JOURNAL OF RADIATION INDUSTRY

Technical paper

16(4) : 537-542 (2022)
https://doi.org/10.23042/radin.2022.16.4.537

초음파로 측정한 어깨 통증환자의 극상근건의 두께비교: 자기공명영상과 비교

강중호[1], 류영환[2], 구은회[1,*]

[1]청주대학교 방사선학과, [2]동강대학교 방사선과

Comparison of the Thickness of the Supraspinatus Tendon in Patient with Shoulder Pain Measured by Ultrasound: Compared with MRI

Jung Ho Kang[1], Young Hwan Ryu[2] and Eun Hoe Goo[1,*]

[1]Department of Radiological Science, Cheongju University, 298, Daeseong-ro, Cheongwon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do 28503, Republic of Korea
[2]Department of Radiological Technology, Donggang University, 50, Dongmun-daero, Buk-gu, Gwangju 61200, Republic of Korea

Abstract The purpose of this study is to measure the thickness of the supraspinatus tendon using an anatomical reference point when prescribing the same ultrasound and magnetic resonance imaging for a group of patients with shoulder pain who need surgery or surgical procedure for the supraspinatus tendon. It was intended to suggest a test method. It was confirmed that there was no significant difference in the results of evaluating the thickness of the supraspinatus tendon by comparing the mean and standard deviation through the images acquired by the two tests. As a result, it was confirmed that accurate diagnostic information on the thickness of the supraspinatus tendon was possible only with ultrasound examination compared to magnetic resonance imaging, which could obtain objective information. It is expected that the utility of a single examination using ultrasound will expand.

Key words: Ultrasound, Magnetic resonance imaging, Supraspinatus tendon, SSP

1. 서 론

회전근개 질환(Rotator Cuff Disease)은 대표적인 어깨관절 통증의 원인이며, 회전근개의 파열은 동통 및 기능적인 문제의 가장 흔한 원인이다[1]. 파열의 원인은 불분명하나 고연령 시 관절측으로부터 파열이 시작되거나 외상에 의한 손상으로 가능성을 두고 있다. 다양한 이유로 인한 회전근개건의 약화되고 두께 또한 얇아지거나 두꺼워질 수 있다. 회전근개 중에서 극상근(Supraspinatus, SSP)은 가장 많이 사용하는 중요한 근육이며, 옆으로 팔을 들어올리는 기능을 한다. 극상근건의 손상이 일어날 시 어깨 주위에 심부통이 나타나며, 운동 제한이 나타나고, 팔을 외전할 시 방사통을 심하게 느끼기도 한다[2]. 회전근개의 손상된 여부를 진단하기 위해서 자기공명영상(Magnetic Resonance Imaging, MRI)과 초음파(Ultrasound)가 유용한 검사 도구이다. MRI는 방사선 노출이 없고, 비침습적 검사이며 여

http://www.ksri.kr/
Copyright © 2022 by
Korean Society of Radiation Industry
*Corresponding author. Eun-Hoe Goo
Tel. +82-43-229-7994 Fax. +82-43-229-7947 E-mail. gooeh@cju.ac.kr
Received 25 November 2022 Revised 13 December 2022 Accepted 15 December 2022

러 방향으로 영상획득이 가능하다[3]. 또한 근육(Muscle)과 힘줄(Tendon)의 파열 유무 및 두께측정이 가능하며 여러 구조를 높은 해상력으로 구현이 가능하다. 초음파(Ultrasound)는 방사선을 이용하지 않아 인체에 무해하고 넓은 범위의 검사가 가능하며 비침습적 검사이다[4]. 관절을 움직이며 검사를 할 수 있어 평상시 바른자세에서는 보이지 않고 특정자세에서만 보이는 문제도 정확하게 진단이 가능하다. 넓은 범위에 적용되며 실시간 모니터링이 가능하고 미세 파열과 만성적인 손상 여부의 정보를 획득할 수 있다[5]. 두 검사도구 모두 힘줄(Tendon)의 두께를 측정하는 데 있어 모두 유용하다. 극상근건(Supraspinatus Tendon, SST)의 두께는 건증 혹은 파열을 평가하는 중요한 인자 중에 하나이다[6]. 건증(Tendinosis)은 염증이 없는 경우가 많으며, 힘줄의 퇴행적인 변화를 의미한다. 반복적이고 만성적으로 사용함으로 발생하며, 힘줄 내 콜라겐섬유소의 퇴행적인 변화의 의미이기도 하다. SSP는 건증(Tedinosis)이 가장 많이 발생하는 부위이다[7]. 파열(Rupture)은 힘줄인 근육과 뼈를 연결하는 단단한 조직의 띠가 찢어지거나 늘어나는 것을 말하며, 부분적인 파열(Patial Thickness) 또는 완전한 파열(Full Thicnkness)로 나뉜다[8]. 힘줄 압력의 증가 및 힘줄의 탄력도에 따라 위험이 증가할 수 있다[9]. MRI와 초음파장비는 SST의 두께를 평가하는 데 있어 중요한 검사이며 기존의 두께측정의 평가는 단일검사로 시행한 두께를 측정하거나 육안을 통한 측정의 연구가 대부분이었다[10]. 본 연구는 해부학적인 기준점을 사용한 극상근건의 두께측정법으로 초음파검사만을 사용하여 실증적이고 객관적인 검사 방법을 제안하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1. 실험 대상 및 장비

본 연구는 2021년 3월부터 2021년 12월까지 어깨통증으로 아산시 소재의 종합병원 정형외과를 내원한 환자 325명 중 54명으로 남성 28명, 여성 26명으로, 53.38세의 평균 나이를 대상으로 하였다. 연구 대상의 특징으로는 어깨질환 환자를 대상으로 하였고 초음파와 MRI 검사를 동시에 진행한 환자, 수술 또는 시술이 필요한 환자를 대상으로 하였으며 영상검사에서 SSP의 전파열(Full Thickness of Supraspinatus)은 대상에서 제외하였다.

Fig. 1. 5 to 12 MHz transducer.

Table 1. Scanning parameter of ultrasound

Parameters	Ultrasound
Frequency	5~12 MHz
Gain	50%
Dynamic range	56
Image	Resolution
Focus	Single
TIS[a)]/MIS[b)]	0.1/0.7

TIS[a)]: Thermal Index for Soft Tissue
MIS[b] : Mechanical Index for Soft Tissue

2.2. 영상획득 방법

2.2.1. 초음파를 이용한 영상획득

초음파장비는 APINITI70G (PHILIPS HEALTHCARE, BEST, NETHERLAND)를 사용하였으며, 본 연구에 사용된 탐촉자는 12-5 MHz의 탐촉자이다(Fig. 1).

초음파로 영상을 획득하는 조건으로 Table 1과 같다.

초음파 영상은 정형외과 전문의가 진행하여 데이터의 일관성이 있으며, 팔을 내회전, 과신전한 후 아래팔을 등 뒤로 붙인 자세를 하여 SST의 세로단면영상을 획득하였다[11]. SSP는 독수리 부리 모양으로 길게 뚜렷하게 관찰되며 SST의 내측 경계면에서 외측 1 cm, 대결절 부착부위로부터 근위부 1 cm가 임계부위로서 파열이 잘 일어날 수 있는 부위이다[12]. 정상적인 SST의 두께는 5~10 mm이다(Fig. 2).

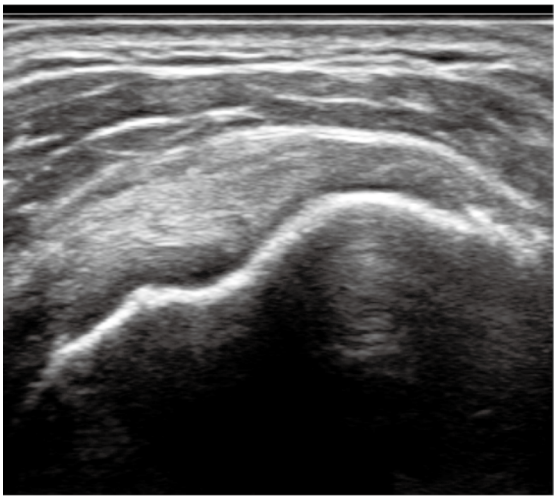

Fig. 2. Ultrasound imaging of the SSP.

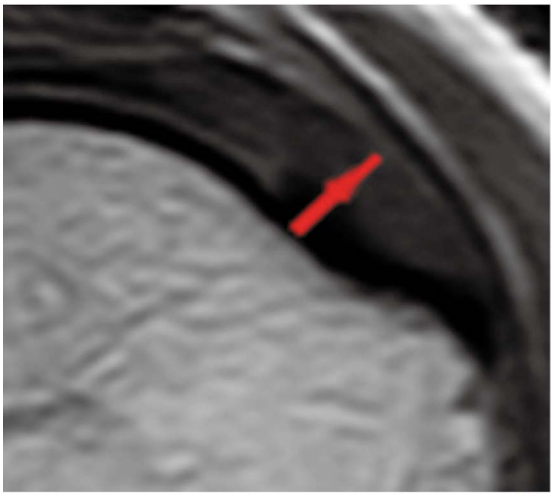

Fig. 3. SSP image acquired by MRI.

Table 2. Scanning parameter of MRI

Parameters	MRI
TR[a]/TE[b] (ms)	924/9
FOV [c] (mm)	180 × 180
Slice thickness	3.0
NEX[d]	1.0

TR[a]: Repitition Time
TE[b]: Echo Time
FOV [c]: Field of View
NEX[d]: Number of Excitations

2.2.2. MRI를 이용한 영상획득

MRI 장비는 Achieva 1.5T (PHILIPSHEALTHCARE, BEST, NETHERLAND)를 사용하였고 영상을 획득하는 조건은 Table 2와 같다.

MRI는 조영제를 주입하지 않은 T1 조직증강 사위 관상면을 이용하여 SST의 두께를 측정하였으며, 환측 팔을 몸통 옆으로 두고 손바닥을 위로 가게 한 후 바로누운자세로 검사하며, 관절을 중립위 또는 약간 외회전 자세로 한 후, 견관절이 중앙에 가깝게 위치하여 검사를 하였다[13].

2.3. 영상 분석

2.3.1. 정량적 분석

선행 연구에 의하면 시각적으로 측정하는 방법에는 INT (Internal to Internal Edge), EXT (External to External Edge), MIX (External to Internal Edge) 방법이 있으며, INT 측정법은 대상의 두께의 가장 안쪽 경계면에서 반대측 가장 안쪽 경계면을 선택하는 방법이며, EXT 측정법은 가장 외측 경계면에서 반대편 외측 경계면을 선택하는 방법이다. MIX 측정법은 가장 외측 경계면에서 반대측 가장 안쪽 경계면까지의 두께를 기준으로 하는 방법으로 두 기기 간의 차이가 가장 적은 방법이다. 측정 평가의 차이를 줄이기 위해 MIX 측정법을 사용하여 두께를 정의하였다[14].

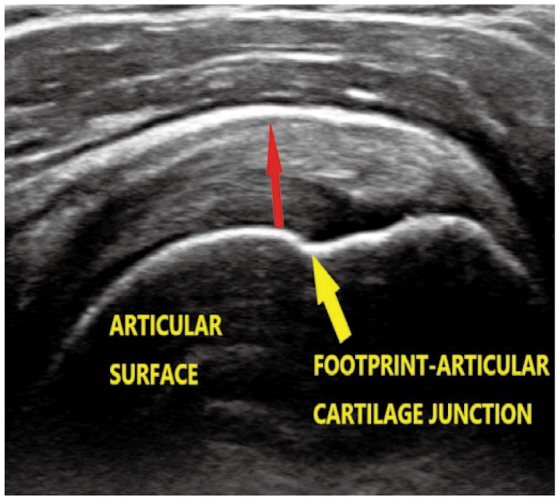

Fig. 4. SSP image acquired by ultrasound.

본 연구에서 이두근건 (Biceps Tendon, BT)에 인접한 SSP의 깊은 섬유에서 SSP의 활액낭 가장자리까지 힘줄 (Tendon) 삽입방향으로 Footprint-Cartlage 접합부에서 가장 앞쪽에 부착된 지점에서 평가함으로써 객관적인 기준점 제시를 통해 정확한 SST 두께를 측정하였다[15].

SST의 MRI 시상면 영상에서의 두께를 측정한 영상이

다(Fig. 3).

SST의 초음파 장축면 영상으로 두께를 측정한 영상이다(Fig. 4).

2.3.2. 정성적 분석

영상 평가는 3점 척도를 이용해 영상의 질을 평가하였으며, 획득한 영상을 가지고 기준점을 이용하여 독립적으로 SST의 두께를 비교하여 3단계로 점수를 주어 실시하였다. 평가의 단계는 영상에서의 인공물(Artifacts, A), 신호강도(Signal Intensity, SIC), 액체동반(Liquid Accompaniment, LA)에 따라 나쁨(Poor, 1점), 보통(Fair, 2점), 양호(Good Delineation, 3점)로 구별하였으며, 각 영상에서 얻어진 점수를 평균화하여 비교하였다.

2.3.3. 통계 분석

두 검사도구로 측정한 SST의 두께 평가는 독립표본 T 검증(Independent t-test)을 실시하였다. 측정한 실험 데이터는 p 값이 통계적 유의성을 위해 0.05 이상일 경우 인정하였다. 통계분석으로 SPSS (Version 22.0 for windows software package, Chicago, IL, USA)를 이용한 통계학적 분석을 실행하였다.

3. 결 과

3.1. 대상자 특성 결과

연구 대상자의 특성은 남성 28명, 여성 26명으로 총 54명을 대상으로 하였으며, 나이는 27~74세로 고르게 분포되어 있다. 평균연령은 남성 50.35세, 여성 56.65세이며, 총 평균연령은 53.38세이다. 남성 평균신장은 170.35 cm, 여성 평균신장은 157.57 cm이며, 총 평균신장은 164.20 cm이다. 남성 평균체중은 71.14 kg, 여성 평균체중은 57.84 kg이며, 총 평균체중은 64.74 kg이다. 남성 평균 BMI는 24.45, 여성 평균 BMI는 23.26이고, 평균 BMI는 23.88로 나타났다.

3.2. 성별에 따른 결과

총 대조군 54명 중 남성은 28명으로 MRI로 측정한 SST의 평균두께는 6.26±1.03 mm이며, 초음파로 측정한 SST의 평균두께는 6.28±1.06 mm이다. 여성은 26명으로 MRI로 측정한 SST의 평균두께는 5.66±1.37 mm이고, 초음파로 측정한 평균두께는 5.74±1.38 mm이다. p 값이 남성은 0.729, 여성은 0.247로 성별에 따른 SST의 두께는 남성이 두껍지만 MRI와 초음파로 측정한 SST의 두께 차이는 성별과 무관하게 차이가 없게 나타났다(Table 3).

3.3. 기준연령에 따른 결과

연구에 따르면 근골격계 질환이 50대에서 발생이 늘어나기 때문에 54세를 기준으로 분류하여 측정하였다[16]. 54세 이하 대상자는 28명으로 MRI에서의 SST의 평균두께는 6.06±1.21 mm, 초음파로 측정한 평균두께는 6.13±1.22 mm이며, 54세 초과 대상자는 26명으로 MRI로 측정한 SST의 평균두께는 5.87±1.26 mm, 초음파를 이용한 평균두께는 5.90±1.27 mm이다. p 값이 54세 미만은 0.366, 54세 초과는 0.590으로 연령에 따른 MRI와 초음파를 이용한 두께 차이는 없었다(Table 4).

3.4. 수술 또는 시술에 따른 결과

SST의 염증이나 파열이 있어 수술 또는 시술적 필요로 하는 대상으로 분류하여 결과값을 초래하였다. 시술을 시행한 대상군은 30명으로 MRI를 이용한 SST의 평균두께는 6.25±1.13 mm, 초음파로 측정한 평균두께는 6.27±1.21 mm이고, 수술을 시행한 25명을 대상으로 한 MRI를 이용한 SST의 평균두께는 5.64±1.26 mm, 초음파로 측정한 평균두께는 5.73±1.23 mm이다. p 값이 수술이 필요한 대상은 0.342, 시술이 필요한 대상은 0.665로 염증 및 파열로 인한 SST의 손상 정도에 따른 시술 또는 수술이 필요한 대상으로 한 MRI와 초음파로 측정한 SST의 평균두께의

Table 3. Mean thickness and standard deviation measured by MRI and ultrasound according to gender

Gender	N	MRI	Ulrasound	p
Man	28	6.26±1.03 mm	6.28±1.06 mm	0.729
Woman	26	5.66±1.37 mm	5.74±1.38 mm	0.247

Note - Numbers are mean±standard deviation

Table 4. Mean thickness and standard deviation measured by MRI and ultrasound according to the reference age

Age	N	MRI	Ulrasound	p
Below 54 year	28	6.06±1.21 mm	6.13±1.22 mm	0.366
Over 54 year	26	5.87±1.26 mm	5.90±1.27 mm	0.590

Note - Numbers are mean±standard deviation

Table 5. Mean thickness and standard deviation measured by MRI and ultrasound according to the classification of surgery or procedure

	N	MRI	Ulrasound	p
Procedure	30	6.25 ± 1.13 mm	6.27 ± 1.21 mm	0.342
Surgery	24	5.64 ± 1.26 mm	5.73 ± 1.23 mm	0.665

Note - Numbers are mean ± standard deviation

Table 6. Qualitative evaluation comparing the thickness of the supraspinatus tendon using MRI and ultrasound

	MRI	Ulrasound	p
A[a)]	2.92 ± 0.262	2.94 ± 0.229	0.709
SI[b)]	2.72 ± 0.449	2.61 ± 0.490	0.182
LA[c)]	2.38 ± 0.526	2.36 ± 0.485	0.844
Total	2.67 ± 0.275	2.64 ± 0.291	0.578

Note - Numbers are mean ± standard deviation
AI[a)]: Artifacts in Image
SI[b)]: Signal Intensity
LA[c)]: Liquid Accompaniment

차이는 유의한 차이가 없었다(Table 5).

3.5. 영상의 정성적 평가

본 연구에서 MRI와 초음파로 측정한 SST의 두께영상에 대한 정성적 평가의 결과를 3점 척도로 영상의 질을 평가한 후 평균과 표준편차로 나타내었다. A, SI, LA 평가에서 두 검사 방법에 대한 특징이 잘 나타났다. 정성적 평가 결과 p의 최종 평균값이 0.578로 MRI로 획득한 영상과 초음파를 이용한 영상의 정성적 평가에는 유의한 차이가 없었다(Table 6).

4. 고 찰

회전근개(Rotator cuff, RC)는 어깨부위 주위를 덮고 있는 4개의 근육인 극상근(Supraspinatus), 극하근(Infraspinatus), 견갑하근(Subscapularis), 소원근(Teres Minor)이 있는데 그중 어깨관절의 안정성과 운동성에 있어 가장 중요한 SSP이다[17]. 회전근개와 SSP의 두께측정에 대한 연구를 다양한 검사도구로 이용한 많은 연구가 있었지만 MRI를 이용한 객관적인 SST의 두께측정이 초음파를 사용하여 획득한 정보와 비교하는 연구는 없었다[18]. 현재 초음파의 영상기술의 큰 발전으로 근육, 힘줄 및 인대같은 작은 신체요소의 세밀하고 고해상도의 영상구현을 할 수 있게 되었다[19]. 하지만 초음파가 가진 단점으로 영상의 품질이 영상을 구현하는 사람에 의해서 영상의 수준이 정해지며 실시간 모니터링으로 영상 평가를 하는 부분에도 불구하고 검사자의 판독능력에 의한 측정과 판독의 정확한 결과값이 얻어진다[20]. MRI는 여러 방향으로 영상화가 가능하고, 힘줄 및 인대의 파열 유무 및 두께측정이 가능하며, 기타 구조를 구현하는 해상력이 뛰어나기 때문에 대상을 세밀한 간격으로 절단하여 영상을 구현하고 정확한 값을 획득할 수 있다[21]. 이에 본 연구에서는 수술 및 시술 소견으로 확인된 원위부 극상근 힘줄의 두께를 MRI와 초음파를 사용하여 차이가 없음을 알아보고자 하였다. 현재 임상에서는 어깨 통증환자의 경우에 3차 의료기관을 비롯하여 대학병원에서는 일반적으로 초음파 검사를 한 후 확진을 위하여 MRI 검사를 하고 있다. 본 연구의 분석에 의하면 초음파를 이용한 극상근건의 두께차이의 결과값이 MRI와 비교하여 유의한 차이가 없음을 확인하였다. MRI는 검사자세를 변경하기 어렵고 검사시간이 길며 소음이 심한 제한점이 있다. 특히 어린아이, 폐쇄공포증 환자나 질병으로 인한 자세를 유지하기 어려운 경우 MRI 검사를 하는 데 있어 어려움이 많기 때문에 초음파만으로 검사가 가능하다[22]. 또한 동일 처방 시 환자의 비용과 검사시간을 단축할 수 있다. 선행 연구에 따르면 두 검사 모두 시행하고 있지만 본 연구에서는 초음파 검사만으로도 정확한 진단적 정보를 획득하는 데 가능하다. 먼저 연구 대상의 연령은 무작위로 포함하였기에 유의한 차이가 있었고, 키와 몸무게는 남성과 여성에 의한 차이가 있었다. 체질량지수(Body Mass Index, BMI)는 유의한 차이가 없었기 때문에 정상체중을 가진 대상을 측정하였다. 두 검사에서의 행해지는 자세의 차이는 각각의 검사도구로서 SST의 영상을 정확하게 구현하기 위함이며, 이두근건에 인접한 SSP의 깊은 섬유에서 SSP의 활액낭 가장자리까지 힘줄 삽입 방향으로 Footprint-Cartilage 접합부에서 가장 앞쪽에 부착된 기준점을 사용하여 SST의 두께 초음파 측정법의 객관적인 측정값을 가진 MRI와 비교하였을 때 유의한 차이가 없기 때문에 실시간 해상력이 뛰어나고 검사시간이 짧은 초음파를 이용하는 것이 MRI보다 효과적이라 할 수 있다.

근골격계 초음파검사 시 주의해야 할 점은 상완완두(Humeral Head)를 초음파 화면의 중앙에 위치한 후 SST가 고에코로 보일수 있게 탐촉자의 각도를 정확하게 조

절해야 하고, SST의 근건 접합부(Musculocutaneous Junction)에서 대결절 부착부(Greater Tuberosity)까지 모든 부위를 관찰해야 정확한 평가가 가능하다[23]. 본 연구의 제한점은 적은 환자의 대조군을 대상으로 SST의 두께 비교를 하였고, MRI는 바로누운자세에서 손바닥을 위로 향하게 한 후 검사하여 결과값을 얻었고, 초음파로는 앉은 자세에서 팔을 굽혀 손등이 몸통 등뒤 반대측과 맞닿게 하거나 팔을 굽혀 손바닥이 둔부 상부와 맞닿게 한 후 검사하여 결과값을 얻었기 때문에 동일한 자세에서의 두께측정을 비교하지 못한 제한점이 있지만 이는 향후 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 결 론

결론적으로, MRI를 이용한 SST 두께측정과 초음파를 이용한 SST의 두께측정에는 유의한 차이가 없었다. 본 연구를 계기로 극상근건뿐만 아니라 근골격 구조물의 정확한 진단적 정보를 초음파검사만으로 가능하다는 근거를 제시하게 되었고 비교적 간편한 검사로 다양한 진단 및 치료 방향을 적용할 수 있어 초음파검사의 활용성은 더욱 넓어질 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Lee MH. 2021. Postoperative imaging of rotator cuff tear. *J. Korean Radiol. Soc.* **82**(6):1388-1401.
2. Yoon JS. 2010. Office management of shoulder disorder. *Clin. Pain* **9**(2):68-71.
3. Song J, Nam BD, Yoon SH, Yoo JY and Jeong YJ. 2021. Korean clinical imaging guidelines for the appropriate use of chest MRI. *J. Korean Radiol. Soc.* **82**(3):562-574.
4. Kim JM. 2008. Ultrasonographic anatomy of the elbow. *J. Korean Assoc. Pain Med.* **6**(3):94-100.
5. Chae SB, Choi CH and Kim MS. 2013. Usefulness of ultrasonographic diagnosis for knot impingement syndrom: 3 cases report. *J. Korean Orthop. Assoc.* **6**(2):70-75.
6. Park H and Jeong JY. 2020. Recent issues in musculoskeletal anatomy research and correlation with MRI. *J. Korean Radiol. Soc.* **81**(1):2-20.
7. Nam HS and Lee SU. 2014. Consevative management of shoulder pain with common causes. *J. Korean Med. Assoc.* **57**(8):661-666.
8. Kim HR. 2016. Ultrasonographic assessment for shoulder pain. *J. Korean Med.* **91**(2):153-157.
9. Martin JA, Biedrzycki KS, Lee KS, Dewall RJ, Brounts SH, Murphy WL, Markel MD and Thelen DG. 2015. In vivo measured of shearwave speed as a predictor of thendon elasticity and strength. *Ultrasound Med. Biol.* **41**(10):2722-2730.
10. Leong HT, Tsui S, Ying M, Leung VY and Fu SN. 2012. Ultrasound measurement on acromio-humeral distance and supraspinatus tendon thickness: Test-retest reliability and correlations with shoulder rotational strengths. *J. Sports Sci. Med.* **15**(4):284-291.
11. Kim YS and Kim HS. 2015. The ultrasonographic featires of periarticular diseases. *J. Korean Med.* **89**(6):620-631.
12. Naidoo N, Lazarus L and Satyapla KS. 2016. The histological analysis of the glenohumeral "crtical zone". *Int. J. Morphol.* **34**(3):1051-1057.
13. Lhee SH, Singh AK and Lee DY. 2017. Does magnetic resonance imaging appearance of supraspinatus muscle atrophy change after repairing rotator cuff tears?. *J. Shoulder Elbow Surg.* **26**(3):416-423.
14. Ji MH, Kim SH and Seoung YH. 2018. Comparison of echocardiography and computed tomography in cardiac wall thickness and internal dimension size of left ventricle in noraml adults. *J. Radiol. Sci. Techno.* **41**(6):545-552.
15. Ahmad ZY, Diaz LE, Roemer FW, Goud A and Guermazi A. 2022. Imaging review of subscapularis tendon and rotator interval pathology. *Radiol. Res. Pract.* 4009829.
16. Park KH. 2009. Characteristics and causes of musculoskeletal disorders for employees aged 50 years or older. *J. Ergon. Soc. Korea* **28**(4):139-145.
17. Ko KP, Moon SH and Shin BK. 2017. Sonography of the rotator cuff: comparison of arm positions. *J. Korean Orthop. Assoc.* **52**(4):336-343.
18. Kim JM, Kim MYS, Kwon YJ, Yoo JS and Jung HW. 2007. The thickness of normal and repaired rotator-cuff measured in MRI. *J. Korean Shoulder Elbow. Soc.* **10**(1):42-49.
19. Cho JH, Min TH and Chun DI. 2021. Ultrasound approach to anatomical structures around the ankle. *Anat. Biol..Anthropol.* **34**(4):119-125.
20. Kim JH, Kim HJ, Cha JG, Choi DL, Hong SS, Chang YW and Hwang JH. 2014. The difference in diagnostic performance for detection of supraspinatus tendon tears by adding angled oblique sagittal plane image to the routine shoulder MRI. *J. Korean Soc. Magn. Reson. Med.* **18**(2):157-166.
21. Gil JW. 2016. Noise exposure of radiographer caused by magnetic resonance imaging (MRI). *J. Korea Contents Assoc.* **16**(11):699-706.
22. Choi SJ. 2021. Adhesive capsulitis of the shoulder. *J. Korean Radiol. Soc.* **82**(6):1355-1365.
23. Park GY, Kim HR and Moon SM. 2000. The usefulness of ultrasonographic evaluation in the musculoskeletal disease. *J. Korean Acad. Rehabil. Med.* **24**(6):1142-1147.