

전문수기마사지 동작 중 원형강찰법에 대한 동작 및 가압력 분석

김영호^{1,2}, 유제성^{1,2}, 손종상^{1,2}, 황선홍^{1,2}, 손량희^{1,2}, 차인혁³, 송재훈³, 송성재⁴

¹연세대학교 대학원 의공학과,

²연세의료공학연구원,

³주식회사 대경산업 기업부설연구소,

⁴강릉원주대학교 기계의용공학과

Analysis of Motion and Pressure for Circular Friction Massage

Y. H. Kim^{1,2}, J. S. Ryu^{1,2}, J. S. Son^{1,2}, S. H. Hwang^{1,2}, R. H. Sohn^{1,2}, I. H. Cha³, J. H. Song³, S. J. Song⁴

¹Dept. of Biomed.Eng., Graduate School, Yonsei Univ.

²Institute of Medical Eng., Yonsei Univ.

³R&D Center in DaeKyoung Ind. Co., LTD

⁴Dept. of Mech. and Biomed. Eng., Gangneung-Wonju National Univ.

(Received October 13, 2010. Accepted December 4, 2010)

Abstract

In this study, the circular friction massage technique was performed on the trapezius, the levator scapulae, and the deltoid muscles to collect the information on massage pressures and positions, and thus to utilize it in professional massage system design. Massage motion was measured with the 3-D motion capture system and finger pressures were simultaneously obtained with grip sensors. Massage motions, pressure patterns, and pressure times were different on each muscle, and the motion trajectory was similar to the ellipsoidal shape. The trapezius had higher pressure, longer massage time, and larger impulse than other muscles. These results could be useful to design a massage system based on biomechanical analysis. In order to improve massage effect, it is also strongly recommended that the tip of the system be similar with that of a human thumb in shape and material.

Key words : Circular Friction Massage, Pressure, Hand Motion Analysis

1. 서론

과 학문명이 점차 빠르게 발전하는 사회를 살아가는 현대인들은 정보화, 기계화, 자동화 등을 통해 보다 편리한 생활을 하게 되었으나, 신체 활동이 급격히 감소하여 근육량이 줄어들고 근력이 저하되어 조금 무리한 운동이나 충격에도 근육이 멍치고 결리는 등 오십견과 유사한 증상이 나타나는 경우가 많아졌다.

그 중에서도 장시간 동안 컴퓨터 작업을 하거나 활동량이 적은

사무직이나, 장시간 같은 자세를 유지하는 경우에 운동 부족 및 만성적인 스트레스로 인하여, 목이나 어깨 주변의 근육이 수축되고 이로 인한 통증이 유발되어 고통을 호소하게 된다[1]. 이 때 근육의 긴장을 풀어줄 수 있는 스트레칭이나 가벼운 마사지 등이 효과적이나, 정도가 심한 경우 전문적인 마사지나 반복된 물리치료를 통해 근육 멍침을 풀어 주어야 한다.

이중 마사지는 직접적으로 피부, 근육, 연골의 혈액순환을 촉진시키며, 혈류량과 림프액의 순환을 증가시키고 불안을 감소시킨다는 것과 관련하여 많은 연구논문이 1990년대 초반에 발표되었다[2-6]. 또한 1990년대 후반에 이르러 마사지가 신진대사를 왕성하게 하여 체내의 노폐물을 신속히 제거하여 빠른 회복을 도모한다는 선행연구들이 발표되기도 하였다[7-10]. Cafarelli와 Flint[11]도 마사지가 말초신경과 근육을 자극하여 혈액과 림프액을 순환시

Corresponding Author : 송성재
(220-710) 강원도 원주시 남원로 901
강릉원주대학교 원주캠퍼스 기계의용공학과 실습동 5324-1호
Tel : +82-33-760-8743 / Fax : +82-33-760-8741
E-mail : sjsong@gwnu.ac.kr

본 연구는 지식경제부의 산업집적지 경쟁력강화사업으로 시행한 한국산업단지 공단의 생산기술사업과 지원 사업(현장맞춤형 기술개발 부문)의 기술개발 결과입니다. 또한, 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과입니다.

켜 근육으로의 혈류량과 림프액의 순환을 증가시켜 근육의 손상과 회복에 영향을 미친다고 보고하였다.

근래에는 고령자 및 운동부족 등에 기인한 질환으로 고통받는 인구가 증가함에 따라 건강에 대한 관심도가 높아지고 있으며, 보다 빠르고 쉽게 효과를 보기 위해 헬스케어 기구나 마사지시스템 등을 가정에 구비하려는 수요가 폭발적으로 증가하고 있는 추세이다. 최근에 출시된 다양한 마사지시스템들 중에서 고가의 장비들은 전문적인 수기마사지 동작 형태를 모사하고 있으나, 신체의 각 부위에 고르게 수기마사지 동작을 구현하는 제품은 없으며 목 근방에서 어깨에 이르는 부분을 전문적으로 마사지하는 시스템은 거의 찾아보기 힘들다. 마사지는 혈액순환 촉진, 흥분작용, 진정작용, 반사작용, 정체작용 등 많은 이로운 효과가 있으나[12], 전문수기마사지가 아닌 마사지시스템으로 구현 시 상기의 효과를 잘 나타내지 못하거나 오히려 통증을 가중시키는 결과를 나타내기도 한다.

마사지 기본기법은 강찰법, 경찰법, 진동법, 족심법, 굴절법, 신진법, 압박법, 타법, 견인법, 유념법 등 열 가지로 분류되고, 강도와 방법, 시술 부위에 따라 스물 세 가지의 기법으로 세분화할 수 있다. 그러나 기존의 마사지시스템은 주로 타법과 진동법, 강찰법 등을 구사하면서 강도를 조절하는 방식을 취하고 있으므로, 실제 마사지가 구사하는 다양한 마사지 기법에 비해 얻는 효과가 작다. 특히, 목과 어깨 부위를 마사지하는 시스템은 타법을 주로 구사하는데, 스포츠마사지의 경우에는 큰 근육 부위에 지두(fingertip)를 활용하여 회전하며 누르는 원형강찰법(circular friction massage)을 주로 사용하는 것으로 알려져 있다[12-13].

이에 따라 본 연구에서는 목과 어깨 주변의 승모근과 견갑거근, 삼각근에 원형강찰법을 적용하여 마사지 압력과 동작, 마사지 위치 등의 정보를 수집하고, 이를 보다 전문적인 마사지시스템의 설계제작에 활용하고자 하였다.

II. 연구방법

A. 시술자와 피술자

본 실험은 스포츠마사지 전문가로 원형강찰법을 주로 구사하는 남성 시술자가 참여하였다. 피술자는 상지의 병리학적 요소나 손상을 받은 경험이 없는 남성 5명을 선정하였다. 피술자들의 평균 나이, 체중, 신장은 각각 28.4세(±1.2), 71.5kg(±8.6), 173.3cm(±4.1)이었다. 마사지 위치 및 가압 동작 데이터를 획득하기 위해 피술자가 착석한 상태에서 시술자가 기립한 자세로 시술을 하였고, 마사지 가압력은 피술자가 마사지베드에 엎드린 자세에서 시술자의 체중을 활용하여 충분한 압력을 가하는 마사지를 실시하며 데이터를 획득하였다. 시술자와 피술자에게 실험 방법에 대해 자세히 설명하였고, 마사지 연습을 진행 후 본 실험에 임하였다.

B. 실험장비 및 방법

마사지 위치 및 가압 동작을 삼차원으로 측정하기 위해 열 대의 적외선 카메라(Vicon MX-T40, 측정 오차 ±0.05mm 이하)를 사용하는 삼차원 동작분석시스템(Vicon MX Giganet, Vicon Motion System, Ltd, UK)을 활용하여 120Hz의 샘플링 주기로 데이터를 획득하였고, Vicon Nexus Software(Vicon Motion System, Ltd, UK)와 Polygon Application V3.1(Vicon Motion System, Ltd, UK)을 사용하여 분석하였다. 가압력은 그립센서(Grip EDGE 4256E, Tekscan, Inc., USA)와 커프(Versatek Cuff, Tekscan, Inc., USA)를 통해 수집된 데이터를 Grip Research V6.1 Software(Tekscan, Inc., USA)로 분석하였다.

시술자의 손에 양면접착테이프를 이용하여 위치에 맞게 그립센서를 부착하였고, 실험 중 유동이 생기거나 떨어지는 부분이 없도록 고정하였다. 동작 측정을 위해 Zhang[14]이 사용한 마커세트에 입각하여, 6.4mm 구형 반사마커 19개를 손가락 관절과 손가락 끝부분의 그립센서 상단에 부착하였고, 손목에 부착된 2개의 마커는 측정에 불필요하여 제외하였다. 피술자의 상지에는 마사지 부위 확인을 위한 마커를 부착하였으며, Plug-in-Gait 마커세트에 입각하여 C7, T10, CLAV, LSHO, LUPA, RSHO, RUPA에 부착을 하였다(그림 1, 표 1).

원형강찰법은 엄지손가락의 지두만을 사용하여 마사지를 하는



그림 1. 그립 센서와 마커를 부착한 실험 모습
Fig. 1. Experiment Setting with Grip Sensor and Markers

표 1. 사용된 마커셋의 명칭 및 부착 위치
Table 1. Name and Position for the marker set

Abbreviation	Full Name	Position
C7	7th Cervical vertebrae	Spinous process of the 7th cervical vertebrae
T10	10th thoracic vertebrae	Spinous Process of the 10th thoracic vertebrae
CLAV	Clavicle	Jugular notch where the clavicles meet the sternum
LSHO	Left shoulder	Placed on the acromioclavicular joint
LUPA	Left upper arm marker	Place on the upper arm between the elbow and shoulder markers
RSHO	Right shoulder	Placed on the acromioclavicular joint
RUPA	Right upper arm marker	Place on the upper arm between the elbow and shoulder markers

방식으로, 마사지 부위를 각각 독립적으로 마사지 하게 되므로, 각 부위별로 가압력과 가압 동작 데이터를 획득할 수 있었다. 마사지 가압 부위는 견갑거근 3개 부위, 승모근 5개 부위, 삼각근 9개 부위 등 총 17개 부위이고, 각 부위별로 6~10회씩 연속적으로 마사지를 시행하였다. 마사지 시 가압력은 반복횟수만큼 가압과 감압이 반복하여 발생되므로, 가압과 감압 시의 힘 평균과 표준편차를 각각 산출하였다.

마사지 시 엄지 외의 손가락은 지지 역할로 마사지에는 영향을 주지 않는 것으로 가정하여, 엄지손가락 지두에 부착된 마커의 궤적만을 추적하여 분석에 이용하였다.

III. 결과

A. 부위별 마사지 가압력 분포

마사지시 가압력은 신체 부위별로 조금씩 상이하게 나타났으며, 승모근 5개 부위가 다른 부위에 비해 가압력이 높게 나타났고, 승모근 각각의 부위에서도 편차가 관찰되었다. 견갑거근 3개 부위와

삼각근 9개 부위는 비교적 유사한 가압력 분포를 나타냈다(표 2).

마사지 가압 부위에 따른 가압력의 통계적 유의성을 검토한 결과, 승모근은 다른 근육들과 비교적 유의한 차이를 나타내었으나, 전삼각근과 비교한 결과에서는 다른 근육 대비하여 유의한 차이가 덜 나타나는 것으로 관찰되었다. 하지만, 마사지 동작은 시술자의 주관성이 높고 피술자의 상태 및 요구에 따라 가압력을 변화하기 때문에 보편적으로 발생할 수 있는 현상으로 판단된다. 견갑거근 및 삼각근 전 부위는 유의한 차이가 없이 거의 동일한 가압력을 갖는 것으로 확인되었다(표 3).

B. 부위별 가압 동작 관찰

가압 동작은 가압 부위를 중심으로 회전을 하는 형태로 나타났고, 그 형상은 타원형과 유사하였다. 획득된 가압 동작은 엄지손가락 지두의 순수 회전 동작과 가압력에 의한 상지움직임이 동시에 발생한 결과이므로, 순수한 엄지손가락 지두의 동작만을 검출하기 위해, 그림 2와 같이 상지에 부착된 마커의 움직임 궤적을 계산하여 가압 동작의 데이터를 구하였다. 마사지 부위와 가장 가까운 곳

표 2. 부위별 마사지 동작의 가압력 평균 및 표준 편차

	Trapezius		Levator Scapulae		Anterior Deltoid		Middle Deltoid		Posterior Deltoid	
	Press	Release	Press	Release	Press	Release	Press	Release	Press	Release
Mean (kPa)	124.52	70.40	74.53	22.44	82.15	48.53	75.66	44.55	76.98	48.70
S.D. (kPa)	19.55	28.31	11.06	4.51	5.34	8.70	6.68	5.01	4.22	7.50
Mean (N)	31.87	18.02	19.07	5.74	21.02	12.42	19.36	11.40	19.70	12.46
S.D. (N)	5.00	7.24	2.83	1.15	1.37	2.23	1.71	1.28	1.08	1.92

Press Area : 2.56 cm²

표 3. 부위별 마사지 가압력의 통계적 검토

	Trapezius				Levator Scapulae			Anterior Deltoid		Middle Deltoid
	L. Scap.	A. Delt.	M. Delt.	P. Delt.	A. Delt.	M. Delt.	P. Delt.	M. Delt.	P. Delt.	P. Delt.
p-value	0.006	0.221	0.011	0.023	0.716	1.000	0.994	0.819	0.912	0.999

Tukey HSD

* The mean difference is significant at the 0.05 level.

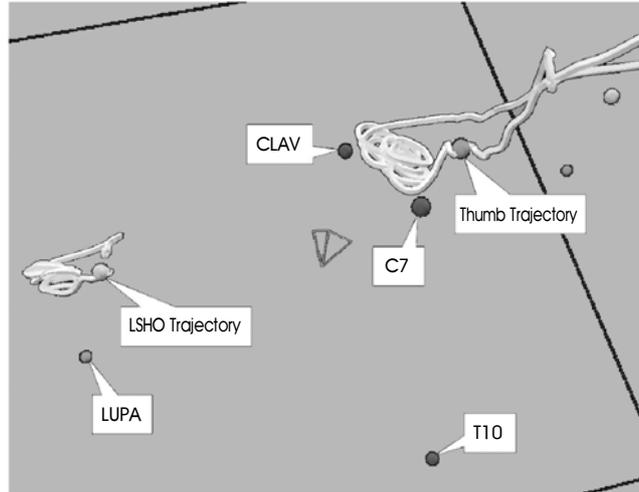


그림 2. 원형강찰법 마사지의 궤적
 Fig. 2. Marker trajectories in circular friction massage

에 부착된 상지 마커는 마사지 마찰에 의한 피부 밀림 등을 고려하여, 기준 마커로 사용하지 않았다. 상지 움직임 검출에 사용된 기준 마커는 마사지 부위로부터 충분히 멀어 피부 변형에 의한 영향이 가장 적고, 엄지손가락 지두 마커의 유동과 유사한 형태의 궤적을 가진 LSHO 마커로 지정하였다.

가압력과 마찬가지로 가압 동작 또한 부위별로 다르게 나타났으며, 타원형과 유사한 궤적의 장단축치수의평균 및 표준 편차는 표 4와 같다.

C. 부위별 가압력 및 가압시간 관찰

마사지 동작의 시간은 부위별로 다르게 나타나지만, 가압력의

크기에 비례하는 상관관계를 나타내었다. 마사지 시 큰 힘이 가해지는 경우, 엄지손가락 지두의 궤적을 따른 회전 속도가 느려져서 마사지 시간이 증가하는 것으로 나타났다. 마사지 압력과 시간의 설명력(R-square) 값은 0.93으로 상관관계가 매우 높다는 것을 보여 주었다(표 5).

D. 부위별 마사지 충격량 관찰

마사지 주기당 충격량은 가압력의 크기와 가압 시간의 양에 비례하므로, 가장 높은 가압력과 가장 긴 마사지 시간이 적용된 승모근(trapezius)에서 가장 높은 평균 충격량을 갖는 것으로 검토되었다(표 6).

표 4. 부위별 마사지 동작의 궤적 장단축 치수 평균 및 표준 편차

Table 4. Dimensions of Long-axis and short-axis of trajectories of each massage points

	Trapezius		Levator Scapulae		Anterior Deltoid		Middle Deltoid		Posterior Deltoid	
	Long-axis	Short-axis	Long-axis	Short-axis	Long-axis	Short-axis	Long-axis	Short-axis	Long-axis	Short-axis
Mean (mm)	12.0	9.0	14.0	13.7	12.8	11.0	6.5	4.9	8.2	6.6
S.D. (mm)	2.3	1.3	1.1	1.2	2.4	3.1	1.3	2.1	1.0	1.7
Ratio (T/L)	1.32		1.02		1.16		1.33		1.25	

※ Measurement tolerance of camera : ±0.05 mm

표 5. 부위별 마사지 동작의 가압력과 가압시간에 대한 상관 관계

Table 5. Relationship between pressure and time of each massage points

	Trapezius		Levator Scapulae		Anterior Deltoid		Middle Deltoid		Posterior Deltoid	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Pressure (kPa)	124.52	19.55	74.53	11.06	82.15	5.34	75.66	6.68	76.98	4.22
Time (sec)	1.18	0.32	0.73	0.11	0.91	0.04	0.80	0.07	0.75	0.05
Ratio (P/T)	105.53		102.10		90.27		94.58		102.64	

※ R-square=0.9302

표 6. 부위별 마사지 동작의 충격량 분석
Table 6. Impulse analysis of each massage point

	Trapezius		Levator Scapulae		Anterior Deltoid		Middle Deltoid		Posterior Deltoid	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
Impulse (Ns)	31.33	9.54	9.76	2.42	15.49	1.97	12.59	1.99	12.23	0.95

F. 마사지 가압 위치 관찰

그림 3은 마사지 가압 위치 확인이 용이하도록 가압 지점별로 마커를 부착한 형상으로 삼차원 동작분석 시스템으로 측정 시, 상지에 부착된 마커의 좌표를 이용하여 정확한 마사지 위치를 확인할 수 있었다.

IV. 고찰

목과 어깨 주변의 승모근과 견갑거근, 삼각근에 대한 원형강찰법을 적용한 마사지 가압력 및 동작을 분석한 결과, 가압력은 마사지 부위별로 다르게 나타나며, 부위별 분산은 크지 않은 것으로 확인되었다. Fernández[15]는 승모근과 견갑거근의 근막통증후군(Myofascial pain syndrome)을 가진 환자의 통증유발점(Trigger point)에 압력통각역치(Pressure pain threshold; PPT)에 해당하는 압력을 가하며 허혈성압박법(Ischemic compression technique)과 횡마찰마사지(Transverse friction massage)를 시행한 후, 환자들의 통증 정도를 시각통증등급(Visual analogue scale; VAS)으로 검사한 결과, 통증등급이 4.9에서 0.7로 현저히 낮아진 것으로 발표하였다. 상기 연구에서는 환자군을 대상으로 하여 다른 종류의 마사지를 진행하였고, 정해진 가압력을 인가하여 임상적인 효과를 입증한 경우이고, 본 연구에서와 같이 정상인을 대상으로 마사지의 위치 별 압력과 시간, 그리고 동작에 대한 개

별적인 분석 결과는 없었다. Lee[16]는 손가락에 부착된 얇은 압력 센서를 통해 마사지 주기 및 압력을 검출하는 연구를 하였으나, 본 연구에서는 압력 센서와 삼차원 동작분석시스템을 동시에 적용하여 근육 및 마사지 위치에 따른 마사지 동작의 압력과 주기 및 위치와 궤적 특징을 획득하였으므로 보다 많은 요소들에 대해 더욱 정확한 데이터를 얻을 수 있었다.

마사지 동작은 상지의 흔들림을 보정한 결과, 타원형에 근접한 형태의 궤적을 나타내었고, 이는 원형강찰법이 가지고 있는 마사지 특징을 잘 반영한 결과로 볼 수 있다. 궤적의 장축과 단축의 치수 비율은 마사지가 행해진 근육에 따라 유사한 수치가 얻어졌는데, 이는 근육의 경직도, 구조 등에 따라 서로 다른 시술 동작을 구사하고 있음을 나타내며, 마사지사istem설계 시 이러한 특징을 잘 반영해야 수기마사지에 가까운 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단된다.

마사지는 부위별 구분 동작과 전 부위 연속동작을 모두 시행하였고, 피술자가 착석한 자세와 마사지 베드에 엎드린 자세를 검토하였는데, 시술자와 피술자의 자세에 따라 마사지 가압력 및 마사지 동작에 변화가 발생하였다. 또한 피술자가 느끼는 감각의 반응 정도에 따라 시술자가 주관적으로 가압력 및 동작의 크기, 반복 회수를 조절하므로, 마사지에 관한 일반화된 패턴을 얻기에는 어려움이 있었다. 시술 부위의 피부 상태, 피하지방 두께, 근육 경직도 등에도 영향을 받을 것으로 예상하지만 본 연구에서는 피술자의

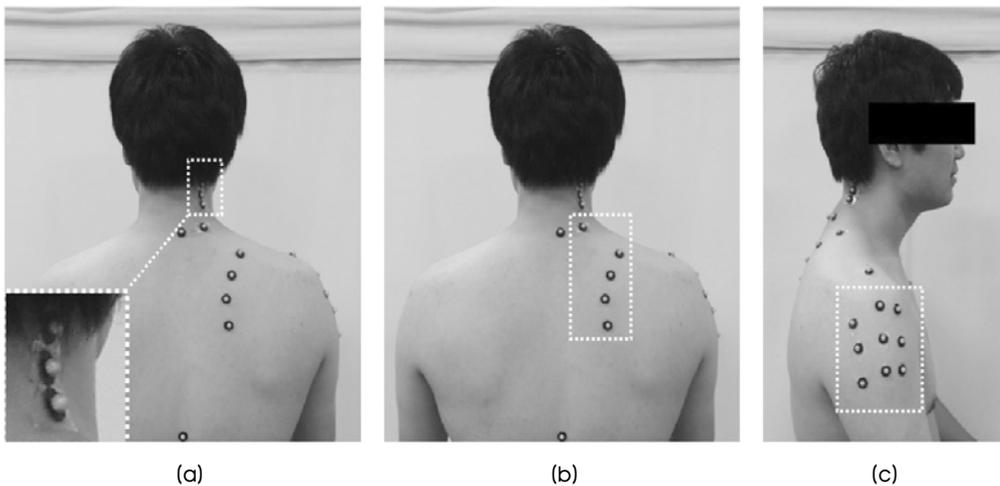


그림 3. 마사지 가압 위치, 견갑거근(a), 승모근(b), 삼각근(c)
Fig. 3. Massage Press Points, Levator scapulae(a), Trapezius(b), Deltoid(c)

반응 정도를 반영하지 않고, 시술자의 축적된 경험을 토대로 최대한 객관적인 시술을 하도록 사전 논의가 된 상태에서 실험이 진행되었다.

데이터 분석과정에서 발견된 다른 사항은 피술자의 피부와 피하지방의 두께로 인해 깊이 가압하는 경우 엄지손가락 지두에 부착된 마커가 카메라에 잘 포착되지 않을 수 있다는 것이다. 본 실험에 사용된 적외선 카메라는 총 10개로 매우 작은 움직임까지 포착할 수 있었으나, 시술자와 피술자의 거리가 가깝고, 피술자의 피부변형 등에 의해 마커가 가려져 마커 데이터 획득이 곤란한 경우가 있었다.

또한 수기마사지는 의미 그대로 손의 일부 또는 전체를 이용하여 피술자의 신체에 접촉하는 것으로, 본 실험에서 사용된 원형강찰법은 엄지손가락의 지두만을 이용하여 시술을 하므로, 마사지시스템 설계 시, 엄지손가락 지두와 유사한 경직도 및 탄력, 면적을 구현할 수 있는 재료와 형태를 선정하는 것이 필요하다. 일반적으로 사용되는 롤러 방식의 마사지시스템은 수기마사지 동작을 모사하더라도 피술자가 느끼는 면적 및 촉감이 다르므로 높은 만족감을 주기에는 부족할 것이다. 이는 마사지 교육을 받지 않은 일반인이 다섯 손가락으로 어깨 승모근을 감싸 잡고 주무르는 보편적인 마사지 방식으로 피술자에게 높은 만족감을 기대하기 어려운 것과 같다. 그러므로 가압부의 형상, 재질, 동작, 가압력, 가압시간 등이 모두 조화를 이루어야 마사지의 진정한 효과를 나타낼 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 목과 어깨 주변의 승모근과 견갑거근, 삼각근에 원형강찰법을 적용하여 마사지 압력과 동작, 마사지 위치 등의 정보를 획득하고, 이를 보다 전문적인 마사지시스템의 설계제작에 활용하고자 하였다. 마사지 동작 측정을 위한 삼차원 동작분석시스템과 손가락의 가압력 획득을 위한 그림센서를 사용하여 실험을 진행한 결과, 각 근육에 따라 가압력 및 가압 패턴, 가압 시간, 충격량이 모두 다르게 나타났으며, 승모근이 모든 항목에서 가장 높은 수치를 나타내었다.

비록 마사지가 시술자와 피술자에 따라 지극히 주관적이긴 하나, 본 실험 결과를 마사지시스템에 응용한다면 기존의 마사지시스템 보다 더욱 전문화된 수기마사지 동작을 구현할 수 있을 것으로 사료되며, 피술자의 신체 조건에 따라 가압 부위가 다르므로 정확한 위치를 찾아낼 수 있는 도구가 추가된다면 보다 보편적이고 효과적인 마사지 동작을 구현할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] Y.D. Kim, D.H. Choi, Y.S. Chang, H.J. Lee, and K.S. Tae,

- “Massage therapy of electrical chair-massager effects on EEG patterns,” *Journal of Digital Contents Society*, vol. 10, no. 6, pp. 364-372, 2010.
- [2] K. Nosaka, and P.M. Clarkson, “Relationship between post-exercise plasma CK elevation and muscle mass involved in the exercise,” *International Journal of Sports Medicine*, vol. 13, no. 6, pp. 471-475, 1992.
- [3] P.M. Clarkson, and D.J. Newham, “Associations between muscle soreness, damage and fatigue,” *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 384, pp. 457-469, 1995.
- [4] P.A. Harmer, “The effect of pre-performance massage on frequency in sprinters,” *Athletic Training*, vol. 26, pp. 55-59, 1991.
- [5] P.M. Tiidus, and J.K. Shoemaker, “Effleurage massage, muscle blood flow and long term post-exercise strength recovery,” *International Journal of Sports Medicine*, vol. 16, pp. 478-483, 1995.
- [6] G., Ironson, T., Field, F., Scafidi, M., Hashimoto, M., Kumar, A., Kumar, A., Price, A., Goncalves, I., Burman, C., Tetenman, R., Patarcar, and M.A. Fletcher, “Massage therapy is associated with enhancement of the immune system’s cytotoxic capacity,” *International Journal of Neuroscience*, vol. 84, no. 1-4, pp. 205-217, 1996.
- [7] E., Ernst, “Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset. Muscle soreness? A systematic review,” *British Journal of Sports Medicine*, vol. 32, no. 3, pp. 212-4, 1998.
- [8] S. Gupta, A. Goswami, A.K. Sadhukhan, and D.N. Mathur, “Comparative study of lactate removal in short term massage of extremities, active recovery and a passive recovery period after submaximal exercise sessions,” *International Journal of Sports Medicine*, vol. 17, no. 2, pp. 106-110, 1996.
- [9] J.A. Smith, and D.B. Pyne, “Exercise, training and neutrophil Function,” *Exercise Immunology Review*, vol. 3, pp. 96-116, 1997.
- [10] D.L. Weltman, “The effects of massage on athletes’ cardiorespiratory system,” *Soviet Sports Review*, vol. 25, no. 1, 1999.
- [11] E. Cafarelli and F. Flint, “The role of massage in preparation for and recovery from exercise,” *Sports Medicine*, vol. 14, pp. 1-9, 1992.
- [12] J.Y. Yook, *Sports Massage and Body Action Therapy*, Seoul, Korea: Geulnurim, 2010, pp. 10-25.
- [13] S.H. Lee, S.C. Han, and S.Y. Lee, “The effect of sports massage on stress hormone after exercise,” *The Korea Journal of Sports Science*, vol. 17, no. 1, pp. 599-607, 2008.
- [14] X. Zhang, S.W. Lee, and P. Braido, “Determining fingers segmental centers of rotation in flexion-extension based on surface marker measurement,” *Journal of Biomechanics*, vol. 36, pp. 1097-1102, 2003.
- [15] C. Fernández-de-las-Peñas, C. Alonso-Blanco, J. Fernández-Carnero, and J. Carlos Miangolarra-Page, “The immediate effect of ischemic compression technique and transverse friction massage on tenderness of active and latent myofascial trigger points: a pilot study,” *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, vol. 10, pp. 3-9, 2006.

- [16] H.M. Lee, S.K. Wu, and J.Y. You, "Quantitative application of transverse friction massage and its neurological effects on flexor carpi radialis," *Manual Therapy*, vol. 14, pp. 501-507, 2009.
- [17] H.C. James and M.P. David, *Basic Clinical Massage Therapy*, NC, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.
- [18] N. Lacroix, S. Seager, F. Rinaldi, and R. Tanner, *Total Body Massage*, U.K.: Anness Publishing Limited, 2003.