



# Klavikula orta diyafiz parçalı kırıklarının köprüleme plaklama yöntemi kullanılarak kilitli plak ile tedavisi

Sami SÖKÜCÜ<sup>1</sup>, Özgür MENGES<sup>2</sup>, Engin ÇETİNKAYA<sup>1</sup>, Atilla PARMAKSIZOĞLU<sup>3</sup>, Yavuz KABUKÇUOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

<sup>2</sup>Taksim Alman Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul;

<sup>3</sup>Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, İstanbul

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı minimal cerrahi diseksiyonla uygulanan köprü plaklama tedavisi sonrası klavikula orta diyafiz parçalı kırıklarının kaynamasını ve fonksiyonel sonuçlarını değerlendirmektir.

**Çalışma planı:** Retrospektif olarak yapılan çalışmaya klavikula orta diyafiz parçalı kırıkları 2004 ile 2010 yılları arasında tedavi edilen 17'si erkek ve 6'sı kadın toplam 23 hasta alındı. Tüm kırıklar minimal cerrahi diseksiyonla köprü plaklama tekniği kullanılarak opere edildi. Hastaların fonksiyonel değerlendirilmesi için Constant omuz skorlama sisteminden yararlandı.

**Bulgular:** Ortalama takip süresi 22 (dağılım: 6-68) ay olarak ölçülürken, ortalama 13 (dağılım: 8-20) haftalık bir dönemden sonra bütün kırıklarda kaynama görüldü. Hiçbir hastada implant yetmezliği, yüzeysel ya da derin enfeksiyon gözlenmedi. Yine hiçbir hastada iatrojenik nörovasküler hasar yoktu. Sağlam tarafla karşılaştırıldığında iki hastada klavikula uzunluklarının farklı oldu[u] saptandı. Hastaların eklem hareket açıklığı normal idi. Ortalama Constant skoru 89.6 (dağılım: 72-100) olarak hesaplandı.

**Çıkarımlar:** Klavikula orta diyafiz kırıklarının köprüleme plak tekniği ile kilitli plaklar kullanılarak cerrahi tedavisi yüksek hasta konforu sağlar, erken mobiliteye izin verir ve aynı zamanda düşük komplikasyon oranına sahiptir.

**Anahtar sözcükler:** Kırık; klavikula; köprüleme; orta şaft.

Klavikula kırıkları yaygın görülen bir kırık tipi olup tüm kırıkların yaklaşık %4'ünü teşkil eder<sup>[1]</sup> ve omuz bölgesi kırıklarının %35 ila 40'ından sorumludurlar.<sup>[2]</sup> Bütün klavikula kırıklarının %70 ila 80'i orta diyafiz bölgesinde lokalize iken, %15 ila 30'u lateral, %3'ü ise medial uç yerleşimlidir.<sup>[3,4]</sup> Genç erişkin hastalarda, trafik kazaları ve spor yaralanmaları etiolojide öncelikli rol oynayan faktörlerdir.<sup>[5]</sup>

Klavikula kırıklarını tedavi etmek için genellikle konservatif tedavi kullanılmasına rağmen, son yıllarda yayımlanan çalışmalarda cerrahi tedavinin konservatif tedavi ile karşılaştırıldığında fonksiyonel sonuçlar açısından daha iyi sonuç verdiği öne sürülmüştür.<sup>[6-8]</sup>

Klavikula kırıklarının cerrahi tedavisi için plaklar ve intramedüller implantlar gibi çok sayıda materyal seçeneği vardır. Darren ve ark. yaptıkları biyomekanik

**Yazışma adresi:** Dr. Sami Sökücü, Metin Sabancı Baltalimanı Kemik Hastalıkları Hastanesi, Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği, Baltalimanı Mh., 34470 İstanbul, Turkey.

Tel: +90 212 – 323 70 75 e-posta: dr\_samis@yahoo.com

**Başvuru tarihi:** 06.09.2013 **Kabul tarihi:** 30.12.2013

©2014 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği

Bu yazının çevrimiçi İngilizce versiyonu  
www.aott.org.tr adresinde  
doi: 10.3944/AOTT.2014.13.0072  
Karekod (Quick Response Code)



çalışmada, dinamik kompresyon plaklarının ve kilitli plakların intramedüller implantlarla karşılaştırıldığında bükülmelere ve tork yüklenmelerine karşı daha güçlü olduğunu bildirmişlerdir.<sup>[9]</sup>

Çeşitli çalışmalarda klavikula kırıklarının açık redüksiyonu ve plak ile tespiti bildirilmişse de, orta diyafiz parçalı kırıklarında minimal invaziv girişimle uygulanan köprü plaklama tekniğinden literatürde söz edilmemiştir.

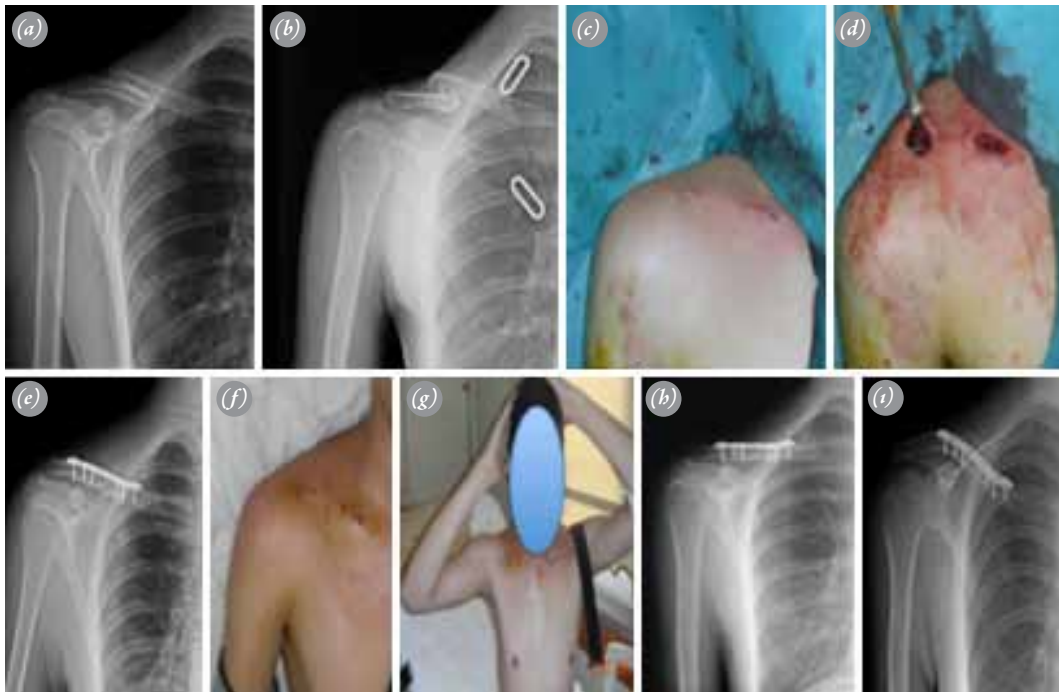
Bu çalışma klavikula orta diyafiz parçalı kırıklarının minimal cerrahi diseksiyon ve köprü plaklama uygulamasından sonrası kaynama oranlarını ve fonksiyonel sonuçlarını araştırmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

### Hastalar ve yöntem

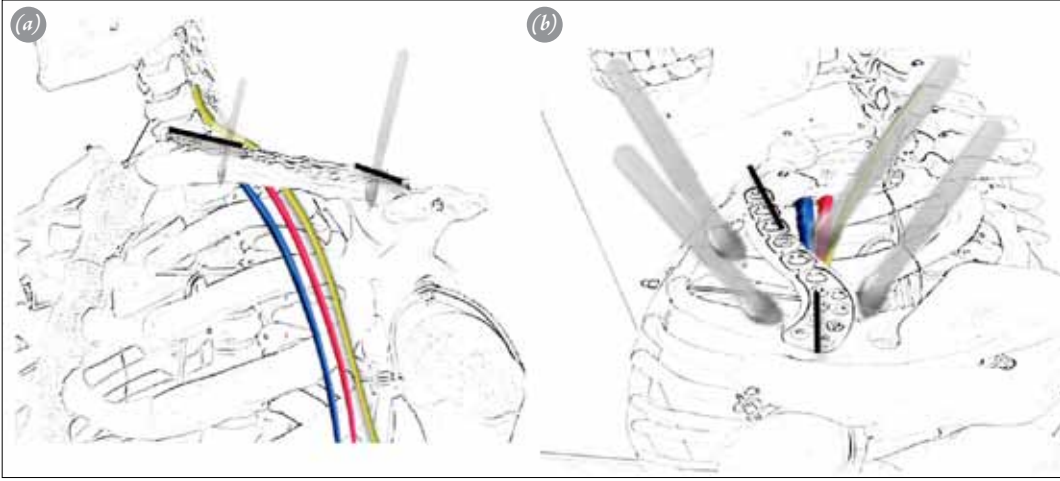
Bu çalışmada, 2004 ile 2010 yılları arasında klavikula kırığı için cerrahi olarak tedavi edilen 23 hasta (17 erkek, 6 kadın; ortalama yaş: 37, dağılım: 22-52) retrospektif olarak değerlendirildi. Bütün kırıklar orta diyafizyel bölgede ve parçalı idi (Şekil 1a, b). AO/OTA sınıflandırmasına göre 14 hastada üçüncü bir fragmanla birlikte B2 tipi bir kama kırığı, 5 hastada B3 parçalı kama kırığı ve 4 hastada C2 segmental klavikula kırığı vardı. Klavikula kırıklarının nedeni 10 hastada düşme, 5 hastada spor yaralanması ve 8 hastada trafik kazası olarak kaydedildi.

Çalışmaya dahil etme kriterleri erişkin yaş grubunda olmak ve klavikulanın 20 mm'den fazla kısaldığı post-travmatik parçalı orta diyafiz kırığının bulunması idi. Kırığın açık kırık olması, patolojik kırık, kazadan sonra hastaneye gelişte 48 saatten fazla gecikme ve pediatrik yaş grubunda bulunma ise çalışma dışında bırakılma kriterleri olarak belirlendi. Ayrıca düğme deliği yumuşak dokusunun olduğu orta shaft kırığı, nörovasküler yaralanma ile birlikte görülen kırıklar, kapalı redüksiyon teknikleriyle redükte edilemeyen parçalı shaft kırıkları bu tür plaklama ile tedaviye uygun olmadığından çalışmaya dahil edilmediler. Çocuk yaş grubu hastalar konservatif yaklaşım, açık klavikula kırıkları ise açık redüksiyon ve internal tespit uygulanarak tedavi edildiler. Hastalara, acil serviste yaralanmadan hemen sonraki dönemde anteroposterior omuz grafileri çekilmesinin ardından parçalı klavikula orta diyafiz parçalı kırığı bulunan hastalar bir omuz askısı ile geçici olarak immobilize edildi ve 48 saat içerisinde ameliyata alındı.

Hastalar cerrahi girişim için şezlong pozisyonunda hazırlandı. Hastalara cerrahi öncesi 1 g sefazolin sodyum ile antibiyotik profilaksisi yapıldı. Kırık hattının medialinden ve lateralinden yapılan insizyonlardan yumuşak doku altında köprü plak uygulanarak 3.5 mm'lik anatomik kilitli plak doğrudan kemiğe adapte edildi (Şekil 1c, d). Redüksiyon klemleriyle gerçekleştirilen



**Şekil 1.** (a, b) Hastanın cerrahi öncesi çekilen grafileri. (c, d) İnsizyon ve plak uygulamalarının cerrahi esnasındaki görüntüleri. (e) Cerrahi sonrası erken dönemde grafide plağın görünümü. Cerrahi sonrası 10. günde (f) insizyon ve (g) hastanın fonksiyonelliğini gösteren görüntüler. (h, i) Kaynama sonrası grafiler.



**Şekil 2. (a)** Klavikulanın ve nörovasküler demetin, klavikulanın insizyon hatlarıyla olan ilişkisini ve künt elevatörün klavikula ile olan ilişkisini gösteren oblik görüntüsü. **(b)** Plağın, klavikulanın, nörovasküler demetin ve insizyon hatlarının anatomik ilişkilerini gösteren sagittal görünüm. [Bu şekil, derginin [www.aott.org.tr](http://www.aott.org.tr) adresindeki çevrimiçi versiyonunda renkli görülebilir.]

redüksiyon sonrası, floroskopiyle iki ayrı planda redüksiyon kontrol edildi ve geçici tespit sağlandı. Hiçbir hastaya kemik greftlemesi yapılmadı. Drilleme işlemi esnasında klavikulanın etrafındaki yumuşak dokular ekarte edildi, Şekil 2'de değişik planlarda gösterildiği gibi künt bir elevatör klavikula periostunun altına medial ve lateral pencerelerden nörovasküler hasarı önlemek için yerleştirildi. Cerrahi sonrası birinci günde kontrol grafileri çekildi (Şekil 1e).

Omuz askıları cerrahiden sonra 10 gün boyunca kullanıldı. Onuncu günün sonunda hastalar önce pasif yardımcı hareketlere başlamaya teşvik edildi, sonrasında kaynama bulgularına müteakip, aktif ve erken germe egzersizlerine başlandı (Şekil 1f, g). Dirence karşı rotator manşet, deltoid kası ve trapezius kas egzersizleri yapıldı.

Takip dönemi boyunca bütün hastalar 1., 3. ve 6. aylarda değerlendirildi. Kemik kaynamasını değerlendirmek için klinik ve radyografik muayene yapıldı. Konvansiyonel omuz grafilerinde kırık hattı boyunca trabekülasyonların bulunması ve klinik olarak ağrının olmaması kaynama olarak kabul edildi (Şekil 1h, 1). Hastaların fonksiyonel olarak değerlendirilmesinde Constant omuz skorlama sisteminden yararlanıldı.

## Bulgular

Ortalama takip süresi 22 (dağılım: 6-68) ay olarak ölçüldü. Bütün hastalarımızda ortalama 13 (dağılım: 8-20) hafta sonra klinik ve radyolojik kaynama gözlemlendi. İmplant yetmezliği, yüzeysel ya da derin enfeksiyon bulgusuna rastlanmadı. Hiçbir hastada iyatrojenik nörovasküler hasar ve artmış skar dokusuyla iyileşme görülmedi.

Kemik iyileşmesinden sonra hastaların hepsinde normal eklem hareket açıklığı elde edildi. Klavikula uzunluğunu sağlıklı tarafla karşılaştırdığımızda, iki hasta haricinde diğer hastalarda fark yoktu. Bu hastaların birinde redüksiyona bağlı 5 mm, diğerinde ise 4 mm uzunluk farkı vardı. Dört hastada plak çıkarımı yapıldı. Plağı 13 ay sonra plak çıkarılan bir hastada, plağın çıkarılmasından 3 ay sonra aynı omuz üzerine düşmeye bağlı olarak vida deliğinden kırık hattının medial tarafına doğru yeni bir transvers kırık hattı meydana geldi. Aynı prosedür tekrar edildi ve hasta herhangi bir komplikasyon gelişmeden iyileşti.

Hastalar son kontrollerinde Constant skorlamasıyla fonksiyonel olarak değerlendirildi. Ortalama Constant skoru 89.6 (dağılım: 72-100) puan olarak saptandı. Nüks kırığı olan hasta en düşük Constant skoruna sahip olan hasta idi. Sonuçlar Constant skorlamasına göre 15 hastada mükemmel, 4 hastada iyi ve 4 hastada orta idi. Fonksiyonel açıdan kötü sonuç kaydedilmedi.

## Tartışma

Klavikula orta diyafiz kırıkları genellikle konservatif yöntemler kullanılarak tedavi edilir. Neer<sup>[6]</sup> ve Rowe<sup>[10]</sup> konservatif tedavi uyguladıkları çalışmalarında, sırasıyla, %0.13 ve %0.8 kadar düşük kaynamama oranları bildirmişlerdir. Bununla birlikte, hastaların çocuk yaş grubunda olması ve fonksiyonel sonuçların bildirilmemiş olması her iki çalışmanın zayıf yönü olarak ortaya çıkmaktadır. Literatürdeki farklı çalışmalar, konservatif yöntemlerle tedavi edilen klavikula orta diyafiz kırığı bulunan erişkin hastalarda %5.9 ile %15 arasında değişen kaynamama oranları bildirmektedir.<sup>[11-13]</sup>

Deplase olmuş klavikula orta diyafiz kırıklarında cerrahi ve konservatif tedaviyi karşılaştıran bütün prospektif karşılaştırmalı çalışmalar, cerrahi gruplarda yüksek fonksiyonel sonuçlar, düşük kaynamama oranları, azalmış ağrı, erken mobilizasyon ve artmış hasta memnuniyetinden söz etmektedir.<sup>[14-16]</sup> Enfeksiyon, plak kırılması, vasküler hasar, pnömotoraks ve cerrahi skar oluşumu cerrahi tedavinin dezavantajları olarak bildirilmiştir. Zlowodzki ve ark., deplase akut klavikula orta diyafiz kırıklarında plak ile osteosentez sonrası komplikasyonlarını %2.2 kaynamama, %4.6 enfeksiyon ve %2 tespit yetmezliği olarak bildirmişlerdir.<sup>[12]</sup> Schiffer ve ark.<sup>[4]</sup> ise, serilerinde, %10 oranında implant yetmezliği ve implant çıkarılması sonrasında nüks kırığı bildirmişlerdir. Çalışmada hastalarımızın hiçbirinde nörovasküler hasar, pnömotoraks veya kaynamama görülmezken, yüzeysel ya da derin enfeksiyon gelişmemiştir.

Mirzatoloei,<sup>[15]</sup> karşılaştırmalı çalışmasında, cerrahi grubunda bulunan bir hastanın insizyon skarından dolayı memnun kalmadığını vurgulamıştır. Çalışmamızda, hastaların hiçbirinin cerrahi skarlardan şikayet etmediği veya memnuniyetsizlik bildirmediği, küçük insizyonlar ile köprü plaklama tekniğinin kullanıldığı minimal invaziv bir yaklaşımı tercih ettik.

Klavikula kırıklarının cerrahi tedavisinde intramedüller tespit, plak ile tespit ve eksternal fiksatorle tespit olası tedavi seçeneklerdir.<sup>[15,17-19]</sup> İntramedüller tespit cihazlarının plaklarla biyomekanik olarak karşılaştırılması sonucu plak ile tespitin siklik yüklerle karşı daha dirençli olduğu ve erken mobilizasyona imkan verdiği literatürde gösterilmiştir.<sup>[20]</sup> İntramedüller implantların statik kilitlenmeye izin vermediği için kısılma ile sonuçlandıkları ve yüksek oranda implant yetmezliğine yol açtığı da yine literatürde yer almaktadır.<sup>[21]</sup> Bu nedenden dolayı, bizim çalışmamızda tespit için plaklardan yararlanılmıştır.

Konvansiyonel açık redüksiyon ile mini-invaziv plak osteosentezinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, minimal invaziv tekniklerin konvansiyonel açık redüksiyondan daha düşük disestezi ve hipertrofik skar oluşumuna yol açtığı ve daha iyi bir kozmetik sonuç verdiği bildirilmiştir.<sup>[22]</sup> Aynı çalışmada, ayrıca, fonksiyonel sonuçların ve kaynama süresinin iki grup arasında farklılık göstermediği ve mini-invaziv gruptaki memnuniyetin konvansiyonel açık redüksiyon grubuna göre daha yüksek olduğu da aktarılmaktadır.

Klavikula kırıklarının cerrahi tedavisinde intramedüller implantları kullanabilmek için açık redüksiyon gereklidir.<sup>[23,24]</sup> Bununla birlikte, çalışmamızda uyguladığımız köprü plaklama tekniği, cerrahi esnasında kemik ve yumuşak dokuları besleyen kan damarlarını korumayı ve daha iyi bir kırık iyileşmesini sağlamak için gerekli olan

fragmanların canlılığını sağlamayı amaçlayan biyolojik osteosentezi sağlamaktadır.<sup>[25]</sup> Plaklama ile karşılaştırıldığında intramedüller tespit daha az invaziv gözükmektedir,<sup>[23]</sup> çalışmamızda uygulanan plaklama yöntemi intramedüller tespite göre daha az invaziv idi.

Plak ile tespit yöntemlerinde, plağın şekli ve lokalizasyonu tartışmalı konulardır. Rekonstrüksiyon plakları, dinamik kompresyon plakları ve kilitli kompresyon plakları bu uygulamanın seçenekleri arasında yer alır. Rekonstrüksiyon plaklarının uygun şekil verilerek klavikula daha iyi bir şekilde adapte oldukları, ancak diğer plaklara oranla daha az stabilite sağladıkları bildirilmiştir.<sup>[26]</sup> Dinamik kompresyon plakları ile kilitli kompresyon plaklarını karşılaştıran biyomekanik bir çalışmada, kilitli plakların dinamik kompresyon plaklarına göre siklik, torsiyonel ve bükülme kuvvetlerine karşı daha stabil oldukları görülmüştür.<sup>[27]</sup> Bu çalışmada daha stabil oldukları için ve cilt altında daha az belirgin olmalarından dolayı çıkarılmalarına daha az ihtiyaç duyulduğundan anatomik kilitli plaklar kullanılmıştır.

Plak lokalizasyonu ile ilgili olarak, superior lokalizasyonlara karşı antero-inferior lokalizasyonların tercihi tartışmalı bir konudur. Plağın cilt altında daha az belirgin olması ve özellikle vidalamadan önce drilleme esnasında nörovasküler yapılardan uzakta bulunması antero-inferior lokalizasyonun avantajlarıdır. Bazı çalışmalarda her ne kadar superior plak lokalizasyonunun antero-inferior lokalizasyonuna göre daha stabil olduğu bildirilmiş olsa da, antero-inferior plaklamanın superior plaklamayla karşılaştırıldığında mekanik stabiliteyi azalttığına dair bildirimler de mevcuttur.<sup>[28,29]</sup> Çalışmamızda, daha stabil bir tespit sağladığı ve erken mobilizasyona izin verdiği için superior plaklamayı tercih ettik.

Mirzatoloei,<sup>[15]</sup> fonksiyonel sonuçları değerlendirmek için Constant fonksiyonel skorlama sistemini kullanmış ve cerrahi dışı yöntemlerle tedavi edilen hastalarda ortalama 78.8 puan, cerrahi olarak tedavi edilen hastalarda ise ortalama 89.8 puan elde etmiştir. Çalışmamızdaki ortalama Constant skorunu literatür ile uyumlu olarak 89.6 puan bulduk.

Retrospektif yapısı, bir kontrol grubu içermemesi ve herhangi bir istatistiksel analizin yapılmamış olması çalışmamızın zayıf yanları olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak, minimal invaziv yaklaşımla kilitli plak ile köprü plaklamanın kullanıldığı cerrahi tedavi, klavikula orta diyafiz parçalı kırıklarında yüksek hasta konforu sağlayan, erken mobilizasyona izin veren ve düşük komplikasyon oranına sahip bir tedavi yöntemidir.

**Çıkar örtüşmesi:** Çıkar örtüşmesi bulunmadığı belirtilmiştir.

## Kaynaklar

1. Smekal V, Oberladstaetter J, Struve P, Krappinger D. Shaft fractures of the clavicle: current concepts. *Arch Orthop Trauma Surg* 2009;129:807-15.
2. Nordqvist A, Petersson C. The incidence of fractures of the clavicle. *Clin Orthop Relat Res* 1994;300:127-32.
3. Bravo CJ, Wright CA. Displaced, comminuted diaphyseal clavicle fracture. *J Hand Surg Am* 2009; 34:1883-5.
4. Schiffer G, Faymonville C, Skouras E, Andermahr J, Jubel A. Midclavicular Fracture: not just a trivial injury: current treatment options. *Dtsch Arztebl Int* 2010;107:711-7.
5. Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:452-6.
6. Neer CS 2nd. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc* 1960;172:1006-11.
7. Lenza M, Belloti JC, Andriolo RB, Gomes Dos Santos JB, Faloppa F. Conservative interventions for treating middle third clavicle fractures in adolescents and adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009;2:CD007121.
8. Lazarides S, Zafiroopoulos G. Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle: the relevance of shortening and clinical outcome. *J Shoulder Elbow Surg* 2006;15:191-4.
9. Drosdowech DS, Manwell SE, Ferreira LM, Goel DP, Faber KJ, Johnson JA. Biomechanical analysis of fixation of middle third fractures of the clavicle. *J Orthop Trauma* 2011;25:39-43.
10. Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res* 1968;58:29-42.
11. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. *J Bone Joint Surg Br* 1997;79:537-9.
12. Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD; Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures: on behalf of the Evidence-Based Orthopaedic Trauma Working Group. *J Orthop Trauma* 2005;19:504-7.
13. Nowak J, Holgersson M, Larsson S. Sequelae from clavicular fractures are common. A prospective study of 222 patients. *Acta Orthop* 2005;76:496-502.
14. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures. A multicenter, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1-10.
15. Mirzatooei F. Comparison between operative and non-operative treatment methods in the management of comminuted fractures of the clavicle. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2011;45:34-40.
16. Kulshrestha V, Roy T, Audige L. Operative versus non-operative management of displaced midshaft clavicle fractures: a prospective cohort study. *J Orthop Trauma* 2011; 25:31-8.
17. Boehme D, Curtis RJ Jr, DeHaan JT, Kay SP, Young DC, Rockwood CA Jr. Non-union of fractures of the midshaft of the clavicle. Treatment with a modified Hagie intramedullary pin and autogenous bone-grafting. *J Bone Joint Surg Am* 1991;73:1219-26.
18. Capicotto PN, Heiple KG, Wilbur JH. Midshaft clavicle nonunions treated with intramedullary Steinman pin fixation and onlay bone graft. *J Orthop Trauma* 1994;8:88-93.
19. Schuind F, Pay-pay E, Andrienne Y, Donkerwolcke M, Rasquin C, Burny F. External fixation of the clavicle for fracture or nonunion in adults. *J Bone Joint Surg Am* 1998;70: 692-5.
20. Golish SR, Oliviero JA, Francke EI, Miller MD. A biomechanical study of plate versus intramedullary devices for midshaft clavicle fixation. *J Orthop Surg Res* 2008;3:28.
21. Strauss EJ, Egol KA, France MA, Koval KJ, Zuckerman JD. Complications of intramedullary Hagie pin fixation for acute midshaft clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2007;16:280-4.
22. Jiang H, Qu W. Operative treatment of clavicle midshaft fractures using a locking compression plate: comparison between mini-invasive plate osteosynthesis (MIPPO) technique and conventional open reduction. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98:666-71.
23. Assobhi JE. Reconstruction plate versus minimal invasive retrograde titanium elastic nail fixation for displaced midclavicular fractures. *J Orthop Traumatol* 2011;12:185-92.
24. Chu CM, Wang SJ, Lin LC. Fixation of mid-third clavicular fractures with Knowles pins: 78 patients followed for 2-7 years. *Acta Orthop Scand* 2002;73:134-9.
25. Baumgaertel F, Buhl M, Rahn BA. Fracture healing in biological plate osteosynthesis. *Injury* 1998;29 Suppl 3:C3-6.
26. Drosdowech DS, Manwell SE, Ferreira LM, Goel DP, Faber KJ, Johnson JA. Biomechanical analysis of fixation of middle third fractures of the clavicle. *J Orthop Trauma* 2011;25:39-43.
27. Demirhan M, Bilsel K, Atalar AC, Bozdog E, Sunbuloglu E, Kale A. Biomechanical comparison of fixation techniques in midshaft clavicular fractures. *J Orthop Trauma* 2011;25:272-8.
28. Kloen P, Sorkin AT, Rubel IF, Helfet DL. Anteroinferior plating of midshaft clavicular nonunions. *J Orthop Trauma* 2002;16:425-30.
29. Iannotti MR, Crosby LA, Stafford P, Grayson G, Goulet R. Effects of plate location and selection on the stability of midshaft clavicle osteotomies: a biomechanical study. *J Shoulder Elbow Surg* 2002;11:457-62.