

Resultados funcionais Isocinéticos do reparo aberto e percutâneo do tendão de Aquiles

Isokinetic functional results of open and percutaneous Achilles tendon repair

Pedro Sebastião de Oliveira Lazaroni¹, Tiago Soares Baumfeld², João Murilo Brandão Magalhães³, Fernando Araújo Silva Lopes³, Giovana Mendes Amaral⁴, Daniel Soares Baumfeld⁴

1. Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte, MG, Brasil.

2. Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, SP, Brasil.

3. Hospital Mater Dei, Belo Horizonte, MG, Brasil.

4. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.

RESUMO

Objetivo: A ruptura de Tendão de Aquiles (TA) é frequente em atletas jovens. O Tratamento conservador, a cirurgia aberta e abordagens percutâneas/minimamente invasivas são defendidas por diferentes grupos no mundo, com dados ainda conflitantes. O objetivo deste estudo é comparar resultados funcionais isocinéticos com medidas objetivas e confiáveis, de pacientes submetidos ao reparo aberto e a uma abordagem percutânea.

Métodos: Este é um estudo comparativo retrospectivo com 38 indivíduos submetidos a duas abordagens de tratamento para rupturas agudas do TA: aberta e percutânea. Para a avaliação funcional, todos os pacientes foram submetidos à análise do perímetro dos músculos da panturrilha de ambas as pernas, bem como às seguintes medidas isocinéticas: trabalho total de flexão, pico de torque de flexão, trabalho total de extensão e pico de torque de extensão. As escalas de avaliação Achilles Tendon Rupture Score (ATRS) e *America Orthopedic Foot and Ankle Score* (AOFAS) foram aplicadas no seguimento final de 12 meses.

Resultados: Nenhuma complicação grave foi observada. O tempo médio para retorno ao esporte foi de 9 meses. Os valores de AOFAS e ATRS não apresentaram diferenças estatísticas entre os dois grupos. As variáveis isocinéticas e a perimetria foram similares em ambos os grupos, quando comparados os membros operados e aos não operados, e também não diferiram na comparação entre as abordagens aberta e percutânea.

Conclusão: Pode-se concluir que as duas estratégias usadas nesse estudo alcançaram resultados funcionais similares.

Nível de Evidência III; Estudo Retrospectivo Comparativo.

Descritores: Tendão do calcâneo; Ruptura; Procedimentos cirúrgicos minimamente invasivos; Medidas.

ABSTRACT

Objective: Achilles tendon (AT) ruptures are common in young athletes. Conservative treatment, open surgery and percutaneous/minimally invasive approaches are advocated by different groups around the world, and data are still conflicting. The objective of this study was to use objective and reliable measurements to compare the isokinetic functional results of patients undergoing open repair with those undergoing a percutaneous approach.

Methods: This was a retrospective comparative study of 38 subjects undergoing two different approaches for the treatment of acute AT ruptures: open and percutaneous. For the functional evaluation, all patients were subjected to analysis of the calf muscle circumference of both legs, along with the following isokinetic measurements: total flexion work, peak flexion torque, total extension work and peak extension torque. The Achilles Tendon Rupture Score (ATRS) and American Orthopedic Foot and Ankle Score (AOFAS) evaluation scales were applied at the final 12-month follow-up.

Trabalho realizado nos hospitais Felício Rocho e Mater Dei, Belo Horizonte, MG, Brasil.

Correspondência: Pedro Sebastião de Oliveira Lazaroni. Rua Sonia, 167, Fernão Dias. CEP: 31920-330 – Belo Horizonte, MG, Brasil.

E-mail: pedro.lazaroni@gmail.com

Conflito de interesses: não há. **Fonte de financiamento:** não há.

Data de Recebimento: 15/12/2017. **Data de Aceite:** 01/03/2018. **Online em:** 30/03/2018.



Results: No serious complications were observed. The mean time to return to sports was 9 months. The AOFAS and ATRS values did not differ significantly between the two groups. The isokinetic variables and circumference in both groups were similar when the non-operated and operated limbs were compared. The groups also did not differ when comparing open and percutaneous approaches.

Conclusion: It can be concluded that the two strategies used in this study achieved similar functional results.

Level of Evidence III; Retrospective Comparative Study.

Keywords: Achilles tendon; Rupture; Minimally invasive surgical procedures; Measures.

Como citar esse artigo: Lazaroni PSO, Baumfeld TS, Magalhães JMB, Lopes FAS, Amaral GM, Baumfeld DS. Resultados funcionais isocinéticos do reparo aberto e percutâneo do tendão de Aquiles. *Sci J Foot Ankle*. 2018;12(1):55-60.

INTRODUÇÃO

A ruptura do Tendão de Aquiles (TA) é frequente em atletas jovens, com incidência variando de 6 a 18 por 100 000 ao ano^(1,2). Atualmente, muitos estudos apontam que esse tipo de ruptura não ocorre em tendões saudáveis, mas sim em um tendão com tendinose mas, muitas vezes, assintomático⁽³⁾.

O tratamento dessa lesão evoluiu ao longo dos anos e se estabeleceu um debate exaltado sobre qual opção terapêutica é melhor aos pacientes. Tratamentos conservadores, cirurgia aberta e abordagens percutâneas/minimamente invasivas são defendidas por diferentes grupos ao redor do mundo.

Embora ainda exista controvérsia se o tratamento conservador pode restaurar a força do TA como o tratamento cirúrgico, uma metaanálise recente mostrou que o tratamento conservador baseado na reabilitação funcional e na mobilização precoce possui taxas de reincidência de ruptura similares e menores complicações que o tratamento cirúrgico⁽⁴⁾.

A cirurgia aberta, tida por muitos como o “padrão-ouro” por longo período, restaura a força do tríceps sural e possui baixos índices de re-ruptura, trazendo consigo, contudo, grandes complicações como necrose da ferida e infecção profunda^(5,6). De modo a superar esse quadro, diferentes técnicas percutâneas ou minimamente invasivas vêm sendo descritas em grande escala e com bons resultados⁽⁷⁻¹⁰⁾.

Muitos estudos compararam abordagens percutâneas/minimamente invasivas com o reparo aberto, encontrando resultados funcionais equivalentes, melhor aparência cosmética, menor taxa de complicações de feridas e nenhum aumento no risco de re-ruptura⁽¹¹⁾.

O objetivo deste trabalho é comparar os resultados funcionais isocinéticos de pacientes submetidos ao reparo aberto àqueles submetidos a abordagem percutânea para o tratamento da ruptura da ruptura do TA.

MÉTODOS

Este trabalho obteve aprovação do Comissão de Ética da instituição com registro na Plataforma Brasil sob o número do CAAE: 61046616.3.1001.5125.

Este é um estudo comparativo retrospectivo com 38 indivíduos com ruptura aguda do TA, sendo 35 do sexo masculino e 3 do sexo feminino, com idade média de 47 anos, no período de janeiro de 2014 a Julho de 2015. Todos tiveram sua lesão a cerca de 2-6cm do ponto de inserção do TA. Dezoito pacientes foram submetidos ao reparo percutâneo descrito por Carmont e Maffulli⁽¹²⁾ (Figura 1) e 20 deles ao reparo aberto tradicional (Figura 2). O reparo

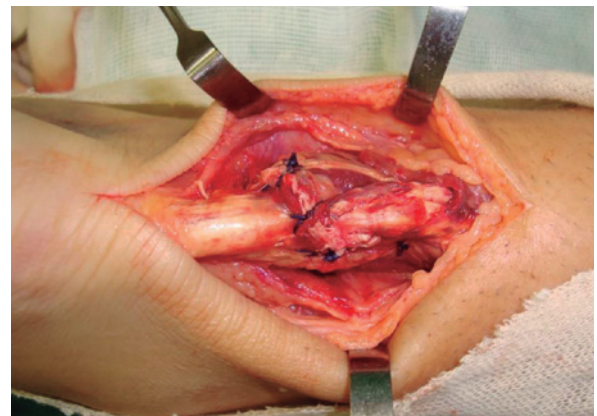


Figura 1. Reparo percutâneo.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 2. Reparo aberto.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

aberto foi realizado com uma incisão posteromedial e uma sutura modificada do tipo Bunnel. O reparo percutâneo é realizado através de quatro mini incisões proximais ao defeito do TA, quatro mini incisões distais ao defeito do TA, e uma incisão sobre o defeito do TA, por quais uma agulha é passada a fim de realizar um sutura tipo Bunnel. Nas incisões laterais, é feita divulsão do tecido profundo com pinça a fim de se visualizar diretamente o tendão para a passagem da agulha, evitando-se assim a lesão do nervo sural. O reparo percutâneo foi executado por um cirurgião diferente daquele responsável pelo reparo aberto.

Após a cirurgia, os pacientes seguiram o mesmo protocolo pós-operatório que consistiu numa reabilitação funcional com mobilização e suporte de carga precoce. Imediatamente após a cirurgia, todos utilizaram uma tala gessada posterior mantendo o pé em posição equina. Após a segunda semana, a tala foi removida e foi posicionada a bota mantendo-se o pé em posição equina, permitindo-se assim descarga de peso no pé. Nesse período, foi liberada a mobilização ativa do tornozelo. O equinismo foi reduzido progressivamente até a sexta semana, quando a bota foi retirada e os pacientes foram autorizados a deambular sem órtese. Após a retirada da órtese, os pacientes foram encaminhados para fisioterapia iniciada com fortalecimento isométrico e ganho de amplitude de movimento. O alongamento passivo do tendão foi permitido após a 12ª semana. Após a 16ª semana, os pacientes foram autorizados a reiniciar suas atividades esportivas/recreativas sob supervisão. O seguimento médio foi de 33 meses (mínimo de 12 meses).

Todos os pacientes responderam a um questionário de dados demográficos. As escalas *Achilles Tendon Rupture Score* (ATRS) e *American Orthopedic Foot and Ankle Score* (AOFAS) foram aplicadas para cada paciente no seguimento final. Para a avaliação funcional, todos os pacientes foram submetidos à análise do perímetro dos músculos da panturrilha de ambas as pernas (10cm distal à tuberosidade anterior da tíbia) e às medidas isocinéticas no seguimento final. As medidas isocinéticas (Dinamômetro Isocinético – Biodex System 3 Pro Biodex Medical System Inc., Shirley, EUA)⁽¹³⁾ consideradas foram: trabalho total de flexão, pico de torque de flexão, trabalho total de extensão e pico de torque de extensão. Todos os pacientes foram questionados sobre sua satisfação pessoal e retorno ao esporte ao final do tratamento.

Para a avaliação isocinética, todos os pacientes realizaram aquecimento por meio de uma caminhada no solo por cinco minutos. Em seguida, assentaram-se na cadeira do dinamômetro isocinético, com os cintos sobre o tronco,

pélvis e coxa para estabilização. A inclinação anterior do assento foi de 70° e a coxa distal de cada participante foi apoiada sobre a almofada de suporte de membro do dispositivo, de modo que o joelho permanecesse flexionado entre 30° a 40°. Essa amplitude foi assegurada pelo analista, usando-se o goniômetro. O eixo de rotação do dinamômetro foi alinhado ao maléolo lateral e o pé descalço foi amarrado à base do suporte de tornozelo do dinamômetro isocinético, de maneira que a superfície plantar do pé fosse totalmente apoiada nesta base anexada ao dinamômetro (Figura 3).

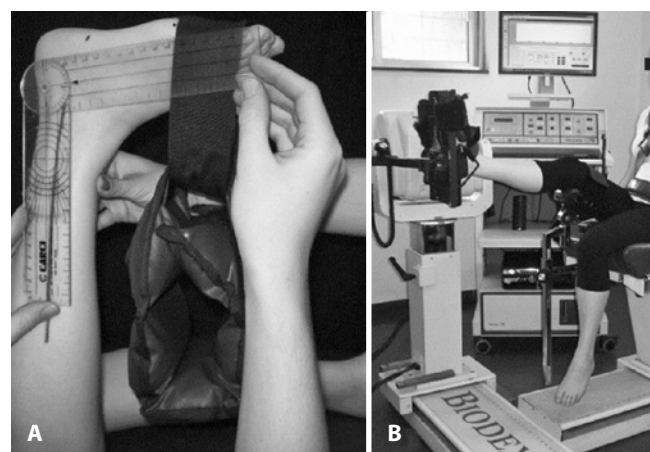


Figura 3. Posicionamento do paciente para o exame isocinético.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O protocolo consistiu em avaliações concêntricas e excêntricas dos músculos flexores, dentro de um intervalo de 10° de extensão e 20° de flexão, repetidos cinco vezes sob uma velocidade de 30°/s. Inicialmente, os participantes foram familiarizados com o sistema através da realização de cinco repetições usando contrações submáximas. Ao longo do teste, os participantes foram instruídos a exercer a força máxima na execução. Foi fornecido encorajamento verbal padrão pelo pesquisador para garantir geração de máxima força pelos indivíduos. Adicionalmente, o teste com o dinamômetro isocinético foi conduzido por somente um avaliador com extensa experiência no uso do equipamento. O desempenho dos músculos flexores foi analisado usando-se os picos de torque concêntrico e excêntrico normalizados pelo peso corporal, bem como os trabalhos máximos concêntrico e excêntrico em uma repetição, também normalizados pelo peso do corpo^(14,15).

Foi realizada uma análise estatística usando-se o teste exato de Fischer para variáveis categóricas e o teste do t de Student para comparação entre os grupos. Os dados foram registrados numa planilha eletrônica do Microsoft Excel (Microsoft Corporation, EUA) e analisados através do software estatístico SPSS_23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Valores $p < 0.05$ foram considerados significativos.

RESULTADOS

26,3% dos pacientes reportaram sintomas no TA anteriormente à ruptura, sendo que 29% tinham pelo menos um fator de risco para ruptura do TA, dentre os quais obesidade e tabagismo foram os mais comuns. O tempo médio entre a lesão e a cirurgia foi de 7,8 dias. Nenhuma lesão aberta ou associada foi observada. Oitenta e seis por cento dos pacientes eram atletas recreativos, sendo o futebol o esporte mais comum. O tempo médio de retorno ao esporte foi de 9 meses, com somente dois pacientes sentindo-se incapazes de retornar às suas atividades atléticas. Nenhuma complicação grave foi observada.

A Tabela 1 apresenta os valores para ATRS e AOFAS para ambas as abordagens, aberta e percutânea. Ambos os grupos alcançaram pontuações elevadas (>95) nas duas escalas, não havendo diferença estatística entre os grupos.

Tabela 1. Resultados de ATRS e AOFAS

Variáveis	Técnica Cirúrgica	n	Média	Valor p
ATRS	Aberta	20	95,1	0,588
	Percutânea	18	96,1	
AOFAS	Aberta	20	98,2	0,171
	Percutânea	18	95,3	

A Tabela 2 apresenta os resultados de satisfação pessoal, somente um paciente em cada grupo não ficou muito satisfeito com os resultados, sendo que os resultados comparativos entre os dois grupos não foram estatisticamente diferentes.

Tabela 2. Satisfação pessoal

Técnica Cirúrgica	Satisfação				Total		valor-p
	Muito Satisfeito		Satisfeito		n	%	
	N	%	n	%			
Aberta	19	50	1	2,6	20	52,6	0,730
Fechada	17	44,8	1	2,6	18	47,4	
Total	36	94,8	2	5,2	38	100	

A Tabela 3 delinea os resultados isocinéticos, nota-se que o membro operado exibiu o mesmo desempenho que o membro não operado no último seguimento dos pacientes, sendo os resultados de pico de torque e trabalho, concêntrico e excêntrico, equivalentes estatisticamente. Nota-se ainda que não houve diferença entre os grupos aberto e percutâneo, o que indica a equivalência isocinética funcional do resultado desses dois tipos de abordagem.

A Tabela 4 fornece a perimetria medida 10cm distal à tuberosidade anterior da tíbia. Como observado, os valores não diferiram estatisticamente entre o membro operado e o membro não operado, e tampouco entre a técnica aberta e percutânea.

Tabela 3. Análise isocinética

Variáveis Isocinéticas	Técnica Cirúrgica				Valor p
	Aberta		Percutânea		
	Membro operado	Membro não operado	Membro operado	Membro não operado	
Pico de torque					
Concêntrico	179,4 (48,4)	188,9 (46,1)	126,4 (21,0)	127,9 (26,3)	0,654
Excêntrico	202,0 (53,8)	211,8 (48,4)	135,9 (19,4)	138,8 (23,4)	0,365
Trabalho					
Concêntrico	45,1 (16,6)	47,8 (12,0)	146,4 (31,7)	165,8 (43,6)	0,789
Excêntrico	58,0 (19,1)	60,9 (13,9)	171,9 (42,7)	176,3 (57,9)	0,323

Tabela 4. Medidas da perimetria

Variáveis	Técnica cirúrgica	n	Média	Valor p
Perimetria do membro operado	Aberta	20	37,9	0,913
	Percutânea	18	37,8	
Perimetria do membro não operado	Aberta	20	38,7	0,664
	Percutânea	18	39,1	

DISCUSSÃO

A conduta ideal para as rupturas do TA deve minimizar a morbidade, otimizar o retorno às atividades, prevenir complicações e levar a uma boa aparência cosmética. A qualidade dos artigos comparando a estratégia aberta com a abordagem minimamente invasiva/percutânea é heterogênea, com a maioria dos trabalhos reportando resultados subjetivos, sem métodos estruturados para avaliação da eficácia das técnicas. Este estudo é um dos poucos na literatura que reporta resultados isocinéticos, uma medida confiável e objetiva para medida de força, e corrobora que

a abordagem aberta possui resultados funcionais equivalentes aos apresentados por uma conduta percutânea, quando usada reabilitação funcional.

Biomecanicamente, as comparações entre os reparos abertos e percutâneos são conflituosas. Alguns autores reportaram que reparos percutâneos são mais fortes que reparos abertos, enquanto outros demonstraram que aqueles são mais fracos e suscetíveis ao alongamento precoce do tendão^(16,17). Um estudo bastante interessante e bem projetado comparou a abordagem aberta às técnicas minimamente invasivas mais comuns (Achillon, PARS e SpeedBridge) e demonstrou a suscetibilidade destas ao alongamento precoce do reparo. Com isso, os autores sugeriram que reparos minimamente invasivos podem necessitar de uma proteção pós-operatória mais atenta para prevenção de potencial defeito ou *gap*⁽¹⁸⁾.

Chan et al. compararam suturas abertas com o sistema Achillon e reportaram que tanto a análise de marcha, quanto a redução do pico de torque e do trabalho total observados no lado lesionado, foram similares para as abordagens minimamente invasivas e abertas⁽¹⁹⁾. Gigante et al., também utilizando medidas isocinéticas, encontraram resultados equivalentes para as estratégias aberta e percutânea em um estudo retrospectivo com 40 pacientes⁽²⁰⁾. Esses achados estão em consonância com os observados neste estudo.

Outros estudos retrospectivos também apresentaram resultados funcionais similares, atestando os benefícios de condutas minimamente invasivas, como a redução do tempo cirúrgico, menor incidência de complicações, e menor tempo requerido para retorno às atividades esportivas e ao trabalho⁽²¹⁾. A maior série de um único centro na literatura, com 270 pacientes, reporta resultados similares entre

PARS e reparos abertos, sem diferenças significativas nas taxas de complicações pós-operatórias⁽²²⁾.

Em dados mais robustos, há boas evidências dos benefícios de abordagens minimamente invasivas. Uma meta-análise de estudos controlados não reportou diferenças significativas com relação à incidência de re-ruptura, adesão de tecido, lesão do nervo sural, infecção profunda e trombose venosa profunda. Contudo, técnicas minimamente invasivas apresentaram reduções significativas do risco de infecção superficial, com satisfação dos pacientes três vezes superior⁽²³⁾. Uma meta-análise mais recente desenvolvida por Yang et al.⁽²⁴⁾, com 815 indivíduos, observou resultados funcionais similares entre as abordagens percutâneas e aberta. Eles observaram maior incidência de lesões do nervo sural no grupo percutâneo, mas com as vantagens de menor tempo de operação, menor taxa de infecção profunda e pontuações superiores na escala AOFAS.

A importância deste trabalho está na demonstração da equivalência dos resultados funcionais entre a técnica aberta e a técnica percutânea para o reparo do TA. A existência de grupos de comparação e a confiável e bem executada análise funcional através de medidas isocinéticas da força da panturrilha agregam confiabilidade aos resultados. A deficiência deste trabalho consiste na sua metodologia retrospectiva e seu baixo número de pacientes.

CONCLUSÃO

Podemos concluir que os resultados funcionais isocinéticos dos pacientes submetidos ao reparo aberto ou percutâneo da lesão do TA são equivalentes. Mais estudos, com metodologia prospectiva, são necessários para comprovar essa conclusão.

Contribuição de autores: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo: PSOL (<https://orcid.org/0000-0001-6771-4524>)*concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, redação do artigo, participou no processo de revisão, interpretação resultados do estudo; TSB (<https://orcid.org/0000-0001-9244-5194>)* redação do artigo, participou no processo de revisão, interpretação resultados do estudo; JMBM (<https://orcid.org/0000-0002-4224-8149>)* concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, interpretação resultados do estudo; FASL (<https://orcid.org/0000-0001-5214-2420>)* interpretação resultados do estudo, participou no processo de revisão; GMA (<https://orcid.org/0000-0003-2607-8730>)* interpretação resultados do estudo, participou no processo de revisão; DSB (<https://orcid.org/0000-0001-5404-2132>)* concebeu e planejou as atividades que levaram ao estudo, participou no processo de revisão, realizou as cirurgias, aprovou a versão final. *ORCID (Open Researcher and Contributor ID).

REFERÊNCIAS

- Movin T, Ryberg A, McBride DJ, Maffulli N. Acute rupture of the Achilles tendon. *Foot Ankle Clin*. 2005;10(2):331-56.
- Maffulli N, Waterston SW, Squair J, Reaper J, Douglas AS. Changing incidence of Achilles tendon rupture in Scotland: a 15-year study. *Clin J Sport Med*. 1999;9(3):157-60.
- Hattrup SJ, Johnson KA. A review of ruptures of the Achilles tendon. *Foot Ankle* 1985;6:34-8.
- Soroceanu A, Sidhwa F, Arabi S, Kaufman A, Glazebrook M. Surgical versus nonsurgical treatment of acute Achilles tendon rupture: a meta-analysis of randomized trials. *J Bone Joint Surg Am*. 2012; 94(23):2136-43.

5. Inglis AE, Scott WN, Sculco TP, Patterson AH. Ruptures of the tendo achillis. An objective assessment of surgical and Percutaneous or open surgery for Achilles tendon rupture. *J Bone Joint Surg Am.* 1976; 58(7):990-3.
6. Nistor L. Surgical and non-surgical treatment of Achilles Tendon rupture. A prospective randomized study. *J Bone Joint Surg Am.* 1981; 63(3):394-9.
7. Ma GW, Griffith TG. Percutaneous repair of acute closed ruptured achilles tendon: a new technique. *Clin Orthop Relat Res.* 1977;(128): 247-55.
8. Khan RJ, Fick D, Brammar TJ, Crawford J, Parker MJ. Interventions for treating acute Achilles tendon ruptures. *Cochrane Database Syst Rev.* 2004;(3):CD003674.
9. Assal M, Jung M, Stern R, Rippstein P, Delmi M, Hoffmeyer P. Limited open repair of Achilles tendon ruptures: a technique with a new instrument and findings of a prospective multicenter study. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84(2):161-70.
10. Guillo S, Del Buono A, Dias M, Denaro V, Maffulli N. Percutaneous repair of acute ruptures of the tendo Achillis. *Surgeon.* 2013;11(1):14-9.
11. Henríquez H, Muñoz R, Carcuro G, Bastías C. Is percutaneous repair better than open repair in acute Achilles tendon rupture? *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(4):998-1003.
12. Carmont MR, Maffulli N. Modified percutaneous repair of ruptured Achilles tendon. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2): 199-203.
13. Drouin JM, Valovich-mcLeod TC, Shultz SJ, Gansneder BM, Perrin DH. Reliability and validity of the Biodex system 3 pro isokinetic dynamometer velocity, torque and position measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2004;91(1):22-9.
14. Möller M, Lind K, Styf J, Karlsson J. The reliability of isokinetic testing of the ankle joint and a heel-raise test for endurance. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2005;13(1):60-71.
15. Borges PRT, Santos TRT, Procópio PRS, Chelidonopoulos JHD, Zambelli R, Ocarino JM. Passive stiffness of the ankle and plantar flexor muscle performance after Achilles tendon repair: a cross-sectional study. *Braz J Phys Ther.* 2017;21(1):51-57.
16. Heitman DE, Nq K, Crivello KM, Gallina J. Biomechanical comparison of the Achillon tendon repair system and the Krackow locking loop technique. *Foot Ankle Int.* 2011;32(9):879-87.
17. Lee SJ, Sileo MJ, Kremenic IJ, Orishimo K, Ben-Avi S, Nicholas SJ, McHugh M. Cyclic loading of 3 Achilles tendon repairs simulating early postoperative forces. *Am J Sports Med.* 2009;37(4):786-90.
18. Clanton TO, Haytmanek CT, Williams BT, Civitarese DM, Turnbull TL, Massey MB, Wijdicks CA, LaPrade RF. A Biomechanical Comparison of an Open Repair and 3 Minimally Invasive Percutaneous Achilles Tendon Repair Techniques During a Simulated, Progressive Rehabilitation Protocol. *Am J Sports Med.* 2015 Aug;43(8):1957-64.
19. Chan AP, Chan YY, Fong DT, Wong PY, Lam HY, Lo CK, Yung PS, Fung KY, Chan KM. Clinical and biomechanical outcome of minimal invasive and open repair of the Achilles tendon. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol.* 2011;3(1):32.
20. Gigante A, Moschini A, Verdenelli A, Del Torto M, Ullisse S, de Palma L. Open versus percutaneous repair in the treatment of acute Achilles tendon rupture: a randomized prospective study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2):204-9.
21. Daghino W, Enrietti E, Sprio AE, di Prun NB, Berta GN, Massè A. Subcutaneous Achilles tendon rupture: A comparison between open technique and mini-invasive tenorrhaphy with Achillon® suture system. *Injury.* 2016;47(11):2591-5.
22. Hsu AR, Jones CP, Cohen BE, Davis WH, Ellington JK, Anderson RB. Clinical outcomes and complications of percutaneous achilles repair system versus open technique for acute achilles tendon ruptures. *Foot Ankle Int.* 2015;36(11):1279-86.
23. McMahon SE, Smith TO, Hing CB. A meta-analysis of randomised controlled trials comparing conventional to minimally invasive approaches for repair of an Achilles tendon rupture. *Foot Ankle Surg.* 2011;17(4):211-7.
24. Yang B, Liu Y, Kan S, Zhang D, Xu H, Liu F, Ning G, Feng S. Outcomes and complications of percutaneous versus open repair of acute Achilles tendon rupture: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2017;40:178-186.