

AVALIAÇÃO BIOMECÂNICA DO TRATAMENTO CIRÚRGICO DA LUXAÇÃO ACROMIOCLAVICULAR

Gabriela Lima Menegaz, gabriela.menegaz@gmail.com
Cleudmar Amaral de Araújo, cleudmar.araujo@gmail.com

Resumo: As lesões da articulação acromioclavicular, responsável pela suspensão do braço, estabilidade da escápula e pelo movimento harmônico da articulação escapulo-torácica durante a elevação do ombro, representam 40% a 50% de todas as lesões do ombro relacionadas ao esporte, frequentemente devido a quedas sobre o ombro. O tratamento cirúrgico é recomendado para as luxações do tipo III, IV, V e VI. Um dos procedimentos mais utilizados são os amarrilhos coracoclaviculares com fios de sutura não absorvíveis e a transferência do ligamento coracoacromial pela fixação de Weaver – Dunn. A proposta deste trabalho é estudar o tratamento cirúrgico da luxação acromioclavicular através dos amarrilhos coracoclaviculares e da fixação de Weaver-Dunn, avaliando o comportamento mecânico dos fios de sutura e ligamentos a partir de ensaios mecânicos. Com os ensaios mecânicos será possível determinar a carga máxima de ruptura, o alongamento do fio e os modos de falhas, permitindo avaliar qual tipo de fio é o mais adequado para este procedimento cirúrgico. A avaliação do procedimento será realizada experimentalmente utilizando um aparato experimental semelhante à geometria do ombro e numericamente utilizando modelos tridimensionais de elementos finitos, assim será possível verificar se é necessário realizar a fixação de Weaver-Dunn em todos os casos de luxação.

Palavras-chave: Luxação acromioclavicular, Fios de sutura, Ensaios mecânicos, Elementos finitos.

1. INTRODUÇÃO

A articulação acromioclavicular é a articulação suspensora do braço, estabilizadora da escápula e permite movimento harmônico da articulação escapulo-torácica durante a elevação do ombro. Nas lesões dos ligamentos acrômio e coracoclaviculares, a estabilidade é mantida pela musculatura do trapézio e deltóide. A perda do mecanismo suspensor pode resultar em fadiga muscular, pinçamento do tendão supraespinhoso, além de sintomas neurológicos secundários à tração do plexo braquial. As lesões da articulação acromioclavicular representam 40% a 50% de todas as lesões do ombro relacionadas ao esporte, frequentemente devido a quedas sobre o ombro, com o braço em adução (Kaplan, Flanagan, Norwing, Jost e Bradley, 2005; Thorndike e Quigley, 1942).

Rockwood descreveu seis tipos de luxações acromioclaviculares. O tratamento cirúrgico é recomendado na maioria dos casos para lesões dos tipos IV, V e VI, enquanto que para as lesões do tipo I e II o tratamento conservador é o indicado. Para a lesão do tipo III existe grande controvérsia quanto ao melhor tipo de tratamento (Cox, 1992; Powers e Bach, 1974; Williams, Nguyen e Rockwood, 1989).

A literatura recomenda uma variedade de procedimentos que incluem fixação com pinos através da articulação acromioclavicular, transferência do ligamento coracoacromial, fixação entre a clavícula e o processo coracóide, utilização de placas, transferência muscular, amarrilho coracoclavicular utilizando fios inabsorvíveis de grosso calibre, dentre outras (Mazzoca, Santangelo, Johnson, Rios, Dumonski e Arciero, 2006; Lech, Severo, Pitágoras, Mentz e Dani, 1999). Outro procedimento utilizado juntamente com os amarrilhos é a fixação Weaver – Dunn, em que o ligamento coracoacromial é transferido para a extremidade da clavícula, substituindo o ligamento acromioclavicular.

Para que sejam utilizados fios de sutura com o intuito de manter a redução cirúrgica da articulação acromioclavicular, como por exemplo, na técnica de amarrilho coracoclavicular, é necessário que os mesmos tenham a capacidade de resistir às forças de tração a que normalmente são submetidos os ligamentos responsáveis pela estabilidade da articulação, em especial os coracoclaviculares, responsáveis pela estabilidade vertical da articulação (Fukuda, Craig, An, Cofield e Chao, 1986). Além disso, o material ideal para a sutura deve ser de boa manipulação, ou seja, permitir um nó fácil, mínimo desconforto no dedo do cirurgião e ter boa capacidade de fixação.

Tradicionalmente, são utilizadas suturas de poliéster trançadas e inabsorvíveis, pois este tipo de sutura tem se mostrado mais resistente e com menor tendência ao deslizamento do que as suturas de monofilamento de polidioxanona absorvível (PDS – Ethicon). Entretanto, fatores como a frequente ruptura da sutura intra-operatória e a menor resistência obtida com as suturas de poliéster não absorvíveis, conduziram ao desenvolvimento de suturas trançadas e não absorvíveis de uma polimistura, constituída de polietileno, poliéster e PDS. Assim, surgiram inúmeras suturas com estas características e seu uso tornou-se um procedimento padrão nos amarrilhos coracoclaviculares e para que os

cirurgiões ortopedistas utilizem os fios de sutura mais adequados em cada situação é necessário que tenham o conhecimento de qual é a estrutura mais resistente (Swan, Baldini e Mccarty, 2009).

Conhecendo melhor o comportamento mecânico dos diferentes tipos de fios de sutura utilizados nos amarrilhos coracoclaviculares, do ligamento coracoclavicular utilizado na fixação Weaver-Dunn e entendendo a biomecânica do ombro, torna-se possível a verificação da necessidade de aplicação das técnicas cirúrgicas em cada caso de luxação. Portanto, o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação da biomecânica destes tratamentos cirúrgicos é uma proposta que segue uma tendência e necessidade de pesquisa e desenvolvimento a nível global.

Neste sentido, a proposta deste trabalho é estudar o tratamento cirúrgico da luxação acromioclavicular através dos amarrilhos coracoclaviculares e da fixação de Weaver-Dunn, avaliando o comportamento mecânico dos fios de sutura e ligamentos a partir de ensaios mecânicos. Com os ensaios mecânicos será possível determinar a carga máxima de ruptura, o alongamento do fio e os modos de falhas, permitindo avaliar qual tipo de fio é o mais adequado para este procedimento cirúrgico. A análise do procedimento será realizada experimentalmente utilizando um aparato experimental semelhante à geometria do ombro e numericamente utilizando modelos tridimensionais de elementos finitos com o auxílio dos softwares Simpleware e Abaqus.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Procedimento Cirúrgico para o Tratamento da Luxação Acromioclavicular

As luxações acromioclaviculares correspondem a 12% das luxações da cintura escapular, sendo mais comum em indivíduos jovens, entre as terceira e quarta décadas. O mecanismo lesional desta articulação é mais frequentemente o traumatismo direto (queda sobre o ombro com membro superior em adução). Apesar de menos frequente, o traumatismo indireto também origina luxações acromioclaviculares, traumatismos ascendentes (queda sobre a mão com cotovelo em extensão), ou descendentes (força de tração violenta ao longo do eixo do membro superior ou a queda de um objeto sobre o ombro).

Os sistemas de classificação de Allman e Tossy alargados por Rockwood em 1984 demonstram a base anatômica da lesão e orientam na conduta de tratamento apropriado das lesões acromioclaviculares. Rockwood classifica as luxações acrômio-claviculares em 6 tipos, na Figura1:

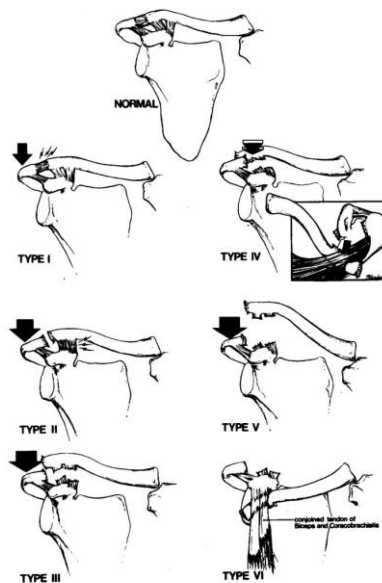


Figura 1 – Classificação das luxações acromioclaviculares.

- Tipo I: Rotura parcial dos ligamentos acromioclaviculares, os ligamentos coracoclaviculares estão intactos e estabilidade da clavícula.
- Tipo II: Rotura completa dos ligamentos acromioclaviculares, com rotura parcial dos ligamentos coracoclaviculares e a articulação pode apresentar instabilidade anteroposterior na manobra de stress.
- Tipo III: A articulação apresenta instabilidade vertical e horizontal, rotura completa de ambos os complexos ligamentares, com o espaço acromial aumentado em 25 a 100%, desinserção do trapézio e do deltóide da extremidade distal da clavícula, a clavícula desloca-se superiormente.
- Tipo IV: Luxação posterior através do trapézio; desinserção do trapézio e do deltóide da clavícula.

- Tipo V: Idêntico ao tipo III, mas com aumento do espaço coraco-acromial entre 100 a 300%; desinserção do trapézio e do deltóide da metade distal da clavícula.
- Tipo VI: Lesão muito rara, com luxação inferior da clavícula sob o acrômio e coracóide; desinserção do trapézio e do deltóide da extremidade distal da clavícula.

O primeiro a descrever um método cirúrgico para o tratamento da luxação acromioclavicular foi Cooper, em 1861. Desde então, foram descritas várias técnicas cirúrgicas para o tratamento destas lesões, que objetivam reproduzir estática e dinamicamente a anatomia da articulação. Todas baseadas em quatro procedimentos básicos, isolados ou combinados: fixação acromioclavicular primária, fixação coracoclavicular, excisão da parte distal da clavícula e as transferências musculotendíneas ou ligamentares.

É geralmente aceito que, o tratamento das luxações dos tipos I e II deve ser conservador. Os pacientes respondem bem ao tratamento sintomático, a suspensão braquial pode ser prescrita para conforto, exercícios de reabilitação começam logo que o paciente tolere e infiltração com anestésico ou corticóide podem ser usadas para reduzir o desconforto. A maioria dos pacientes com lesões do tipo I pode retomar a sua atividade após 3 semanas, nas lesões de tipo II o intervalo de recuperação é maior, de 2 a 12 semanas.

São descritos múltiplos procedimentos cirúrgicos para reparação e estabilização das luxações acrômio claviculares (tipos III, IV, V, e VI). As opções mais populares incluem transferências musculares dinâmicas, estabilização acrômio clavicular primária, estabilização coracoclavicular primária, excisão da extremidade distal da clavícula, reconstrução dos ligamentos acrômio e coracoclaviculares com enxerto autólogo e homólogo. A finalidade de qualquer um destes procedimentos é a de redução da luxação dando a possibilidade aos tecidos de uma boa cicatrização e estabilização da clavícula distal.

Os cirurgiões ortopedistas possuem diversos materiais de sutura e tipos de nós disponíveis para serem utilizados nos tratamentos das luxações acromioclaviculares, como o amarrilho coracoclavicular, e em outros procedimentos, como os nós artroscópicos. A escolha do tipo de sutura e do nó depende de vários fatores e é essencial para que o procedimento cirúrgico e o período pós-operatório sejam realizados com sucesso.

Em diversos estudos, observou-se que, em geral, as suturas de polietileno (UHMWPE) proporcionam maiores cargas de ruptura, resultando em menores índices de falha da sutura (Abbi, Espinoza, Odell, Mahar e Pedowitz, 2006; Wüst, Meyer, Favre e Gerber, 2006). Entretanto, este tipo de sutura tende a apresentar mais casos de deslizamento do nó, devido a sua superfície lisa (Abbi, Espinoza, Odell, Mahar e Pedowitz, 2006)

A técnica cirúrgica para o tratamento da luxação acromioclavicular através de amarrilhos coracoclaviculares é mostrada na figura 2 e é realizada seguindo os seguintes procedimentos. Realizada anestesia geral associada a bloqueio do plexo braquial, com o paciente na posicionado em “cadeira de praia”, é feita uma incisão cutânea de 5 a 6 cm de comprimento, nas linhas de Langer e aproximadamente 1,5 a 2 cm medial à articulação acromioclavicular. Recorta-se medial e lateralmente retalhos subcutâneos em toda a espessura, para expor a articulação acromioclavicular, as aponeuroses do deltóide e do trapézio e os 2 cm distal da clavícula lateral. Em seguida, a cápsula é exposta dissecando-se individualmente o deltóide e o trapézio para longe da cápsula e da clavícula distal.

Incisa-se em seguida a cápsula acromioclavicular da direção medial para lateral, no ponto intermediário da articulação. Retrai-se anteriormente o deltóide anterior e a clavícula para posterior, para expor o processo coracóide. A base do processo coracóide deve ser exposta subperiostealmente. Passam-se duas suturas de 1 mm de diâmetro e não-absorvíveis sob o processo coracóide, em uma direção medial para lateral que pode ser facilitada por um passador de fios curvos. A clavícula terá que ser perfurada com furos bicorticais e localizados no ponto de transição entre o terço anterior e os dois terços posteriores da clavícula, na direção antero-posterior, para passagem das suturas coracoclaviculares. A articulação acromioclavicular deverá ser reduzida empurrando-se o cotovelo para cima, para levar o acrômio até a clavícula. A articulação acromioclavicular deverá ser mantida na posição reduzida. Amarram-se então as suturas coracoclaviculares. A cápsula articular deverá ser identificada e reparada, em seguida fecham-se as aponeuroses do deltóide e do trapézio. O tecido subcutâneo e a pele deveram ser fechados da maneira normal.

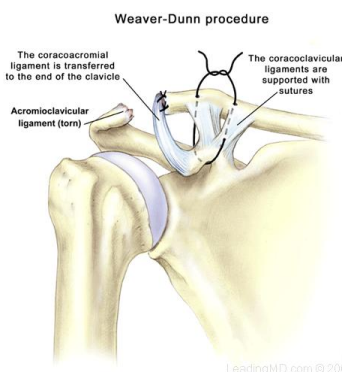


Figura 2 – Procedimento cirúrgico da luxação acromioclavicular.

2.2. Ensaios Mecânicos dos Fios de Sutura

Alguns estudos utilizaram recomendações de normas ABNT para a realização de ensaios de tração, como no trabalho de Sardenberg, Müller, Silveiras, Mendonça e Moraes (2003), onde foram avaliados os parâmetros mecânicos e dimensões de alguns fios de sutura comercializados no Brasil e comumente utilizados em cirurgias ortopédicas. Os autores fizeram ensaios nos fios de sutura de náilon (0, 3-0, 4-0), poliéster trançado (0, 3-0, 4-0) e prolipropileno (0, 3-0, 4-0) de sete marcas comercializadas no Brasil, de acordo com a metodologia indicada na norma NBR 13904, de julho de 1997, padronizada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas. Os fios foram submetidos à análise do diâmetro, comprimento, resistência do encastoamento, resistência à tração do fio sem nó e resistência à tração do fio sem nó. Os resultados obtidos indicaram que 77,42% das amostras de fios testadas encontram-se dentro dos padrões recomendados pela ABNT.

No trabalho de Guimarães e Carvalho (2008) o objetivo foi indicar um sistema mais apropriado para sutura de estruturas como o manguito rotador do ombro, através da análise da resistência final suportada por dois tipos de fio e pela interface âncora-fio em três diferentes implantes tipo âncora ao serem submetidos a uma carga de tração contínua. Os testes foram realizados em três grupos: (1) parafuso âncora de titânio com fio Ethibond® n°2, (2) parafuso âncora de titânio com fio FiberWire® n°2, (3) parafuso âncora de titânio 5,0 mm Corkscrew®. No grupo 1, a carga máxima média suportada até a soltura foi de 124,5 N, sendo a mínima de 105 N e a máxima de 180 N, com desvio padrão de 23,03 N. Para o grupo 2, a máxima carga média suportada foi de 298 N, sendo a mínima de 230 N e a máxima de 375 N, com desvio padrão de 44,73 N. No grupo 3, foi obtido o valor de 272 N para a carga máxima média suportada, sendo a mínima de 205 N e a máxima de 340 N. Observou-se através da análise estatística que ocorreu uma diferença significativa entre as médias dos valores de cargas suportadas entre os grupos 1 e 2 e os grupos 1 e 3 ($p < 0,001$). Assim, concluiu-se que houve semelhança na resistência final obtida com o fio FiberWire®, independente da âncora utilizada. A resistência encontrada para o fio Ethibond® #2 foi menor do que a desejada para a sutura de estruturas como o manguito rotador do ombro.

A proposta do trabalho de Pietschmann, Sadoghi, Häuser e Scharpf (2011) foi avaliar se a segurança do nó de deslizamento e nó não deslizante feito com suturas diferentes é influenciada pela condição de estar seco ou molhado durante o experimento. Foram testados cinco materiais de sutura US Pharmacopeia n° 2: PDS II (polidioxanone), Ethibond (Ethicon), e três suturas de polietileno com altíssimo peso molecular (UHMWPE), que foram a FiberWire, Orthocord e Herculine. Os nós não deslizantes utilizados foram o nó quadrado e o nó Revo e os deslizantes foram o nó Roeder e o nó de pescador. Os ensaios foram realizados com os fios secos e molhados, embebidos em uma solução salina. Aplicaram-se carregamentos cíclicos para simular as condições fisiológicas, iniciando com uma carga de tração de 25 N. Após 100 ciclos, a carga foi aumentada para 50 N para os próximos 100 ciclos. Em seguida, a carga de tração foi gradualmente aumentada de 25 N a cada 100 ciclos, até que houvesse a ruptura da sutura ou o escorregamento do nó, definido pelo alongamento superior a 3 mm.

Nos experimentos sob a condição seca, observou-se que 170 suturas falharam e 30 nós deslizaram, já sob a condição molhada, 186 suturas romperam e 14 nós escorregaram, para $p < 0,044$ e $p < 0,27$, respectivamente. A falha por escorregamento do nó foi observada, em 44 testes, nas condições seca e na solução salina, principalmente para a sutura UHMWPE, em particular com o tipo Herculine utilizando o nó Roeder, apresentando cargas máximas para falha semelhantes na condição seca ($274,5 \pm 58,2$ N) e na solução salina ($312,5 \pm 14,2$ N) para $p < 0,056$. O escorregamento dos nós ocorreu apenas com os nós deslizantes. Não houve casos de escorregamento dos nós com a sutura Ethibond, independente das condições de ensaio e do tipo de nó (Pietschmann, Sadoghi, Häuser e Scharpf, 2011).

Para todos os tipos de nó, as suturas UHMWPE foram significativamente mais resistentes com respeito a falha clínica (alongamento superior a 3 mm) e apresentaram maiores cargas de ruptura quando comparadas as suturas Ethibond e PDS II, sob condições de teste seca e molhada, para $p < 0,001$ nos dois casos. O estudo concluiu, a partir dos ensaios realizados com diferentes materiais de sutura e tipos de nós, que ocorreram diferenças entre os experimentos feitos em condições secas e embebidos em solução salina, sendo que os testes biomecânicos em que a sutura em um ambiente molhado representaria uma situação mais realista (Pietschmann, Sadoghi, Häuser e Scharpf, 2011).

Supõe-se que as novas suturas polimíscas apresentam características dissimilares com relação ao carregamento à falha. O trabalho realizado por Swan, Baldini e McCarty (2009) estudou os materiais das novas suturas através de ensaios controlados em laboratório. A carga de falha de quatro nós (cirúrgico, laço Duncan, Samsung Medical Center (SMC) e Roeder foi avaliada utilizando cinco fios de sutura n°2 das seguintes marcas: Ethibond, Ticron, FiberWire, ForceFiber e MaxBraid. Apenas um cirurgião fez todos os nós e foram testadas 15 amostras para cada configuração de nós de sutura. Os nós foram pré-tensionados com 10 N e em seguida carregados até a falha com uma taxa de 1 mm/s. A carga máxima aplicada entre 0 e 3mm de deslocamento foi considerada a carga de ruptura. Foram ensaiadas ciclicamente seis amostras para cada configuração de nó de sutura. O carregamento cíclico foi de 5 a 40 N a 0,5 Hz para 1000 ciclos, e em seguida, foram carregados até a falha.

Os resultados obtidos foram comparados a partir de uma análise de variância e do teste de Tukey com intervalos múltiplos, considerando os resultados com $p < 0,05$ significativos. Suturas não-absorvíveis polimíscas são mais fortes do que as suturas tradicionais, entretanto as suturas polimíscas não são todas iguais. MaxBraid e ForceFiber proporcionam um nó mais forte do que os fios FiberWire, Ethibond e Ticron, principalmente quando

utilizados com os nós cirúrgico ou SMC. A combinação mais forte entre os nós e suturas testados foi obtido com o nó SMC e a sutura MaxBraid. Os testes com carga cíclica mostraram valores de força máxima maiores do que os testes com uma carga contínua. Isto pode ter ocorrido, pois o ensaio cíclico foi realizado durante um período mais longo, permitindo que o nó secasse e se tornasse mais seguro do que o nó molhado (Swan, Baldini e McCarty, 2009)

3. METODOLOGIA

No desenvolvimento do presente trabalho será realizada a revisão bibliográfica sobre a biomecânica do ombro, tipos, causas e tratamentos da luxação acromioclavicular, diferentes tipos de fios de sutura utilizados, ensaios mecânicos para caracterização do comportamento dos fios e ligamentos e modelagens por elementos finitos. Em seguida, serão feitos os ensaios mecânicos para a caracterização do comportamento dos diferentes tipos de fios de sutura e ligamentos. Os ensaios de tração serão realizados na máquina de ensaios BME 10 KN, no Laboratório de Projetos Mecânicos Prof. Henner Gomide. Para os fios serão analisados a carga de ruptura, o alongamento do nó e os modos de falha, e para os ligamentos será avaliada a carga de ruptura. Os ensaios iniciais dos fios seguirão as recomendações das normas ABNT NBR 13904:2003 e ISO 10334:1997. Em seguida, serão realizados os ensaios em condições próximas às reais, utilizando uma cuba com banho salino e temperatura controlada de 37°C.

A partir das características do comportamento mecânico dos fios de sutura e dos ligamentos, será desenvolvido um aparato experimental que apresente uma geometria semelhante à do ombro e possibilite a avaliação mecânica dos amarrilhos coracoclaviculares e da fixação de Weaver-Dunn submetidos às forças e momentos decorrentes dos movimentos do ombro. Assim, será possível avaliar a resistência mecânica gerada nas duas configurações e verificar a necessidade da utilização das duas técnicas no tratamento dos pacientes. Além disso, serão desenvolvidos modelos numéricos de elementos finitos, com o auxílio dos softwares Simpleware e Abaqus, que simularão a técnica cirúrgica dos amarrilhos coracoclaviculares e a fixação de Weaver-Dunn. Esses modelos serão validados pelos resultados encontrados na etapa anterior e permitirão que outras configurações para a técnica cirúrgica sejam testadas.

4. AGRADECIMENTOS

Aos órgãos de fomento (FAPEMIG, CNPq e CAPES), à FEMEC/ UFU e ao LPM.

5. REFERÊNCIAS

- ABBI, G.; ESPINOZA, L.; ODELL, T.; MAHAR, A.; PEDOWITZ, R. Evaluation of 5 Knots and 2 Suture Materials for Arthroscopic Rotator Cuff Repair: Very Strong Sutures Can Still Slip. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, v. 22, n. 1, p. 38-43, Janeiro 2006.
- COX, J. S. Current Method of Treatment of Acromioclavicular Joint Dislocations. *Orthopedics*, v. 15, p. 1041-1044, 1992.
- FUKUDA, K.; CRAIG, E.V.; AN, K.N.; COFIELD, R.H.; CHAO, E.Y. Biomechanical Study of the Ligamentous System of the Acromioclavicular Joint. *Journal of Bone and Joint Surgery*, v. 68, p. 434-440, 1986.
- GUIMARÃES, M. V.; CARVALHO JÚNIOR, L. H. Análise da resistência de fios cirúrgicos utilizados no reparo do manguito rotator. *Revista Brasileira de Ortopedia*, São Paulo, v. 43, n. 7, p. 287-292, 2008.
- KAPLAN, L.D.; FLANINGAN, D.C.; NORWING, J.; JOST, P.; BRADLEY, J. Prevalence and Variance of Shoulder Injuries in Elite Collegiate Football Players. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 33, n. 8, 2005.
- LECH, O.L.C.; SEVERO, A.L.; PITÁGORAS, T.Z.; MENTZ, L.M.; DANI, W.S. Tratamento Cirúrgico da Luxação Acrômio-Clavicular com Amarrilho Coraco-Clavicular. *Revista Médica HSVP*, v. 11, n. 24, p. 5-9, 1999.
- MAZZOCA, A.D.; SANTANGELO, S.A.; JOHNSON, S.T.; RIOS, C.G.; DUMONSKI, M.L.; ARCIERO, R.A. A Biomechanical Evaluation of a Anatomical Coracoclavicular Ligament Reconstruction. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 34, p. 236-246, 2006.
- PIETSCHMANN, M. F.; SADOGLI, P.; HÄUSER, E.; SCHARPF, A. Influence of Testing Conditions on Primary Stability of Arthroscopic Knot Tying for Rotator Cuff Repair: Slippery When Wet? *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, v. 27, n. 12, p. 1628-1636, Dezembro, 2011.
- POWERS, J. A.; BACH, P. J. Acromioclavicular Separations: Closed or Open Treatment? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, v. 104, p. 213-223, 1974.
- SARDENBERG, T.; MÜLLER, S.S.; SILVARES, P.R.A.; MENDONÇA, A.B.; MORAES, R.R.L. Avaliação das propriedades mecânicas e dimensões de fios de sutura utilizados em cirurgias ortopédicas. *Acta Ortopédica Brasileira*, v. 11, n. 2, p. 88-94, Abr/Jun, 2003.
- SWAN JR, K. G.; BALDINI, T.; MCCARTY, E. C. Arthroscopic Suture Material and Knot Type: An Updated Biomechanical Analysis. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 37, n. 8, p. 1578-1585, 2009.
- THORNDIKE JR., A.; QUIGLEY, T. B. Injuries to the Acromioclavicular Joint_A Plea for Conservative Treatment. *The American Journal of Surgery*, v. 55, n. 2, p. 250-261, Fevereiro 1942.

- WILLIAMS JR., G. R.; NGUYEN, V. D.; ROCKWOOD, C. A. Classification and Radiographic Analysis of Acromioclavicular Dislocations. *Applied Radiology*, v. 18, p. 29-34, 1989.
- WÜST, D.M.; MEYER, D.C.; FAVRE, P.; GERBER, C. Mechanical and Handling Properties of Braided Polyblend Polyethylene Sutures in Comparison to Braided Polyester and Monofilament Polydioxanone Sutures. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, v. 22, n. 11, p. 1146-1153, Novembro, 2006.