



Uzayabilen motorlu çivilerle deformite düzeltme ve uzatma

Deformity correction and lengthening by using motorised intramedullary nails

Halil Buldu¹, Fikri Erkal Bilen²

¹Centermed Plus Nişantaşı, İstanbul

²Özel Maçka EMAR Tıp Merkezi, Şişli, İstanbul

Ekstremitte uzatmalarında 100 yılı aşkın süredir farklı teoriler, teknikler uygulanmıştır. Bu denemelerin, gelişmelerin sonunda uzatma cerrahisi; herhangi bir dış cihazı gerektirmeden, uzama esnasında güvenilir bir şekilde yük vermeye izin veren ve uzatma işleminin elektromanyetik cihazlarla hastaya en az ağrı ve zorluk veren sistemlere evrilmiştir. Böylece, bu tanımlanan şekilde yapılacak uzatma, hastalar için kolay kullanılabilir, cerrahlar için de kolay uygulanabilir olmuştur. Buradaki göze çarpan negatif unsur yüksek maliyetler olmaktadır.

Anahtar sözcükler: kemik uzatma; deformite düzeltme; Precice®

Over the last century different theories and techniques have been applied in extremity lengthening procedures. These efforts resulted in the development of fully implantable lengthening devices enabling full weight-bearing and high patient comfort. Hence, a lengthening procedure has become fairly tolerable for the patient and reproducible for the surgeon. Currently, the high cost of the treatment with fully implantable nails remains a negative constituent.

Key words: bone lengthening; deformity correction; Precice®

Kısa olan ekstremitenin uzatılması fikri muhtemelen kayıtlara geçmeden çok daha önceki yıllarda da denenmiş olmakla birlikte ilk kez bu konuda Alessandro Codivilla'nın İtalya'da yaptığı çalışmaları 1905 yılında yayımlanmıştır.^[1] Burada iskelet traksiyonu ve alçı ile akut femur uzatması planlanmıştır. Bunun üzerine yayımlanan çalışmalardan sonra Rus Ortopedist Gavril Abramoviç Ilizarov'un ilk olarak 1969 yılında Rusça olarak yaptığı yayınlar Rusya'nın dünyaya kapalı yapısından da dolayı dünyada yeterli ses getirememiştir.^[2] 1980 yılından itibaren başlayan^[3,4], Rusça haricinde yayımlanan çalışmalar ile, "İlizarov Tekniği" tüm dünyada ilgi uyandıran ve kullanılmaya başlanılan bir yöntem olmaya başlamıştır.

Sirküler fiksatorler ve monolateral fiksatorler ile yapılmaya başlayan uzatmalar sonuca ulaşmakla birlikte beraberinde getirdikleri bazı riskler ve sorunları bulunmaktaydı. Uzun süre fiksatorün taşınması, uzatma esnasında olan kemik eğrilikleri, yetersiz kaynama dokusu, fiksator çıkarılması sonrasında oluşan refraktürler

bunlardan en önde gelenleri olarak sayılabilir. Bu konuda Paley'in 1990 yılında yapmış olduğu "*Problems, obstacles and complications of limb lengthening by Ilizarov*" başlıklı çalışma bu konuya işaret etmektedir.^[5]

Paley ve Herzenberg tarafından 1997 yılında yapılan çalışmada eksternal fiksator ile yapılan uzatmaya eş zamanlı olarak intramedüller çivinin de eklenmesi ile yukarıda sayılan riskler önemli oranda ortadan kaldırılmaya başlanmıştır.^[6] Ayrıca uygulanan intramedüller çivi sayesinde kanalın oyulması ile endosteal kanlanmada da bir artış, daha erken ve daha güvenilir bir kaynama dokusu elde edilmiştir.^[6] Uzama esnasında mekanik aksın etkilenmediğini göstermişlerdir. Sadece bu teknikte daha fazla kan kaybı ve cerrahi süre olmaktadır.

Intramedüller çivi ve eksternal fiksatörden oluşan bu kombinasyonun negatif özellikleri ise eksternal fiksatorün varlığına hasta uyumsuzluğu, fiksator tel ve/veya pinlerine bağlı oluşan enflamasyon veya enfeksiyon, fiksatöre bağlı tendon ve kaslarda gerilme ve yapışıklıklardır.

• İletişim adresi: Prof. Dr. Fikri Erkal Bilen, Özel Maçka EMAR Tıp Merkezi, Harbiye Mah. Maçka Cad. No:3, Şişli, İstanbul

Tel: 0532 - 281 50 01 e-posta: bilenfe@gmail.com

• Geliş tarihi: 21 Kasım 2019 Kabul tarihi: 2 aralık 2019



Şekil 1. Elektromanyetik bir motor ile cilt üzerinden uzatma işlemi yapılmaktadır.

Fiksator ve intramedüller çivi kombinasyonunun bu negatif özelliklerinden kurtulmak için uzamanın bir eksternal fiksator varlığı olmadan sağlanması fikri ortaya çıkmıştır.

Bununla ilgili yapılan ilk çalışma 1980 yılında Bliskunov tarafından Ukrayna'da yapılmış olup femura konulan kilitli bir intramedüller çivinin iliak kemiğe eklenen bir parçasını çevirerek uzatma sistemine dayanır.^[7]

Uzayan intramedüller çiviler mekanik sistemler ve kumanda ile uzatılabilen motorlu çiviler olarak ikiye ayrılmaktadır. Mekanik uzayan çivileri Bliskunov çivisinden sonra Fransız Albizzia^[8], Amerikan ISKD^[9] (*Intramedullary Skeletal Kinetic Distractor*), Fransız Guichet^[8] çivileri olacak şekilde süregelmıştır. Bu mekanik sistemlerin ortak özelliği uzatmanın çeşitli manevralar ile sağlanıyor olması, bunun da cerrahi geçirmiş ve uzayan bir ekstremitede çeşitli zorluklara yol açmasıdır.

Motorlu çiviler markette Fitbone® (Wittenstein, Igergheim, Germany) ve Precice® (Ellipse Technologies, Inc, Irvine, CA, USA) olarak iki isimde bulunmaktadır.

Fitbone® (Wittenstein, Igersheim, Germany)

Standart çivileri 11/12/13 mm çaplarında, 163–245 mm uzunluklarında olup en fazla 80 mm'ye kadar uzayabilen retrograd/antegrad femur ve tibia çivileri bulunmaktadır. Uzatma motoru çivinin kanalından dışarı

doğru uzanan bir kablonun ucundaki 20×4 mm'lik bir anten cilt altına yerleştirilir. Bu antenin üzerinden yüksek frekanslı elektrik enerjisi ile cilt üzerinden çivinin motoruna enerji aktararak hareket sağlanır.

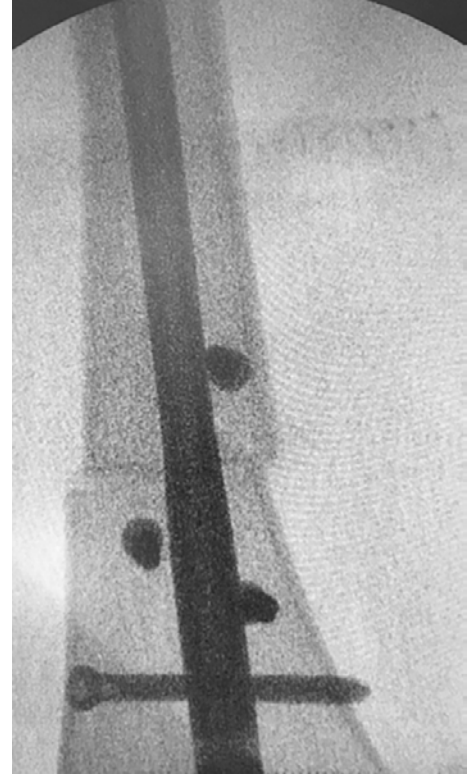
Baumgart ve ark. tarafından 12 hastalık bir seride 11 tek taraflı uzatma, bir hastada tümör zemininde kemik transportu yapılmıştır. Bu seride uzatma anten telinin kırılması ve motor çalışmaması olarak iki sorunlu vaka bildirilmiştir.^[10] Daha sonra implantın pazarda yaygınlaşmasıyla yapılan dört yayında toplam 39 femur, 22 tibia uzatması bildirilmiş olup bunların dört tanesinde implantta uzama sorunu, bir hastada uzama tamamlanması sonrasında düşmeye bağlı çivi kırılması, iki hastada istenen uzamanın sağlanamaması, üç tibia bir femurda greftlemeyi gerektirecek gecikmiş iyileşme, bir yüzeysel enfeksiyon, bir cilt altındaki antene bağlı iritasyon bildirmiştir.^[11-14]

Precice® (Ellipse Technologies, Inc, Irvine, CA, USA)

Precice® çivisinin ilk jenerasyonu (P1) 10,7 mm ve 12,5 mm olarak iki çapta, maksimum 65 mm uzama kapasitesi olan, 230 mm ile 355 mm arasında uzunlukları olan birbirine geçmeli iki çivinin birleştirilmesinden oluşan yapıdaydı. Uzaktan kumanda manyetik alan cihazının cilt üzerinde yedi dakika çalıştırılması ile 1 mm uzama sağlanıyordu (Şekil 1).



Şekil 2. Kanalin oyulması öncesinde trokanterin tam tipinden giriş ile uzama esnasında trokanterik girişli çivilerde oluşabilecek deformite engellenebilir.



Şekil 3. Düzeltilen valgus deformitesinin tekrarlamasını ve uzama esnasında oluşabilecek varusun engellenmesi için osteotominin distal ve proksimaline uygulanan polar vidaları.

Bu cihaz terse çalıştırılarak kısaltma ve kompresyon yapmaya da izin vermektedir. Uzama esnasında hastalara hiç yük verdirilmiyor, sadece eklem hareket açıklığına yönelik fizik tedaviye izin veriliyordu. Yük verdirilmeye, oluşan rejeneratta 3-4 kortekste konsolidasyon görüldüğünde izin veriliyordu. Manyetik alan cihazı ile çivi arasında en fazla 51 mm mesafe olması gerektiğinden kilolu hastalarda ve özellikle antegrad çivi kullanımlarında problem yaratabiliyordu. Bu nedenle 114 kg üzerindeki hastalarda retrograd femur çivisini tercih etmek gerekebiliyordu.

Bundan sonra geliştirilen ikinci kuşak Precice® (P2) tek parçadan oluşmakta olup 8,5 mm çapta da üretildi. Ayrıca uzunlukları 195 mm ile 365 mm arasında değişiyor ve 50-80 mm uzama sağlıyorlardı. İkinci jenerasyon ilkinde göre iki kat daha dayanıklı olarak üretildi.

Precice Stryde® çivisi 3. jenerasyon olarak geliştirildi ve P2'den bunu ayıran en önemli fark yük verdirilmeye olan dayanma kapasitesi oldu.

Precice Stryde® piriformis ve trokanterik girişli antegrad, retrograd femur, tibia çivileri olarak pazarda mevcuttur.

Precice Stryde® 10/11,5/13 mm olarak üç çapta, 235 mm ile 365 mm uzunluklara sahip, 50/65/80 mm uzama sağlayabiliyor. Yük taşıma kapasitesi ile ilgili verilerde 10 mm çaplı uygulamada 69 kg, 11,5 mm çaplı uygulamada 91 kg, 13 mm çaplı uygulamada 114 kg taşıma kapasitesine sahip olduğu bildirilmektedir. Bu sayede uzama, konsolidasyon dönemlerinde yük verdirilebilir mümkün olmaktadır.

Calder ve ark., antegrad ve retrograd femur Precice® çivileri ile yaptığı bir çalışmada, 92 hastanın 107 femurunda yapılan uzatmalarda 100 hastada başarılı sonuç bildirmişlerdir.^[15] Hastaların hiçbirinde implanta bağlı problem görülmemiştir.

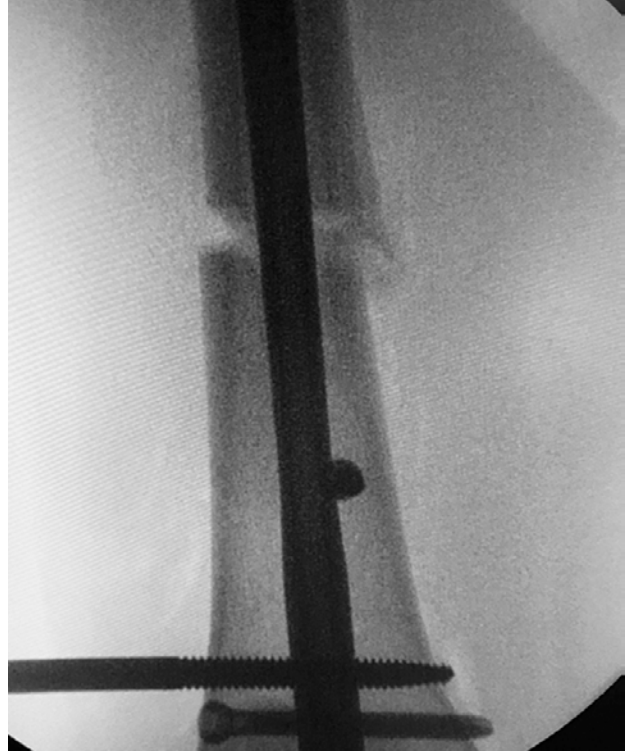
Motorlu çivilerle uzatma ve/veya düzeltme yapılırken femur proksimal girişlerde eğer trokanterik giriş kullanılıyorsa varusa gidiş daha az görülür. Eğer kanal geniş ise veya akut düzeltme yapıldıysa oluşabilecek deformiteyi engellemek için polar vidası uygulanmalıdır (Şekil 3).^[16]

Femur proksimal girişlerinde erişkinlerde piriformis girişinin (Şekil 4) tercih edilmesi ile uzama esnasında oluşabilecek varus deformitesi ihtimali düşük olur.^[16]



Şekil 4. Piriformis girişli motorlu uzayabilen çiviler ile uzama esnasında oluşabilecek deformiteler çok daha az görülür.

Eğer deformite düzeltmeksizin sadece uzatma yapılacaksa femur proksimal girişli çivi ile diz hareketleri daha az etkileneceği için tercih edilmelidir. Bunun yanında retrograd giriş ile uzatma yapılırsa kaynama hızı antegrad

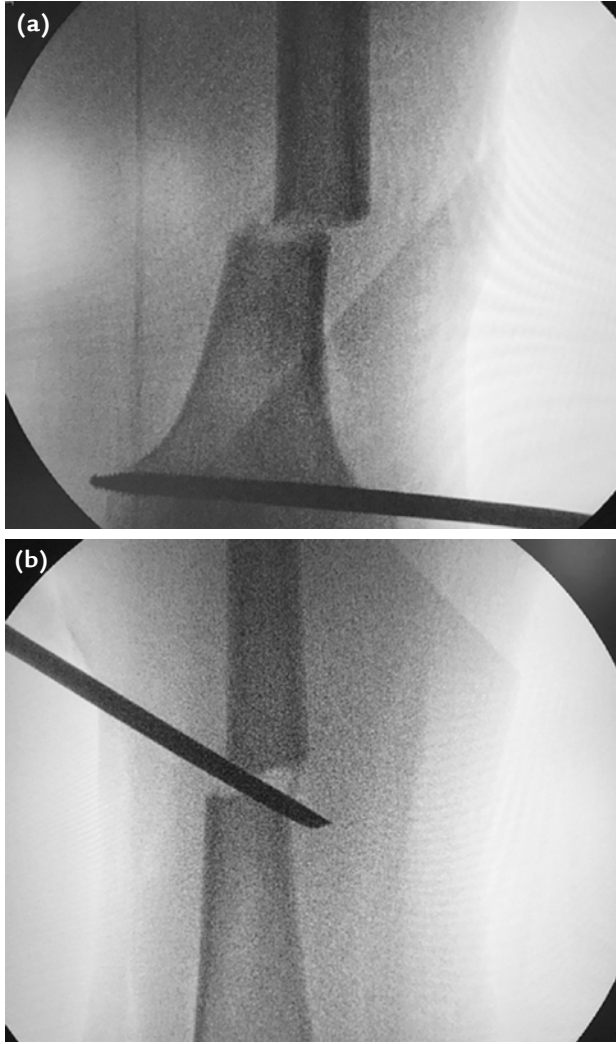


Şekil 5. Uzama esnasında oluşabilecek varus deformitesinin engellenmesi için mediale kanalı daraltıcı polar vidası uygulaması.

çiviye göre daha hızlı olacaktır. Bunlar göz önünde bulundurularak çivi seçimi planlanabilir. Motorlu çivi ile yapılacak uzatmada osteotomi öncesinde mutlaka osteotominin proksimal ve distaline rotasyonel deformite oluşturmamak için referans olarak birbirine paralel rotasyon referans telleri uygulanmalıdır. Biz bu referans telleri için çivi yoluna gelmeyecek şekilde 6 mm Schanz vidası tercih ediyoruz ve bu Schanz'lar bize osteotominin komplet olduğunun kontrolü ve çivi uygulamasında kolay manipülasyon olanağı vermektedir. Bu referans Schanz'ları uygularken tibia proksimal ve femur distal metafizinde direkt uygularken femur proksimal ve tibia distal metafizinde ve tüm diafiz uygulamalarında öncesinde 4,0 mm dril ile drilleme yapıyoruz.

Motorlu çivinin çapından 2 mm daha kalın oyucu ile kanalın oyulması, uzamanın sağlanmasından ziyade çivinin çakılmadan ya da çok hafif zorlama ile uygulamasını sağlamaktadır. Çivi üzerinden eksternal fiksator ile uzatılırken çivinin kanala çakılması uzamanın olmasına sebep olabilmektedir.

Retrograd girişte deformite düzeltilmemiş olsa bile, distalde femurun kanal çapının genişliği dikkate alındığında mediale polar vidası uygulamasının rutin yapılmasını öneriyoruz (Şekil 5).



Şekil 6. a, b. Osteotominin komplet olduğuna karar vermek için kemik uçlarında kanal çapının yarısına yakın translyasyon ve Schanz'ların rotasyonu gerekir.

Motorlu çivilerle yapılacak olan uzatma ve düzeltmelerde, kombine yöntemde dikkat edilmesi gerekli olan bazı durumlar önemsiz olmaktadır. Bunlardan biri kombine teknikte çivinin distal kısmının intramedüller kanal içerisinde kayması gerekli olduğundan bu seviyede yaratılacak bir kanalda sıkışma, polar vida/schanz ya da K-telinin çivi kaymasını engellemesi sistemin çalışmasına engel olacaktır. Motorlu çivilerde uygulanacak polar vida ya da farklı bir implantın çivi distalinden ya da proksimalinden sıkıştırması sistemin çalışmasına engel olmayacaktır. Motorlu çivide osteotomi tam yapıldıktan sonra eğer implanta ait yetmezlik yoksa uzama gerçekleşecektir. Bununla birlikte çivinin motorunun olduğu alanın osteotomi sahası içerisinde olmasının önemi yoktur. Sadece rejenerat olgunlaşana

kadar olan sürede çivi kırılmalarını engellemek için çiviye ait en az 6 cm'lik bir segmentin sağlam medüller kanal içerisinde bulunmasını öneririz.

Fiksator yardımlı çivileme ve uzatmanın birlikte yapıldığı vakalarda çivinin kayacak kısmının uzunluğu ve uzatma sonunda çivi kilitleyip fiksator çıkarılacağı zaman kalacak segmentin uzunluğu refraktür olmaması, hastanın erken dönemde üzerine basabilmesi açısından çok önemlidir. Bu yönüyle de uzayabilen çivilerde böyle bir hesaplama çivinin kanalda kayarak uzama olmadığı için önemsiz olacaktır.

Osteotominin komplet olması fiksator yardımlı çivilemede de olduğu gibi burada da çok önemlidir. Biz femur, fibula ve tibia için distalde dril ve osteotomi tercih etmekle beraber tibiada proksimal ve diafizde genelde tel testere tercih ediyoruz. Ameliyatın sonunda uzama denemesi yapıldığında eğer uzama gerçekleşmiyorsa, fiksator yardımlı çivilerde çivi kanalda iken osteotomi çiviye de gelecek şekilde osteotomi alanı komplet hale getirilebilirken; böyle bir işlemin yüksek teknoloji çiviye zarar verebilme ihtimalinden dolayı osteotominin komplet olmaması tekrar çivinin çıkarılmasını gerektirebileceği için burada daha da önemlidir. Biz, osteotominin komplet olduğunu çivi çakılmadan önce osteotomi alanına uygulanan Schanz'lar ile 60°'ye yakın rotasyon ve en az kanal çapının yarısı miktarda translyasyonun skopide görülmesinden sonra karar veriyoruz (Şekil 6).

Uzatma cerrahisinde motorlu çivilerin üretilmesi ve en sonunda da Precice Stryde® geliştirilmesi ile uzama esnasında hastanın mobilizasyonuna izin veriyor olması uzatma cerrahilerine hasta uyumunu çok arttırmış ve morbiditeyi çok düşürmüştür. Yük verdiren motorlu uzatma çivilerinin yüksek fiyatları ve kolay erişilebilir olmamalarından dolayı bu çivinin ya da aynı işlevi yerine getirebilecek geliştirilecek başka bir çivinin uygun maliyetlerde piyasaya sürülmesi ile ilgili yüksek bir beklenti bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Codivilla A. The classic: On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity 1905. Clin Orthop Relat Res 2008;466(12):2903-9. [Crossref](#)
2. Ilizarov GA, Deviatov AA. Surgical lengthening of the shin with simultaneous correction of deformities. Ortop Travmatol Protez 1969;30(3):32-7.
3. Ilizarov GA, Devyatov AA, Kamerin VK. Plastic reconstruction of longitudinal bone defects by means of compression and subsequent distraction. Acta Chir Plast 1980;22(1):32-41.
4. Ilizarov GA. The principles of the Ilizarov method. Bull Hosp Jt Dis Orthop Inst 1988;48(1):1-11.
5. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. Clin Orthop Relat Res 1990;(250):81-104. Review. [Crossref](#)

6. Paley D, Herzenberg JE, Paremain G, Bhave A. Femoral lengthening over an intramedullary nail. A matched-case comparison with Ilizarov femoral lengthening. *J Bone Joint Surg Am* 1997;79(10):1464–80. [Crossref](#)
7. Bliskunov AI. Intramedullary distraction of the femur (preliminary report). *Ortop Travmatol Protez* 1983;(10):59–62.
8. Guichet JM. Leg lengthening and correction of deformity using the femoral Albizzia nail. *Orthopade* 1999;28(12):1066–77. [Crossref](#)
9. Cole JD, Justin D, Kasparis T, De Vlugt D, Knobloch C. The intramedullary nail for lengthening of the femur and tibia. *Injury* 2001;32 Suppl 4:129–39. [Crossref](#)
10. Baumgart R, Betz A, Schweiber L. A fully implantable motorized intramedullary nail for limb lengthening and bone transport. *Clin Orthop Relat Res* 1997;343:135–43. [Crossref](#)
11. Singh S, Lahiri A, Iqbal M. The results of limb lengthening by callus distraction using an extending intramedullary nail (Fitbone) in non-traumatic disorders. *J Bone Joint Surg Br* 2006;88-B(7):938–42. [Crossref](#)
12. Krieg AH, Speth BM, Foster BK. Leg lengthening with a motorized nail in adolescents. An alternative to external fixators? *Clin Orthop Relat Res* 2008;466(1):189–97. [Crossref](#)
13. Dincyurek H, Kocaoglu M, Eralp IL, Bilen FE, Dikmen G, Eren I. Functional results of lower extremity lengthening by motorized intramedullary nails. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2012;46(1):42–9. [Crossref](#)
14. Al-Sayyad MJ. Lower limb lengthening and deformity correction using the Fitbone motorized nail system in the adolescent patient. *J Pediatr Orthop B* 2010;21(2):131–6. [Crossref](#)
15. Calder PR, McKay JE, Timms AJ, Roskrow T, Fugazzotto S, Edel P, Goodier WD. Femoral lengthening using the Precice intramedullary limb lengthening system: outcome comparison following antegrade and retrograde nails. *Bone Joint J* 2019;101-B(9):1168–76. [Crossref](#)
16. Horn J, Hvid I, Huhnstock S, Breen AB, Steen H. Limb lengthening and deformity correction with externally controlled motorized intramedullary nails: evaluation of 50 consecutive lengthenings. *Acta Orthop* 2019;90(1):81–87. [Crossref](#)