

# COMPARAÇÃO ENTRE O USO DE PLACAS E O DE HASTES FLEXÍVEIS PARA A OSTEOSSÍNTESE DE FRATURAS DO TERÇO MÉDIO DA CLAVÍCULA – RESULTADOS PRELIMINARES

COMPARISON BETWEEN PLATE AND FLEXIBLE INTRAMEDULLARY FIXATION IN THE TREATMENT OF MIDSHAFT CLAVICLE FRACTURES - PRELIMINARY RESULTS

Fernando Brandão de Andrade e Silva<sup>1</sup>, Kodi Edson Kojima<sup>2</sup>, Jorge dos Santos Silva<sup>3</sup>, Rames Mattar Junior<sup>4</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** Comparar os resultados clínicos e radiográficos de dois diferentes métodos de fixação para fraturas do terço médio da clavícula, a saber, placas e hastes intramedulares. **Métodos:** De maio de 2010 a fevereiro de 2011, 22 pacientes com fraturas desviadas do terço médio da clavícula foram randomizados para a fixação com placa (dez pacientes) e fixação com haste (doze pacientes). Entre os principais desfechos analisados estão: o escore funcional de Constant, o escore DASH, a presença de complicações relacionadas aos métodos e as características radiográficas. **Resultados:** Treze pacientes completaram pelo menos 4 meses de seguimento (seis do grupo placa e sete do grupo haste). O tempo de consolidação radiográfica foi semelhante entre os dois grupos, com média de 12,3 semanas no grupo haste e 12,4 semanas no grupo placa. Também não houve diferença quanto à amplitude de movimento do ombro, dor pós-operatória ou presença de pseudartrose. Um paciente do grupo haste apresentou re-fratura após a retirada da síntese aos 3 meses de PO e um pacientes do grupo placa apresentou angulação da placa e soltura, sendo necessária re- operação. As avaliações funcionais foram semelhantes entre os dois grupos. **Conclusão:** Há uma tendência para que os resultados nos dois grupos clínicos avaliados sejam muito semelhantes quanto ao tempo médio de consolidação, número de complicações e função do ombro. A ampliação desta casuística deve, no futuro, oferecer resultados mais conclusivos.

**Descritores:** Fratura da Clavícula; Fixação Interna; Resultados

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study is to compare the clinical and radiographic results of two different fixation methods, plates and intramedullary nail, for the treatment of midshaft clavicle fractures. **Methods:** From May 2010 to February 2011, 22 patients with mid clavicle fractures were randomized to plate fixation (ten patients) or TEN fixation (twelve patients). Among the main outcome measures are: the Constant score, the DASH score, the presence of complications related to methods and radiographic features. **Results:** Thirteen patients completed at least 4 months (six of the plate group and seven in the TEN group). The radiographic healing time was similar between the two groups, with an average of 12.3 weeks in TEN group and 12.4 weeks in the plate group. There was also no difference in shoulder range of motion, postoperative pain or the presence of nonunion. One patient treated with TEN fixation had a refracture after implant removal at 3 months postoperatively and one patient of the plate group had implant deformation and loosening requiring reoperation. Functional scores were similar in the two groups. **Conclusions:** With the results obtained so far, it appears that the fixation of midshaft clavicle fractures with plate and TEN presents similar results regarding the healing time, the number of complications and shoulder function. This are preliminary results, since larger casuistic and time of follow-up are necessary in order to achieve definitive conclusions.

**Keywords:** Clavicle Fracture; Internal Fixation; Outcomes

1 – Pós-Graduando do Departamento de Ortopedia e Traumatologia da FMUSP

2 – Médico Assistente do Grupo de Traumatologia do IOT-HCFMUSP

3 – Médico Chefe do Grupo de Traumatologia do IOT-HCFMUSP

4 – Médico Chefe da Disciplina de Traumatologia, Mão e Microcirurgia do IOT-HCFMUSP

Trabalho realizado no Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT-HCFMUSP).

Correspondência: Rua Raul Pompéia, 463, ap 133 – 05025-010, São Paulo – SP – E-mail: fbrandao86@yahoo.com.br

Trabalho recebido para publicação: 15/03/11, aceito para publicação: 15/04/11.

Declaramos inexistência de conflito de interesses neste artigo

## INTRODUÇÃO

As fraturas da clavícula representam 2,6% de todas as fraturas<sup>(1)</sup>. São ocasionadas na maioria da vezes por queda sobre o ombro e em uma menor parte por mecanismos indiretos como queda com a mão espalmada<sup>(2)</sup>. As fraturas do terço médio representam 81% de todas as fraturas claviculares<sup>(3,4)</sup> e são classicamente tratadas por métodos não cirúrgicos<sup>(5,6)</sup>. O surgimento de diferentes trabalhos mostrando altos índices de pseudatrose e maus resultados funcionais relacionados ao tratamento conservador, no entanto, levou ao crescimento das indicações para o tratamento cirúrgico nestas fraturas.

A fixação com placa representa o método cirúrgico mais utilizado atualmente no tratamento das fraturas do terço médio da clavícula e está associado a um alto índice de consolidação e baixa taxa de complicações. Entre os tipos mais utilizados, estão as placas de reconstrução, placas DCP ou LC-DCP, placas pré-moldadas e placas com estabilidade angular (LCP - Synthes®).

A fixação intramedular é um método cirúrgico amplamente descrito e utilizado para o tratamento das fraturas da clavícula. Entre os dispositivos utilizados estão os fios de Kirshner, fios de aço rosqueados e pinos rígidos rosqueados, associados, muitas vezes, a um grande número de complicações, como migrações, solturas e falhas. As hastes flexíveis de titânio (HFT) têm sido relatadas recentemente como boa opção para as fraturas da clavícula, com bons resultados clínicos e funcionais e baixos índices de complicações. Como vantagens sugeridas, estão a flexibilidade e maleabilidade das hastes de titânio, que levam a uma maior resistência a falhas e menor número de solturas, quando comparadas a outros materiais.

O objetivo do presente trabalho é comparar os resultados clínicos e radiográficos quanto ao uso de placas e hastes flexíveis intramedulares de titânio para o tratamento de pacientes com fraturas do terço médio da clavícula.

## MATERIAIS E MÉTODOS

De maio de 2010 a fevereiro de 2011, 22 pacientes com fraturas desviadas do terço médio da clavícula, que deram entrada no Pronto-Socorro do IOT-HCFMUSP, foram alocados, por meio de sorteio, para um dos seguintes grupos de tratamento: fixação com placa (dez pacientes) e fixação com haste (doze pacientes). Todos os pacientes consentiram em participar do estudo por

meio da assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido. Entre os principais desfechos analisados estão: o score funcional de Constant, o score DASH, a presença de complicações relacionadas aos métodos e as características radiográficas, como tempo de consolidação e desvio residual.

### CrITÉRIOS DE INCLUSÃO

1. Fratura do terço médio da clavícula com desvio completo (sem contato entre os fragmentos principais medial e lateral)
2. Idade entre 16 e 65 anos;
3. Termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelo paciente ou responsável.

### CrITÉRIOS DE EXCLUSÃO

1. Fratura do terço medial ou lateral da clavícula;
2. Contato entre as corticais dos principais fragmentos de fratura;
3. Idade menor que 16 anos ou maior que 65 anos;
4. Fratura patológica;
5. Lesões prévias do ombro ou do membro superior ipsi-lateral que comprometam a função;
6. Fraturas associadas do ombro ou membro superior ipsi-lateral;
7. Lesão neuro-vascular associada;
8. Fratura exposta não elegível para fixação interna no tratamento inicial;
9. Contra-indicação clínica para a cirurgia;
10. Fratura com mais de 30 dias de evolução;
11. Paciente não colaborativo ou inelegível para o seguimento;
12. Ausência de consentimento em participar do estudo.

## TÉCNICA CIRÚRGICA

Em ambos os grupos, os pacientes foram operados em posição de “cadeira-de-praia” (dorso semi-elevado). Em todos os casos foi utilizada anestesia geral e antibióticoterapia profilática com cefazolina.

No grupo placa, foram utilizadas placas de reconstrução de 3,5 mm em aço inoxidável não bloqueadas Synthes®. A via de acesso foi através de incisão anterior, horizontal, e abertura da fâscia muscular. Após redução sob visualização direta do foco, a placa foi moldada manualmente, colocada na face superior da clavícula e fixada com, no mínimo, 3 parafusos em cada fragmento principal. Na maioria dos casos, foi utilizado o princípio da estabilidade relativa, devido a

fragmentação do foco de fratura. Em alguns casos, com traços oblíquos, sem fragmentação, foram utilizados parafusos interfragmentários com compressão do foco de fratura (Figura 1).



**Figura 1** – Fixação com placa e parafuso interfragmentário.

No grupo haste, foi utilizado ponto de entrada medial na clavícula, através de incisão vertical anterior de 1,0 cm, lateralmente à articulação esternoclavicular. O ponto de entrada ósseo foi na borda inferior da clavícula medial, realizado com serra de 2,5 mm. Cada fratura foi fixada com apenas uma haste flexível (TEN - Synthes®), com o diâmetro variando de 2,0 a 3,0 mm, escolhido de acordo com o tamanho do canal medular da clavícula. Para a redução da fratura, foram utilizadas pinças de pontas para manipulação percutânea dos fragmentos. Nos casos em que a redução fechada não foi conseguida, era realizada incisão vertical de 2,0 cm sobre o foco de fratura e redução direta da fratura. Após a haste ultrapassar o foco de fratura, ela era avançada até a clavícula lateral, tomando-se o cuidado de não se perfurar a cortical póstero-lateral. Finalmente, a haste era cortada junto ao ponto de entrada ósseo medial e as incisões suturadas (Figura 2).



**Figura 2** – Haste de TEN com ponto de entrada medial.

Após o procedimento, os pacientes eram imobilizados com tipóia simples por 4 semanas. Em ambos os grupos, foi permitida a realização de movimentação ativa a partir da primeira semana de pós-operatório, sem a realização de esforços ou exercícios de impacto até que fosse verificada a formação de calo no foco de fratura. A realização de fisioterapia foi orientada em todos os casos, sendo que alguns pacientes não aderiram ao tratamento, devido à rápida recuperação da amplitude de movimento e ausência de dor. Radiografias de controle eram realizadas com a seguinte periodicidade: pós-operatório imediato, 1 semana, 2 semanas, mensalmente até a consolidação da fratura, aos 6 meses e após a retirada do material de síntese, quando necessária. As incidências utilizadas foram o ântero-posterior (AP) neutro da clavícula e AP com 30° de inclinação cefálica.

Durante o seguimento, os seguintes dados foram registrados: escala visual de dor no 1º pós-operatório (PO), presença de complicações pós-operatórias, tempo de consolidação da fratura, desvio ou encurtamento residual, amplitude de movimento após a consolidação, satisfação do paciente com a aparência do ombro e necessidade de re-operação. O questionário DASH (*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*) e a escala funcional de Constant são aplicados aos 6 meses de PO.

A retirada do material de síntese, é realizada em todos os pacientes com haste, idealmente, por volta dos 6 meses de pós-operatório, quando verificada consolidação adequada da fratura. No caso das placas, só foi realizada a retirada da síntese quando houve sintomas relacionados à placa ou na presença de complicações.

## RESULTADOS

Treze pacientes, dos 22 operados até o momento, completaram pelo menos 4 meses de seguimento (seis do grupo placa e sete do grupo haste). O período de 4 meses foi utilizado como linha de corte na análise dos resultados por incluir o tempo médio esperado de consolidação. Não houve diferenças demográficas entre os dois grupos e nem diferenças quanto ao mecanismo de trauma, características da fratura e lesões associadas.

Dos sete pacientes do grupo haste, seis evoluíram com consolidação da fratura até 16 semanas, evidenciada pela presença de calo estruturado no foco. O tempo de consolidação variou de 10 a 16 semanas, com uma média de 12,3 semanas (Tabela 1). Um paciente deste grupo necessitou retirada do material de síntese com 12 semanas devido a saliência medial da haste, com risco de

**Tabela 1** – Tempo de Consolidação (semanas).

Caso	Tempo	Grupo
1	16	HASTE
2	12	HASTE
3	12	PLACA
4	11	PLACA
5	10	HASTE
6	15	PLACA
7	12	HASTE
8	—	HASTE
9	10	PLACA
10	14	PLACA
11	—	PLACA
12	12	HASTE
13	12	HASTE

Média PLACA: 12,4 semanas  
Média HASTE: 12,3 semanas

perfuração iminente da pele. Apesar da aparente consolidação adequada, o paciente apresentou re-fratura após 1 semana ao realizar esforço leve, apresentando consolidação retardada da fratura com desvio aceitável no foco. Dos seis pacientes do grupo placa, cinco apresentaram consolidação adequada no período de 10 a 15 semanas, com média de 12,4 semanas. Um paciente apresentou angulação progressiva da placa, seguida de soltura, sendo necessária re-operação com troca da placa (Figura 3).



**Figura 3** – Placa com angulação de aproximadamente 40°.

Quanto à ocorrência de complicações, as duas principais se referem aos casos já citados, representando uma taxa de 14,28% de complicações maiores no grupo haste e 16,67% no grupo placa. Entre as complicações menores, a mais frequente do grupo haste foi o incômodo por saliência medial da haste, presente em quatro dos sete pacientes analisados (57,14%). Um paciente apresentou perfuração da cortical póstero-lateral do fragmento lateral com queixa de incômodo local (Figura 4). Não houve casos de falha, migração, soltura ou consolidação

viciosa sintomática no grupo haste. No grupo placa, houve dois casos (33,4%) de deformação da placa e consolidação da fratura com angulação ao redor de 40° no foco, sendo necessária retirada do material de síntese pelo incômodo local. Em nenhum dos grupos, houve a ocorrência de pseudartrose, alterações neurológicas, infecção pós-operatória ou deiscência (Tabela 2).



**Figura 4** – Perfuração do fragmento lateral pela haste de TEN, levando a incômodo local.

**Tabela 2** – Complicações.

	PLACA (6)	HASTE (7)
Alteração acromioclavicular / EC	0	0
Alteração neurológica	0	0
Consolidação viciosa sintomática	2	0
Encurtamento sintomático	0	0
Falha ou Soltura do Implante	1	0
Incômodo pelo material de síntese	2	4
Infecção / Deiscência	0	0
Migração	0	0
Parestesia peri-incisão	0	0
Pseudoartrose	0	0
Refratura	0	1
Retardo de consolidação	0	0

Nas avaliações clínicas, os dois grupos apresentaram resultados semelhantes quanto à presença de dor pós-operatória, com média geral de 2,5 na escala visual de dor (0 a 10). A amplitude de movimento (ADM) após a consolidação da fratura também foi semelhante entre os dois grupos. Exceto os dois pacientes com complicações maiores, um de cada grupo, todos os pacientes apresentavam ADM funcional na avaliação de 4 meses.

Dois pacientes do grupo haste apresentavam limitação isolada da adução horizontal devido ao incômodo medial da haste, sendo ambos resolvidos após a retirada da haste a partir dos 6 meses de PO. Um paciente do grupo placa com consolidação viciosa por angulação da placa evoluiu com limitação da abdução total.

Na redução da fratura dos casos do grupo haste, houve necessidade de abertura do foco em 4 dos 7 casos analisados, representando uma porcentagem de 57,14%. Tal fato não apresentou relação com o tempo de consolidação, avaliação funcional ou número de complicações.

## DISCUSSÃO

As fraturas da clavícula são classicamente tratadas por métodos não cirúrgicos, com relatos na literatura de altos índices de bons resultados. Dois trabalhos publicados na década de 60, por Neer<sup>(5)</sup> e Rowe<sup>(6)</sup>, mostraram a grande efetividade do tratamento não cirúrgico, com taxas de pseudartrose de 0,13% a 0,7%. Trabalhos publicados posteriormente, no entanto, questionaram os resultados de Neer e Rowe e mostraram maiores índices de pseudartrose e queixas funcionais relacionadas à consolidação viciosa<sup>(7,8)</sup>. Atualmente, as principais indicações para o tratamento cirúrgico são: encurtamento maior ou igual a 2,0 cm, politraumatismo, fraturas expostas ou com exposição iminente e lesão neurovascular associada<sup>(19,20)</sup>.

O uso das placas no tratamento das fraturas do terço médio da clavícula é amplamente descrito na literatura<sup>(21,22)</sup>. A Sociedade de Trauma Ortopédico Canadense comparou recentemente, em um ensaio clínico randomizado, os resultados da fixação com placas e do tratamento conservador para fraturas do terço médio desviadas da clavícula<sup>(21)</sup>. O grupo submetido ao tratamento cirúrgico apresentou melhores resultados funcionais, retorno mais precoce às atividades habituais e menores taxas de consolidação viciosa e pseudartrose. Quanto ao tipo de placa utilizada, existem trabalhos biomecânicos mostrando superioridade de placas bloqueadas em relação a placas convencionais (DCP e reconstrução), mas faltam trabalhos “in vivo” que mostrem tais diferenças<sup>(23)</sup>. Como complicações são citadas principalmente a soltura ou falha do material de síntese, parestesia no local da incisão, lesão de estruturas neurovasculares durante a colocação dos parafusos, pseudartrose e incômodo no sítio cirúrgico pela presença da placa.

A fixação intramedular no tratamento das fraturas da clavícula apresenta resultados e taxas de complica-

ções bastante variáveis. Como vantagens, são citados um curto tempo cirúrgico, uma menor via de acesso em relação às placas, a possibilidade de redução incruenta em algumas das técnicas, baixo índice de infecções e um alto índice de consolidação, semelhante ao conseguido com as placas. Por outro lado, são relatadas complicações freqüentes relacionadas à migração do dispositivo intramedular, soltura ou falha do material, associadas em alguns casos a complicações catastróficas, como perfuração pulmonar, lesão de plexo braquial e migração cervical<sup>(14,15)</sup>. O uso das hastes flexíveis de titânio (TEN) tem recebido mais atenção nos últimos anos e diferentes autores têm relatado sua experiência no tratamento das fraturas da clavícula<sup>(16-18,27-28)</sup>. Uma vantagem sugerida é a flexibilidade da haste, que, por apresentar menor rigidez que a placa, distribui melhor as forças deformantes, estando menos sujeita à falha do material e favorecendo a formação de calo ósseo. Em comparação aos fios lisos de aço, apresentam menor risco de migração pela maior maleabilidade e melhor fixação óssea conferida pelo titânio. Jubel *et al* relataram, em 2003, a primeira série de pacientes com fraturas de clavícula tratados com hastes do tipo TEN. Foram operados 58 pacientes, resultando em apenas 1 caso de pseudartrose, nenhuma infecção e nenhuma re-fratura após a retirada da haste<sup>(16)</sup>. Recentemente, Mueller *et al* relataram uma série de 31 pacientes tratados com hastes de TEN e, igualmente, demonstraram um alto índice de bons resultados funcionais e apenas um caso de pseudoartrose<sup>(18)</sup>. Em um estudo comparativo, Smekal *et al* randomizaram 60 pacientes com fraturas do terço médio da clavícula para fixação com haste de TEN ou tratamento conservador com tipóia simples<sup>(17)</sup>. Os pacientes do grupo operatório apresentaram menor taxa de pseudartrose e retardo de consolidação, retorno mais rápido para as atividades diárias e melhor evolução funcional. Em contra-partida, Frigg *et al* demonstraram uma taxa de 70% de complicações em uma série de 34 pacientes tratados com hastes de TEN<sup>(15)</sup>. As principais complicações foram a perfuração medial e lateral da clavícula, falha e migração da haste. A taxa de re-operação foi de 36%. Os autores relataram a utilização de técnica cirúrgica semelhante aos outros trabalhos e questionaram o baixo índice de complicações previamente relatado.

Estudos comparando técnicas intra-medulares e placas para a fixação das fraturas da clavícula aparecem de maneira esparsa na literatura. Lee *et al* compararam fraturas do terço médio da clavícula fixadas com pinos

de Knowles ou com placas, mostrando desvantagens do grupo placa em relação ao tempo cirúrgico, tamanho de incisão, nível de dor no pós-operatório e complicações relacionadas ao material de síntese<sup>(24)</sup>. Em um estudo biomecânico, Golish *et al* demonstraram que a fixação com placa foi superior em relação a dispositivos intra-medulares para a fixação da clavícula quando submetidos a cargas repetitivas<sup>(25)</sup>.

De acordo com nossos levantamentos, trabalhos que comparem especificamente os resultados das placas e das hastes de TEN para as fraturas diafisárias da clavícula ainda não são encontrados na literatura. Quanto aos resultados funcionais, com os dados obtidos até o momento, não foi verificada diferença entre os dois grupos em relação à presença de dor, amplitude de movimento e tempo de retorno às atividades habituais. Quanto à consolidação radiográfica, não houve diferença quanto ao tempo de consolidação entre os dois grupos. O grupo Placa apresentou um maior número de consolidação viciosa, 2 casos em 6 (33,4%) por deformação da placa, levando em um caso a limitação da abdução total. Nenhum caso do grupo Haste apresentou consolidação viciosa sintomática

da fratura. O achado de incômodo medial em 57,14% dos casos, encontrado em nosso trabalho, está acima do número relatado por Frigg *et al*<sup>(15)</sup>, que encontraram 7 casos em 34 (20,58%) com queixa de irritação medial. Por outro lado, complicações importantes relatadas por Frigg, como perfuração medial, com paralisia temporária do plexo braquial, quebra da haste de TEN e migração da haste, não foram encontradas em nosso trabalho. Quanto à necessidade de abertura do foco, nosso resultado de 57,14% foi semelhante ao trabalho de Frigg, que necessitou realizar redução cruenta em 62% das vezes.

## CONCLUSÃO

Concluimos que, apesar de termos uma casuística pequena e com um tempo curto de seguimento clínico, há uma tendência para que os resultados nos dois grupos clínicos avaliados sejam muito semelhantes quanto ao tempo médio de consolidação, número de complicações e função do ombro. Estes são resultados preliminares que requerem uma maior casuística e tempo de seguimento dos casos para que se obtenham resultados definitivos.

## REFERÊNCIAS

- Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002 Sep-Oct;11(5):452-6.
- Stanley D, Trowbridge EA, Norris SH. The mechanism of clavicular fracture. A clinical and biomechanical analysis. *J Bone Joint Surg Br.* 1988 May;70(3):461-4.
- Allman FL, Jr. Fractures and ligamentous injuries of the clavicle and its articulation. *J Bone Joint Surg Am.* 1967 Jun;49(4):774-84.
- Craig E. Fractures of the clavicle. In: Rockwood CA Jr, Matsen FA 3<sup>rd</sup>, editors. *The Shoulder.* Philadelphia: WB Saunders; 1990. p 367-412.
- Neer CS, 2nd. Nonunion of the clavicle. *J Am Med Assoc.* 1960 Mar 5;172:1006-11.
- Rowe CR. An atlas of anatomy and treatment of midclavicular fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 1968 May-Jun;58:29-42.
- Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD. 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 Aug;19(7):504-7.
- McKee MD, Pedersen EM, Jones C, Stephen DJ, Kreder HJ, Schemitsch EH, et al. Deficits following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2006 Jan;88(1):35-40.
- Shen WJ, Liu TJ, Shen YS. Plate fixation of fresh displaced midshaft clavicle fractures. *Injury.* 1999 Sep;30(7):497-500.
- Shahid R, Mushtaq A, Maqsood M. Plate fixation of clavicle fractures: a comparative study between Reconstruction Plate and Dynamic Compression Plate. *Acta Orthop Belg.* 2007 Apr;73(2):170-4.
- Neviaser RJ, Neviaser JS, Neviaser TJ. A simple technique for internal fixation of the clavicle. A long term evaluation. *Clin Orthop Relat Res.* 1975(109):103-7.
- Ngarmukos C, Parkpian V, Patradul A. Fixation of fractures of the midshaft of the clavicle with Kirschner wires. Results in 108 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 1998 Jan;80(1):106-8.
- Chuang TY, Ho WP, Hsieh PH, Lee PC, Chen CH, Chen YJ. Closed reduction and internal fixation for acute midshaft clavicular fractures using cannulated screws. *J Trauma.* 2006 Jun;60(6):1315-20; discussion 20-1.
- Lyons FA, Rockwood CA, Jr. Migration of pins used in operations on the shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 1990 Sep;72(8):1262-7.
- Frigg A, Rillmann P, Perren T, Gerber M, Ryf C. Intramedullary nailing of clavicular midshaft fractures with the titanium elastic nail: problems and complications. *Am J Sports Med.* 2009 Feb;37(2):352-9.
- Jubel A, Andermahr J, Schiffer G, Tsiaronis K, Rehm KE. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures with a titanium nail. *Clin Orthop Relat Res.* 2003 Mar(408):279-85.
- Smekal V, Irenberger A, Struve P, Wambacher M, Krappinger D, Kralinger FS. Elastic stable intramedullary nailing versus nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures—a randomized, controlled, clinical trial. *J Orthop Trauma.* 2009 Feb;23(2):106-12.
- Mueller M, Rangger C, Striepens N, Burger C. Minimally invasive intramedullary nailing of midshaft clavicular fractures using titanium elastic nails. *J Trauma.* 2008 Jun;64(6):1528-34.
- 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 Jul;79(4):537-9.
- Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM, Wakefield AE. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2004 Jul;86-A(7):1359-65.
- 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 Jan;89(1):1-10.
- Poigenfurst J, Rappold G, Fischer W. Plating of fresh clavicular fractures: results of 122 operations. *Injury.* 1992;23(4):237-41.
- Kim W, McKee MD. Management of acute clavicle fractures. *Orthop Clin North Am.* 2008 Oct;39(4):491-505, vii.
- Lee YS, Huang HL, Lo TY, Hsieh YF, Huang CR. Surgical treatment of mid-clavicular fractures: a prospective comparison of Knowles pinning and plate fixation. *Int Orthop.* 2008 Aug;32(4):541-5.
- 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.
- Kettler M, Schieker M, Braunstein V, König M, Mutschler W. Flexible intramedullary nailing for stabilization of displaced midshaft clavicle fractures: technique and results in 87 patients. *Acta Orthop.* 2007 Jun;78(3):424-9.
- Jubel A, Andermahr J, Bergmann H, Prokop A, Rehm KE. Elastic stable intramedullary nailing of midclavicular fractures in athletes. *Br J Sports Med.* 2003 Dec;37(6):480-3; discussion 4.