



Kalıcı ve geçici epifizyodez tekniklerinin incelenmesi: Tavşan modellenli deneysel çalışma

Baran KÖMÜR¹, Melike COŞKUN², Ahmet Aydın KÖMÜR³, Aylin ORAL⁴

¹Özel Vital Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, İstanbul;

²Veteriner Hekim; İstanbul;

³Alsancak Devlet Hastanesi, Tıbbi Patoloji Bölümü, İzmir;

⁴Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nükleer Tıp Anabilim Dalı, İzmir

Amaç: Bu çalışmanın amacı kalıcı epifizyodez olarak tanımlanan Phemister tekniği ile stapler ile geçici epifizyodezi karşılaştırmak ve staplerin çıkarılması sonrası epifiz plağı aktivitesinin derecesini radyolojik, sintigrafik ve histopatolojik olarak değerlendirenken, kemik sintigrafisinin beklenen fizis aktivitesi hakkında bilgi verip vermeyeceğini incelemek idi.

Çalışma planı: Çalışmada her bir grupta sekizer adet tavşan olacak şekilde üç grupta toplam 24 adet Yeni Zelanda tavşanı değerlendirildi. Birinci gruba Phemister tekniği ile epifizyodez, ikinci gruba stapler ile epifizyodez ve üçüncü gruba staplerler 3. hafta sonunda alınacak şekilde stapler ile epifizyodez uygulandı. Üçüncü ve altıncı haftalarda tüm hayvanların radyolojik ve sintigrafik bilgileri kaydedildi. Yine üçüncü ve altıncı haftalarda hayvanların uzuv uzunlukları ölçüldü ve sintigrafik değerlendirme ile büyüme plağı aktivitesi kaydedildi. Kalitatif ve kantitatif yöntemler ile büyüme plağının histopatolojik ölçümleri yapıldı. Tüm veriler opere edilmeyen sağ taraf ile karşılaştırıldı.

Bulgular: Diğer gruplarla karşılaştırıldığında, birinci grubun sintigrafik, radyolojik ve histopatolojik sonuçlarının daha etkili olduğu saptandı ($p<0.05$). Üçüncü grupta büyüme plağı aktivitesi normal fizis aktivitesinden daha yüksek saptandı ($p<0.05$).

Çıkarımlar: Radyolojik değerlendirmeyle birlikte ameliyat öncesi ve sonrası uygulanacak sintigrafinin büyüme plağı geri dönüş aktivitesi hakkında bir fikir verebileceği söylenebilir.

Anahtar sözcükler: Büyüme plağı; epifizyodez; Phemister tekniği; stapler; sintigrafisi.

Çocuklarda alt ekstremitte uzunluk farkı sık görülen ve tedavi gerektiren bir sorundur. Biyomekaniği bozacak ve konservatif tedaviye yanıt vermeyen alt ekstremitte uzunluk eşitsizliklerinde cerrahi olarak uzun ekstremitenin büyümesinin durdurulması veya kısa kalan ekstremitenin uzatılması gerekir.^[1] Epifizyodez operasyonları çocukluk çağındaki hastaların alt ekstremitte uzunluk eşitsizliklerinde kullanılmaktadır ve bu konuda

ilk tanımlanan teknik Phemister tekniğidir.^[2] Günümüzde en sık kullanılan yöntem ise stapler ile geçici epifizyodezdir.^[3]

Literatürde taramamıza göre epifizyodez tekniklerini ve sonuçlarını direkt grafi, manyetik rezonans görüntüleme ve histopatolojik yöntemlerle inceleyen yayınlar olmasına rağmen, epifizyodez tekniklerini sintigrafik yöntemlerle karşılaştıran bir yayın bulunmamaktadır.

Yazışma adresi: Dr. Baran Kömür, Özel Vital Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Bölümü, Deli Hüseyin Paşa Cad., Şevket Dağ Sok. No: 2, Bahçelievler, İstanbul.

Tel: 0212 - 557 40 00 e-posta: barankomur@gmail.com

Başvuru tarihi: 11.06.2012 **Kabul tarihi:** 01.02.2013

©2013 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimici İngilizce versiyonu
www.aott.org.tr adresinde
doi:10.3944/AOTT.2013.2949
Karekod (Quick Response Code):



Bu çalışmanın birinci amacı, kalıcı epifizyodez olarak da tanımlanan Plemister tekniği ile stapler ile yapılan geçici epifizyodez tekniğini radyolojik, sintigrafik ve histopatolojik olarak karşılaştırmaktır. Çalışmanın ikinci amacı ise, stapler uygulanan iki grupta, stapleleri çekilen grubun epifiz plağı aktivitesinin derecesini radyolojik, sintigrafik ve histopatolojik olarak değerlendirmektir. Çalışmada ayrıca, kemik sintigrafisinin, stapler ile geçici epifizyodez uygulamasında stapler çıkarılması sonrasında beklenen fizis aktivitesi konusunda bilgi verip veremeyeceği de araştırıldı.

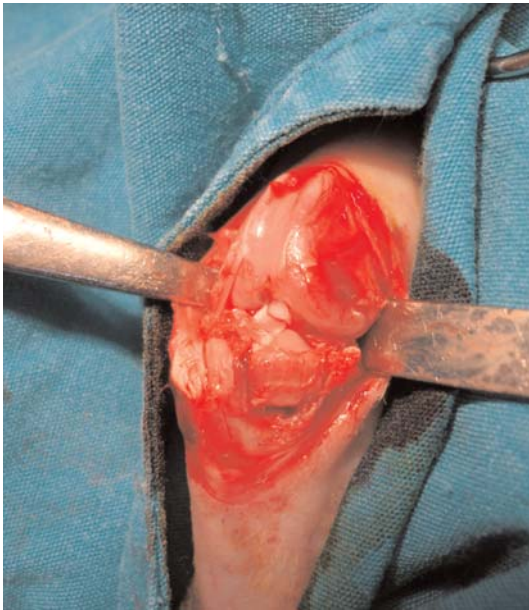
Gereç ve yöntem

Hayvan Etik Kurulu'ndan alınan onayla, Yeni Zelanda cinsi 6-12 haftalık, ağırlıkları 1.5-2 kg arasında değişen toplam 30 tavşan çalışmaya alındı. Stapler ile epifizyodez tekniğini uygulamak için tavşanların epifiz plağının boyutuna göre 0.8 mm'lik K-telleri 6 mm uzunlukta stapleler haline getirildi ve bu boyuta özel stapler tutucu yapıldı.

Tüm hayvanlar, randomize olarak ve her grupta 10 tavşan olacak şekilde 3 gruba ayrıldı. Birinci grup Plemister tekniği uygulanan grup, ikinci grup stapler ile epifizyodez uygulanan ancak stapleleri çekilmeyen grup, üçüncü grup ise stapler ile epifizyodez uygulanan ancak stapleleri çekilen grup olarak belirlendi. Anestezi amacıyla ketamin (Alfamine %10 enjektabl; Alfasan International BV, Woerden, Hollanda) 35 mg/kg ve ksila-

zin (Ksilazol; Provet, İstanbul) 8 mg/kg dozlarında karıştırılarak anestezi olarak intramüsküler enjeksiyonla gluteal kaslara 45 dakika süresince uygulandı. Tavşanlar sırtüstü pozisyonda yatırıldı ve sağ dizleri tıraşlandı. Polivinil iyot (Batticon; Adeka A.Ş., İstanbul) solüsyonu ile cerrahi sterilite sağlandıktan sonra cerrahi saha steril şekilde örtüldü. Sağ diz anterioruna longitudinal cilt kesinden sonra, kuadriseps kası görülerek, kas liflerine paralel kesiyile sağ diz eklemine parapatellar medial yaklaşımla girildi. Sağ tibia proksimal epifiz plaklarının medial ve laterali görülecek şekilde ekartörler yerleştirildi. Epifiz plağının tam lokalizasyonu enjektör ucuyla kontrol edildi. Birinci grupta, medial ve lateral epifiz plağı dikdörtgen şeklinde çıkartılarak 180 derece döndürüldü ve periost yerine dikilerek Plemister tekniğinde tanımlanan kalıcı epifizyodez uygulandı (Şekil 1). Diğer iki grup için de, medial ve lateral epifiz plağı görülerek ve epifiz plağının lokalizasyonu kontrol edilerek tavşanların epifiz plağına özel olarak hazırlanan stapleler, medial ve lateral epifiz plağında ikişer adet olacak şekilde epifizyodez amacıyla kullanıldı (Şekil 2). Serum fizyolojik ile yıkama yapıldıktan sonra vicryl 2/0 ile kaslar, naylon 4/0 sütür ile cilt uygun şekilde kapatıldı. Tüm hayvanlara profilaksi amacıyla ameliyat sonrası 48 saat 50 mg/kg sefotaksim intramüsküler uygulandı. Tüm tavşanların sol tibia proksimal epifizleri karşılaştırma amacıyla bırakıldı.

Tüm tavşanlar normal kafes aktivitelerine bırakıldı. Ameliyat sonrası 3. haftada tüm gruplara direkt grafi ve



Şekil 1. Plemister tekniğinin uygulanışı. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]



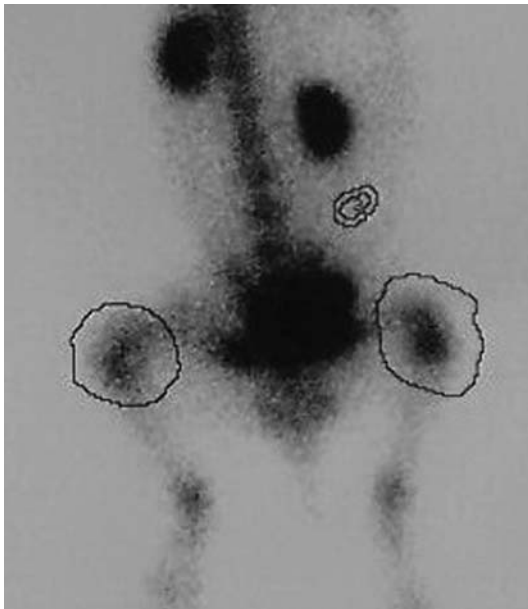
Şekil 2. Stapleler, medial ve lateral epifiz plağında ikişer adet olacak şekilde, epifizyodez amacıyla kullanılmış. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

sintigrafi tetkiki uygulandı. Üçüncü grubun stapleleri, sağ dize eski insizyondan girilerek çıkarıldı ve katlar önceki cerrahi prosedürdeki gibi kapatıldı. Tüm gruplardaki tavşanlar 3 hafta daha normal kafes aktivitelerine bırakılarak izlendiler. Bu izlem sırasında 1. ve 2. gruptaki 4 tavşanda enfeksiyon, 3. gruptaki 2 tavşanda implant yetmezliği gelişmesi nedeniyle toplam 6 tavşan çalışma dışı bırakıldı. Her bir grupta 8 adet tavşan olmak üzere, toplam 24 adet tavşana 6. haftada tekrar radyoloji ve sintigrafi tetkiki yapıldı. Bu tetkiklerden sonra tüm tavşanlar 6. haftada sakrifiye edilerek histopatolojik değerlendirilmeye alındı.

Çalışmanın 3. ve 6. haftasında tüm gruptaki hayvanlara anestezi altında 1 mCi/kg Tc-99m MDP (teknesyum-99m işaretli metilen difosfanat) verilerek erken faz (*first pass* ve *blood pool*) ve 1. saat sonunda geç faz sintigrafileri çekildi. Sintigrafik incelemede, erken faz arteriyel kanlanma konusunda bilgi verirken, geç faz ise osteoblastik aktivite hakkında bilgi verir. Tüm sintigrafik görüntüleme işlemleri Toshiba GCA-602A cihazında düşük enerjili genel amaçlı kolimatör kullanılarak yapıldı. Görüntüleme parametreleri olarak 64×64 matriste dinamik ve 256×256 matriste statik görüntüleme seçildi.

Tüm hayvanların opere edilen ve edilmeyen tibia proksimal epifizleri ilgi alanı (*region of interest; ROI*) olarak seçildi. Opere edilen ve edilmeyen dizden ROI çizildi (Şekil 3).

Osteoblastik aktiviteyi gösteren geç faz parametreleri için, opere edilen ve edilmeyen tibianın ROI'leri-



Şekil 3. İlgili alanlarının çizimi.

nin ortalama sayım değerleri, geri plan aktivite çıkartılarak oranlandı.

Tüm hayvanların 3. ve 6. haftalarda pelvisten ayak bileğine uzanan her iki alt ekstremitte uzunluk radyografileri bilgisayarlı radyografi tekniği (fosfor plak kullanılan bilgisayarlı radyografi) ile elde edildi. Röntgen cihazı olarak Siemens Multix CP, fosfor plağı taramak için Kodak Direct View CR 975 cihazı kullanıldı. Opere edilen ve edilmeyen her iki tibianın uzunlukları kantitatif olarak Kodak Direct View MX Workstation (version 5.2.1 SA.SP1) ile ölçüldü (Şekil 4). Opere edilmeyen sol tibianın uzunluk grafipleri kontrol grubu olarak değerlendirildi. Tüm gruplar için 3. ve 6. haftadaki opere edilen ve edilmeyen tibia uzunlukları ve tibia uzunlukları arasındaki fark ölçüldü.

Tüm hayvanların her iki proksimal tibiası, aksiyel planda opere edilen epifiz hattını ve diafizi içine alacak şekilde kesildi ve %10'luk tamponlu nötral formalin içerisinde yaklaşık 24 saat boyunca tespit edildikten sonra oda ısısında 48 ila 96 saat süreyle %20'lik formik asit içerisinde dekalsifiye edildi. Dokular 5 µm kalınlığında kesilerek hematoksil-eozin ile boyandı.

Kantitatif patolojik inceleme iki şekilde yapıldı:

- Epifiz plağı alanı (EPA) ölçümü: Opere edilen ve edilmeyen tibiaların kesitleri EPA ölçümleri için ×10 objektif ile dijital olarak fotoğraflandı (Olympus 5660CZ kamera). Fotoğrafların değerlendirilmesi için PC ortamında çalışan AxioVision LE, Rel. 4.6 (Carl Zeiss Microimaging Inc., Thornwood, NY,



Şekil 4. Tibia uzunluğunun Kodak Direct View MX Workstation ile ölçümü.

ABD) morfometri programı kullanıldı. Ölçümlerin standardizasyonu için, mikrometre ile programın kalibrasyonu yapıldı. $\times 10$ büyütmede çekilen fotoğrafların boyutu $2.98 \text{ mm} \times 2.27 \text{ mm} = 6.76 \text{ mm}^2$ olarak bulundu. Epifiz plağının fotoğrafın ortasında ve uzun kenara paralel olmasına dikkat edildi. Her tibia için EPA mm^2 olarak ölçüldü.

- b) Epifiz plağı kalınlığı (EPK) ölçümü: Tüm hayvanların opere edilen ve edilmeyen dizlerinin EPA'sı mm^2 olarak hesaplandıktan sonra, fotoğraftaki epifiz plağı uzunluğu AxioVision LE, Rel. 4.6 ile ölçüldü. EPK, önceden hesaplanan EPA'nın epifiz uzunluğuna bölünmesi ile bulundu (Şekil 5 ve 6).

Formül olarak; Ortalama epifiz kalınlığı (EPK) = Epifiz plağı alanı (EPA) / Epifiz plağı uzunluğu kullanıldı.

İstatistiksel değerlendirmede SPSS v.10.0 yazılımı kullanıldı. Tanımlayıcı verilerin değerlendirilmesinde ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler hesaplandı. Gruplar arasındaki sayısal ölçümlere dayalı parametreler (tibia uzunlukları, geç faz sintigrafik bulguları, EPA ve EPK histopatolojik ölçümü) ve bu değerlerin analizinde gruplar içindeki karşılaştırmalarda Wilcoxon işaretli sıralar testinden yararlanıldı. Gruplar arasındaki değerlendirmeler için tek yönlü ANOVA (varyans analizi) kullanıldı. P değerinin 0.05'ten küçük olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

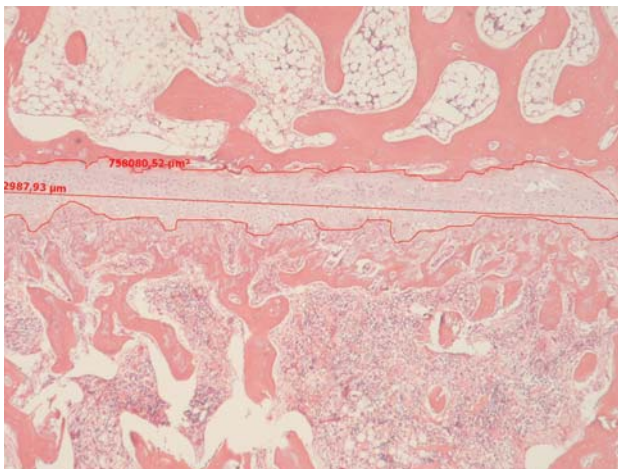
Çalışmamızın 3. ve 6. haftasında tüm gruplar için epifizyodez uygulanan taraf ve opere edilmeyen taraf için radyolojik olarak tibia uzunlukları ve sintigrafik olarak

geç faz verileri elde edildi. Altıncı haftanın sonunda radyolojik ve sintigrafik verilerin yanı sıra EPA ve EPK histopatolojik olarak karşılaştırıldı. Tüm üç grubun 3. ve 6. haftadaki bulguları tablolarda gösterilmiştir (Tablo 1-3).

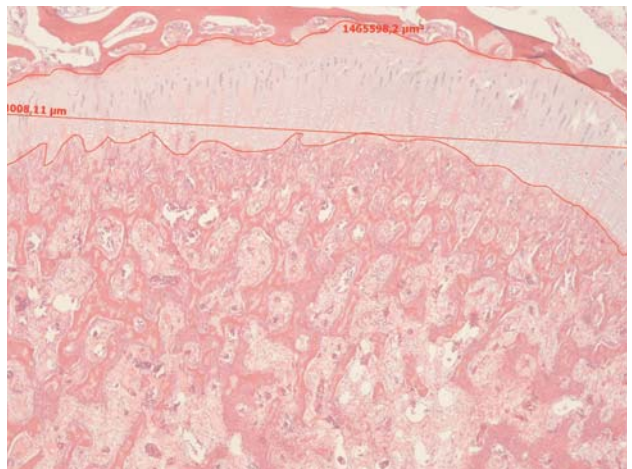
Grup içi değerlendirmelerde, hayvanların opere edilen ve edilmeyen bölgeleri karşılaştırıldı. Radyolojik incelemede 3. ve 6. haftadaki bacak uzunluk farkı istatistiksel olarak değerlendirmeye alındı. Birinci ve ikinci grupta, 3. haftada radyolojik olarak tibia uzunlukları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmış bulundu ($p < 0.05$). İkinci grupta 6. haftada bu fark anlamlı olarak azalmıştı ($p < 0.05$). Üçüncü grupta ise bu fark 3. haftada istatistiksel olarak anlamlı şekilde azalmışken ($p < 0.05$), 6. haftada ise istatistiksel olarak anlamsız hale geldi.

Birinci grup için geç faz değerleri ise istatistiksel olarak sınırdan azalmış bulundu ($p = 0.05$). Altıncı haftada yapılan sintigrafik tetkikinde de geç faz değerleri istatistiksel olarak anlamlı azalmış bulundu ($p < 0.05$). İkinci grup için 3. haftadaki geç faz değerlerinde anlamlı fark görülmedi ($p > 0.05$). Bu grupta, 6. haftada yapılan sintigrafik tetkikinde ise geç faz değerleri istatistiksel olarak anlamlı azalmış bulundu ($p < 0.05$). Üçüncü grup için 3. haftada yapılan sintigrafide geç faz değerleri istatistiksel olarak anlamsız bulunurken, 6. haftada geç faz değerleri istatistiksel olarak anlamlı artmış bulundu (sırasıyla, $p > 0.05$ ve $p < 0.05$). Grup içi sintigrafik değerlendirmeler Tablo 4'te gösterilmiştir.

Birinci grupta EPA ve EPK değerleri istatistiksel olarak anlamlı azalmıştı ($p < 0.05$). İkinci grupta da EPA ve EPK istatistiksel olarak anlamlı azalmıştı ($p < 0.05$). Üçüncü grupta ise EPK'nin istatistiksel olarak anlamlı



Şekil 5. Stapler ile epifizyodez uygulanan epifiz plağında histopatolojik kesit ve ölçüm. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]



Şekil 6. Staplerları çekilen epifiz plağında histopatolojik kesit ve ölçüm. [Bu şekil, derginin www.aott.org.tr adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir]

Tablo 1. Birinci grubun radyolojik, sintigrafik ve EPK değerlendirmesi.

1. grup ortalamaları	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (3. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (3. hafta)	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (6. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (6. hafta)	Epifiz plağı alanı (mm ²)	Epifiz plağı kalınlığı (µm)
Normal diz	85.6	40.5	93	18.9	1.03	356.3
Opere diz	80.2	32.8	81.8	14.6	0.68	305.2

($p < 0.05$), EPA'nın istatistiksel olarak anlamsız artmış olduğu görüldü ($p > 0.05$).

Grupların radyolojik değerlendirmelerinde; 6. haftadaki tibia uzunluğunun, 3. haftadaki tibia uzunluğuna göre farkları karşılaştırıldı. En yüksek düzeyde fark 1. grupta (11.2 mm), orta düzeyde fark 2. grupta (3.7 mm), en az fark ise 3. grupta (1.7 mm) bulundu. Uzunluk farkları tüm üç grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Gruplar arası sintigrafik geç faz incelemesinde opere edilen taraflar birbiriyle karşılaştırıldığında, 3. haftada gruplar arasında anlamlı değişiklikler saptanmazken ($p > 0.05$), 6. haftada 3. grupta diğer iki gruba göre anlamlı artış görüldü ($p < 0.05$). Gruplar arası sintigrafik değerlendirmeler Tablo 5'te verilmiştir.

Gruplar arası histopatolojik incelemede, EPA ve EPK değerlendirmelerinde en düşük değerler 1. grupta, en yüksek değerler 3. grupta kaydedildi. Birinci grupta, ikinci gruba göre anlamlı azalma mevcuttu ($p < 0.05$). Üçüncü grupta ise diğer gruplara göre anlamlı artış saptandı ($p < 0.05$).

Tartışma

Tavşanlarda epifiz plağının, gelişimin 28. haftasına kadar aktif olduğu literatürde gösterilmektedir.^[4] Çalışmamızda tüm hayvanlar ameliyat sonrası 6 hafta boyunca izlendiği için değerlendirmelerin tamamı proksimal tibial epifiz plağı aktif iken gerçekleştirildi. Ross ve Zions^[5] 1997 yılında yaptıkları çalışmada, Phemister tekniği, stapler ile epifizyodez ve perkütan epifizyodez tekniklerini histopatolojik ve radyolojik olarak 2 haftalık aralar ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada, stapler uygulanan grupta ameliyat sonrası 2. haftada fizis kalınlığında belirgin azalma, hipertrofi zonunda belirgin kayıp

saptanmıştır. Dördüncü haftada epifizer ve metafizer bölgenin 2/3'lük merkezinde kolumnar dizilim gösteren ancak büyüme göstermeyen birkaç kondrosit görülmüştür. Altıncı haftada ise büyüme plağını neredeyse durmuş olarak saptamış; 6. hafta ile 10. hafta arasında belirgin histopatolojik farklılık kaydetmemişlerdir. Çalışmamızda 1. grupta benzer histopatolojik bulgular mevcuttu. Çalışmamızda tüm hayvanların histopatolojik değerlendirmeleri ameliyat sonrası 6. haftada yapıldı. Stapler ile epifizyodez uygulanan 2. grubun histopatolojik incelemesinde, literatürdeki histopatolojik değişimlerle benzer değişimler görüldü. Literatürde stapler çekildikten sonraki histopatolojik değişimleri araştıran bir çalışmamız dahilinde bulunmamaktadır.

Çalışmamızda 3. grupta opere edilen tarafta, 6. haftada opere edilmeyen tarafa göre geç faz değerlerinin artmış olması, bu grupta osteoblastik aktivitenin arttığı şeklinde yorumlandı. Üçüncü gruptaki geç fazdaki bu anlamlı artış, histopatolojik incelemede matürasyon ve hipertrofi zonundaki hücreli proliferasyonun sintigrafik yansımaları olarak düşünüldü.

Büyüme plağının yaşa bağlı sintigrafik aktivitesini araştıran yayınlar literatürde mevcuttur.^[6,7] Aynı zamanda, son yıllarda epifizyodez tekniklerini karşılaştıran ve yeni epifizyodez tekniklerini inceleyen yayınlar da bulunmaktadır.^[8,9] Bununla birlikte, epifizyodez tekniklerini radyografik, manyetik rezonans görüntüleme ve histopatolojik yöntemlerle inceleyen yayınlar mevcut olmasına rağmen, epifizyodez tekniklerini sintigrafik açıdan karşılaştıran bir yayın bildiğimiz kadarıyla literatürde yer almamaktadır.

Canale ve Christian,^[10] 1990 yılında yaptıkları çalışmada perkütan epifizyodez tekniğini incelemişlerdir. Bu çalışmada, hastaların uzun dönem takiplerinde epifiz plağının aktivitesini bilgisayarlı tomografiden daha

Tablo 2. İkinci grubun radyolojik, sintigrafik ve EPK değerlendirmesi.

2. grup ortalamaları	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (3. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (3. hafta)	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (6. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (6. hafta)	Epifiz plağı alanı (mm ²)	Epifiz plağı kalınlığı (µm)
Normal diz	89.1	31.1	95.6	15.3	0.96	396.8
Opere diz	86.4	29.9	90.1	13	0.67	361.5

Tablo 3. Üçüncü grubun radyolojik, sintigrafik ve EPK değerlendirmesi.

3. grup ortalamaları	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (3. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (3. hafta)	Radyolojik bacak uzunluğu (mm) (6. hafta)	Sintigrafik ROI oranı (6. hafta)	Epifiz plağı alanı (mm ²)	Epifiz plağı kalınlığı (µm)
Normal diz	85.5	40.8	92.3	26.1	0.91	332.3
Opere diz	82.8	25.5	90.6	33.4	0.94	417.2

iyi yansıtan bacak uzunluk graflerinin ölçümünün daha önemli olduğu ortaya konulmuştur. Çalışmamızda da epifizyodez tekniğinin başarısını incelemek için bacak uzunluk grafisi kullanılmıştır.

Çalışmamızda, klasik teknikte kemik köprü oluşumunun artmasına bağlı epifiz plağının büyüme inhibisyonu histopatolojik olarak ortaya konuldu. Benzer şekilde, stapler uygulanan grupta da kemik köprü oluşumu gözlemlendi. Klasik teknikte kemik köprü oluşumunun stapler uygulanan gruba göre fazla olması literatür ile uyumluydu.^[5] Staplerları çekilen grubun kemik köprü oluşumu ise diğer iki gruba göre daha az olarak görüldü. Bu grupta, EPK'daki artış ise istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Çalışmamızda, aynı zamanda, stapler çekilen grupta osteoblastik proliferasyona bağlı Tc-99m tutulumunun geç fazda artması istatistiksel olarak anlamlı bulundu. Harcke ve Mandell,^[11] 1993 yılında yaptıkları çalışmada kemik sintigrafisinin büyüme plağını değerlendirmede önemli olduğunu, etkilenmiş taraf ile normal tarafın epifiz plağının sintigrafik karşılaştırılması ile total veya segmental kapanma hakkında fikir edinilebileceğini bildirmişlerdir. Van Roermund ve ark.'nın^[12] 1994 tarihli çalışmasında, tavşan proksimal tibiası ve distal femurunda epifizer aktivite sintigrafik olarak incelenmiştir. Bu çalışmada da radyoizotop olarak çalışmamızda kullandığımız Tc-99m kullanılmıştır. Çelen ve ark.'nın^[13] 1999 yılında yaptıkları çalışmada ise, yaşları 2 ila 20 arasında değişen 334 çocuğun distal femoral epifiz plağı aktivitesi incelenmiştir. Distal femoral büyüme plağının aktivitesi aynı taraf femur diafizinin aktivitesine oranlanmış, bu oranın en yüksek olduğu dönemde uzamanın en fazla olduğu ortaya konmuştur. Yang ve Yang^[14] ise, 2006 yılında yaptıkları çalışmada 81 erkek 46 kadında postnatal 2. haftadan 24 yaşa kadar epifiz plağı aktivasyonunu izleyerek epifiz plağının normal aktivitesinin

sintigrafik değerlendirmesini ortaya koymaya çalışmışlardır. İnsanda epifiz plağının sintigrafik aktivasyonunun değerlendirilmesi yönünden bu çalışma literatürdeki ilk çalışmadır. Bu çalışma büyüme plağının aktivasyonunu değerlendirmede sintigrafinin önemli bir yeri olduğunu ortaya koymuştur.

Son dönem yayınlarında elektrik stimülasyonu ile de epifizyodez yapılabileceği bildirilmektedir.^[15] Bununla birlikte, geçici epifizyodez sağlamak için stapler ile epifizyodez yöntemi halen geçerliliğini korumaktadır.

Literatürde epifiz kalınlığının histomorfometrik ölçümü farklılık göstermektedir. Mobarakeh ve ark.'nın 2005 yılında yaptığı çalışmada epifiz plağı kalınlığı 5 farklı yerden ortalama alınarak ölçülmüştür.^[16] Atabek ve ark.'nın 2006 yılında yaptıkları çalışmada ise epifiz plağının 3 farklı yerinin ortalaması epifiz plağı kalınlığı olarak kabul edilmiştir.^[17] Seinsheimer ve Sledge, 1981 tarihli çalışmalarında, epifiz plağı kalınlığını plağın en kısa vertikal hattından ve kolumnar dizilime paralel olan bölgeden değerlendirmişlerdir.^[18] Çalışmamızda histomorfometrik yöntem olarak EPA ve EPK ölçüldü. Her zon için ayrı ayrı ölçüm yapılmadı. EPK ölçümü ise histomorfometrik olarak ölçülen alanın epifizin uzunluğuna bölünmesi ile yapıldı. Ölçüm teknikleri açısından çalışmamız literatür ile uyumlu ve EPK ölçüm tekniği açısından öncü bir çalışmadır. Synder ve ark.'nın 2001 yılında yaptıkları çalışmada epifiz plağında kemik köprü oluşumunun 4. haftada olduğu ortaya konmuş, 6. haftadan sonra ise belirgin bir fark gözlenmemiştir.^[19] Takip süremiz toplam 6 hafta olduğundan çalışmamızda epifizyodezin tüm etkilerini gözlemleyebileceğimiz süremiz vardı.

EPA'da, klasik epifizyodez uygulanan grupta diğer gruplara göre anlamlı olarak azalma görüldü. Staplerla-

Tablo 4. Grup içi sintigrafik değerlendirme sonuçları.

Grup içi sintigrafik değerlendirme	1. grup	2 grup	3 grup
3. hafta sintigrafisi	p=0.05*	p>0.05	p>0.05
6. hafta sintigrafisi	p<0.05†	p<0.05†	p<0.05†

*Sınırdan anlamlılık, †Anlamlı azalış, ‡Anlamlı artış

Tablo 5. Gruplar arası sintigrafik değerlendirme sonuçları.

Gruplar arası sintigrafik değerlendirme	Group 1	Group 2	Group 3
3. hafta sintigrafisi	p>0.05	p>0.05	p>0.05
6. hafta sintigrafisi	p>0.05	p>0.05	p<0.05*

*Anlamlı artış

rı çekilen grubun EPK değerleri diğer gruplara göre anlamlı şekilde artmış idi. Histopatolojik görünüm staplerlar çekildikten sonra EPA'daki proliferatif ve matürasyon zonundaki kondrosit proliferasyonunun artması şeklinde yorumlandı.

Staplerlar çekildikten sonra, ikincil cerrahi uygulaması sonucu olarak epifiz plağı aktivite artışının bir kısmından periost sorumlu olabilir. Bu periost reaksiyonunun araştırmaya dahil edilememesi çalışmamızın zayıf tarafını oluşturmaktadır.

Bütün bu sonuçlara dayanarak, Phemister tekniği ile kalıcı epifizyodez uygulanacak çocuklara cerrahi öncesi ve cerrahi sonrası radyolojik tetkiklerin yanında üç fazlı kemik sintigrafisi değerlendirilmesinin büyüme inhibisyonu hakkında bir fikir verebileceği söylenebilir. Stapler ile epifizyodez tekniği etkili bir epifizyodez yöntemidir ve geri dönüşlü olması bir avantajdır. Bununla birlikte, bu geri dönüş aktivitesi hakkında bir tahmin yürütmek söz konusu değildir. Klinik uygulamada sintigrafisi, stapler ile geçici epifizyodez uygulamasında staplerların çıkarılmasının öncesi ve sonrasında fizis aktivitesi konusunda bilgi verebilmesi açısından önem taşıyabilir. Bu açıdan, bu grup hastalara cerrahi öncesi radyolojik tetkiklerin yanında, üç fazlı kemik sintigrafisi eklenmesi ve cerrahi sonrası takip edilmesi staplerlar çekildikten sonraki büyüme plağının geri dönüş aktivitesi hakkında bir fikir verebilir. Son yıllarda, büyüme plağının normal aktivasyonunu göstermeye çalışan sintigrafik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Buna benzer bir standardizasyon epifizyodez uygulanan çocuklara uygulanabilir.

Teşekkür

2011 yılında kaybettiğimiz, sayın hocamız Prof. Dr. Sinan Kara'ya bu çalışmada verdiği ilham, destek ve ilgi için en içten teşekkürlerimizi sunarız.

Çıkar Örtüşmesi: Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

Kaynaklar

- Canale ST, Beaty JH. Limb length discrepancy. Campbell's Operative Orthopaedics. Vol. 2, 10th ed. Philadelphia: Mosby Elsevier; 2007. p. 1048-50.
- Phemister DB. Operative arrestment of longitudinal growth of bones in the treatment of deformities. J Bone Joint Surg Am 1933;15:1-15.
- Blount WP, Clarke GR. Control of bone growth by epiphyseal stapling: a preliminary report. J Bone Joint Surg Am 1949; 31:464-78.
- Cheon JE, Kim IO, Choi IH, Kim CJ, Cho TJ, Kim WS, et al. Magnetic resonance imaging of remaining physis in partial physeal resection with graft interposition in a rabbit model: a comparison with physeal resection alone. Invest Radiol 2005; 40:235-42.
- Ross TK, Zions LE. Comparison of different methods used to inhibit physeal growth in a rabbit model. Clin Orthop Rel Res 1997;(340):236-43.
- Craviari T, Bérard J, Willemen L, Kohler R. Percutaneous epiphysiodesis: Analysis of a series of 60 full-grown patients. [Article in French] Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot 1998;84:172-9.
- Zachmann M, Sobradillo B, Frank M, Frisch H, Prader A, Bayley-Pinneau, Roche-Wainer-Thissen, and Tanner height predictions in normal children and in patients with various pathologic conditions. J Pediatr 1978;93:749-55.
- Atar D, Lehman WB, Grant AD, Strongwater A. Percutaneous epiphysiodesis. J Bone Joint Surg Br 1991;73:173.
- Canale ST, Russell TA, Holcomb RL. Percutaneous epiphysiodesis: experimental study and preliminary clinical results. J Pediatr Orthop 1986;6:150-6.
- Canale ST, Christian CA. Techniques for epiphysiodesis about the knee. Clin Orthop Relat Res 1990;(255):81-5.
- Harcke HT, Mandell GA. Scintigraphic evaluation of the growth plate. Semin Nucl Med 1993;23:266-73.
- Van Roermund PM, Haaring C, van Rijk PP, Renooij W. Uptake of [99mTc] technetium methylene diphosphonate in the growth plates of the rabbit tibia during the final part of epiphyseal growth activity. Acta Orthop Belg 1994;60:369-73.
- Celen Z, Zincirkeser S, Ozkiliç S, Nacar F. Evaluation of growth in children using quantitative bone scintigraphy. J Int Med Res 1999;27:286-91.
- Yang KT, Yang AD. Evaluation of activity of epiphyseal plates in growing males and females. Calcif Tissue Int 2006;78:348-56.
- Van Roermund PM, ter Haar Romeny BM, Hoekstra A, Schoonderwoert GJ, Brandt CJ, van der Steen SP, et al. Bone growth and remodeling after distraction epiphysiolysis of the proximal tibia of the rabbit. Effect of electromagnetic stimulation. Clin Orthop Relat Res 1991;(266):304-12.
- Karimi-Mobarakeh M, Malekpour-Afshar R, Nakhaee N, Lahoti O, Rahmanian M. A new reversible method of epiphysiodesis: an experimental study in rabbits. American J App Sci 2005;2:1082-4.
- Atabek ME, Pirgon O, Kurtoglu S, Tavli L, Esen HH, Koylu O, et al. Effects of phototherapy on the growth plate in newborn rats. J Pediatr Orthop 2006;26:144-7.
- Seinsheimer F 3rd, Sledge CB. Parameters of longitudinal growth rate in rabbit epiphyseal growth plates. J Bone Joint Surg Am 1981;63:627-30.
- Synder M, Harcke HT, Conard K, Bowen JR. Experimental epiphysiodesis: magnetic resonance imaging evaluation with histopathologic correlation. Int Orthop 2001;25:337-42.