



Kırık sağaltımında içten tespit gerecinin seçimi

The choice of internal fixation device in fracture treatment

Önder Kalenderer, Haluk Ağuş

İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2. Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İzmir

Kırık sağaltımında kemiğin biyolojisi kadar biyomekanik etkenler de önemlidir. Kırık sağaltımında kırılan kemik, kırığın tipi, yaralanma mekanizması, hastanın özellikleri, tespit biçimini dolayısı ile tespit gerecini belirleyen ana etmenlerdir. Tespit yöntemlerinin metalurjik, biyolojik ve biyomekanik özellikleri ise kırık iyileşmesinde önemli etkenlerdir. Ameliyat öncesi planlama kullanılacak gereçlerin seçimi açısından çok önemlidir. Anatomik yerleştirmenin amaçlandığı durumlarda katı tespit sağlayan gereçlerin, dolaylı yerleştirmenin amaçlandığı durumlarda ise açısız denge sağlayan gereçler kullanılması gerektiği unutulmamalıdır.

Anahtar sözcükler: Biyomekanik; kemik biyolojisi; kırık iyileşmesi; içten tespit.

Biomechanical factors as well as bone biology are important for the management of fractures. The fractured bone, the type of fracture, the mechanism of the injury, and the patient characteristics are important factors in determining the fixation method and therefore the fixation material. The metallurgical, biological and biomechanical properties of the fixation materials are important factors in fracture healing. The preoperative planning is very important in the selection of the instruments that will be used. It should be remembered that the instruments providing solid fixation are required in cases where the aim is anatomical reduction and the instruments providing angular fixation are needed in cases where indirect reduction is aimed.

Key words: Biomechanics; bone biology; fracture healing; internal fixation.

Kırık sağaltımında kemiğin biyolojisi kadar doğal ve sağaltım kaynaklı biyomekanik etkenler de önemlidir. Sertlik ve dayanıklılık kemiğin en özgün nitelikleridir. Kırık biyomekanik olarak kemik bütünlüğünü bozar, patolojik harekete ve kemiğin destek olma işlevini yitirmesine neden olur. Kırık biyomekanik bir olay olmasına rağmen kemik uçlarının emilimi ve kallus oluşumu gibi önemli biyolojik olayların da tetikleyicisidir. Kırık sağaltımında kırılan kemik, kırığın tipi, yaralanma mekanizması, hastanın özellikleri tespit şekli dolayısı ile tespit gerecini belirleyen ana etmenlerdir.

Kırıkların içten tespit ile sağaltımı 1800 yılların ortasında başlamıştır. İlk olarak 1861'de Cooper ve 1877'de Lister kapalı patella kırıklarının gümüş telle tespit edilmesinden iyi sonuçlar elde ettiklerini bildirmişlerdir.^[1] Cerrahi olarak kırık sağaltımı ile ilgili birçok çalışma yapılmasına karşın yetersiz metalurji, yetersiz cerrahi teknik ve biyolojinin tam olarak anlaşılama-

sı nedeni ile enfeksiyon başta olmak üzere karşılaşılan sorun oranının yüksek olması 1950 yıllarının ortalarına kadar kırıkların içten tespit yönteminin bir seçenek olarak değerlendirilmesini engellemiştir. Bu tarihten itibaren biyolojinin araştırılıp anlaşılması, uygun teknoloji ve yöntemlerin geliştirilmesi ile kırıkların içten tespitinden iyi sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır. Bu alandaki çalışmaların geliştirilmesinde sağaltım sırasında karşılaşılan sorunların giderilmesi kadar hastaların bir an önce günlük yaşama döndürülmesi gibi ekonomik nedenler de etkili olmuştur.^[2]

Kırık tespitinde kullanılacak araçların özelliklerini; metalurjik, biyolojik ve biyomekanik özellikler olarak üç ayrı başlıkta incelemek gerekir.

METALURJİK ÖZELLİKLER

Kırık tespitinde kullanılacak en uygun metali; organizma için zararsız, inert, korozyona karşı tam dirençli,

biçim vermek için yoğun bir işlem gerektirmeyen, dayanıklı ve yetmezliğe karşı dirençli aynı zamanda düşük maliyetli olarak tanımlamak olasıdır. Doğaldır ki böyle bir metal yoktur. Günümüzde biyomalzemeler paslanmaz çelik, titanyum, kobalt, kromiyum ve vitalyumdan yapılmakta ise de kırık tespitinde en fazla paslanmaz çelik ve titanyum metaller tercih edilmektedir. Paslanmaz çelik %18 krom ve %8 nikel içerir. Güçlüdür ve yetmezliğe karşı dirençlidir. Şekillendirilmesi kolaydır. Ancak korozyona dirençli olmaması ise olumsuz yanındır.

Son yıllarda sık kullanılan titanyum metaller ise oldukça inert, daha az alerjik ve kolay çalışılabilir olmalarına karşın esneme katsayıları paslanmaz çeliğe oranla daha düşüktür. Bu nedenle benzer sertliği sağlayan titanyum plaklar paslanmaz çelikten yapılanlara oranla daha kalındır. İntert olması nedeni ile yumuşak dokular implant üzerine yapışarak geleneksel paslanmaz çelik plaklarda oluşan ve bakteri üremesine elverişli içi sıvı dolu ölü boşlukların oluşmasını engellerler. Yapılan çalışmalar paslanmaz çelik ve titanyum plaklarda enfeksiyon gelişmesi için gerekli bakteri kolonisi sayısının oranlarının 1:450 olduğunu göstermiştir.^[3] Seçilecek metal konusunda karar vermek için bazı metalurjik kavramları göz önünde tutmak gerekir. Bunlar; sertlik, dayanıklılık, esneklik ve korozyondur.

Sertlik

Uygulanan yüklenme ile meydana gelen biçim bozukluğu arasındaki bağlantıyı tanımlar. Kırık tespitinde kullanılacak malzeme iyileşme olana kadar kırık bölgesindeki dengeyi istenen değerde tutabilmelidir. Gerecin sertliği, yapıldığı madde kadar biçim ve boyutlarına da bağlıdır. Standart bir plağın kalınlığının milimetrenin onda biri kadar artırılması plağın bükülmeye karşı sertliğini artırabilmektedir. Geçmiş yıllarda karbon türevlerinden yapılmış kemik sertliğindeki gereçler kullanılmışsa da bu gereçler kuvvet uygulandığında yüklenmeyi uygun dağıtamamaları ve biçimlendirilememeleri nedeniyle pek fazla klinik uygulama alanı bulamamışlardır.

Dayanıklılık

Bir maddenin ya da sistemin uygulanan kuvvete karşı bozulmadan gösterdiği direnç "dayanıklılık" olarak tanımlanır. Metaller kırılmadan önce geriye dönüşümsüz biçim bozukluğuna uğrayabilirler. Farklı dayanıklılıktaki metallerden yapılmış gereçlere boyutları değiştirilerek benzer özellikler kazandırmak olasıdır. Bununla birlikte içten tespitite kullanılan metallerin dayanıklılık katsayılarının yüksek olmasından çok, tekrarlayan yüklenmeler altında oluşacak yorgunluk yetmezliğine dayanıklılıkları daha önemlidir. Paslanmaz çelik ve titanyum karşılaştırıldıklarında paslanmaz

çeliğin dayanıklılığının daha iyi olmasına karşın daha çabuk yorgunluk yetmezliği gösterdiği saptanmıştır. Buna karşılık titanyum tekli yüklenmelere karşı daha az dirençli iken tekrarlayan yüklenmelere karşı daha üstündür.^[4]

Esneklik

Geriye dönüşümsüz (plastik) biçim bozukluğuna dayanabilmeyi ve metallerin biçimlendirilme özelliklerini belirler. Esneklik katsayısı düşük olan titanyum paslanmaz çeliğe oranla daha güç biçimlendirilir. Esneklik, gerecin uygulanırken yetmezliğe girmeden önce uygulayıcıyı uyarması yönü ile de önem taşır. Esnekliği düşük olan titanyum yetmezlik öncesi az esnediğinden uygulayıcıların paslanmaz çeliğe oranla daha deneyimli olmaları gerekir. Titanyumdan yapılan kilitlenebilir vidaların kullanıldığı tespitlerde ortaya çıkan metal yetmezliğini ve uygulama zorluklarını engellemek, Morse koniği biçiminde olan vida başlarının huni biçiminde tasarlanarak torklu tornavida ile uygulanması durumunda, mümkün olabilir.^[5]

Korozyon

Farklı iki metalin elektrolit içeren bir çözeltide birbirlerine bağımlı olarak elektrik yüklü elektrotlar haline gelip pil etkisi göstermeleridir. Bu durum, plağın aşınmasına ve ortama farklı iyonların katılmasına neden olur. Bu nedenle tespit yapıldığında aynı ortamda farklı metallerin kullanılmaması gerekir.

Aletlerden gereçlere metal geçişi: Kırık tespit ederken kullanılan aletlerden (tornavida, matkap ucu) vida veya plaklara metal geçişidir. Tornavida ve matkap uçlarını sertleştirip, delme kılavuzu kullanarak bu etkinin önlenmesi olasıdır.

Temas korozyonu: Temas halindeki vida ve plakların değişik oksijen konsantrasyonu korozyona ve gevşemeye yol açar.

Sürtünme korozyonu: Temas halindeki vida başı ve plak gibi metal yapıların tekrarlayan hareketlerle koruyucu tabakalarının aşınıp neden olduğu korozyondur.

Gerginlik korozyonu çatlaması: Klorid iyonundan zengin ortamda tutulan metalin korozyon nedeni, dayanabildiği kuvvetten daha düşük bir kuvvet etkisi ile çatlamasıdır. Akıllı metaller olarak adlandırılan altın-kadmiyum, bakır-çinko, titanyum-nikel ve titanyum-niyobyum üzerinde de çalışmalar sürmektedir. Bu metallerin özellikleri, belli bir dereceye kadar soğutulduğunda farklı biçim özelliği kazanmaları ancak belli bir dereceye kadar ısıtıldığında ise orijinal özelliklerine geri dönmeleridir. Örneğin, bu tür metallerden yapılmış U çivilerinde 0 dereceye kadar

soğutularak elde edilen açıklığın 36-37 derecede normale dönmesi ile kırık hattında bir sıkıştırma etkisi elde etmek olasıdır.

BİYOLOJİK ÖZELLİKLER

Kemiğin kan dolaşımının etkilenmesi: Kırıkların geleneksel vida-plak ile tespitinde kırık bölgesine binen kuvvetlerin kurulan sistem tarafından üstlenilmesi vidanın baskısı ile kemikle plak arasında oluşan sürtünme kuvveti yoluyla olur. Kırık tespiti kanal içi çivi ile yapılmışsa bu kuvvetler çivi ile iç korteks arasındaki sürtünme kuvvetleri yardımıyla paylaşılır. Kırık tespitini sağlayan geleneksel sistemler kurulduktan sonra tespit kanal içi çivi ile yapılmışsa çivi etrafında, plak ve vida ile yapılmışsa sistem altında kortikal osteoporotik bir alan oluşur. Gelişen osteoporoz bugüne kadar genellikle kurulan sistemin kapsadığı alandaki yükün bir kısmını üstlendiği varsayımından hareketle 'Wolf kanunu' ile açıklanmaya çalışılırdı. Ancak osteoporozun kuvveti üstlenen sistem türü ile uyumlu ve geçici olması gibi nedenlerle kortikal kan dolaşımının uygulanan sistemden olumsuz yönde etkilenmesi ile meydana gelebileceği gösterilmiştir.^[6]

Kırık bölgesi erken dönemde gereç ile desteklendiğinden geçici erken porozun klinik bir değeri olmayabilir. Bununla birlikte herhangi bir enfeksiyon gelişmesi durumunda plak altındaki ya da kanal içi çivi etrafında kan dolaşımı bozulmuş kemik bölümünün sekesterizasyonu ve dolayısıyla enfeksiyona karşı olan direncinin zayıflaması görülebilir. Bu nedenlerle kırıkların içten tespitinde kortikal dolanımı en az seviyede etkileyecek kemikle sınırlı teması olan plak ve kanal içi çiviler kullanılması önerilmektedir.^[7]

BİYOMEKANİK ÖZELLİKLER

Kırıkta yapılan içten tespitinin amacı kırık biyomekaniğini değiştirerek iyileşmeyi yönlendirmeyi amaçlar. Kırık tespitinde sağlanan dengenin türü kırık iyileşmesini yönlendirecek en önemli unsurdur. Kırık dengesine değişik biyomalzemeler kullanarak tam ya da göreceli denge kazandırmak olasıdır. Tam denge sadece sıkıştırıcı plak ve vida kullanılarak elde edilebilir. Parçalar arası sıkıştırma dışı tüm tespit şekilleri ile göreceli denge ile hipertrofik kallusla ikincil iyileşme elde edilir. Bu yöntemler; köprülü plak, kanal içi çivi ve eksternal fiksator uygulamalarıdır.

Kırık tespitinde sağlanan dengenin türü kırık iyileşmesinin tipini de belirler. Mutlak denge ile tespit edilen kırıklarda iyileşme hipertrofik kallusun görülmediği ve birincil iyileşme diye de adlandırılan doğrudan iyileşme biçiminde olur. Tam denge sağlayan sıkıştırıcı yöntemlerin avantajları anatominin tam olarak onarı-

mına olanak tanıyıp erken harekete izin vermeleridir. Tam denge sağlayan gereçler gergi bandı, sıkıştırıcı vidalar ve plak-vida uygulamalarıdır. Bunun dışındaki tüm içten tespit yöntemleri göreceli tespit sağlar.

Sıkıştırıcı vida uygulandığı alanda karşı kortekse tutunarak yakın ve uzak korteks arasında sürtünme ve ön yüklenme ile tam denge sağlar. Tam denge sağlayacak vidaları aşırı derecede sıkıkmamak gerekir. Bu biçimdeki uygulamalarda kemik yivleri kısmen zarar görür ve gevşeme tehlikesi oluşur. Vidanın direncini yani sıkıştırma özelliğini kaybetme olasılığı sıkıştırıldığı oranda artar. Sıkıştırıcı vidaların göz önünde tutulması gereken diğer bir özelliği de, bu tespit biçiminin yüklenmeye karşı dayanıksız olmasıdır. Bu nedenle sıkıştırma vidaları kırık bölgesini köprüleyerek ek kuvvetleri önleyen ya da direnen plaklarla birlikte kullanılmalıdır. Parçalar arası sıkıştırma vidaları dışında plak-vida kullanılarak da tam denge amaçlayan kırık iyileşmesi elde edilebilir. Bu biçimde yapılacak sıkıştırma sadece transvers kırıklarda ve plağa yakın kortekste etkili olur. Düz plaklar eğilerek ya da daha önceden eğilmiş plaklar kullanılarak kırık hattında tam sıkıştırma elde edilebilir. Tam dengeli tespit, anatomik yerleşmenin şart olduğu eklem içi kırıklarda ve kortikal dolaşımı zarar görmüş olan diyafiz kırıklarında önerilmektedir.

Kanal içi çivi, eksternal fiksator ve parçalar arası sıkıştırmanın yapılmadığı plak-vida sistemleriyle göreceli denge ile ikincil kırık iyileşmesi görülmektedir. Bu iyileşme biçimi, daha çok parçalı ve açık kırıklarda, uzun kemiklerin diyafiz kırıklarında ve çocuk kırıklarında tercih edilmektedir. Bu kırıklarda iyileşme biçimi, kırık model üzerinden geliştiğinden aşırı kallus dokusu görülmektedir. Kırıkların cerrahi tespitinde son yıllarda önemli değişiklikler oluşmuştur. Kırık uçlarındaki bir miktar hareketin hipertrofik kallusa ve erken iyileşmeye yol açtığından anatomik redüksiyon gerektirmeyen kırıkların göreceli denge ile tespit edilmesi önerilmektedir. Bu kavram değişikliğinin temelinde Perren'in ortaya attığı gerilim kuramı yatmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle yapılacak göreceli dengeli tespitlerde kurulan sistemin unsurları arasında (plak, vida, çivi) sürtünme nedeni ile sürtünme korozyonu meydana gelebilir. Düşük korozyon derecelerinde bu aşınma önemli olmamakla birlikte aşırı olduğu zaman dökülen parçacıklar lenfatik sistemle taşınabilir. Bu sorunu engellemek için göreceli tespitinin titanyumdan yapılmış gereçlerle yapılması önerilmektedir.

Kırıkların göreceli dengede tespiti uygulanan plağa kilitlenen vidalarla sağlanan internal fiksator

teknîği ile sağlanabilmektedir. Bu biçimde uygulanan tespitle hareket eden gereç çevresindeki kemik emilimi engellenir ve sistemin dengesiz hale gelmesi önlenir. Kilitlenebilir plak-vida sistemlerinin kullanımının plağın kemikten uzakta kalarak kortikal kan dolaşımını bozmasını gibi bir avantajı olduğu daha önce de belirtilmiştir.

Göreceli dengede tespitin ve açısal dengenin kırık tespitinde ve iyileşmesindeki avantajları saptandıktan sonra kilitlenebilir çeşitli plaklar yapılmıştır.^[8] Bu plaklar genellikle titanyumdan imal edilmiştir. Son yıllarda benzer özelliklere sahip paslanmaz çelik plak-vida sistemleri de geliştirilmiştir. Bu sistemler genellikle sınırlı girişimsel tekniklerle uygulanmaktadırlar. Bu yöntem ve gereçler ile yapılan tespitlerde kırık iyileşmesinin daha hızlı ve güvenilir olması, enfeksiyon oranının düşük ve tekrarlayan kırığın daha az olması yöntemin olumlu yanlarıdır. Buna karşın uygulandıkları alanda dolaşımın yeterli olup olmadığının saptanması güçtür bu nedenle geleneksel yöntemlere oranla daha karmaşık bir ön değerlendirme ve uygulama tekniği gerektirmeleri ve pahalı olmaları olumsuz yanlarıdır.

Sonuç olarak, kırık tespitinde kullanılacak gerecin özellikleri, kırık tipi ve biyolojisi ile yakından ilgilidir. Anatomik yerleştirmenin amaçlandığı durumlar-

da katı tespit sağlayan gereçlerin kullanılması gerekir. Dolaylı yerleştirmenin amaçlandığı durumlarda ise açısal denge sağlayan gereçler kullanılmalıdır. Kırıkların gereçlerle tespitinde, sağlanan katılık oranı ile kırık biyolojisinin birbirlerini ters orantılı olarak etkiledikleri göz önünde tutulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Allgower M. Cinderella of surgery-fractures? Surg Clin North Am 1978;58:1071-93.
2. Ruedi TP, Buckley RE, Moran CG. AO Principles of fracture management. 2nd ed. New York: Thieme; 2008.
3. Arens S, Hansis M, Schlegel U, Eijer H, Printzen G, Ziegler WJ, et al. Infection after open reduction and internal fixation with dynamic compression plates-clinical and experimental data. Injury 1996;27 Suppl 3:SC27-33.
4. Ramotowski W, Granowski R. Zespol. An original method of stable osteosynthesis. Clin Orthop Relat Res 1991;272:67-75.
5. Tepic S, Perren SM. The biomechanics of the PC-Fix internal fixator. Injury 1995;26 Suppl 2:5-10.
6. Perren S, Ganz R. Biological internal fixation of fractures: The balance between biology and mechanics. Eur Instr Course Lect 1997;3:161-3.
7. Perren SM. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. The scientific basis of biological internal fixation: choosing a new balance between stability and biology. J Bone Joint Surg [Br] 2002;84:1093-110.
8. Kubiak EN, Fulkerson E, Strauss E, Egol KA. The evolution of locked plates. J Bone Joint Surg [Am] 2006;88 Suppl 4:189-200.