

#### Como citar este artigo:

Brandão AT, Amaro Junior E, Francisco Neto MJ, Tanaka RM, Santos DC, Miranda FC, et al. Ultrassonografia na avaliação de ligamentos de cotovelo: estudo comparativo com imagem de ressonância magnética. *einstein* (São Paulo). 2019;17(3):eAO4579. [http://dx.doi.org/10.31744/einstein\\_journal/2019AO4579](http://dx.doi.org/10.31744/einstein_journal/2019AO4579)

#### Autor correspondente:

Antonio Rahal Junior  
Departamento de Imagem,  
Hospital Israelita Albert Einstein  
Avenida Albert Einstein, 627/701 – Morumbi  
CEP: 05652-900 – São Paulo, SP, Brasil  
Tel.: (11) 2151-0195  
E-mail: antoniorahal@yahoo.com.br

#### Data de submissão:

16/5/2018

#### Data de aceite:

26/11/2018

#### Conflitos de interesse:

não há.

#### Copyright 2019



Esta obra está licenciada sob  
uma Licença *Creative Commons*  
Atribuição 4.0 Internacional.

## ARTIGO ORIGINAL

# Ultrassonografia na avaliação de ligamentos de cotovelo: estudo comparativo com imagem de ressonância magnética

Ultrasonography and magnetic resonance imaging of elbow ligaments: a comparative study

Aureliano Torquato Brandão<sup>1</sup>, Edson Amaro Junior<sup>2</sup>, Miguel José Francisco Neto<sup>1</sup>, Rubens Mitsuo Tanaka<sup>1,3</sup>, Durval do Carmo Barros Santos<sup>1</sup>, Frederico Celestino Miranda<sup>1,3</sup>, Antonio Rahal Junior<sup>1</sup>, Laercio Alberto Rosemberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

DOI: 10.31744/einstein\_journal/2019AO4579

## RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o desempenho da ultrassonografia na avaliação dos ligamentos do cotovelo, comparando os achados com ressonância magnética. **Métodos:** Estudo prospectivo unicêntrico envolvendo 30 pacientes, sem alterações articulares nos cotovelos. Dois ultrassonografistas experientes avaliaram ambos os cotovelos de cada um dos pacientes, com 60 avaliações cada médico e 120 avaliações no total. As imagens de ressonância magnética foram obtidas em aparelhos 3 Tesla. Dois radiologistas experientes avaliaram as imagens, com total de 120 exames. Cada examinador deu uma nota subjetiva, de zero a 5, para os ligamentos avaliados; zero correspondeu a ligamento não identificado, e 5 a ligamento visualizado integralmente. Foi considerado nível de significância de 5%. Para cada par de medidas obtidas, construíram-se dispersões e parcelas de Bland-Altman. **Resultados:** Todos os ligamentos foram identificados pelos examinadores de ultrassonografia, recebendo pontuação 4 ou 5, em relação à sua visibilidade, e foram identificados pelos examinadores de ressonância magnética, com pontuação 5. Foram considerados intactos e saudáveis pelos quatro examinadores. As comparações entre ultrassonografia e ressonância magnética na avaliação dos ligamentos do cotovelo não demonstraram diferenças significativas. **Conclusão:** Quando realizada por examinadores experientes, a ultrassonografia pode ser considerada semelhante à ressonância magnética na avaliação de ligamentos do cotovelo.

**Descritores:** Ligamentos/diagnóstico por imagem; Cotovelo; Ultrassonografia; Imagem por ressonância magnética

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the value of ultrasonography in elbow ligament assessment compared to magnetic resonance imaging. **Methods:** A prospective single-center study involving 30 volunteers with no elbow joint changes. Two experienced ultrasound specialists evaluated both elbows of each volunteer, resulting in 60 evaluations per physician and totaling up 120 evaluations. Magnetic resonance images were obtained using a 3-Tesla machine and evaluated by two experienced radiologists, totaling up 120 exams. Each examiner assigned subjective, zero-to-5 scores to ligaments imaged, where zero corresponded to non-identified ligament and 5 to visualization of the entire ligament. The level of significance was set at 5%. Bland-Altman dispersions and plots were prepared for each pair of measurements obtained. **Results:** All

ligaments were amenable to sonographic identification; scores of 4 or 5 were assigned by examiners based on ligament visibility. Ligaments could also be identified using magnetic resonance imaging and were assigned scores of 5 by examiners. All ligaments were described as intact and healthy by all four examiners. Comparative analysis of elbow ligament sonographic and magnetic resonance imaging findings did not differ significantly. **Conclusion:** Ultrasonography and magnetic resonance imaging can be considered equivalent modalities for elbow ligament assessment in the hands of experienced examiners.

**Keywords:** Ligaments/diagnostic imaging; Elbow; Ultrasonography; Magnetic resonance imaging

## INTRODUÇÃO

Atualmente, a avaliação dos ligamentos do cotovelo por meio de testes de imagem é predominantemente realizada por exame de ressonância magnética (RM). É o exame de escolha, uma vez que oferece excelente resolução espacial dos ligamentos do cotovelo e alta reprodutibilidade na análise, permitindo a individualização precisa de cada um dos ligamentos do cotovelo, quais sejam, ligamentos anular, colateral radial, colateral ulnar medial anterior, colateral ulnar medial posterior e colateral ulnar lateral.<sup>(1-6)</sup>

A ultrassonografia (US) geralmente não é solicitada para avaliar os ligamentos do cotovelo. Também não há muitas publicações sobre a avaliação US dos ligamentos do cotovelo. Ao estudo ultrassonográfico, os ligamentos são estruturas lineares, com contornos regulares, e com morfologia, ecogenicidade e ecotextura semelhantes às dos tendões.<sup>(7-12)</sup>

Acreditamos que a US permite a individualização de cada ligamento do cotovelo porque apresenta alta resolução espacial, grande sensibilidade e especificidade, fácil posicionamento do voluntário, possibilidade de realizar manobras dinâmicas durante o exame, fácil reprodutibilidade após domínio de anatomia e técnica adequada, além de acesso fácil a todos os ligamentos do cotovelo.<sup>(13-17)</sup>

No momento da redação deste estudo, não foram identificadas publicações que verificassem métodos qualitativos e quantitativos voltadas à eficiência e à confiabilidade da US em relação à RM na avaliação do ligamento do cotovelo.

## OBJETIVO

Avaliar a capacidade da ultrassonografia em demonstrar os ligamentos do cotovelo, de voluntários assintomáticos, identificados em exame de ressonância magnética; verificar se há concordância entre os níveis de visualização de exames de ultrasonografia e ressonância

magnética para cada ligamento do cotovelo, bem como se há concordância entre as medidas das espessuras entre os exames de ultrasonografia e ressonância magnética para cada ligamento do cotovelo.

## MÉTODOS

Participaram deste estudo 30 voluntários, que foram submetidos a exames de US e RM, sem história de alterações ligamentares e nem queixas clínicas no cotovelo. Esses voluntários, em sua maioria, eram funcionários do Serviço de Radiologia da nossa instituição. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após ampla explicação, por parte dos examinadores, acerca das particularidades e dos objetivos do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Israelita Albert Einstein, sob o parecer 691.072, CAAE: 23800913.9.0000.0071.

Cada exame de US foi realizado com o protocolo específico em aparelho dedicado, com utilização de algoritmo específico para redução de espículas e desorganizações por descontinuidade da imagem, bem como melhora da resolução de contraste, da distinção das bordas e das interfaces de margem.

Foram utilizados transdutores lineares, de alta frequência, ideais para avaliação de estruturas superficiais. A frequência ultrassonográfica utilizada nas avaliações foi entre 5 e 12MHz.

As análises das imagens do exame de US foram realizadas por dois radiologistas experientes, com títulos de especialista e formação específica em exames do sistema musculoesquelético, sendo designados como Examinador A (formado há 17 anos) e Examinador B (formado há 20 anos).

Cada radiologista fez imagens dos ligamentos dos cotovelos direito e esquerdo de cada um dos 30 voluntários, resultando em 60 exames realizados por cada um. Ao todo, foram 120 exames de US.

Desta maneira, a amostra analisada foi composta por 60 cotovelos. O total de exames realizados foi de 120 avaliações de cada método, e com 5 ligamentos em cada um, no total de 1.200 avaliações de ligamentos.

Todos os exames de RM foram realizados em aparelho com sistema de 3 Teslas (Tim Trio, Siemens®, Erlanger, Alemanha), com uso de bobina dedicada para cotovelo com imagens axiais, coronais e sagitais, obtidas com espessura de 3,0mm, em sequências ponderadas em densidade de prótons (tempo de repetição – TR – de 2.300ms; tempo de eco – TE – de 30ms), com matriz de 640×640 e campo de visão (FOV - *field of view*) de 1.817×902, com saturação de gordura e sem contraste intravenoso. Todos os exames foram realizados com

bobina dedicada para região do cotovelo, com a articulação posicionada em sua localização central.

As análises das imagens de RM foram realizadas por dois radiologistas experientes, com títulos de especialista e formação específica em exames do sistema musculoesquelético, chamados Examinador C (formado há 20 anos) e Examinador D (formado há 7 anos).

Cada radiologista realizou a análise dos ligamentos dos cotovelos direito e esquerdo de cada um dos 30 voluntários, resultando em 60 exames analisados perfazendo 120 análises de RM.

Antes de iniciar as medidas, todos os observadores foram instruídos a respeito dos critérios a serem utilizados neste trabalho. A avaliação individual de cada ligamento foi realizada de maneira independente, temporal e espacialmente. Como critérios para a integridade do ligamento, foram estabelecidos, pela identificação do ligamento e suas regiões de inserção, espessura constante e homogeneidade de suas fibras no eixo longitudinal.

Foram feitas medições de espessura do segmento central das fibras anteriores do ligamento colateral ulnar medial nas imagens obtidas em exames de US e RM. Os ligamentos foram medidos em seus segmentos 1/4, 2/4 e 3/4. Cada examinador, em sua análise de cada um dos ligamentos incluídos no estudo, preencheu uma planilha seguindo os critérios de classificação em uma escala de notas, que variou de zero a 5, sendo zero para ligamento não identificado; 1 para visualização de <50% do ligamento; 2 para visualização de 50% do ligamento; 3 para visualização de >50% do ligamento; 4 para visualização de todo o ligamento, mas sem a individualização das regiões de inserção; e 5 para visualização de todo o ligamento, incluindo as regiões de inserção.

Nas imagens da US, os ligamentos identificados foram avaliados da seguinte forma: visualização de suas fibras e suas regiões de inserção, atribuição de notas de acordo com a classificação de zero a 5 pontos, medidas de espessura e avaliação da ecogenicidade.

Nas imagens de RM, os ligamentos identificados foram avaliados da seguinte forma: visualização de suas fibras e suas regiões de inserção, com atribuição de notas de acordo com a classificação de zero a 5 pontos, medidas de espessura e avaliação de sinal.

Consideramos íntegros os ligamentos visíveis e com classificação 5, espessura constante e sinal homogêneo.

Testamos a hipótese de equivalência entre medições de US e RM agrupando dados dos Examinadores A e B e dos Examinadores C e D, além dos lados direito e esquerdo, usando modelo misto. A margem de equivalência considerada é de 0,5. A concordância entre as medidas de espessura obtidas pelos diferentes examinadores, separadamente por dispositivo, por lado e por local, foi avaliada pelo Coeficiente de Correlação Intraclassa com intervalos de confiança de 95%. Para cada par de

medidas obtidas por dois examinadores, construíram-se dispersões e parcelas de Bland-Altman. Considerando princípios de autocorrelação e dependência de variáveis, consideramos o indivíduo a unidade para o cálculo amostral, e o número utilizado neste estudo foi superior a 20 voluntários – a quantidade considerada adequada para o tamanho da amostra neste desenho experimental. Todas as análises foram realizadas com o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) e consideraram nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Todos os ligamentos foram identificados pelos examinadores para a US. Foram feitas 600 análises de ligamentos em 120 exames de US, sendo 300 análises em 60 exames realizados pelo Examinador A e outras 300 análises em 60 exames pelo Examinador B. Destas 600 análises, 590 (98,3%) foram classificadas com a nota 5. Apenas 10 (1,6%) foram classificadas com nota 4. Todos os ligamentos foram interpretados como ligamentos intactos e íntegros pelos dois examinadores de US.

Todos os ligamentos foram identificados pelos examinadores para a RM. Os ligamentos foram analisados e receberam nota 5 em todas as análises, de acordo com a tabela 1, em relação à sua visibilidade. Todos eles foram interpretados como intactos e íntegros pelos outros dois examinadores de RM.

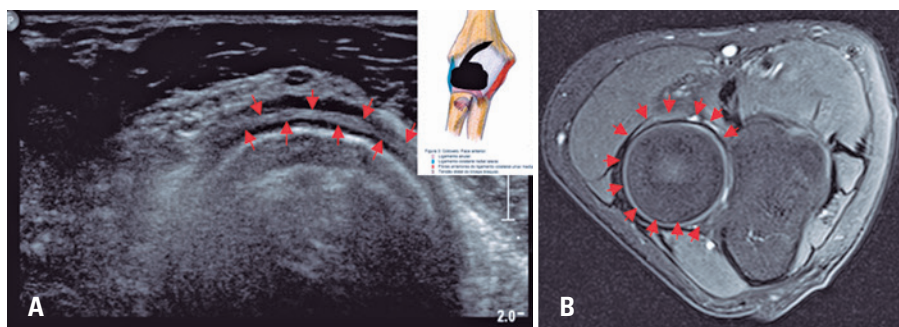
A US foi semelhante à RM na avaliação dos ligamentos do cotovelo por examinadores experientes e especialistas. Houve reprodutibilidade de 97,8% nas avaliações qualitativas e quantitativas dos ligamentos do cotovelo, entre dois examinadores experientes e especialistas, em exames de US, conforme vemos nas figuras 1 a 3. Na figura 4, podemos observar com clareza a correlação entre os dois métodos.

Houve reprodutibilidade de 99,0% nas avaliações qualitativas e quantitativas dos ligamentos do cotovelo, entre dois examinadores experientes e especialistas, em exames de RM.

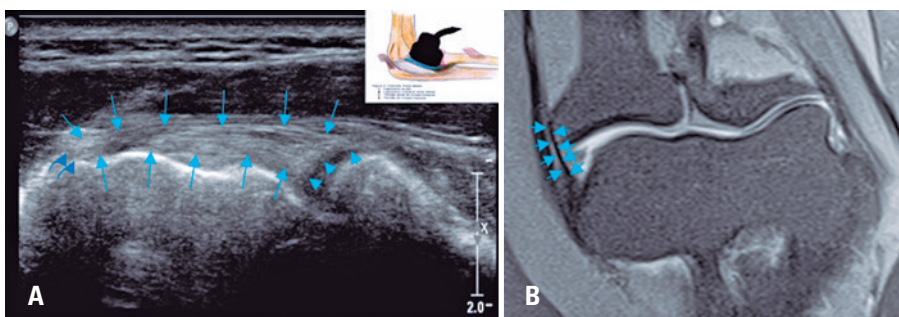
**Tabela 1.** Modelo utilizado para classificação do ligamento, com base na extensão do ligamento passível de avaliação por cada um dos quatro examinadores. As notas, em cada método, ultrassonografia e ressonância magnética, foram correlacionadas

Classificação	Significado
1	Ligamento não identificado
2	Visualização <50% do ligamento
3	Visualização de 50% do ligamento
4	Visualização >50% do ligamento
5	Visualização de todo o ligamento, menos inserções

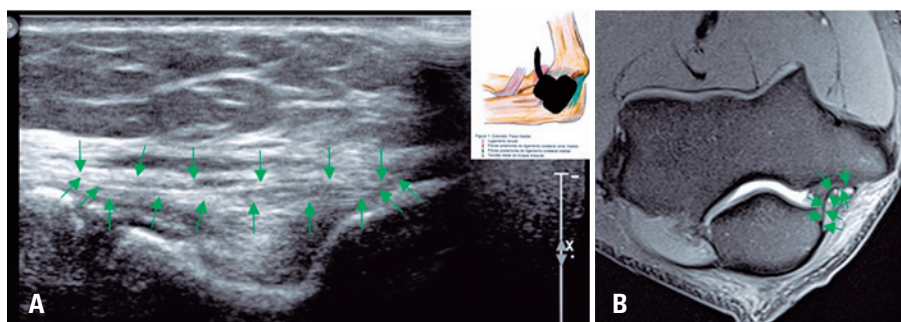




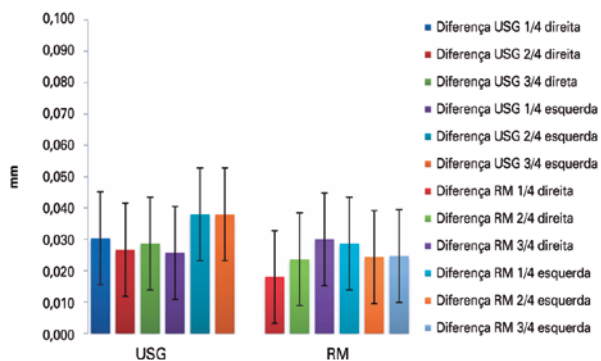
**Figura 1.** Ligamento anular (setas vermelhas) do cotovelo esquerdo. (A) Imagem de ultrassonografia. Ilustração da posição do transdutor (canto superior direito); (B) imagem de ressonância magnética no plano axial: ligamento anular e suas regiões insercionais nas faces medial e lateral do olecrano



**Figura 2.** Ligamento colateral radial lateral (setas azuis claras). (A) Imagem de ultrassonografia. Ilustração da posição do transdutor (canto superior direito) e suas inserções no epicôndilo lateral (cabecãs de setas azuis) e na face lateral do ligamento anular (setas curvas azuis escuras); (B) imagem de ressonância magnética no plano coronal. Terço médio e região insercional distal (no ligamento anular) do ligamento colateral radial lateral (setas azuis)



**Figura 3.** Fibras posteriores do ligamento colateral ulnar medial (setas verdes) e suas inserções na região posteromedial da face medial do olécrano e no epicôndilo medial. (A) Imagem de ultrassonografia. Ilustração da posição do transdutor (canto superior direito); (B) imagem de ressonância magnética em plano axial



**Figura 4.** Médias das diferenças das medidas entre os Examinadores A, B (ultrassonografia - USG), C e D (ressonância magnética - RM). A barra representa diferenças máximas e mínimas

## DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre as avaliações ultrassonográfica e por RM no que tange aos ligamentos do cotovelo. Tanto em termos qualitativos quanto em quantitativos, ambos os métodos diagnósticos parecem auferir resultados igualmente acurados.

Diferentemente do que poderíamos supor, houve, durante o estudo, grande facilidade na identificação dos ligamentos pela US, de modo crescente com o aumento gradual de exames realizados e com a consequente melhoria da *expertise* - todavia sempre sem dificuldades. A avaliação da integridade ligamentar pôde ser rea-

lizada com grande segurança, em todos os exames de US realizados. Igualmente, todos os ligamentos foram identificados e mensurados, de modo preciso. Houve mínima diferença quanto às notas atribuídas pelos Examinadores A e B devido, segundo nosso entendimento, à variabilidade natural existente entre profissionais, mas sem significância

Críticas poderiam eventualmente ser listadas quanto à dificuldade na análise das imagens US obtidas. Isso pode ser explicado por pequenas imperfeições do material de documentação (como anisotropias e borramento, por eventual tremor da imagem no momento em que se faz o congelamento), bem como por algum segmento do ligamento que possa não ter sido documentado (especialmente suas regiões insercionais), além de eventual dúvida (pelo examinador independente) do grau de profundidade utilizado ao se adquirir a imagem (o que pode confundir a delimitação de algumas fibras, se superficiais ou profundas) e, por fim, eventual inversão da orientação craniocaudal do transdutor na documentação (isso pode induzir o examinador independente a imaginar que houve erro na nomenclatura do ligamento).

Por este motivo, a avaliação dos ligamentos do cotovelo pela US deve ser realizada por médico radiologista especialista em exames do sistema musculoesquelético e com treinamento prático continuado, sob risco de obtenção de resultados não acurados e não compatíveis com aqueles da RM.

Outra colocação que poderia ser feita, quanto ao uso da análise estatística, seria sobre o parâmetro da integridade ligamentar. A espessura ligamentar é um dos dois itens para se determinar a integridade ligamentar, e os cálculos estatísticos podem ser considerados úteis e válidos. Quanto à ecogenicidade, o ligamento íntegro apresenta ecogenicidade e sinal homogêneos. Apesar da correspondência direta entre os métodos, não há estratificações dessas características. Tanto a ecogenicidade quanto o sinal podem ser classificados como homogêneos ou heterogêneos. Como todos os ligamentos foram avaliados como homogêneos, a estatística fez-se, para esta variável, desnecessária.

O fato de a US apresentar resultados quantitativos semelhantes aos da RM promove a US ao seu patamar. Ao lado da RM, consagrado método de imagem na avaliação dos ligamentos do cotovelo, agora temos a US: os dois métodos são confiáveis para o diagnóstico.

Este trabalho pode contribuir com a prática clínica, ao oferecer mais um método de imagem ao arsenal radiológico na investigação dos ligamentos do cotovelo. Seus resultados demonstraram a eficácia da US em avaliar os ligamentos do cotovelo, tornando-se alternativa à RM. Com isso, os pacientes podem ser beneficiados pelo uso e pela disseminação do método, por ser um exame mais fácil, rápido e acessível.<sup>(18,19)</sup>

Importante também considerar que os ligamentos do cotovelo apresentam localizações de fácil acesso, próximos à pele e sem interposições ósseas. Isso facilita sobremaneira a reprodução da maioria das manobras dinâmicas que compõem a propedêutica ortopédica desta articulação.

Outras grandes vantagens da US sobre a RM neste contexto, e dada tal comparação, incluem a grande disponibilidade do exame ultrassonográfico, a capacidade de obtenção de imagens multiplanares e a possibilidade de avaliação dinâmica. Com isso, abre-se a possibilidade de se estender a avaliação da US para locais em que não exista aparelho de RM e pacientes que não têm acesso ao exame de RM.<sup>(19,20)</sup>

O campo de ensino pode também ser beneficiado por tais resultados. A US pode contribuir para o conhecimento anatômico dos ligamentos do cotovelo, sendo mais uma ferramenta à disposição na transmissão do conhecimento, podendo ser aplicada como ferramenta de ensino em tempo real na dissecação radiológica destes tendões.

Entretanto, para que haja maior abrangência de pacientes, há necessidade de capacitação e treinamento do método do radiologista.

## CONCLUSÃO

Houve correspondência em análises qualitativas e quantitativas, realizadas por examinadores experientes e especialistas, entre exames de ultrassonografia e ressonância magnética na avaliação dos ligamentos do cotovelo. Ambos os métodos demonstraram alta acurácia no estudo ligamentar do cotovelo, campo em que a literatura e a prática em nosso meio tradicionalmente atribuem à ressonância superioridade diagnóstica absoluta quanto aos demais métodos de imagem, inclusive a ultrassonografia. Nosso trabalho quebra este paradigma, ampliando as possibilidades para a avaliação ligamentar do cotovelo. Desde que realizada por examinadores experientes e especialistas, a ultrassonografia apresenta alta acurácia semelhante à da ressonância.

## INFORMAÇÃO DOS AUTORES

Brandao AT: <http://orcid.org/0000-0001-5593-4562>  
Amaro Junior E: <http://orcid.org/0000-0002-5889-1382>  
Francisco Neto MJ: <http://orcid.org/0000-0002-0792-1211>  
Tanaka RM: <http://orcid.org/0000-0002-6825-7262>  
Santos DC: <http://orcid.org/0000-0002-5210-3605>  
Miranda FC: <http://orcid.org/0000-0001-8822-5295>  
Rahal Junior A: <http://orcid.org/0000-0002-9701-020X>  
Rosemberg LA: <http://orcid.org/0000-0003-4395-1159>

## REFERÊNCIAS

1. Sernik RA. Ultrassonografia do sistema musculoesquelético. 2a ed. São Paulo: Revinter; 2009. p. 81.
2. Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of the musculoskeletal system. Berlin: Springer; 2007. p. 249-407.
3. Daniels JM, Dexter WW. Basics of musculoskeletal ultrasound. Berlin: Springer; 2013. p. 57-8.
4. Sofka CM. Acute elbow trauma in children: role of ultrasonography. *Ultrasound Quarterly*. 2008;24(4):246.
5. Dines JS, Altchek DW. Elbow ulnar collateral ligament injury. Boston: Springer US; 2015. p. 53-9.
6. Steinbach LS, Fritz RC, Tirman PF, Uffman M. Magnetic resonance imaging of the elbow. *Eur J Radiol*. 1997;25(3):223-41. Review.
7. Kijowski R, Tuite M, Sanford M. Magnetic resonance imaging of the elbow. Part I: normal anatomy, imaging technique, and osseous abnormalities. *Skeletal Radiol*. 2004;33(12):685-97. Review.
8. Kijowski R, Tuite M, Sanford M. Magnetic resonance imaging of the elbow. Part II: Abnormalities of the ligaments, tendons, and nerves. *Skeletal Radiol*. 2005;34(1):1-18. Review.
9. Bianchi S, Martinoli C, Bianchi-Zamorani M, Valle M. Ultrasound of the joints. *Eur Radiol*. 2002;12(1):56-61. Review.
10. Van Holsbeeck M, Introcasso J. Musculoskeletal ultrasound. 3th ed. St. Louis: Jp Medical Ltd; 2016. p. 268-9.
11. Srivastava PK. Atlas of musculoskeletal ultrasound. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers; 2015. p. 598-9.
12. Van Duijn AJ, Felton SD. Ultrasound imaging of ulnar collateral ligament injury. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2016;46(12):1086.
13. Martinoli C, Bianchi S, Giovagnorio F, Pugliese F. Ultrasound of the elbow. *Skeletal Radiol*. 2001;30(11):605-14. Review.
14. Beckett KS, McConnell P, Lagopoulos M, Newman RJ. Variations in the normal anatomy of the collateral ligaments of the human elbow joint. *J Anat*. 2000;197(Pt 3):507-11.
15. Impelmans B, Vanhees M, Eygendaal D, van Riet R. Ulnar collateral ligament injury. *Shoulder & Elbow*. 2013;5(2):111-5.
16. Martinoli C, Valle M. Pediatric Musculoskeletal Ultrasound. In: Bianchi S, Martinoli C. Ultrasound of the musculoskeletal system. Berlin, Heidelberg: Springer; 2007. p. 921.
17. Jacobson JA. Fundamentals of musculoskeletal ultrasound. 3th ed. Amsterdam: Elsevier; 2017. p. 102-32.
18. Finlay K, Ferri M, Friedman L. Ultrasound of the elbow. *Skeletal Radiol*. 2004; 33(2):6379. Review.
19. Morrey BF, O'driscoll SW. Morrey's the elbow and its disorders. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2009.
20. Meyer CJ, Garrison JC, Conway JE. Baseball players with an ulnar collateral ligament tear display increased nondominant arm humeral torsion compared with healthy baseball players. *Am J Sports Med*. 2017;45(1):144-9.