol grubundan anlamlı olarak az tespit edilmiştir. Diğer yayınlarda da benzer sonuç elde edilmiştir. Muratlı ve arkadaşları yapılan aşıloplastiden ve hastalığın kendisinden dolayı bu ayaklarda triceps surae gücünün belirgin ölçüde azaldığını söylemişler ve her iki ayak bileği gücünün anlamlı olarak kontrol grubundan az olduğu sonucuna varmışlardır.

Maksimum kalça fleksiyon gücü C grubunda stance fazın başında istatistiksel olarak anlamlı olmasa da P ve K grubuna göre artmıştır. Güç, birim zamanda yapılan iştir. $\dot{W}=F \times d$. Kalça fleksör dış momentinin artması fleksör kas gücünün artmasına sebep olmuş olabilir.

Maksimum diz fleksiyon gücü momente paralel olarak C grubunda P grubundan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur.

Maksimum ayak bileği gücü P ve C grubunda K grubuna göre anlamlı olarak düşük çıkmıştır. Karol ve arkadaşları, unilateral PEV’li çocuklarda cerrahi yapılan taraf ayak bileği plantar fleksörlerinde rölatif bir zayıflık bulmuşlardır. Davies ve arkadaşları, cerrahi yapılan ayak bileğinde zayıflık olduğunu göstermişlerdir. Sağlam çocukların alt ekstremiteleri ile karşılaştırdıklarında anlamlı plantar fleksör zayıfladığı bulunmuştur. Aronson ve Puskorich aynı

testleri bir dinamometre ile yaptıklarında, unilateral PEV’li çocukların normal ve PEV’li ayakları arasında anlamlı farklılıklar bulmuşlardır.

Aynı zamanda PEV’li (unilateral) çocukların normal ayaklarıyla, normal çocukların ayakları arasında anlamlı farklılık olmadığını göstermiştir (2). Davies’e göre bu durum farklı test etme yöntemlerinden kaynaklanıyor olabilir. Onlar 3 çekim yapmışlar ve torkun maksimal gücünü kullanmışlardır. Davies’in çalışmasında ise kuvvet sonuçları değişken olarak bulunmuş ve 3 çekimin geçerli kuvvet için yeterli olmayacağı sonucuna varılmıştır (14).

Çalışmamızda, kuvvet momentleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı. YTKV’lerden sadece vertikal kuvvet vektör grafiği yorumlandı. Diğer grafik verileri sağlıklı değildi. Hasta ortalamalarının oluşturduğu yürüyüş sırasındaki vertikal kuvvet grafiğinde P grubunda 1. tepe olan şok absorpsiyonu ve 2. tepe olan itme fazının her ikisi de azalmıştı. Bu durum ağrı, basma fazında stabilite kusuru, kas kuvvetsizliğine bağlı olabilir. Davies’e göre PEV’li çocuklarda ortalama YTKV diğer bütün gruplardan daha yüksekti. Kişiyi ileri iten anterior YTKV ise PEV’li ekstremitede daha düşüktü. Bu fenomen aynı zamanda Sawatsky ve ark. tarafından gösterildi (45). Anterior zemin reaksiyon kuvvetindeki yetersizlik, club-foot’lu çocuklardaki push-off yetersizliği ile verifiye edilmiş olur (42). PEV’li çocuklarda lateral zemin reaksiyon kuvveti normal çocuklara göre daha fazlaydı. Aronson ve Puskarich 5.metatarsal düzlemde daha fazla artmış stres bulurken (5), Widhe ve Berggren laterale kayma olduğunu göstermişlerdir (55). Muratlı ve arkadaşlarına göre yer tepkime kuvvetlerinden vertikal yer tepkime vektörünün ikinci tepesi bilateral posterior gevşetme yapılmış hasta gruplarında her iki ayak için de anlamlı olarak az tespit edilmiştir. Bunun da yine basma fazı sonunda ayak bileği plantar fleksiyonundaki güçsüzlükten kaynaklandığını düşünmüşlerdir. Ön-arka öteleme kuvvet vektörünün hasta gruplarında her iki ayak için de anlamlı olarak fazla olduğu görülmüştür. Hee ve arkadaşları yer tepkime kuvvetlerinin vertikal komponentinin ikinci tepesini anlamlı olarak az saptamışlardır (20).

Çalışmamızın eksik tarafları olgu sayısının az olması, homojen olmaması, kontrol grubunun sayısının az olması, cerrahi gevşetme ile tedavi edilen hastaların ameliyat öncesi yürüme analizlerinin olmamasıdır. Geniş cerrahi gevşetmeye Ponseti yönteminden sonra çok ihtiyaç duyulmaması yaş grupları açısından homojenite sağlamamıza engel olmuştur. Sırf çalışma için çocuklara cerrahi tedavi uygulamak da etik değildir. Ancak aşılotomi yapılmış ve yapılmamış hasta gruplarını yürüme analizi ile karşılaştırmak bize yol gösterebilir. Gerçekten ayak bileği kas güçsüzlüğü perkütan aşılotomiden mi yoksa hastalığın kendisinden mi?

SONUÇ:

Klinik değerlendirme sonrasında görülmüştür ki, geniş cerrahi gevşetme yapılmış olan hastalarda insizyon skarlarına bağlı kozmetik sorunlar, subtalar eklem hareket kısıtlılığına bağlı fonksiyonel sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ponseti yöntemi, PEV deformitesini yüksek bir oranda düzeltme potansiyeline sahiptir. Tedavinin başarısı için yöntemin değiştirilmeden uygulanmasının yanında dış rotasyon cihazına uyumun sağlanması esastır.

Geniş cerrahi gevşetme yapılan hastaların uzun dönem sonuçlarında, subtalar eklem hareketinin kısıtlandığı görülmüştür. Bu da ayak ve ayak bileğinin fonksiyonel anatomisini olumsuz yönde etkilemiştir ve hastalarda ağrı şikayetine sebep olmuştur.

Geniş cerrahi gevşetme ile tedavi edilmiş hastalarda oluşan nüks ve komplikasyonlar, PEV tedavisinde kemik ve eklemi içeren ameliyatların yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Ponseti yöntemi sonrası oluşan nüks ve komplikasyonların tedavisi ise tekrar alçılama veya TA tendon transferi gibi minimal cerrahi girişim ile gerçekleştirilmektedir.

Tedavi edilmiş PEV'ler asemptomatik olsalar ve normal çocuklarla aynı aktivitelerde bulunsalar bile yürüme parametreleri tamamen normal değildir. Maksimum ayak bileği gücü P ve C grubunda K grubuna göre anlamlı olarak düşük çıkmıştır. İster cerrahi, ister Ponseti yöntemi ile tedavi edilmiş olsalar bile tüm PEV'li hastaların ayak bileği dorsofleksör ve plantarfleksör kas gücünde azalma olur. Bunun hastalığın kendisinden değil de yapılan aşıloplastiden kaynaklandığı savunulmaktadır. Ayak bileğinde pasif dorsofleksiyon kısıtlılığı vardır. Ayak yürüme boyunca "toe-in" dedir. Bu ayaklar plantigrade bile olsalar rezidüel varus ve supinasyon deformiteleri devam ettiğinden alt ekstremitte anatomik aksları bozulmuştur.

Yürüme sırasında oluşan patolojik değişiklikler sadece ayak ve ayak bileğinde değil diz, kalça ve pelviste de meydana gelmektedir; fakat bunların primer sebebi ayakta oluşan statik ve dinamik deformiteyi vücudun diğer eklemler yardımıyla kompanse etmeye çalışmasıdır.

Kinetik parametrelerden kalça fleksiyon ekstansiyon momenti, diz gücü momenti, ayak bileği güç momenti gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklı bulunmuştur.

Maksimum kalça ekstansiyon momenti geniş cerrahi gevşetme ile tedavi edilen hastalarda anlamlı olarak azalmıştır. Bu hastaların yürüyüşü sırasında kalçada fleksiyon hakimiyeti vardı.

Maksimum diz fleksiyon momenti C grubunda P grubundan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Yürüme sırasında bu hastaların dizinde fleksiyon hakimiyeti vardır. Momente paralel olarak diz fleksör kas gücü daha fazladır.

Maksimum ayak bileği gücü P ve C grubunda K grubuna göre anlamlı olarak azalmaktadır.

Yürüme analizi, PEV tedavi sonuçlarını morfolojik ve fonksiyonel açıdan dinamik olarak analiz ederek tedavi seçenekleri konusunda bize objektif bilgi vermektedir.

ÖZET:

Pes Ekinovarusun Ponseti Yöntemi ve Geniş Cerrahi Gevşetme İle Tedavi Sonuçlarının Kinematik ve Kinetik Olarak Karşılaştırılması

Amaç: PEV tedavi sonuçlarını karşılaştırmada insan gözünün algılayamadığı değişiklikler, ileri dönemde ayak bileğinde tedavi edilmesi güç sekonder deformitelere sebep olmaktadır. Bunların günümüz teknolojisi yardımıyla erkenden teşhis edilip önlenmesi veya tedavi edilmesi gerekir. Çalışmamızdaki amaç, PEV tedavi sonuçlarını (geniş cerrahi gevşetme ve Ponseti yöntemi) yürüme analizi ile karşılaştırıp objektif sonuçlar elde etmek, böylece tedavi seçiminde doğru karar vermektir.

Hastalar ve Yöntem: İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı'nda 1992-2005 yılları arasında çift taraflı veya tek taraflı idiopatik pes ekinovarus deformitesi olan iki grup hasta değerlendirmeye alındı. Sağlam tarafları değerlendirilmeye alınmadı. Gruplar homojen değildi. İki hasta grubu sağlıklı ayakların oluşturduğu kontrol (K) grubu ile karşılaştırıldı. Birinci grubu (Ponseti, P) oluşturan 8 hastanın çift tarafı, 2 hastanın sol tarafı, 5 hastanın sağ tarafı kliniğimizde Ponseti yöntemi ile tedavi edildi. İkinci grubu (Cerrahi, C) oluşturan 14 hastanın çift tarafı, 7 hastanın sağ tarafı, 2 hastanın ise sol tarafına kliniğimizde geniş cerrahi gevşetme yapıldı. Üçüncü grubu (K grubu) sağlıklı ayaklara sahip 19 vakadan oluşmaktaydı. Dördü kız, 15'i erkekti. Ortalama yaşları 8 ± 1.7 yıldı.

ICFSG (International Clubfoot Surgery Group) ve Bensahel – Dimeglio 'nun puanlama skoru PEV sonuçlarının klinik değerlendirilmesinde kullanıldı (5,15). Tüm hastalara yürüme analizi yapıldı (57). Her bir PEV'li ayak bir olgu olarak değerlendirmeye alındı.

Bulgular: Klinik skorlamada gruplar arasında anlamlı fark yoktu. Hastaların zaman-uzaklık parametrelerinde yürüme hızı, çift adım zaman yüzdesi, çift adım uzunluğu verilerinde Kruskal- Wallis testine göre $p < 0.05$ olduğu için her üç grup arasında anlamlı fark bulundu. Anlamlı olan değişkenler için Post Hoc LSD testi yapıldı. Yürüme hızı Ponseti grubunda anlamlı olarak azalmıştı. Çift adım zamanı yüzdesi ortalaması Cerrahi ve Ponseti grubunda artmıştı. Çift adım uzunluğu ortalaması Cerrahi ve Ponseti gruplarında azalmıştı. Bu Ponseti grubunda daha belirgindi. Kinematik parametrelerde anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$). Kinetik parametrelerden kalça fleksiyon-ekstansiyon momenti, diz fleksiyon-ekstansiyon momenti, diz ve ayak bileği eklemi gücü gruplar arasında anlamlı olarak farklı çıktı ($p < 0.05$). Maksimum kalça ekstansiyon momenti Cerrahi grupta anlamlı olarak azalmıştı. Maksimum diz

flexiyon momenti Cerrahi grupta Ponseti grubundan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Diz fleksör kas gücü Cerrahi grupta anlamlı olarak daha yüksek çıkmıştır. Maksimum ayak bileği gücü Ponseti ve Cerrahi gruplarında Kontrol grubuna göre anlamlı olarak azalmaktadır.

Sonuç: PEV'li çocukların yürüme paterni tedavi olsalar da normale dönmez. Cerrahi ve Ponseti grubunda triceps surae güçsüzlüğü ayak bileği push-offda yetersizliğe, bu da özellikle Cerrahi grupta diz ve kalça flexiyon momentinde artışa sebep olmaktadır. Cerrahi grup hastalar daha yüksek hızda yürürken, ayak bileğindeki hareket yetersizliğini ve güçsüzlüğünü kompanse etmek için yürüme siklusunda dizin tam ekstansiyonda olması gereken basma fazının başında bile bir miktar flexiyonda tutmaktadırlar. Inturning (stance fazında ayağın iç progresyon açısı) sık görülen dinamik bir problemdir.

Çalışmamızda saptanan kinetik ve kinematik anormalliklerin uzun dönem izlemde dejeneratif değişiklikler ve fonksiyonel kısıtlamalara neden olup olmayacağını henüz bilmiyoruz. Ancak, her iki tedavi grubunda da kontrol grubuna oranla ayak bileği hareketinin kaybı ve güçsüzlüğü olması ve bunların özellikle cerrahi grupta diz ve kalça kinetiğini etkilemesi nedeniyle tedavide hangi yöntemi kullanırsak kullanalım, ayak bileği hareket açıklığının ve triceps surae kas gücünün normale yakın düzeye getirilmesinin iyi bir sonuç açısından önemli ölçütler olduğu anlaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: pes ekinovarus, yürüme analizi, kinetik, kinematik, cerrahi tedavi.

SUMMARY

Comparison of the kinetic and kinematic parameters of children treated with Ponseti method and extensive surgical release.

Purpose: When comparing the treatment outcomes of PEV patients, small differences, which cannot be perceived by the naked human eye, can cause secondary deformities of the ankle that are difficult to correct in the future. These problems need to be prevented or treated early by means of the present day technology. The purpose of our study is to obtain objective results and thus accurately select the treatment method by comparing the PEV treatment outcomes (extensive surgical release vs. Ponseti method) with gait analysis.

Patients and Methods: Two groups of patients, who had bilateral and unilateral idiopathic PEV deformity and were treated in Istanbul University Faculty of Medicine Orthopaedics and Traumatology Department between 1992 and 2005, were evaluated. The normal feet of the patients were not included in this study. The groups were non-homogenous. These two groups were compared with the control (C) group consisting of children with normal feet. Of the first group (Ponseti - P), both feet of 8 patients, left feet of 2 patients and right feet of 5 patients were treated conservatively with the Ponseti method. Of the second group (Surgery - S) both feet of 14 patients, left feet of 2 patients and right feet of 7 patients were treated with extensive surgical release in our clinic. The third group (Control - C) consisted of 4 female and 15 male patients with normal feet. The mean age of the patients was 8 ± 1.7 years.

ICFSG (International Clubfoot Surgery Group) and Benhansel - Dimeglio scoring systems were used to evaluate the outcomes of the PEV patients. Gait analyses were performed for all patients. Each foot with PEV deformity was evaluated as an individual case.

Results: There was no significant difference between the clinical scores of two groups. Gait velocity, double support time percentage and double support distance data among the time - distance parameters were found to be significantly different between the three groups since Kruskal-Wallis test proved $p < 0.05$. Post Hoc LSD test was done for the significant variables. Gait velocity was significantly reduced in the Ponseti group. The mean double support time percentage was increased in the surgery and Ponseti groups. The mean double support distance was decreased in the surgery and Ponseti groups. This was more obvious in the Ponseti group. There was no significant difference in kinematic parameters ($p > 0.05$). Of the kinetic parameters, the hip flexion - extension moments, the knee extension - flexion moments and the knee and ankle strength were found to be significantly different between the groups ($p < 0.05$). The maximum hip extension moment was significantly decreased

in the surgery group. The maximum knee flexion moment was found to be significantly higher in the surgery group than that of the Ponseti group. The knee flexion strength was determined to be significantly higher in the surgery group. The maximum ankle strength is significantly decreased in both groups compared to the control group.

Conclusion: PEV patients never acquire a normal gait pattern even if they are treated. Triceps surae weakness seen in the surgery and Ponseti groups causes ankle push-off insufficiency and this leads to an increase in the knee and hip flexion moments particularly in the surgery group. While the operated patients walk faster, they keep their knees in slight flexion at the beginning of the stance phase of the gait cycle where the knee should be in full extension to compensate for the restricted range of motion and weakness of the ankle. In-turning (inner progression angle of the foot during the stance phase) is a common dynamic problem.

We don't know whether kinetic and kinematic abnormalities detected in our study will lead to the degenerative changes and functional restrictions at long term follow-up. However because both groups have loss of ankle motions and loss of strength when compare with control group and these affect knee and hip kinetics, especially at the surgery group, bringing ankle range of motion and triceps surae muscle strength to nearly normal levels are found to be important issues for a good outcome regardless of the treatment method..

Key Words: clubfoot, gait analysis, kinematic, kinetic, surgical treatment.

KAYNAKLAR

- 1- Alkjaer T, Pedersen ENG, Simonsen EB. Evaluation of the walking pattern in clubfoot patients who received early intensive treatment. *J Pediatr Orthop* 2000;20:642-7.
- 2- Aronson J, Puskarich CL. Deformity and disability from treated clubfoot. *J Pediatr Orthop*. 1990;10: 109-19
- 3- 2. Asperheim MS, Moore C, Carroll NC, Dias L. Evaluation of residual clubfoot deformities using gait analysis. *J Pediatr Orthop B* 1995, 4:49-54
- 4- Atar D, Lehman WB, Grant AD, Strongwater AM Revision surgery in clubfeet. *Clin Orthop* 1992, 283:223-230
- 5- Bensahel H, Kuo K, Duhamie M. Outcome evaluation of the treatment of clubfoot: the international language of clubfoot. *J Pediatr Orthop B* 2003, 12:269-271
- 6- Beyaert C, Haumont T, Paysant J, Lascombes P, Andre M. The effect of inturning of the foot on knee kinematics and kinetics in children with treated idiopathic clubfoot . *Clinical Biomechanics* 2003, 18: 670-676
- 7- Bor N, Herzenberg JE, Frick SL. Ponseti Management of Clubfoot in Older Infants. *Clin Orthop*. 2006,1:26
- 8- Bursalı A. Pes ekino varus (PEV) tedavisinde Ponseti metodunun erken sonuçları. In: Alpaslan AM Editor. XVII. Ulusal Ortopedi ve Travmatoloji Kongresi Kongre Kitabı; 2001 Ekim 24-29; Antalya, Turkey. 2001. İstanbul: Turgut Yayıncılık; 2001. p.338-9.
- 9- Carroll NC. Pathoanatomy and surgical treatment of the resistant clubfoot. *Instr Course Lect* 1988; 37:93-106.
- 10- Carsona M.C, Harringtonb M.E, Thompson N, O'Connora J.J, Theologisc T.N. Kinematic analysis of a multi-segment foot model for research and clinical applications: a repeatability analysis *Journal of Biomechanics* 2001, 34: 1299-1307.
- 11- Catterall A. Early assessment and management of the club foot. In: Benson MKD, Fixsen JA, Macnicol MF, Parsch K editors. *Children's orthopaedics and fractures*. 2nd ed. London: Churchill Livingstone; 2002. p. 464-77.
- 12- Centel T, Bagatur AV, Öğüt T, Aksu T. Comparison of the soft tissue release methods in idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop* 2000;20:648-51.
- 13- Cooper DM, Dietz FR. Treatment of idiopathic clubfoot. A thirty-year follow-up note. *J Bone Joint Surg [Am]* 1995; 77:1477-89.
- 14- Davies TC, Kiefer G, Zernicke RF. Kinematics and kinetics of the hip, knee, and ankle of children with clubfoot after posteromedial release. *J Pediatr Orthop* 2001;21:366-71.

- 15-Dimeglio A, Bensahel H, Souchet P, Mazeau P, Bonnet F. Classification of clubfoot . J Pediatr Orthop B. 1995;4:129 -36.
- 16-Docquier PL, Leemrijse T, Rombouts JJ. Clinical and radiographic features of operatively treated stiff clubfeet after skeletal maturity: etiology of the deformities and how to prevent them. Foot Ankle Int. 2006 Jan;27(1):29-37.
- 17-Göksan B, Bursalı A, Bilgili F, Sıvacıoğlu S, Ayanoğlu S. Ponseti technique for the correction of idiopathic clubfeet presenting up to 1 year of age . A preliminary study in children with untreated or complex deformities Arch Orthop Trauma Surg . 2005; 126(1):15-21
- 18-Haasbeek JF, Wright JG. A comparison of the long term results of posterior and comprehensive release in the treatment of clubfoot. J Pediatric Orthop. 1997; 17:29-35.
- 19-Harrold AJ, Walker CJ. Treatment and prognosis in congenital clubfoot. J Bone Joint Surg 1983;65B:8-11.
- 20-Hee HT, Lee EH, Lee GSM. Gait and pedobarographic patterns of surgically treated clubfeet . J Foot Ankle Surg 2001; 40:287-94.
- 21-Herd F, Macnicol M, Abboud RJ. The need for biomechanical evaluation in the assessment of clubfoot The Foot 2004. 14: 72-76.
- 22-Herzenberg JE, Radler C, Bor N. Ponseti versus traditional methods of casting for idiopathic clubfoot. J Pediatr Orthop 2002;22:517-21.
- 23-Huber H, Dutoit M. Dynamic Foot-Pressure Measurement in the Assessment of Operatively Treated Clubfeet J Bone Joint Surg (Am) 86: 1203-1210 (2004).
- 24-Hudson I, Catterall A. Posterolateral release for resistant clubfoot. J Bone Joint Surg [Br] 1994;76:281-4.
- 25-Hutchins PM, Foster BK, Paterson DC, Cole EA. Long-term results of early surgical release in clubfeet. J Bone Joint Surg [Br] 1985;67:791-9.
- 26-Ikeda K. Conservative treatment of idiopathic clubfoot. J Pediatr Orthop 1992;12:217
- 27-Karol LA, Concha MC, Johnston CE 2nd. Gait analysis and muscle strength in children with surgically treated clubfeet. J Pediatr Orthop. 1997; 17:790-5
- 28-Karol LA, O'Brien SE, Wilson H, Johnston CE, Richards BS. Gait Analysis in Children With Severe Clubfeet: Early Results Of Physiotherapy Versus Surgical Release J Pediatr Orthop. 2005 Mar-Apr;25(2):236-40.
- 29-Kaya İ. Pes Ekinovarus'un Cerrahi Tedavisinde Carroll Tekniği Uzmanlık Tezi, 1999

- 30- Kuhns LR, Koujok K, Hall JM, Craig C (2003) Ultrasound of the navicular during the simulated Ponseti maneuver. *J Pediatr Orthop* 23:243–245
- 31- Kuo KN, Hennigan SP, Hastings ME. Anterior tibial tendon transfer in residual dynamic clubfoot deformity. *J Pediatr Orthop* 2001;21:35-41..
- 32- Laaveg SJ, Ponseti IV. Long-term results of treatment of congenital clubfoot. *J Bone Joint Surg [Am]* 1980;62:23-31.
- 33- Lehman WB, Mohaideen A, Madan S, Scher DM, Van Bosse HJ, Iannacone M, Bazzi JS, Feldman DS A method for the early evaluation of the Ponseti (Iowa) technique for the treatment of idiopathic clubfoot. *J Pediatr Orthop B* 2003 12:133 – 140
- 34- McKay DW. New concept of and approach to clubfoot treatment: Section II-Correction of the clubfoot. *J Pediatr Orthop* 1983;3:10-21.
- 35- Morcuende JA, Abbasi D, Dolan LA, Ponseti IV. Results of an accelerated Ponseti protocol for clubfoot. *J Pediatr Orthop*. 2005. 25(5):623-6.
- 36- Morcuende JA, Dolan LA, Dietz FR, Ponseti IV Radical reduction in the rate of extensive corrective surgery for clubfoot using the Ponseti method. *Pediatrics* 2004, 113:376–380.
- 37- Muratlı H.H, Dalğı C, Yavuzer G, Celebi L, Bicimoglu A. Gait characteristics of patients with bilateral club feet following posteromedial release procedure. *J Pediatr Orthop B*. 2005, 14:206-211
- 38- Napiontek M. Clinical and radiographic appearance of congenital talipes equinovarus after successful nonoperative treatment. *J Pediatr Orthop* 1996;16:67-72.
- 39- Ponseti IV. Common errors in the treatment of congenital clubfoot. *Int Orthop* 1997;21:137-41
- 40- Ponseti IV. Congenital clubfoot. Fundamentals of treatment. New York: Oxford University Press; 1996.
- 41- Pirani S, Zeznik L, Hodges D. Magnetic resonance imaging study of the congenital clubfoot treated with the Ponseti method. *J Pediatr Orthop* 2001, 21:719–726
- 42- Roh J.Y, Kuo K.N, Smith P.A, Lipsey J, Hassani S, Reiners K, Olson W, Myers K, Haris G.F. Long Term Result Of Clubfoot Release by Gait Analysis *J Pediatr Orthop*
- 43- Roye BD, Vitale MG, Gelijns AC, Roye DP Jr Patientbased outcomes after clubfoot surgery. *J Pediatr Orthop*. 2001, 21:42–49
- 44- O'Brien, Sahane E.; Karol, Lori A.; Johnston, Charles E. Calcaneus gait following treatment for clubfoot: Preliminary Results Of Surgical Correction *J Pediatr Orthop B*. 2004 13(1): 43-47,

- 45- Sawatzky BJ, Sanderson DJ. Ground reaction forces in children with clubfeet- a preliminary study. *Gait Posture*. 1994, 2: 123-127
- 46- Singh BI, Vaishnavi AJ. Modified Turco procedure for treatment of idiopathic clubfoot. *Clin Orthop*. 2005; 438:209-14.
- 47- Simons GW. Complete subtalar release in club feet. Part I – A preliminary report. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:1044-55.
- 48- Simons GW. Complete subtalar release in club feet. Part II – Comparison with less extensive procedures. *J Bone Joint Surg [Am]* 1985;67:1056-65.
- 49- Staheli L, Yalçın S. *Pes Ekinovarus: Ponseti Yöntemi İle Tedavi*. Global-HELP Yayınları, İstanbul, 2003.
- 50- Tachdjian M.O. : *Pediatric Orthopedics*. W.B Saunders Company, Third Ed, 2002
- 51- Theologis TN, Harrington M.E, Thomson N, Benson MKD. Dynamic Foot Movement In Children Treated For Congenital Talipes Equinovarus *J Bone and Joint Surgery Br*. 2003;85-B:572-7
- 52- Tümer Y,Uçar H. Pes ekinovarus'un yumuşak dokulara yapılan cerrahi tedavisi *Totbid Dergisi*, 2002, 2:
- 53- Uglow MG, Clarke NM. The functional outcome of staged surgery for correction of Talipes Equinovarus. *J Pediatr Orthop* 2000; 20:517-23
- 54- Uglow MG Wound problems in surgery for talipes equinovarus. *Int J Low Extrem Wounds*. 2005 Dec;4(4):242-8.
- 55- Widhe T, Berggren L. Gait analysis and dynamic foot pressure in assesment of treated clubfeet. *Foot Ankle*, 1994)
- 56- Xue C. Liu, John G. Thometz,Brady Barker. Dynamic Plantar Pressure Measurement for the Normal Subject . *J Pediatr Orthop* 2005, 25; 1
- 57- Yalçın S, Özaras N. *Yürüme Analizi*. Avrupa Tıp Kitapçılık, 1.Basım, 2001

Şekil 21 :
Transvers
düzlem pelvis
hareketi