

Comparison analysis of rescuer's neck muscle tone and stiffness according to cardiopulmonary resuscitation skill-level

Joong-San Wang*, Jeong-Ja Kim*, Ji-Yun Jung**

*Professor, Dept. of Physical Therapy, Howon University, Gunsan, Korea

*Professor, Dept. of Physical Therapy, Howon University, Gunsan, Korea

**Professor, Dept. of Emergency Medical Service, Howon University, Gunsan, Korea

[Abstract]

The purpose of this study was to identify differences in the muscle tone and stiffness of neck muscles according to levels of cardiopulmonary resuscitation (CPR) skill. The subjects were 30 female students in their 20s who were divided into a skilled group (n=15) and an unskilled group (n=15). According to the results, the skilled group showed statistically significant decreases in the stiffness of the lower cervical muscle and the muscle tone of the upper trapezius on the above hand side of hand grips after CPR ($p<.05$). The unskilled group exhibited a statistically significant difference in both the muscle tone and stiffness of the upper trapezius muscle on both sides after CPR ($p<.05$). However, no statistically significant differences were found between the two groups. In addition, the non-skilled group showed statistically significant lower values than the skilled group in the mean compression rate, total number of compressions, accuracy of chest compression, and accuracy of chest relaxation ($p<.05$). This study confirmed that CPR has a myophysiological effect on the neck muscles of those who perform CPR. However, it found that no differences result from individual CPR skill levels that are an important element for the accuracy of CPR.

▶ **Key words:** Cardiopulmonary resuscitation, Muscle tone, Neck muscle, Skill-level, Stiffness

[요 약]

이 연구의 목적은 가슴압박소생술(cardiopulmonary resuscitation, CPR)의 숙련도에 따른 목근육에 근긴장도와 근경직 차이를 확인하기 위해 실시되었다. 연구대상자는 20대 여학생 30명으로 숙련자군과 비숙련자군 각각 15명이었다. 연구결과, 숙련자군은 가슴압박 수행 후 손잡기(hand grip)의 위손쪽 아랫목근육의 근경직과 위등세모근의 근긴장도가 유의하게 감소되었다($p<.05$). 비숙련자군은 가슴압박 후 양쪽 위등세모근의 근긴장도와 근경직이 모두 유의하게 감소되었지만($p<.05$) 연구군 간에 유의한 차이는 없었다. 그리고, 비숙련자군은 숙련자군과 비교하여 가슴압박 수행 후 평균압박속도, 총압박횟수, 가슴압박 정확도, 가슴이완 정확도가 유의하게 낮았다($p<.05$). 이 연구를 통해 가슴압박은 수행자의 목근육에 근생리학적 영향을 미치지만, CPR 숙련도에 따른 차이는 없으며, 숙련도는 CPR 정확성에 중요한 요소인 것을 확인하였다.

▶ **주제어:** 가슴압박소생술, 근긴장도, 목근육, 숙련도, 경직

- First Author: Joong-San Wang, Corresponding Author: Jeong-Ja Kim
- *Joong-San Wang (king9655@empas.com), Dept. of Physical Therapy, Howon University
- *Jeong-Ja Kim (kotpt@naver.com), Dept. of Physical Therapy, Howon University
- **Ji-Yun Jung (cyj504@hanmail.net), Dept. of Emergency Medical Service, Howon University
- Received: 2021. 10. 14, Revised: 2021. 11. 01, Accepted: 2021. 11. 01.

I. Introduction

심폐소생술(cardiopulmonary resuscitation, CPR)은 병원전 심정지 환자의 생존에 매우 중요한 요소로 구조자의 빠르고 반복적이지만 정확한 압박 깊이와 정확도가 요구되는 고도의 응급처치술이다[1, 2]. CPR 관련 대부분의 선행연구들은 응급환자의 생명과 직결된 구조자의 가슴압박소생술의 정확성과 질적 수준[2-4]을 중심으로 보고하고 있다는 점은 CPR이 응급상황 시 환자의 생존과 직결되는 중요한 응급처치임을 의미한다. CPR이 응급상황 시 환자의 생존과 직결되는 응급처치술이지만, 이를 수행하는 구조자의 신체적 부담 관점으로 살펴본다면 반복적인 가슴압박의 기본자세가 신체적 부담[5], 피로[6, 7], 허리부위의 근긴장도와 근경직을 증가[8]시키게 된다.

따라서 CPR 수행 시 환자의 생존과 구조자의 신체부담 및 손상위험을 함께 관리할 수 있도록 CPR 연구가 보다 다양한 측면에서 접근되어야 할 필요가 있다.

현재 국내 119 구급대원의 신체 부위별 근골격계증상(musculoskeletal symptom) 중 목부위는 허리부위와 어깨부위 다음으로 통증 및 증상 호소율이 높은 신체 부위로 [9, 10]. 구급활동과 관련하여 10% 이상의 높은 증상비율을 호소하고 있다[9].

우리는 선행연구들을 통해 가슴압박이 구조자의 신체에 미치는 영향을 몇가지 검토해볼 수 있다. 구조자별 개인적 특성으로 신체적 건강(physical fitness) 수준은 가슴압박의 질적 수준에 도움이 될 수 있지만[11], CPR 수행이 길어질수록 질적수준 감소[3], 피로도 증가[12], 피로물질 증가[13] 등 신체생리학적 부담이 가중된다. 역학적 측면에서 CPR 기본자세 시 구조자의 머리 위치는 신체무게중심(center of gravity) 보다 앞으로 이동되어 있어 머리자세 유지 및 무게를 지탱을 위한 목과 어깨부위 근육에 생체역학적 부담이 증가될 수 있다. 기능해부학적 측면에서 목과 어깨는 신체부위 중 가동성이 큰 관절들로, 위등세모근의 경우 목땀과 머리자세 유지, 어깨뼈(scapular)의 위쪽돌림(upward rotation) 작용에 관여한다[14]. 병리적 측면에서 머리 위치가 신체 앞으로 이동된 앞쪽머리자세(forward head posture)는 위등세모근(upper trapezius muscle)의 과도한 근경직(stiffness)을 유발하고[15, 16], 목부위 근골격계 통증을 높이는 부담으로 작용한다[17]. 목근육의 등척수축(isometric contraction)으로 발생된 근피로는 신체동요(body sway)를 증가시켜 신체균형능력을 감소시킨다[18].

근생리학적 측면에서도 CPR은 수행자의 허리근육에 근긴장도와 경직을 증가시키는 부담 요인이다[8]. 특정근육

의 역학적 부담은 근긴장도와 근경직의 증가를 유발하고 [19], 과도한 근경직은 손상을 유발할 수 있기 때문에[12] 특정 근육의 반복된 신체동작은 근골격계 부담을 가중시킬 것이다. 현재 CPR 숙련도가 수행자의 목근육에 근긴장도와 근경직의 차이를 분석한 선행연구는 전무하다. 유사 연구로 CPR 수행이 신체 근긴장도와 근경직에 미치는 영향을 처음으로 연구한 Wang과 Shin[8]은 가슴압박 10분 수행 후 위허리와 아래허리근육에 근긴장도와 근경직의 유의하게 증가된다고 제시하였다.

하지만 숙련된 신체 동작이 근생리학적 반응의 촉진에 긍정적 영향이 있기 때문에[20] CPR 수행의 반복적 연습과 노력은 구조자의 목부위 근육에 근골격계부담을 감소시켜 줄 수 있을 것으로 기대한다. 선행연구들에서 특정 동작수행 동안 비숙련된 동작과 숙련된 동작 사이에 근활성의 참여(muscle activity)[20]와 조정 기전(mechanisms of coordination)[21]에 차이를 보이고, 숙련된 동작이 효율적이고 손상 예방을 위한 움직임을 동반할 수 있다고 제시하고 있다[22].

CPR 관련 근생리학적 연구는 근전도검사(electromyography)가 대부분이고, 이 또한 근골격계증상 빈도가 높은 허리부위 또는 CPR 시점별 근활성도 측정 등으로[23,24] CPR 수행 및 숙련도에 따른 근생리학적 변화를 이해하기 위해서는 보다 폭넓은 기초연구들이 활발히 이루어져야 할 필요성이 있다.

따라서 이 연구는 CPR 숙련자와 비숙련자의 CPR 수행이 목근육의 근긴장도와 근경직 변화에 미치는 효과와 CPR 숙련도가 CPR 정확도에 미치는 차이를 분석함으로써 응급구조 직종의 CPR 직무와 관련된 근골격계의 근생리학적 영향 및 숙련도의 중요성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. Subjects and Methods

1. Subjects

우리 연구는 가슴압박소생술의 숙련도에 따른 구조자의 목근육 근긴장도와 근경직의 차이를 확인하기 위해 전라북도 소재한 H대학 재학생 중 여학생 30명을 대상으로 숙련자군(15명)과 비숙련자군(15명)으로 나누어 연구를 진행하였다. 연구자들은 연구대상자 선정 시 성별에 따른 근생리학적 근긴장도와 경직의 차이가 있을 수 있는 변수를 통제하기 위해 모든 연구대상자를 여성으로 설정하였다. 숙련자군은 응급구조학과에 재학 중이고 BLS-Provider 자격증을 취득하였으며, 심폐소생술 전공교육 학점을 이수

한 학생들로 선정하였다. 반면, 비숙련자군은 가슴압박소생술 관련 자격증 및 전공교육을 이수하지 않은 학생들로 선정하였다. 연구대상자의 공통적 선정기준은 공통적으로 골절, 뺨(sprain), 어깨 탈구 등 가슴압박소생술에 제한이 있는 근골격계질환이 없는 자들로 연구자로부터 이 연구 목적과 방법에 대한 설명을 듣고 연구 참여에 동의한 자들이다. 심혈관계질환 및 호흡계질환이 있을 경우 연구대상자 선정에서 제외시켰다. 모든 연구진행 절차는 호원대학교 생명윤리위원회의 승인에 따라 적합하게 진행되었다.

2. Methods

2.1 Quantitative measurement of CPR

연구대상자가 수행한 CPR 정확도를 분석하기 위해 평가 프로그램(SimPad, Laerdal, Norway) 장비를 인체모형 마네킨에 연결하여 가슴압박의 깊이(mm), 압박속도(rate/min), 가슴압박 정확도(%), 가슴이완 정확도(%), 총 압박횟수를 측정하였다. 연구자는 연구진행 중 연구대상자에게 현재 수행 중인 CPR의 정확도에 대한 관련 정보를 제공하지 않으므로써 실제 응급현장 상황을 충분히 고려한 CPR이 적용되도록 연구환경을 설정하였다.

2.2 Quantitative measurement muscle tone and stiffness

연구대상자의 가슴압박소생술 시행에 따른 목근육의 근긴장도와 근경직의 측정은 Myoton@PRO(MyotonAS, Estonia)을 이용하여 측정하였다. 이 측정장비는 근긴장도와 근경직에 대한 신뢰도가 검증된 우수한 장비이다[25]. 측정근육은 양쪽 목 뒤근육의 위부위(upper cervical region)와 아래부위(lower cervical region) 및 위등세모근(upper trapezius muscle)으로 설정하였다. 측정자세는 인체모형 마네킨을 대상으로 CPR Standard Technique 자세로 설정하였다. 표식점(land mark) 설정의 경우 목 위부위는 3번 목뼈 가시돌기(spinous process of 3th cervical spine)를 기준으로 평행하게 위치한 양쪽 목근육, 목 아래부위는 7번 목뼈 가시돌기(spinous process of 7th cervical spine)를 기준으로 평행하게 위치한 양쪽 목근육의 근육배(muscle belly)에 가장 높은 곳을 설정하였고, 위등세모근육은 측정자세 설정 시 양쪽 근육의 근육배가 가장 높은 곳을 설정하였다. 연구자는 표식점 위에 측정장비(myotonometer)를 수직으로 놓고 양쪽 근육들을 2회씩 측정하였다. 측정의 전문성을 위해 모든 뼈와 근육 촉진(palpation) 및 측정은 물리치료사 면허 소지자 1인이 담당하여 진행하였다.

2.3 CPR technique

CPR은 미국심장협회(American Heart Association)에서 권장하는 표준방법(Hands-only CPR technique: Standard Technique)[26]으로 인체모형 마네킨(Resusci Anne Q CPR, Laerdal, Norway)에 적용하였다. 가슴압박 적용시간은 총 5분으로 설정하였다[27]. 이는 국내 119 신고접수 후 출동에서 현장까지 소요시간이 5분 이내가 48.4%로 가장 높은 점을 고려하였다[27].

숙련자군은 이 연구와 관련하여 가슴압박소생술 교육 및 연습없이 즉각적으로 연구에 참여하였고, 비숙련자군의 경우 BLS-Provider의 실습교육 없이 이론교육만을 진행한 뒤 연구에 참여하였다. 가슴압박소생술 관련 모든 교육과 연구측정은 1급 응급구조사 자격증을 조시한 BLS Instructor 1인이 담당하여 진행하였다.

3. Data and Statistical Analysis

본 연구의 통계 분석은 통계처리 프로그램(SPSS 23.0/PC, USA)을 사용하였다. 숙련자군과 비숙련자군의 CPR 후 근긴장도 및 근경직의 변화는 wilcoxon signed rank test, 군간 근긴장도 및 근경직과 CPR 정확도의 차이는 Mann-Whitney U test를 사용하여 분석하였다. 모든 유의수준 $\alpha=.05$ 로 설정하여 분석하였다.

III. Results

1. Characteristics of subjects

연구대상자의 일반적 특성으로 숙련자군의 경우 연령 22.13 ± 3.35 세, 키 159.07 ± 9.65 cm, 몸무게 55.73 ± 5.98 kg 이었고, 비숙련자군의 경우 연령 21.33 ± 3.82 세, 키 162.20 ± 6.13 cm, 몸무게 58.73 ± 10.90 kg 이었으며, 두 군간 연령에 유의한 차이가 있었다<표 1>.

Table 1. General Characteristic of Subjects

Variable	Skilled Group (n=15)	Unskilled Group (n=15)	p
Age (year)	22.13±.35	21.33±.82	.002**
Height (cm)	159.07±9.65	162.20±6.13	.432
Weight (kg)	55.73±5.98	58.73±10.90	.168

Mean±SD, *p<.05, **p<.01

Table 2. Comparison of Muscle Tone and Stiffness between the Skilled Group and Unskilled Group

Variable		Group	Pre	Post	Change	p
Upper Cervical Region	Above Hand MT(Hz)	Skilled Group	21.19±2.49	20.84±1.79	-.35±1.68	.140
		Unskilled Group	20.06±1.22	19.43±1.69	-.63±1.32	.078
	Above Hand ST(N/m)	Skilled Group	450.23±68.08	444.30±58.78	-5.93±53.22	.363
		Unskilled Group	402.53±50.64	380.53±52.13	-22.00±70.05	.191
	Below Hand MT(Hz)	Skilled Group	19.70±2.42	20.32±2.46	.62±2.03	.293
		Unskilled Group	19.75±1.59	19.88±2.23	.13±1.35	.944
Below Hand ST(N/m)	Skilled Group	389.07±68.73	421.50±74.65	32.43±72.82	.173	
	Unskilled Group	422.10±60.08	411.30±95.14	-10.80±73.14	.691	
Lower Cervical Region	Above Hand MT(Hz)	Skilled Group	19.95±3.16	18.90±2.42	-1.05±2.12	.078
		Unskilled Group	18.05±3.30	17.79±2.95	-.25±1.96	.589
	Above Hand ST(N/m)	Skilled Group	473.27±120.95	435.90±89.38	-37.37±73.75	.031*
		Unskilled Group	433.33±108.83	409.70±109.50	-23.63±77.83	.281
	Below Hand MT(Hz)	Skilled Group	18.77±2.85	18.60±2.24	-.16±2.51	.733
		Unskilled Group	17.78±2.47	17.48±2.72	-.29±1.56	.198
Below Hand ST(N/m)	Skilled Group	410.10±101.18	414.67±82.46	4.57±77.75	.865	
	Unskilled Group	405.23±77.53	392.90±96.07	-12.33±64.67	.281	
Upper Trapezius Muscle	Above Hand MT(Hz)	Skilled Group	17.18±2.58	15.66±1.89	-1.52±2.24	.008**
		Unskilled Group	16.76±2.34	15.14±1.12	-1.62±2.29	.017*
	Above Hand ST(N/m)	Skilled Group	317.20±67.18	282.93±60.24	-34.27±68.85	.061
		Unskilled Group	308.80±61.50	268.03±38.47	-40.77±66.33	.026*
	Below Hand MT(Hz)	Skilled Group	16.83±2.04	16.57±2.31	-.25±2.85	.955
		Unskilled Group	16.65±1.97	15.94±1.26	-.72±1.62	.025*
Below Hand ST(N/m)	Skilled Group	311.27±55.28	305.13±57.10	-6.13±82.14	1.000	
	Unskilled Group	310.13±56.23	278.97±43.26	-31.17±49.33	.015*	

Mean±SD *p<.05, **p<.01, MT: muscle tone, ST: stiffness

2. Comparison of muscle tone and stiffness between the skilled group and unskilled group

숙련자군은 가슴압박 수행 후 위손쪽 아래목근육의 근경직과 위손쪽 위등세모근의 근긴장도와 유의하게 감소되었다(p<.05). 비숙련자군은 가슴압박 수행 후 위손쪽과 아래손쪽의 위등세모근의 근긴장도와 근경직이 모두 유의하게 감소되었다(p<.05). 하지만 숙련자군과 비숙련자군의 가슴압박 수행 후 군간 비교에서 모든 측정근육의 근긴장도와 근경직은 차이가 없었다<표 2>.

3. Comparison of accuracy in CPR between the skilled group and unskilled group

숙련자군과 비숙련자군의 가슴압박 후 군간 비교에서 압박속도, 가슴압박 정확도, 가슴이완 정확도, 총압박횟수에 유의한 차이가 있었고(p<.05), 가슴압박 깊이에는 유의한 차이가 없었다<표 3>.

IV. Discussion

우리 연구는 CPR 숙련도에 따른 목근육의 근긴장도 및 근경직의 차이를 확인하여 구조자의 CPR 수행과 관련된 근생리학적 변화를 검증하기 위해 진행되었다.

우리의 연구결과에서 5분간 CPR 수행 후 숙련자군과 비숙련자군 모두 목근육의 근긴장도 및 근경직이 평균적으로 감소되는 경향을 보였다.

반복적인 동작과 진동은 근골격계질환의 원인이 된다[28]. 일반적으로 강한 근수축과[29] 반복적인 특정 동작에 따른 피로 유발 수준의 근활동 직후 근긴장도와 근경직[19]이 크게 증가되는 임상 양상을 보인다. CPR과 피로의 관계에서도 CPR 시간 경과에 따라 점차적으로 구조자가 느끼는 주관적 피로도는 증가한다[3]. 근피로는 작용 근육의 근활성도를 감소시키고[30] 자세비대칭(postural asymmetry)을 유발하여[31] 운동조절에 부정적 영향을 미친다.

Table 3. Comparison of Accuracy in Cardiopulmonary Resuscitation between the Skilled Group and Unskilled Group

Variable	Skilled Group	Unskilled Group	p
Compression Depth(mm)	51.47±2.39	50.13±3.60	.071
Compression Speed(rate/min)	94.67±7.29	90.53±6.59	.034*
Chest Compression Accuracy(%)	88.67±2.61	49.07±23.50	.000**
Chest Relaxation Accuracy(%)	94.20±6.87	79.33±21.72	.023*
Total Number of Chest Compressions	104.40±3.89	111.33±3.58	.000**

Mean±SD, *p<.05, **p<.01

하지만 우리 연구를 세부적으로 살펴보면 숙련자군의 윗 손 쪽 목 아래부위에 근경직과 위등세모근의 근긴장도가 유의하게 감소되었고, 비숙련자군은 양쪽 위등세모근의 근긴장도와 근경직이 유의하게 감소되는 결과를 보였다. 이러한 결과는 가슴압박 시 측정근육 외 다른 신체 부위에 증가되는 근긴장도와 근경직을 보상하기 위한 신체 전략으로 목근육의 근긴장도와 근경직이 감소된 것으로 추론해볼 수 있겠다. Dainty[24]는 CPR 시행 후 왼쪽 위팔세갈래근(triceps brachii)의 근활성도는 감소하지만 이를 보상하기 위해 왼쪽 큰가슴근(pectoralis major)의 근활성도가 증가되는 양상을 보인다고 보고하여 우리 연구의 논의를 지지해줄 수 있겠다. CPR을 지속적으로 수행하기 위해 허리근육은 몸통안정성을 유지하며 규칙적이고 율동적인 허리 움직임으로 인해 허리부위 근긴장도와 근경직이 증가되는 양상[8]과는 달리 목근육들은 CPR 수행 시 수행자의 허리에서 일어나는 반복된 움직임에 방해를 줄 수 있는 불필요한 근긴장과 근경직을 최소화하며 머리와 팔의 고정역할만을 담당하였기 때문일 것으로 사료된다. 특히 숙련자군에서 위손쪽 아랫목근육의 근경직과 위등세모근의 근긴장도 감소는 CPR을 전문적으로 수행해야 하는 응급구조사에게서 직무에 따른 목부위 근골격계질환 사이에 연관성이 있을 수 있기 때문에 이를 보다 명확하게 분석하기 위한 후속연구가 필요하다. 현재 응급구조사의 목과 어깨부위 근골격계질환과 관련하여 선행연구들은 CPR 수행 시 손의 위치를 분류하여 제시하고 있지 않은 제한점이 있다.

하지만 또 다른 관점으로 준비운동(warm up)의 효과로 목근육들의 근긴장도와 근경직이 감소될 수 있음을 고려해볼 필요가 있다. 능동적 신체활동을 이용한 준비운동은 근경직에 감소 효과가 있다[32]. 이러한 관점에서 가슴압박 5분 수행의 신체활동은 근생리학적으로 목근육에 준비운동 효과에 의한 결과일 수도 있음을 충분히 고려해야 요소일 수 있다. 따라서 이를 보다 명확히 규명하기 위해서는 추가적인 연구의 진행과 함께 CPR 관련 다양한 신체부위의 근생리학적 변화에 대한 상관관계를 연구해야 할 것으로 제안한다.

각 연구군별 가슴압박 수행 직후 목근육의 근생리학적 변화가 있었던 결과와 달리 숙련자군과 비숙련자군간 가

슴압박 수행 후 근긴장도와 근경직 변화에는 통계적 유의한 차이는 확인할 수 없었다. 기능해부학적 관점에서 위등세모근은 목뼈와 어깨의 위쪽돌림(upward rotation)에 작용하는 근육이다[14].

이 근육은 CPR 자세 시 COG 보다 앞으로 이동된 머리를 중립자세 유지, CPR 수행 시 신체의 반복적 흔들림에 대항한 머리자세 유지, 손을 가슴 앞쪽으로 모은 CPR 자세를 위해 어깨뼈 내밀고 위쪽돌림의 지속적 자세 유지를 담당한다. 각 연구군별 CPR 후 목근육들에 근긴장도와 근경직의 변화는 전반적으로 감소하지만 CPR 숙련도 수준의 차이는 목근육들에 근생리학적 변화와는 관련이 없음을 새롭게 제시한다.

추가적으로 우리는 숙련자군과 비숙련자군의 CPR 정확도의 차이를 확인하였다. 우리의 연구에서 가슴압박 종료 후 CPR 정확도와 관련된 측정 요소 중 압박속도, 가슴압박 정확도, 가슴이완 정확도, 총압박횟수에서 비숙련자가 숙련자 보다 유의하게 낮은 차이를 보였다. 10분 동안 CPR 실시 후 여성의 경우 hand technique에 따라서 평균압박 깊이와 가슴압박 정확도에 차이가 나타날 수 있기 때문에[3] 비숙련자의 경우 가슴압박 시간이 길어질수록 CPR 정확도는 보다 낮아질 것으로 예측해볼 수 있겠다.

5분 동안 가슴압박 동작 후 숙련자군과 비숙련자군에 CPR 정확도의 차이는 비숙련자의 익숙하지 않은 신체동작을 지속적으로 수행하며 조절되지 못한 가슴압박 동작에 의한 것으로 판단해볼 수 있다. 우리의 연구에서 비숙련자와 숙련자의 가슴압박 수행 시 동작분석을 실시하지 못한 점에서 확대해석은 주의해야 하지만, 인간의 운동학습 관점으로 추론해볼 때 비숙련자의 가슴압박 시 연합동작(associated movement)과 정교하게 조절되지 못한 신체동작이 동반되었을 것이다. 반면 숙련자에서 비숙련자보다 CPR의 평균압박속도, 총압박횟수, 가슴압박 정확도, 가슴이완 정확도가 높았던 점은 인간의 운동학습단계를 근거로 확인해볼 수 있겠다. 운동학습(motor learning)의 발달 단계는 인지단계(cognitive stage)에서 반복된 수행(repeated action)을 통해 자동화단계(autonomous

stage)로 발달한다[33]. 이때 적절한 피드백(Feedback)은 신체움직임 학습능력을 향상시켜 신체조절을 고도화시킬 수 있다[34]. 신경생리학적으로 인간은 대뇌피질부터 척수, 운동단위(motor unit), 말초근육 작용까지 정보의 미러믹 임체계(Feedforward system)와 되먹이체계(Feedback system)의 반복적인 과정을 통해 효율적인 움직임으로 발달하며, 반복된 동작으로 인한 학습은 불필요한 동작을 제어와 협응력을 향상시켜 신체조절능력을 고도화시킨다. 숙련자군은 응급구조학과에서 반복적인 실습교육으로 운동학습 발달 수준이 의식적 신체조절에서 자동화 단계로 발달하였기 때문에 해석할 수 있다. 따라서 우리의 결과를 기초하여 CPR 교육은 구조자의 숙련도 향상을 위해 주기적이고 반복적 실습의 필요함을 강조할 수 있다. 이때 학습자의 숙련도 향상을 위한 효과적인 교육방법으로써 선행연구들에서 검증된 구령적용[4, 35] 등을 추천할 수 있겠다. 피로는 가슴압박의 질을 감소시키기 때문에[6] 평소 적절한 체력관리 및 CPR 연습을 통해 응급상황 시 CPR 수행 중 피로도가 급격히 상승하지 않도록 관리가 중요하다.

현재 우리 연구는 연구대상자 동질성을 위해 20대 여성만을 대상으로 선정하여 남성 및 연령별 구조자의 목근육의 근긴장도와 근경직의 차이를 검증하지 못한 제한점이 있다. 그리고 CPR 시 수행자의 숙련도에 따른 목근육의 근생리학적 변화에 대해 새롭게 근긴장도와 근경직을 확인하여 직접적인 선행연구와 비교·고찰에 어려움이 있었다.

이러한 제한점에도 우리 연구는 CPR 관련 목근육의 근생리학적 변화와 숙련도가 미치는 영향을 확인하여 목부위 근골격계 부담 요인을 규명하기 위한 새로운 기초연구 자료로 충분한 가치가 있다고 생각한다.

V. Conclusions

우리는 연구결과를 기초하여 5분간 가슴압박 수행은 수행자의 목근육에 근긴장도와 근경직이 전반적으로 감소되는 경향을 확인하였다. 숙련군과 비숙련군 간에 CPR 후 목뺨근육들에 근긴장도와 근경직 변화에는 차이가 없지만, 숙련군에서 CPR 위손쪽 아랫목근육의 근경직과 위등세모근의 근긴장도와 유의하게 감소되었다. 이는 CPR 전문가들의 직무에 따른 근생리학적 특성이 반영된 것으로 볼 수 있다.

추가적으로 CPR 숙련도가 높을수록 CPR의 압박속도, 가슴압박 정확도, 가슴이완 정확도, 총압박횟수의 정확도가 높았던 점을 고려하여 평소 CPR 숙련도 유지를 위한 주기적인 연습과 교육이 필요하겠다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by Howon Univ. Research Grant.

REFERENCES

- [1] E.J. Hong, B.J. Cho, and G.Y. Kim, "Effect of Chest Compressions on the Quality of Back Pain Prevention and Chest Compressions by Applying Body Stabilization Convergence Movement," *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 10, No. 5, pp. 85-94, May, 2019. DOI: 10.15207/JKCS.2019.10.5.085
- [2] S.S. Choi, S.T. Han, and S.W. Yun, "Appropriateness of Selecting the Chest Compression Site by Lay-Persons: Compared to the Center of the Lower Half of the Breastbone and Above the Two Fingers on Solar Plexus," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 12, pp. 211-217, Dec. 2020. DOI: 10.9708/jksci.2020.25.12.211
- [3] Y.J. Park, J.W. Jung, B.W. Kim, "Comparisons of the Quality of Chest Compression and Fatigue Levels of the Rescuer for Different Hand Techniques used in Cardiopulmonary Resuscitation," *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 23, No. 3, pp. 67-81, Dec. 2019. DOI: 10.14408/KJEMS.2019.23.3.067
- [4] S.S. Park, and J.Y. An, "Comparison of Accuracy in Cardiopulmonary Resuscitation(CPR) between Group with Verbal Order and Group with Non-Verbal Order in Operation of CPR," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 12, No. 6, pp. 2607-2615, Jun. 2011. DOI: 10.5762/KAIS.2011.12.6.2607
- [5] S.F.A. Wahab, N.H.A. Ghani, and R. Othman, "Risk of Musculoskeletal Disorders (MSD) in Rescuer Performing CPR at Kneeling, Standing and Step-on-Stool Position," *Advances in Human Factors and Ergonomics in Healthcare and Medical Devices*, Vol. 779, pp. 175-182, Jan. 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-94373-2_19
- [6] H. Gutwirth, B. Williams, and M. Boyle, "Rescuer Fatigue in Cardiopulmonary Resuscitation: A Review of the Literature," *Journal of Emergency Primary Health Care*, Vol. 7, No. 4, pp. e990375, Nov. 2009. DOI: 10.33151/ajp.7.4.190
- [7] I.U. Haque, J.P. Udassi, S. Udassi, D.W. Theriaque, J.J. Shuster, A.L. Zaritsky, "Chest Compression Quality and Rescuer Fatigue with Increased Compression to Ventilation Ratio during Single Rescuer Pediatric CPR," *Resuscitation*, Vol. 79, No. 1, pp. 82-89, Oct. 2008. DOI: 10.1016/j.resuscitation.2008.04.026
- [8] J.S. Wang, and S.Y. Shin, "Influences of Hands-Only Cardiopulmonary Resuscitation on Lumbar Muscle Tone,

- Stiffness, and Fatigue in Emergency Medical Technicians," *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 24, No. 3, pp. 79-87, Dec. 2020. DOI: 10.14408/KJEMS.2020.24.3.079
- [9] D.S. Kim, M.K. Moon, and K.S. Kim, "A Survey of Musculoskeletal Symptoms & Risk Factors for the 119 Emergency Medical Services (EMS) Activities," *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol. 29, No. 2, pp. 211-216, Apr. 2010. DOI: 10.5143/JESK.2010.29.2.211
- [10] S.Y. Shin, and J.Y. Jung, "Musculoskeletal Diseases' of the 119 Rescue Party's," *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 14, No. 12, pp. 6461-6468, Dec. 2013. DOI: 10.5762/KAIS.2013.14.12.6461
- [11] A. Lucía, J.F. de las Heras, M. Pérez, J.C. Elvira, A. Carvajal, A.J. Alvarez, and J.L. Chicharro, "The Importance of Physical Fitness in the Performance of Adequate Cardiopulmonary Resuscitation," *Chest*, Vol. 115, No. 1, pp. 158-164, Jan. 1999. DOI: 10.1378/chest.115.1.158
- [12] A. Ashton, A. McCluskey, C.L. Gwinnutt and A.M. Keenan, "Effect of Rescuer Fatigue on Performance of Continuous External Chest Compressions over 3 Min," *Resuscitation*, Vol. 55, No. 2, pp. 151-155, Nov. 2002. DOI: 10.1016/s0300-9572(02)00168-5
- [13] M.K. Lee, J.O. Yang, j.H. Jung, K.J. Lee, and Y.S. Cho, "The Effects on Fatigue and Accuracy of Cardiopulmonary Resuscitation of the Verbal-Order Method Based on Different Time Intervals (3, 4 Minutes)," *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, Vol. 27, No. 2, pp. 409-417, Mar. 2016. DOI: 10.7465/jkdi.2016.27.2.409
- [14] D.A. Neumann, "Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for Rehabilitation", Mosby, pp. 151-310, 2010.
- [15] P. Kocur, M. Wilski, M. Goliwaj, J. Lewandowski, and D. Łochyński, "Influence of forward head posture on myotonometric measurements of superficial neck muscle tone, elasticity, and stiffness in asymptomatic individuals with sedentary jobs," *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Vol. 42, No. 3, pp. 195-202. Mar-Apr. 2019. DOI: 10.1016/j.jmpt.2019.02.005
- [16] J.J. Kim, and J.S. Wang, "Analysis of Correlation Coefficient Between Head Posture and Muscle Stiffness of Cervical Extensor Muscles," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 26, No. 6, pp. 129-135, Jun. 2021. DOI: 10.9708/jksci.2021.26.06.129
- [17] N.F. Mahmoud, K.A. Hassan, S.F. Abdelmajeed, I.M. Moustafa, and A.G. Silva, "The Relationship Between Forward Head Posture and Neck Pain: a Systematic Review and Meta-Analysis," *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, Vol. 12, No. 4, pp. 562-577, Dec. 2019. DOI: 10.1007/s12178-019-09594-y
- [18] G. Gosselin, H. Rassoulian, and I. Brown, "Effects of Neck Extensor Muscles Fatigue on Balance," *Clinical Biomechanics*, Vol. 19, No. 5, pp. 473-479, Jun. 2004. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2004.02.001
- [19] J.S. Wang, "Therapeutic Effects of Massage and Electrotherapy on Muscle Tone, Stiffness and Muscle Contraction following Gastrocnemius Muscle Fatigue," *Journal Of Physical Therapy Science*, Vol. 29, No. 1, pp. 144-147, Jan. 2017. DOI: 10.1589/jpts.29.144
- [20] E.M. Hwang, and B.O. Lim, "Anaylsis of Lower Extremity Muscle Activities during Keun Pat Chim Ddwim Che," *Asian Journal of Physical Education and Sport Science*, Vol. 8, No. 2, pp. 65-74, Apr. 2020. DOI: 10.24007/ajpess.2020.8.2.006
- [21] Gray S, Watts S, Debicki D & Hore J, "Comparison of Kinematics in Skilled and Unskilled Arms of the Same Recreational Baseball Players," *Journal of Sports Sciences*, Vol. 24, No. 11, pp. 1183-1194, Nov. 2006. DOI: 10.1080/02640410500497584
- [22] L.L. Wei, C.H. Oh, I.S. Jeong, and C.H. Park, "Kinematic Analysis of the Badminton Drive Motion," *Korean journal of sport biomechanics*, Vol. 19, No. 1, pp. 77-85, Mar. 2009. DOI: 10.5103/KJSB.2009.19.1.077
- [23] D.M. Shin, C.S. Lee, S.Y. Kim, C.K. Kim, E.J. Hong, Y.C. Lee, and G.R. Choi, et al., "Analysis of Trunk Angle and Muscle Activation during Chest Compression in 119 EMTs," *The Korean Journal of Emergency Medical Services*, Vol. 18, No. 3, pp. 7-18, Dec. 2014. DOI: 10.14408/KJEMS.2014.18.3.007
- [24] D.S. Dainty, "Investigation of Low Back and Shoulder Demand during Cardiopulmonary Resuscitation: The Effect of Different Compression-Ventilation Ratios," *Graduate School of Wilfrid Laurier University*, pp. 41-46. 2015.
- [25] L.L. Chuang, C.Y. Wu, K.C. Lin, "Reliability, Validity, and Responsiveness of Myotonometric Measurement of Muscle Tone, Elasticity, and Stiffness in Patients with Stroke," *Archives Physical Medicine and Rehabilitation*, Vol. 93, No. 3, pp. 532-540, Mar. 2012. DOI: 10.1016/j.apmr.2011.09.014
- [26] American Heart Association Guidelines. 2020
- [27] National Fire Agency 119, Emergency Medical Service Statistics for 2019, <https://www.nfa.go.kr>
- [28] D.A.W.M. van der Windt, E. Thomas, D. Pope, A.F. de Winter, G. Macfarlane, L. Bouter, and A. Silman, "Occupational Risk Factors for Shoulder Pain: A Systematic Review," *Occupational & Environmental Medicine*, Vol. 57, No. 7, pp. 433-442, Jul. 2000. DOI: 10.1136/oem.57.7.433
- [29] K. Hara, C. Namiki, K. Yamaguchi, K. Kobayashi, T. Saito, K. Nakagawa, and M. Ishii, et al., "Association Between Myotonometric Measurement of Masseter Muscle Stiffness and Maximum Bite Force in Healthy Elders," *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 47, No. 6, pp. 750-756, Mar. 2020. DOI: 10.1111/joor.12968
- [30] T.S. Hoseinpoor, S. Kahrizi, and B. Mobini, "Trunk Extensor Muscle Fatigue Influences Trunk Muscle Activities," *Work*, Vol.

- 51, No. 4, pp. 793-797, Mar. 2015. DOI: 10.3233/WOR-141837
- [31] T. Penedo, P.F. Polastri, S.T. Rodrigues, F.B. Santinelli, E. de Carvalho Costa, L.F.I. Imaizumi, et al., "Motor strategy during postural control is not muscle fatigue joint-dependent, but muscle fatigue increases postural asymmetry," *PLoS One*, Vol. 16, No. 2, pp. e0247395, Feb. 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0247395 Dec. 2013
- [32] A.J. Morales-Artacho, L. Lacourpaille, and G. Guilhem, "Effects of Warm-up on Hamstring Muscles Stiffness: Cycling vs Foam Rolling," *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, Vol. 27, No. 12, pp. 1959-1969, Dec. 2017. DOI: 10.1111/sms.12832
- [33] J.A. Taylor, and R.B. Ivry, "The role of Strategies in Motor Learning," *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 1251, pp. 1-12, Mar. 2012. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2011.06430
- [34] D.J. Kooyman, D.A. James, and D.D. Rowlands, "A Feedback System for the Motor Learning of Skills in Golf," *Procedia Engineering*, Vol. 60, pp. 226-231, Dec. 2013. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.07.014
- [35] H.S. Baek, and S.S. Park, "Effects of Chest Compression Quality between Rescuer's Simplified Verbal-Order Method and Continued Verbal-Order Method during Cardiopulmonary Resuscitation," *The Journal of the Korea Contents Association*, vol. 13, no.4, pp. 320-330. Apr. 2013. DOI: 10.5392/JKCA.2013.13.04.320

Authors



Joong-San Wang received the Ph.D. degrees in the Department of physical therapy from the Yongin University in 2015, respectively Dr. Wang joined the faculty in the Department of Physical Therapy at Howon

University, Gunsan, Korea, in 2021. He is currently a Professor in the Department of Physical Therapy, Howon University.



Jeong-Ja Kim received the Ph.D. degrees in the Department of physical therapy from the Dongshin University in 2008, respectively Dr. Kim joined the faculty in the Department of Physical Therapy at Howon University,

Gunsan, Korea, in 2021. She is currently a Professor in the Department of Physical Therapy, Howon University.



Ji-Yun Jung received the B.S., M.S. and Ph.D. degrees in Nursing from chosun University, Korea, in 2004 and 2009, respectively Dr. Jung joined the faculty in the Department of Emergency Medical

Service at Howon University, Gunsan, Korea, in 2021. She is currently a Professor in the Department of Emergency Medical Service, Howon University.