Original Article
doi:http://dx.doi.org/10.5397/CiSE.2012.15.2.73

대한견·주관절학회지 제15권 제2호
Clinics in Shoulder and Elbow
Volume 15, Number 2, December, 2012

견갑골 두께의 전산화 단층 촬영을 이용한 기하학적 모델

관동대학교 의과대학 명지병원 정형외과학교실, 한양대학교 의과대학 해부학교실*

유정현 · 정수태 · 박상준 · 장준희 · 백두진*

Geometric Assessment of Scapular Thickness by Computed Tomography

Jeong Hyun Yoo, MD., Soo Tai Chung, M.D., Jun Hee Chang, M.D., Sang Jun Park, M.D., Doo Jin Paik , M.D., Ph.D.*

*Department of Orthopedic Surgery, Myongji Hospital, Kwandong University, Collage of Medicine, Koyang, Korea, Department of Anatomy, Hanyang University, College of Medicine, Seoul, Korea**

Purpose: Understanding exactly detailed anatomy and morphology of scapula is very important for further surgical procedures. This study was intended to provide accurate anatomic and morphologic information of scapula by exactly measuring scapular thickness using computed tomography and reconstructing its geometric model.

Materials and Methods: Eight average lengths and two angles of 102 scapular structures obtained from 51 cadavers were generally measured by computed tomography. Also, to measure the scapular thickness, sagittal planes of each scapula were divided almost equally and the thicknesses of each sagittal plane was measured by computed tomography. After measuring every thickness, average results were calculated and the gender difference was compared by Student t-test.

Results: Average results of the thickness of glenoid fossa, lateral border, medial border, and the middle 1/3 portion of the scapular body were 22.4 mm, 13.83 mm, 4.44 mm and 2.06 mm, respectively. Also, male scapulars were found to be significantly thicker than female. Based on these measured thicknesses, we reconstructed the 3-dimensional geometric model of scapula.

Conclusion: From these results, glenoid fossa and lateral border were the thickest part of scapula, while the middle 1/3 portion of the scapular was the thinnest.

Key Words: Scapula, Thickness, Mapping of Scapula, Computed Tomography

※통신저자: 정 수 태
경기도 고양시 덕양구 화정동 697-2
관동대학교 의과대학 명지병원 정형외과학교실
Tel: 031) 810-6530, Fax: 031) 810-6537, E-mail: seust@chol.com

접수일: 2012년 7월 9일, 1차 심사완료일: 2012년 8월 22일,게재 확정일: 2012년 9월 10일

* 본 논문의 요지는 2009년도 대한견주관절학회 추계학술대회에서 발표되었음.

서 론

견갑골은 쇄골, 상완골 및 흉곽과 관절을 이루며, 17개의 견갑골 주위 근육들과 인대들이 연결되어 있는 편평한 삼각형 모양의 뼈이다. 견갑골과 관련되어 골절, 탈구, 관절염, 종양 등의 다양한 질환들이 존재하며, 최근에는 견갑골의 골절 및 이에 대한 수술적 치료의 필요성이 증가하고 있어 견갑골의 해부학적 및 형태학적인 이해는 중요하다.[1,2] 특히 견갑골 체부의 골절에서 내고정을 위한 기술적인 노력들이 시도되어 왔으나, 견갑골 체부의 해부학적 구조의 특이성으로 인해 많은 제한이 있어왔다.[1,4-6] 현재까지 견갑골의 일차적인 골의 경계를 측정한 보고들이 있었으며, 견갑골의 두께를 측정한 몇 편의 보고들이 있었으나,[1,3,4-7] 견갑골의 두께에 대한 세부적인 정보를 제공하기에는 부족한 면이 많았다. 이 논문에서는 전산화 단층촬영을 이용하여 견갑골의 정확한 두께를 측정하고, 그 결과에 따르는 기하학적인 형태를 재구성한 뒤 각각의 두께에 따른 지도를 만들어 견갑골의 치료에 이용하고자 한다.

대상 및 방법

총 51구의 해부용 시체에서 적출한 102개의 견갑골을 대상으로 하였다. 이 중 남자는 31명이었고, 여자는 20명으로 남성에서 적출한 견갑골이 62개, 여성에서 적출한 견갑골이 40개이었다. 해부용 시체의 연령 분포는 49세에서 96세 사이였으며, 평균 연령은 72.5세였다. 남자의 연령 분포는 55세에서 86세 사이로 평균 연령은 68.7세이며, 여자의 연령 분포는 49세에서 96세 사이로 평균 연령은 77세였다.

우선 적출한 견갑골과 관절을 이루고 있는 쇄골 및 상완골을 제거하였으며, 견갑골에 붙어있는 근육, 인대와 연골을 포함한 모든 연부 조직들을 제거하여 견갑골의 골 구조만을 남도록 준비하였다. 골 부분만 남은 견갑골을 전산화 단층촬영 장치를 이용하여 촬영한 뒤, 세부 측정을 시행하였다. 촬영 시 오차를 줄이기 위해 체부가 지면과 평행을 이루면서 상위각과 하위각의 꼭지점을 연결하는 선이 각각의 견갑골마다 일치하도록 고정틀을 이용하여 촬영하였다.

먼저 일반적인 형태에 대한 계측을 위하여 상위각과 하위각의 꼭지점을 연결하는 최장 길이, 상방 견갑골 각의 꼭지점과 견갑골 극 기저부 사이의 길이, 견갑골 극 기저부와 하방 견갑골 각의 꼭지점 사이의 길이, 견갑골 외측연의 길이, 관절와의 상위연과 하위연 사이의 길이, 상방 견갑골 각의 꼭지점과 관절와 상위연 사이의 길이, 견갑골 극의 기저부 길이, 견갑골 극의 기저부와 관절와 후방연 사이의 길이, 상방 견갑골 각 및 하방 견갑골 각을 각각 측정하였다 (Fig. 1).

그 후 전산화 단층 촬영 장치 (Phillips MX-8000IDT 16ch. Phillips, 5602 BG, Eindhoven, Netherlands)를 이용하여 견갑골의 두께에 대한 계측을 시행하였다. 전산화 단층 촬영 시 모든 절단면이 각각의 견갑골의 동일 부위에 해당하도록 기준점 및 기준선을 잡았다. 상방 견갑골 각의 꼭지점과 하방 견갑골 각의 꼭지점을 연결하는 선과 평행하도록 시상 단면을 촬영하기로 하고, 평행선의 중심에서부터 양 옆으로 5 mm 간격으로 동일하게 등분한 지점의 시상면을 얻고, 각각의 시상면을 5 mm 간격으로 동일하게 등분하여 각각의 등분한 위치의 두께를 측정하였다. 두께를 측정한 후에 평균값을 구했으며, 측정한 결과를 토대로 남녀의 견갑골의 두께를 Student t-test를 이용하여 비교하였다.

실측치를 참고로 하여 AUTODESK MAYA 2008 (MAYA, San Rafael, CA USA)과 ADOBE PHOTOSHOP CS3 (PHOTOSHOP, San Jose, CA USA)을 이용하여 견갑골들의 두께에 대한 3차원적 기하학적인 모델을 재구성하였다.

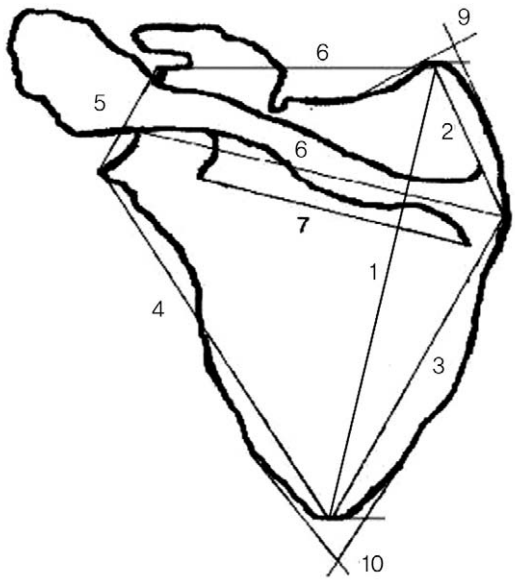

Fig. 1. General measurements of scapula. We measured the general length of the scapular morphology detailed as followings.
1. Length of the scapula from the tip of the superior angle to the tip of the inferior angle, 2. Length from the tip of superior angle to the base of scapular spine, 3. Length from the base of scapular spine to the tip of inferior angle, 4. Length of the lateral border, 5. Length from the superior rim to the inferior rim of glenoid, 6. Length from the tip of superior angle to superior rim of glenoid, 7. Width of the base of scapular spine, 8. Width from the base of scapular spine to the posterior rim of glenoid, 9. Superior scapular angle, 10. Inferior scapular angle.

결 과

1. 일반적 형태 측정

상위각과 하위각의 꼭지점을 연결하는 최장 길이는 평균 153.7 mm (범위 125~177.8 mm), 상방 견갑골 각의 꼭지점과 견갑골 극 기저부 사이의 길이는 평균 51.6 mm (범위 46.6~57.2 mm), 견갑골 극 기저부와 하방 견갑골 각의 꼭지점 사이의 길이는 평균 104.8 mm (범위 87.4~117.7 mm), 견갑골 외측연의 길이는 평균 120.5 mm (범위 110.6~134.2 mm), 관절와의 상위연과 하위연 사이의 길이는 평균 76.8 mm (범위 72.0~81.3 mm), 상방 견갑골 각의 꼭지점과 관절와 상위연 사이의 길이는 평균 39.1 mm (범위 37.2~40.3 mm), 견갑골 극의 기저부 길이는 평균 76.5 mm (범위 71.6~82.9 mm), 견갑골 극의 기저부와 관절와 후방연 사이의 길이는 평균 98.0 m (범위 89.9~117.1 mm) 이었으며, 상방 견갑골 각의 평균은 49.9° (범위 35.6~59.5°) 및 하방 견갑골 각의 평균은 41.1° (범위 28.9~52.1°) 이었다 (Table 1).

2. 견갑골 체부의 두께

남녀의 평균적인 견갑골에서 견갑골 관절와의 평균 두께는 22.46 mm (범위 14.5~28.4 mm), 외측연의 평균 두께는 13.83 mm (범위 12.4~20.2 mm), 내측연의 평균 두께는 4.44 mm (범위 2.4~6.7 mm), 견갑골 체부의 중간 1/3 위치의 평균 두께는 2.06 mm (범위 1.2~4.5 mm) 로 측정되었다. 남자의 평균적인 견갑골의 경우 견갑골 관절와의 평균 두께는 24.01 mm (범위 15.5~28.4 mm), 외측연의 평균 두께는 14.63 mm (범위 13.3~20.2 mm), 내측연의 평균 두께는 5.58 mm(범위 3.8~6.7 mm), 견갑골 체부의 중간 1/3 위치의 평균 두께는 2.24 mm (범위 1.2~4.5 mm) 로 측정되었다. 여자의 평균적인 견갑골의 경우 견갑골 관절와의 평균 두께는 20.38 mm (범위 14.5~25.4 mm), 외측연의 평균 두께는 13.30 mm (범위 12.4~16.2 mm), 내측연의 평균 두께는 4.12 mm (범위 2.4~5.3 mm), 견갑골 체부의 중간

Table 1. General morphologic measurement of the scapulae

Measurement	All		Male		Female	
	average	range	average	range	average	range
1	153.7 mm	125-177.8	159.8 mm	144-177.8	147.6 mm	125-160.5
2	51.6 mm	46.6-57.2	53.7 mm	51.2-57.2	49.8 mm	46.6-56.5
3	104.8 mm	87.4-117.7	108.4 mm	102.3-117.7	100.9 mm	87.4-112.4
4	120.5 mm	110.6-134.2	125.8 mm	123.3-134.2	118.4 mm	110.6-127.8
5	76.8 mm	72.0-81.3	78.4 mm	72.7-81.3	74.6 mm	72.0-80.9
6	39.1 mm	37.2-40.3	39.7 mm	37.6-40.3	38.6 mm	37.2-40.1
7	76.5 mm	71.6-82.9	77.8 mm	72.6-82.9	74.2 mm	71.6-80.3
8	98.0 mm	89.9-117.1	105.0 mm	92.4-117.1	91.1 mm	89.9-105.9
9	49.9°	35.6-59.5	57.8°	46.7-59.5	42.9°	35.6-55.7
10	41.1°	28.9-52.1	44.4°	36.7-52.1	37.7°	28.9-46.6

1. Length of the scapulae from tip of the superior to tip of the inferior angle, 2. Length from tip of superior angle to base of scapular spine, 3. Length from base of scapular spine to tip of inferior angle, 4. Length of the lateral border, 5. Length of the from superior rim to inferior rim of glenoid, 6. Length from tip of superior angle to superior rim of glenoid, 7. Width of the base of scapular spine, 8. Width from base of scapular spine to posterior rim of glenoid, 9. Superior scapular angle, 10. Inferior scapular angle.

Table 2. The thickness of the scapula by sex

	Male (62 cases)		Female (40 cases)		*p*-value
	Average and range	Standard deviation	Average and range	Standard deviation	significance
The glenoid fossa	24.01 (15.5-28.4)	2.32	20.38 (14.5-25.4)	2.68	< 0.005
The lateral border	14.63 (13.3-20.2)	1.31	13.30 (12.4-16.2)	0.85	< 0.005
The middle 1/3 portion of the scapular body	2.24 (1.2-4.5)	0.57	1.93 (1.2-3.1)	0.47	< 0.005

All distances measured in millimeters.

1/3 위치의 평균 두께는 1.93 mm (범위 1.2~3.1 mm)로 측정되었다.

측정 수치의 분석 결과 견갑골의 두께가 가장 두꺼운 부분은 관절와 부위와 견갑골의 외측연 부위이며, 반대로 두께가 가장 얇은 부분은 견갑골 체부의 중간 1/3 지점이 견갑골에서 가장 얇은 부위로 나타났다. 또한 남자의 견갑골이 여자보다 더 두껍게 측정되었으며, 이는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 (Table 2).

실측치를 참고로 하여 대상으로 한 견갑골들의 두께에 대한 3차원적 기하학적인 모델을 재구성하였다 (Fig. 2, 3, 4).

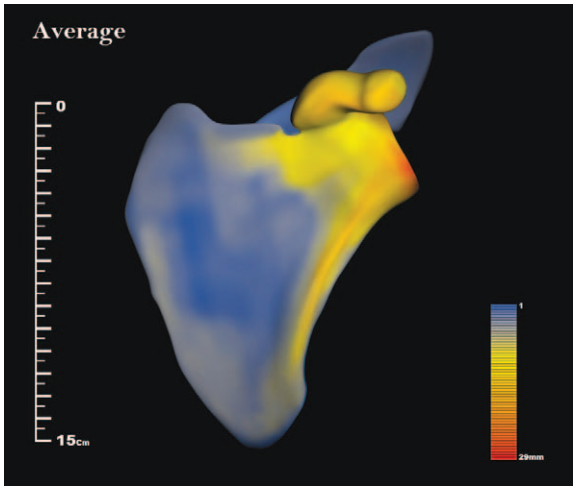

Fig. 2. Average thickness of scapula. We measured the scapular thickness and calculated average from these results. Using these results, we reconstructed the 3-dimensional geometric model of scapular thickness. Blue part is the thinnest part and its thickness is 1mm. red part is the thickest part and its thickness is 29mm. Each colors in the picture indicate different thickness.

고 찰

견갑골은 편평하고, 골두께가 얇은 형태학적인 특이성으로 인해 견갑골에 발생한 질병 및 골절에 대한 치료에 제한이 있어왔다. 이러한 제한에도 불구하고 견갑골의 치료적 접근에 대한 많은 시도가 시행되었다.[1,4-6] 관절와, 외측연, 견갑골 극에 내고정술을 시행하기 위한 노력이 있었으며, 견갑골의 형태학적 및 해부학적인 계측에 대한 여러 논문이 보고되었다.[1,3,4-7] 본 연구는 전산화 단층촬영을 이용하여 견갑골의 두께를 측정함으로써 지금까지 보고된 견갑골 두께 및 형태에 대한 해부학적 계측보다 더 정확한 결과를 도출하고자 하였으며, 두께의 측정에만 그치지 않고 평균적인 견갑골의 기하학적 모델을 제시함으로써 견갑골의 형태 연구 및 견갑골 골절 및 질병 치료에 있어서 도움이 되고자 하였다.

Beckers 등[8]은 하악골 재건 시에 골이식을 위해 견갑골을 이용할 수 있다고 하였으며, 상완골두에 발생한 골괴사에 대해 혈관 부착 생체 견갑골 이식을 이용하여 좋은 결과를 보고한 연구도 있다.[9] 이러한 이식술에 있어서 중요한 요소 중의 하나가 피질골의 두께이다. 골피질의 두께가 두꺼울수록 이식 수술 후의 고정 능력이 향상된다고 하였으며, 이러한 조건을 만족할 만한 골피질 두께를 갖는 것이 견갑골과 비골이라고 하였다. 즉, 뼈 이식물을 고정할 경우 뼈의 두께 자체가 성공적인 치유를 위한 중요한 요소이며,[10] 견갑골을 이식물로 사

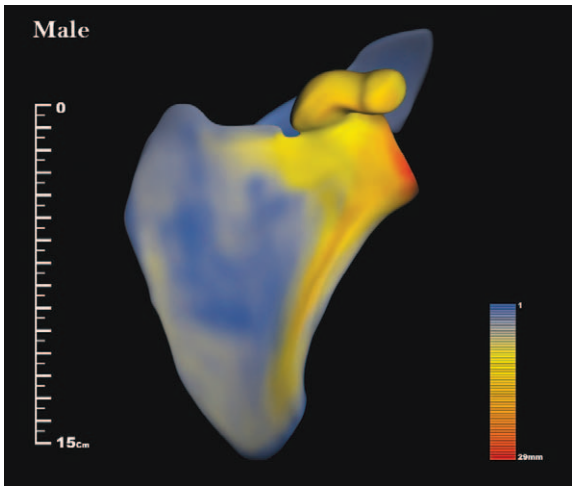

Fig. 3. Scapular thickness of male. We measured the scapular thickness of male and calculated average from these results. Using these results, we reconstructed the 3-dimensional geometric model of scapular thickness.

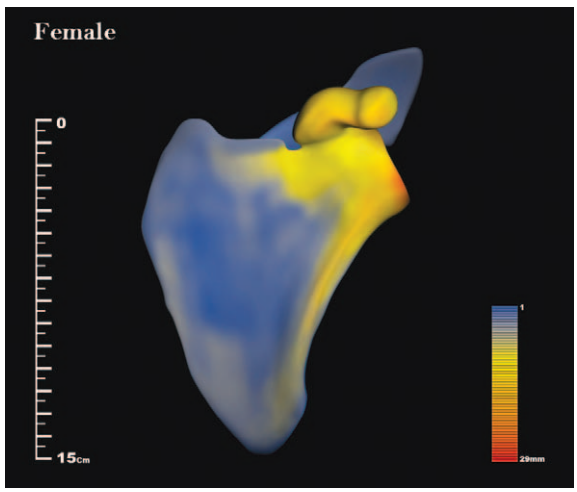

Fig. 4. Scapular thickness of female. We measured the scapular thickness of female and calculated average from these results. Using these results, we reconstructed the 3-dimensional geometric model of scapular thickness.

용할 경우에 본 연구에서 제시한 견갑골의 두께에 대한 정보는 치료의 결과에 큰 영향을 미칠 수 있다.

본 연구 결과 관절와와 견갑골 외측연의 경우 평균 두께가 각각 22.46 mm와 13.83 mm로 수술시 일반적으로 사용되는 금속판 및 나사못으로 고정할 수 있는 충분한 두께를 보였으나, 견갑골의 중간 1/3 부위 및 내측연의 경우 평균 두께가 각각 2.06 mm 및 4.44 mm로 안정적인 고정을 얻기에는 두께가 매우 얇은 것을 알 수 있다. 그러나 일반적인 견갑골 체부 골절의 경우 골절의 형태가 외측연을 침범하는 경우가 흔하기 때문에 외측연에 안정적인 고정이 가능하다면 골절 치유에 큰 문제가 없을 것으로 사료된다. 뿐만 아니라 본 연구는 지금까지 다양한 방법으로 시도되어오던 견갑골 체부 골절에 대한 내고정술에 있어서 적절한 내고정 위치 및 금속판이나 고정 나사의 선택에 있어서 기준을 제시해 줄 것으로 생각된다. 또한 견갑골의 세부적인 두께를 제시하고 기하학적 형태를 제시함으로써 견갑골 이식술시 체취 범위를 결정하는데 있어서도 중요한 정보를 제공할 것으로 보인다.

본 연구는 51구의 해부용 시체에서 적출한 총 102개의 견갑골을 대상으로 하였다. 대부분의 해부용 시체가 72.5세가 평균 연령인 고령을 대상으로 한 것이었으며, 남성의 평균연령은 68.7세, 여성의 평균연령은 77세로 두 군에서 비교적 큰 차이를 보였다. 이는 고령에서 발생할 수 있는 퇴행성 변화에 의한 형태의 왜곡 및 고령에서 흔히 접할 수 있는 골다공증에 의한 골 두께의 감소 등이 고려되지 않은 결과로 일반적인 견갑골의 평균으로 생각하기에는 어느 정도의 제한점은 있을 것으로 생각된다.

결 론

견갑골의 두께가 가장 두꺼운 부분은 관절와 및 외측연 부위이며, 반대로 두께가 가장 얇은 부분은 견갑골 체부의 중간 1/3 지점으로 나타났다. 또한 남성의 견갑골이 여성의 견갑골 보다 더 두껍게 측정되었다. 본 연구에서는 전산화 단층촬영을 이용하여 견갑골의 정확한 두께를 측정하고, 그 결과에 따르는 기하학적인 형태를 재구성함으로써 견갑골과 관련된 해부학적인 이해 및 임상적 적용에 있어서 많은 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCES

1) **Von Schroeder HP, Kuiper SD, Botte MJ.** *Osseous anatomy of the scapula. Clin Orthop. 2001;383:131-9.*
2) **Niimi A, Ozeki K, Ueda M, Nakayama B.** *A comparative study of removal torque of endosseous implants in the fibula, iliac crest and scapula of cadavers: preliminary report. Clin Oral Implants Res. 1997;8:286-9.*
3) **Ebraheim NA, Xu R, Haman SP, Miedler JD, Yeastling RA.** *Quantitative anatomy of the scapula. Am J Orthop. 2000;29:287-92.*
4) **Mallon WJ, Brown HJ, Vogler JB 3rd, Martinez S.** *Radiographic and geometric anatomy of the scapula. Clin Orthop. 1992;277:142-54.*
5) **Marra G, Stover J.** *Glenoid and scapular body fractures. Curr Opin Orthop. 1999;10:283-8.*
6) **Burke CS, Roberts CS, Nyland JA, Radmacher PG, Acland RD, Voor MJ.** *Scapular thickness; implications for fracture fixation. J Shoulder Elbow Surg. 2006;15:645-8.*
7) **Lehtinen JT, Tingart MJ, Apreleva M, Warner JJ.** *Quantitative morphology of the scapula: normal variation of the superomedial scapular angle, and superior and inferior pole thickness. Orthopedics. 2005;28: 481-6.*
8) **Beckers A, Schenck C, Klesper B, Koebke J.** *Comparative densitometric study of iliac crest and scapula bone in relation to osseous integrated dental implants in microvascular mandibularreconstruction. J Craniomaxillofac Surg. 1998;26:75-83.*
9) **Inoue K, Suenaga N, Oizumi N, Tanaka Y, Minami A.** *A vascularized scapular graft for juvenile osteonecrosis of the humeral head. J Shoulder Elbow Surg. 2012;21:9-13.*
10) **Friberg B, Sennerby L, Roos J, Lekholm U.** *Identification of bone quality in conjunction with insertion of titanium implants. A pilot study in jaw autopsy specimens. Clin Oral Implants Res. 1995;6:213-9.*
11) **Ueda M, Matsuki M, Jacobsson M, Tjellstrm A.** *Relationship between insertion torque and removal torque analyzed in fresh temporal bone. Int J Oral Maxillofac Implants. 1991;6:442-7.*

초 록

목적: 견갑골의 수술적 치료에 있어서 해부학적 및 형태학적인 이해는 매우 중요하다고 할 수 있다. 전산화 단층촬영을 이용하여 견갑골의 정확한 두께를 측정하고, 기하학적인 형태를 재구성함으로써 견갑골의 정확한 해부학적 및 형태학적인 정보를 제공하고자 하였다.

대상 및 방법: 총 51개의 해부용 시체에서 적출한 102개의 견갑골을 대상으로 하였으며, 일반적인 견갑골의 형태를 얻기 위해 8개의 평균적인 길이와 2개의 각을 측정하였다. 또한 견갑골의 두께를 측정하기 위해 각각의 견갑골에서 동일한 위치의 시상면을 얻고, 각각의 시상면에서 견갑골의 두께를 전산화 단층 촬영을 이용하여 측정하였다. 견갑골의 두께에 대한 실측치를 토대로 평균값을 계산하였으며, 성별에 따른 견갑골 두께의 차이를 Student t-test 를 이용하여 비교하였다.

결과: 견갑골 관절와의 평균 두께는 22.4 mm, 외측연의 평균 두께는 13.83 mm, 내측연의 평균 두께는 4.44 mm, 견갑골 체부의 중간 1/3 위치의 평균 두께는 2.06 mm 로 측정되었으며, 남성의 견갑골이 여성의 견갑골 보다 더 두껍게 측정되었다. 측정된 실측치를 참고로 하여 견갑골들의 두께에 대한 3차원적인 기하학적인 모델을 재구성하였다.

결론: 측정 수치의 분석 결과 견갑골의 두께가 가장 두꺼운 부분은 관절와 부위 및 외측연 부위이며, 반대로 두께가 가장 얇은 부분은 견갑골 체부의 중간 1/3 지점이 견갑골에서 가장 얇은 부위로 나타났다.

색인 단어: 견갑골, 두께, 기하학적 모델, 전산화 단층 촬영