

심폐소생술에서
교대 주기와 시행자의 근력이
가슴 압박의 질에 미치는 영향

연세대학교 대학원

의 학 과

김 현 종

심폐소생술에서
교대 주기와 시행자의 근력이
가슴 압박의 질에 미치는 영향

지도교수 이 한 식

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2012 년 12 월

연세대학교 대학원

의 학 과

김 현 중

김현종의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2012 년 12 월

감사의 글

응급의학과 의사로 고민하고 성장해 나갈 수 있게 도와주신 연세대학교 응급의학교실 모든 선생님들께 감사의 말씀을 올립니다. 언제나 뒤에서 큰 산처럼 지켜봐 주시는 이한식 선생님과 김승호 선생님, 연구라고는 아무것도 모르던 저에게 걸음마부터 가르쳐 주신 정성필 선생님, 병원 생활 동안 언제나 조언과 격려를 아끼지 않으셨던 박인철 선생님과 박유석 선생님께 감사의 말씀을 올립니다. 통계의 기본도 제대로 되어있지 않은 저에게 자료의 분석과 조언을 아끼지 않으셨던 의학통계 임현선 교수님, 선생님 덕분에 부족하나마 이렇게 논문을 몇 자 적어보는 행운을 가질 수 있었습니다. 머리 숙여 감사 드립니다.

멀리서도 항상 아들의 행복과 성공을 기원해 주시는 어머니님, 사위를 친 아들처럼 보살피고 아껴주시는 장인 장모님 덕분에 전 제 일에만 집중하며 살 수 있습니다. 감사하는 마음 잊지 않고 살겠습니다. 만삭의 몸으로 힘들고 지친 중에도, 남편의 기분을 살피고 항상 편하고 밝게 있을 수 있게 배려해준 아내 명승희에게도 깊은 감사와 사랑의 마음을 보냅니다.

많이 부족한 논문임은 스스로 잘 알고 있습니다. 끝이 아닌 시작으로 여기고 계속 노력하고 공부하도록 하겠습니다.

그리고 마지막으로 이 논문의 완성과 함께 세상에 나와, 나에게 감사와 기쁨의 의미를 알려준 우리 딸 민채, 네게 부끄럽지 않은 아빠가 되도록 노력하면서 살게. 사랑한다.

감사합니다.

저자 씀

<차례>

국문 요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	5
1. 연구 디자인 및 참여자	5
2. 연구 프로토콜	5
3. 자료 수집	7
4. 통계 분석	8
III. 결과	9
1. 일반적 특성	9
2. 평균 압박 깊이, 평균 적절 압박 비율, 주관적 피로도	11
3. 분당 압박 속도 및 분당 적절 압박 비율	14
IV. 고찰	16
V. 결론	21
참고문헌	22
ABSTRACT	25

그림 차례

Figure 1. Flow chart of the research protocol	7
Figure 2. Correlation between strength and mean compression depth	12

표 차례

Table 1. General characteristics of study participants	10
Table 2. Comparison of chest compression quality between 2 min. shift cycle group and 1 min. shift cycle group	13
Table 3. Comparison of chest compression quality between 2 min. shift cycle group and 1 min. shift cycle group across each period	15

국문요약

심폐소생술에서 교대 주기와 시행자의 근력이 가슴 압박의 질에 미치는 영향

서론

가슴 압박은 심폐소생술의 핵심사항으로 강조되어 왔으며, 이에 더해 최근 2010년 미국심장협회 가이드라인은 기존에 비해 더 강하고 깊은 가슴 압박을 권고하고 있다. 가슴 압박의 질은 피로의 누적에 의해 저하될 수 있는데, 이러한 깊고 빠른 가슴 압박은 이전에 비해 더 빠른 피로 누적을 가져올 수 있다. 피로의 누적은 개인적인 체력적인 요소 중 근력에 의해 가장 크게 영향을 받는 다고 알려져 있으나, 체력적인 요소를 향상시켜 가슴 압박의 질을 상승시키는 방법은 일반적인 권고사항으로 제안하기에는 한계가 있어, 이에 연구자들은 현재 제안하고 있는 가슴 압박-휴식의 주기에 변화를 준 후, 이를 시행자의 근력과 가슴 압박의 질적 변화와 함께 분석하여, 가슴 압박-휴식의 주기의 변화를 주는 것으로도 가슴 압박의 질에 영향을 줄 수 있는 가능성이 있는 지를 알아보고자 하였다.

방법

의과대학 4학년 학생 39명을 대상으로 호흡 보조 없는 연속적인 가슴 압박 시행 모델을 사용하여 전향적 교차 연구를 진행하였다. 먼저 대상자에게 연구에 대한 설명을 하고 동의서를 확보한 후, 악력계를 이용하여 근력을 측정하였다. 이후 연구 참가자들은 1분 가슴 압박과 1분 휴식을 한 주기로 하여 총 4개의 주기를 시행하는 군(1분 주기군)과 2분의 가슴 압박과 2분의 휴식을 한 주기로 하여 총 2주기 시행하는 군(2분 주기군)으로 무작위로 배당하여 한 군을 시행 후 휴식을 취한 후 다른 군을 시행하도록 하였다. 가슴 압박의 속도는

메트로놈을 이용하여 분당 120회로 고정 하였으며, 가슴 압박을 하는 동안 매 분 동안의 적절한 깊이로 압박된 가슴 압박의 비율, 각 군의 평균 압박 깊이와 평균 적절 압박 비율을 측정하였다. 이후 각 참여자가 느낀 1분 주기군과 2분 주기군의 주관적인 난이도를 100mm 만점의 시각상사 척도를 이용하여 기록하였다. 시간 경과에 따른 가슴 압박의 질의 변화와 두 군의 수행도의 차이를 확인하기 위해 선형 혼합 모델(Linear mixed model)을 통계 분석에 사용하였다.

결과

모든 결과에서 대상자가 어떤 군을 먼저 시행하였는지는 결과에 영향을 주지 못했다. 평균 압박 깊이에서는 주기의 변화($p < 0.01$)와 근력($p < 0.01$)이 의미있게 영향을 미쳤으며, 평균 적절 압박 비율은 근력($p < 0.01$)만이 의미 있게 영향을 미쳤다. 적절 압박 비율을 시간의 경과에 따라 매 분 측정한 것에서는, 주기의 변화를 주는 것($p = 0.03$)과 근력($p < 0.01$) 모두 의미 있는 결과를 보였다. 피로도에서는 시행자의 근력의 강도에 상관없이, 1분 주기로 가슴 압박과 휴식을 교대 하는 군을 더 쉽게 느꼈음을 확인하였다.

결론

본 연구를 통해서 분당 120회의 빠른 가슴 압박에서도 기존의 연구와 마찬가지로 근력은 가슴 압박의 질을 결정하는 중요한 요소임을 확인하였다. 이에 더해, 근력의 강도와는 상관없이 가슴 압박-휴식의 주기를 2분에서 1분으로 단축하는 것만으로도 가슴 압박의 질이 저하되는 것을 줄일 수 있음을 보여, 2인 구조자 심폐소생술에서 현재의 가이드라인이 추천하고 있는 가슴 압박의 주기를 단축하는 것을 논의해 보는 계기가 될 수 있을 것으로 본다.

핵심 되는 말: 심폐소생술, 가슴 압박, 피로, 근력, 교대 주기

심폐소생술에서 교대 주기와 시행자의 근력이 가슴 압박의 질에 미치는 영향

<지도교수 이한식>

연세대학교 대학원 의학과

김 현 중

I. 서론

가슴 압박은 수 십 년간 심폐소생술의 핵심 사항이었다. 특히, 2010년 미국심장협회(American Heart Association, AHA) 가이드라인은 기존의 분당 약 100회의 가슴 압박을 ‘최소’ 분당 100회 이상의 속도로 시행하도록 권고하였고, 깊이도 약 5cm에서 ‘최소’ 5cm이상, 약 5~6cm 가량으로 압박을 하도록 명시하여, 강하고 빠른 가슴 압박에 대한 중요성을 더욱 강조하고 있다.¹⁻⁵

과거의 연구들은 가슴 압박의 질은 피로의 누적에 영향을 받을 수 있음을 보여주고 있으며, 특히 지속적인 가슴 압박을 시행하면서 압박의 질의 변화를 관찰한 연구에서 1분이 경과할 시 가슴 압박의 질이 저명하게 감소함을 보이고 있다. 또한 이러한 피로에 의한 가슴 압박의 질의 저하는 본인이 자각하기 훨씬 이전에 발생하기 때문에, 시행자가 피로도를 느끼는 시점 이전에 가슴 압박 시행자를 주기적으로 교대하기를 권고하고 있으며, 현재의 2인 구조자의 심폐소생술에서는 그 주기를 2분으로 추천하고 있다.⁶⁻⁸ 2010년 가이드라인이 빠르고 깊은 가슴 압박을 강조함에 따라, 과거의 가이드라인에 따라 가슴 압박

을 시행하였을 때와 비교하여 동일한 시간 동안 더 많은 일을 하게 되었고, 가슴 압박의 질에 영향을 미칠 정도의 피로의 누적이 더욱 빨리 발생할 수 있게 되었다. 이에 따라 가슴 압박의 질도 이전에 비해 빠르게 저하될 가능성을 시사하고 있어, 기존에 추천되는 교대 주기의 적합성을 검토하고 가슴 압박의 교대 주기를 조절하거나 적절한 휴식시간을 추가하는 것을 고려할 필요성이 대두되고 있다.

피로에 의한 운동 기능의 저하는 개인의 체력적인 특성에 영향을 받으며, 가슴 압박 역시 일종의 운동 수행임으로 체력적인 특성에 의해 그 질이 영향을 받을 수 있다. 시행자의 체력 요소들과 가슴 압박의 질의 연관성을 연구한 기존의 연구들은 연속적인 가슴 압박 시, 시행자의 근력이 강할수록 시간 경과에 따른 가슴 압박의 질의 저하가 적은 것으로 보고 하였으며, 이를 통해 시행자의 근력을 강화하는 프로그램이 가슴 압박의 질을 향상시키는데 도움을 줄 수 있다는 의견을 제시한 바 있다.^{9, 10} 그러나 어떤 방식으로 어떻게 적용할 것인가는 추후 연구가 필요하며, 근력 강화는 단시간 내에 달성하기 어려워 가슴 압박의 질을 향상 시키는 필수적인 방법으로 권고하기에는 한계가 있다.

이와 같은 배경하에 본 연구자들은, 2인 구조자 심폐소생술에서 기존에 추천하고 있는 2분 가슴 압박-2분 휴식의 주기를 1분 가슴 압박-1분 휴식으로 축소한 후, 시간 경과에 따른 가슴 압박의 질을 평가하고 이를 시행자의 근력과 연관 지어 평가하고자 하며, 이를 통해 시행자의 근력 및 가슴 압박-휴식의 주기를 줄이는 것과 가슴 압박의 질의 연관성을 규명하여, 가슴 압박의 수행 방식의 변화를 통해, 개인의 체력적인 특징에 상관없이 가슴 압박의 질을 향상시킬 수 있는 가능성을 타진해 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 디자인 및 참여자

본 연구를 위해 39명의 연세대학교 의과대학 4학년 학생들을 대상으로 마네킹을 이용한 전향적 무작위 대조 시험을 진행하였다. 본 연구는 강남세브란스병원 임상연구심의위원회의 승인(IRB# 3-2012-0023)을 받고 진행하였다. 연구의 대상자들은 2010년 가이드라인에 근거한 성인 기본 인명 구조술을 3개월 이내에 수료한 의과대학 학생들 중에서 자원을 받아서 참여를 결정하였다. 모든 참여자는 연구 참여 전 연구의 목표와 시행 과정에 대한 설명을 들은 후 피험자 동의서에 서명을 하였다. 이전에 실제 환자를 대상으로 한 가슴 압박의 경험이 있거나, 근력 검사 및 가슴 압박 시행이 어려운 신체적인 문제가 있는 경우는 연구에서 제외하였으며, 연구에 참여하였더라도 진행 중 중단 의사를 밝힌 경우도 연구에서 제외하였다. 연구에 참여한 모든 대상자에게 연구와 관련된 어떠한 보상이나 금전적 이득도 제공하지 않았다.

2. 연구 프로토콜

본 연구는 2012년 4월 1일부터 8월 31일까지 4개월에 걸쳐 총 39명의 의과대학 학생을 대상으로 진행하였다. 연구를 시작하기 전에 참여자들은 10분간 실험에 대한 설명을 듣고 연구 참여 여부를 결정하도록 하였고 이후 동의서를 작성하였다. 실험에 대한 설명과 동의서 획득은 실험 기간 전체 동안 연구자 1인이 담당하여, 모든 연구 참여자에게 동일한 내용을 전달하도록 하였다. 참여자의 성별, 나이를 확인하였고, 키와 몸무게를 이용하여 체질량지수(BMI, Body Mass Index)를 구하였다. 그 다음 각 참여자들은 악력계를 이용하여 양쪽 손의 악력

을 측정하였다. 이후 Skill Reporter Resusci Anne® (Laerdal Medical, Stavanger, Norway) 모형틀 바닥에 위치하게 한 후 이 곁에서 무릎을 꿇은 자세에서 ‘1분 가슴 압박-1분 휴식’ 을 1회의 주기로 하여 총 4 주기를 시행하거나(1분 주기군), ‘2분 가슴 압박-2분 휴식’ 을 1회의 주기로 하여 총 2 주기를 시행하였다(2분 주기군). 이후 피로도에 의한 가슴 압박의 질 저하를 방지하기 위하여 15분간의 휴식을 취한 후, 가슴 압박-휴식의 주기를 변경하여 두 번째 가슴 압박 소생술을 시행하였다. 각각의 가슴 압박이 끝난 이후, 10분간의 휴식을 가진 후, 주관적인 난이도를 100mm 만점의 시각상사 척도를 통해 기입하도록 하였다(Figure 1). 어떤 가슴 압박-휴식 주기를 먼저 시행할 것인지 난수 발생 프로그램을 이용하여 무작위 배정하였고, 가능한 편향(Bias)을 방지하기 위해 연구 참여자는 가슴 압박 시행 중, 모형틀과 연결된 평가 모니터 화면을 보지 못하도록 하였으며, 실험 중에는 가슴 압박의 시작과 중단에 대한 것 이외에는 어떠한 지시 및 지도도 제공하지 않았다.

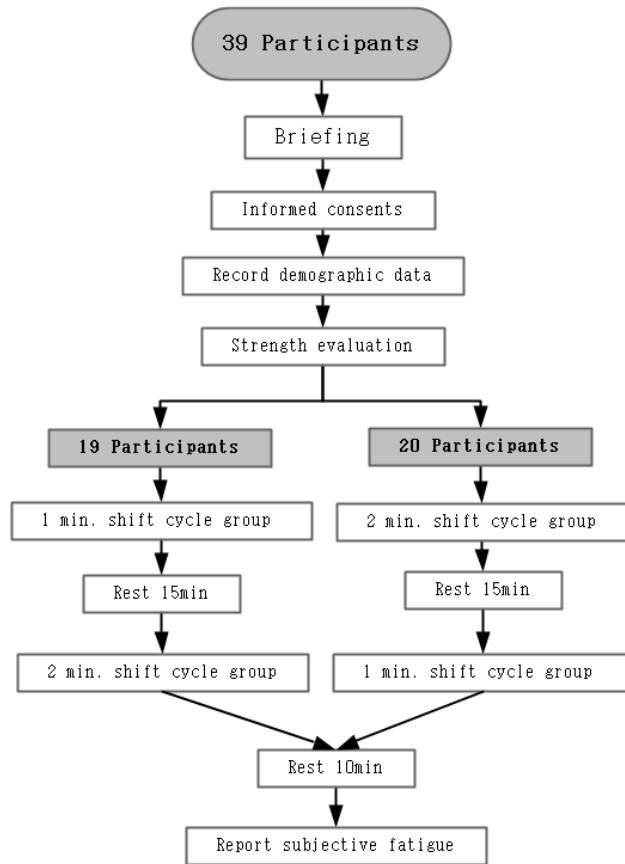


Figure1. Flow chart of the research protocol

3. 자료수집

본 연구의 일차변수(Primary end point)는 적절하게 가슴 압박이 된 것의 비율과 압박의 깊이이다. 적절한 가슴 압박 비율은 전체 가슴 압박 중, 그 깊이가 50~60mm인 압박의 비율로 정의하였다. 악력의 측정은 의자에 바로 앉은 자세에서 팔꿈치를 90도로 구부린 후, 한 손으로 약 5초간 최고의 힘으로 악력계를 쥐도록 하여 그 최대치를 측정하였고, 좌측과 우측의 악력을 번갈아 측정한 후 둘의 합을 기록하였다. 각 단계에서의 가슴 압박의 질 평가를 위하여 PC Skill

Reporting System®(Laerdal Medical, Stavanger, Norway)을 이용하여, 전체 가슴 압박의 평균 속도, 평균 깊이, 전체 가슴 압박 중 적절한 압박의 비율을 측정하였고, 다시 이를 1분 단위로 나누어, 매 1분마다의 가슴 압박의 속도와 1분 동안의 가슴 압박 중 적절한 가슴 압박의 비율을 기록하여, 시간이 경과함에 따라 가슴 압박의 질이 어떻게 변화하는지 관찰하고자 하였다. 현재는 분당 ‘적어도’ 100회 이상의 가슴 압박을 추천하고 있으며¹, 본 연구에서는 가슴 압박의 속도는 메트로놈을 이용하여 분당 120회로 고정을 하였다. 마지막으로 각각의 자세에서 참여자들이 느낀 가슴 압박의 난이도를 측정하기 위하여 100mm 만점의 시각상사척도를 이용하여 어려움을 느끼지 못하는 것을 0, 가장 힘든 것을 100mm으로 하여 조사하였다.

4. 통계 분석

본 연구에서 두 군간의 교차 계획 디자인(Cross-over design)을 분석하기 위해 선형 혼합 모형(Linear mixed model)을 사용하였으며, 네 가지의 고정 요인(Fixed effects)을 분석에 고려하였다. 첫째는 순서 요인(2분 주기군과 1분 주기군 중 어떤 것을 먼저 시행하였는가, Sequence effect), 두 번째는 집단 요인(2분 주기군과 1분 주기군 간의 차이, Group effect), 세 번째는 구간 요인(매 1분 마다 시간의 경과에 따른 변화, Period effect), 네 번째는 근력 요인(근력의 차이에 따른 변화, Strength effect)이었다. 평균 압박 깊이와 평균 적절 압박 비율의 경우, 평균값을 비교하였기 때문에 구간 요인의 영향을 받지 않음으로 이를 배제하고 다른 세 요인만 분석하였고, 분당 압박 속도 및 분당 적절 압박 비율의 경우, 구간별 변화를 분석하기 위해 구간 요인을 함께 고려 하였다. 각 구간의 변화, 즉 시간의 흐름에 따른 집단간 차이를 확인하기 위해 집단과 구간의 상호 작용(Group

by Period interaction)을 통계적으로 분석하였다. 두 군간의 상관관계는 스피어만 상관 계수(Spearman's correlation coefficient)를 구하여 분석하였고, 이산형 변수는 비율(%)로 표시하였으며, 연속형 변수는 평균과 표준편차 혹은 평균과 95% 신뢰구간으로 나타내었고, p 값이 0.05 이하 일 때 통계적으로 유의한 것으로 판정하였다. 모든 통계적 분석은 SAS 9.2 (SAS Institute INC., Cary, NC, USA)을 사용하였다.

III. 결과

본 연구에서는 1분 주기군과 2분 주기군 각각의 평균 압박의 깊이, 평균 적절 압박 비율을 확인하고, 두 군을 매 1분 마다 나누어 각 1분당 적절 압박 비율을 확인하였으며, 근력, BMI, 압박-휴식 주기의 변경이 이러한 일차 변수들과 어떠한 연관성을 가지는 지 분석하였다. 다중공선성 진단을 통해 성별은 근력과, 키와 몸무게는 BMI와 관련이 높음을 확인하여 이들은 결과값에 제시하지 않았고, 분석 결과 BMI는 각 일차변수 값에 의미 있는 영향을 미치지 못하여 표에서는 제시하지 않았다.

1. 일반적 특성

총 39명이 본 연구에 참여를 하였다. 전체 연구 참여자의 나이는 그 중앙값(사분위수)이 25(24,26)세였으며, 남성이 26(66.7%)명이었고 39명의 참가자 중 19(48.7%)명이 1분 주기군에 먼저 참여를 하였으며 나머지는 2분 주기군에 먼저 참여하였다. 키, 체중, 체질량 지수 및 근력의 남녀차이는 통계적으로 유의하였다. 연구 참가자의 일반적인 특징은 Table 1에 기재하였다.

Table 1. General characteristics of study participants (*n*=39)

	Total(<i>n</i> =39)		Male(<i>n</i> =26)		Female(<i>n</i> =13)		<i>p</i> value ^a
Age(years old)	25.08	(24.57~25.59)	25.12	(24.42~25.81)	25.00	(24.22~25.78)	0.83
Height(meter)	1.70	(1.67~1.72)	1.74	(1.71~1.76)	1.61	(1.58~1.64)	<0.01
Weight(kg)	61.33	(57.86~64.80)	66.85	(63.50~70.19)	50.30	(47.40~53.22)	<0.01
BMI(kg/m ²)	21.18	(20.40~21.97)	22.11	(21.18~23.04)	19.32	(18.51~20.14)	<0.01
Muscle strength(kg)	75.31	(66.01~78.60)	84.28	(80.19~88.37)	48.37	(44.12~52.62)	<0.01

Values are mean (95% confidence interval)

BMI, body mass index; *n*, number of person

^aStatistical significance by independent *t*-test

2. 평균 압박 깊이, 평균 적절 압박 비율, 주관적 피로도

각각 4분간 시행한 가슴 압박에서 평균 깊이와 평균 적절 압박 비율을 비교하였다. 순서 요인, 즉 어떤 군을 먼저 시행하였는가는 결과에 영향을 미치지 못하였다. 평균 압박의 깊이는 1분 주기군이 2분 주기군에 비해 더 깊었고, 집단 요인과 근력에는 통계적 연관성이 있음을 보여, 근력이 강할수록 평균 압박의 깊이는 양의 상관관계를 가지면서 더 깊었고($p < 0.01$)(Figure 2), 그리고 2분 주기군 보다는 1분 주기군에서 압박의 평균 깊이가 더 깊음을 알 수 있었다($p < 0.01$). 평균 적절 압박 비율은 집단 요인과는 연관성이 떨어지나($p = 0.07$) 근력과는 유의미한 관계를 보여 근력이 높을수록 적절히 압박한 평균 비율이 높음을 알 수 있었다($p < 0.01$). 시행자가 느낀 주관적인 피로도를 비교해 보면, 근력 및 순서 요인과는 연관성이 떨어지고 집단 요인과의 연관성이 높음을 확인하여($p < 0.01$), 근력의 정도 및 어떤 군을 먼저 시행하였는지는 상관없이 1분 주기군을 주관적으로 더 쉽게 느끼고 있음을 확인하였다. 위 내용은 Table 2에 정리 하였다.

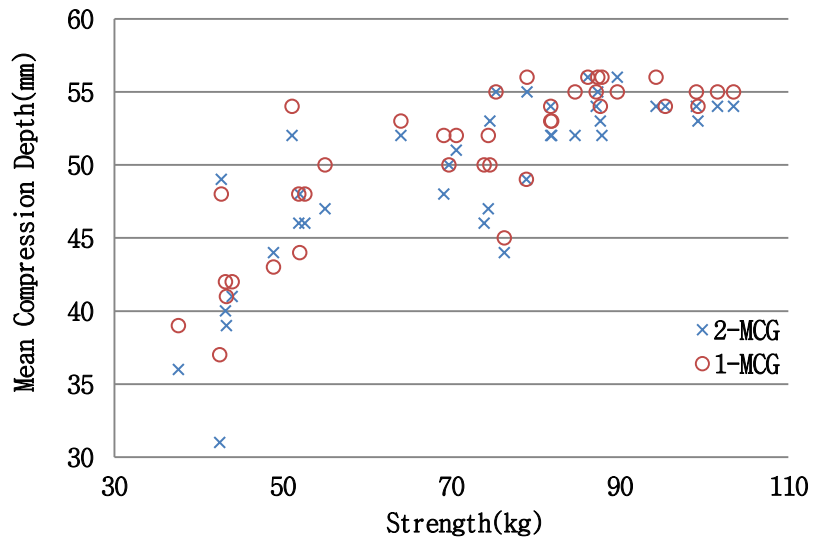


Figure 2. Correlation between strength and mean compression depth. Positive correlation is seen. The Spearman's rho in the 2-MCG is 0.80 ($p < 0.01$), and in the 1-MCG is 0.82 ($p < 0.01$).

2-MCG, 2 minute shift cycle group; 1-MCG, 1 minute shift cycle group

Table 2. Comparison of chest compression quality between 2 min. shift cycle group and 1 min. shift cycle group P-values of main effect for sequence, group and strength are given. Period effect was not considered, because mean values were compared in this table. Sequence effect did not affect the compression rate and adequate compression per period. Group effect affected the mean compression depth (mm) and subjective fatigue. Strength effect affected the mean compression depth (mm) and the mean adequate compression (%).

Variables	2-MCG (95% CI)	1-MCG (95% CI)	<i>p</i> -value		
			Sequence	Group	Strength
Mean compression depth (mm)	49.44 (47.54~51.34)	50.67 (48.94~52.39)	0.21	<0.01	<0.01
Mean adequate compression (%)	67.50 (56.05~78.94)	70.41 (58.79~82.04)	0.64	0.07	<0.01
Subjective fatigue (mm)	80.18 (76.30~84.06)	72.10 (68.19, 76.01)	0.41	<0.01	0.82

min., minute; CI, confidence interval; 2-MCG, 2-minute shift cycle group; 1-MCG, 1-minute shift cycle group
 All values are estimated means (95% confidence interval) except *p*-values.

3. 분당 압박 속도 및 분당 적절 압박 비율

본 실험에서는 메트로놈으로 분당 가슴 압박의 속도를 분당 120회로 고정하도록 설계하였으나 실제 수행이 그렇게 되었는지를 확인하기 위해 실제 수행한 가슴 압박의 회수를 매 구간, 즉 매 1분당 시행 회수를 기록하고 각 요인 별로 어떠한 영향을 미치는 지를 분석해 보았다. 그 결과 순서, 집단, 근력 요인은 가슴 압박의 회수에 영향을 미치지 못하였고, 구간 요인만 ($p < 0.01$)은 영향을 미쳤다. 즉, 압박의 회수는 구 군 모두 시간에 따라 약간의 증감의 경향을 보이나, 이것은 시간의 흐름에 따른 영향일 뿐, 두 주기군의 변화나 근력의 강도, 혹은 어떤 주기를 먼저 시행하였는가에 영향을 받지 않았다.

시간의 흐름에 따라 매 구간, 즉 매 1분마다 전체 가슴 압박 중에서 적절하게 가슴 압박이 된 것의 비율을 측정하고 각 요인들과의 상관 관계를 분석하였다. 통계적으로 순서 요인은 영향을 미치지 못하였으나, 근력과는 상관 관계가 있음을 보였고($p < 0.01$), 구간 ($p < 0.01$) 및 집단 요인($p = 0.03$)에도 영향을 받은 것으로 나타났다. 즉, 측정된 적절 압박 비율을 매 분 단위로 나누어 그 차이를 평균적으로 알아보면, 근력이 강한 정도와 시간의 변화 따라 차이가 나며, 또, 이러한 경향이 집단의 차이에 의해서도 발생하고 있음을 알 수 있다. 이에 대한 내용은 Table 3에 정리하였다.

Table 3. Comparison of chest compression quality between 2 min. shift cycle group and 1 min. shift cycle group across each period P-values of the main effect for sequence, period, group and strength was given. Sequence effect did not affect for compression rate and adequate compression per period. Compression rate was only affected by period, and adequate compression per period was affected by period, group, strength.

Variables	Group	Period				<i>p</i> -value			
		1	2	3	4	Sequence	Period	Group	Strength
Compression rate (rate min ⁻¹)	2-MCG	120 (119~121)	119 (118.3~120.73)	118.9 (117.92~119.87)	119 (117.65~120.35)	0.23	<0.01	0.84	0.96
	1-MCG	120.62 (119.71~121.53)	118.87 (118.02~119.67)	119.08 (118.04~120.11)	118.67 (117.45~119.88)				
Adequate compression /Period (%)	2-MCG	81.39 (71.03~91.76)	60.61 (47.53~73.69)	73.53 (62.28~84.78)	54.45 (40.60~68.30)	0.64	<0.01	0.03	<0.01
	1-MCG	76.34 (65.45~87.24)	71.59 (59.80~83.39)	70.09 (58.03~82.15)	63.69 (50.15~77.13)				

min., minute; CI, confidence interval; 2-MCG, 2-minute shift cycle group; 1-MCG, 1-minute shift cycle group
 All values are estimated means (95% confidence interval) except p-values.

IV. 고찰

지난 40년간 많은 연구 결과들이 축적되어감에 따라 심폐소생술의 방식과 내용은 꾸준히 변화하고 있으나, 가슴 압박의 질을 높게 유지하는 것은 여전히 심정지 환자의 예후에 영향을 미치는 가장 중요한 인자 중 하나로 여겨지고 있다. 이는 2010년 미국심장협회 가이드라인에서 더욱 강조하고 있는데, 성인 심폐 소생술에 있어 가슴 압박의 속도는 기존의 분당 ‘약’ 100회에서 ‘적어도’ 100회 이상, 압박의 깊이는 기존의 ‘약’ 5cm에서 ‘적어도’ 5cm 이상으로 수정하여, 2005년 가이드라인에 비해 더욱 ‘강하고 빠르’ 가슴 압박을 권고 하였고, 이를 2010년 가이드라인 전체의 가장 핵심적인 부분으로 제시하고 있다.

가슴 압박의 깊이와 속도를 강화하는 경우, 과거에 비해 동일한 시간을 가슴 압박을 하는 경우에도 더 많은 일을 하게 되며, 이는 시행자의 피로가 더 짧은 시간 동안 빠르게 누적될 수 있음을 시사한다. 육체적 피로의 누적이 가슴 압박의 질을 감소시킬 수 있다는 의견은 꾸준히 제시되어 왔다. Ochoa⁷ 등은 육체적 피로가 가슴 압박의 질에 미치는 영향에 대한 마네킹 연구에서 시행자의 인종, 체중, 키, 성별에 관계없이, 가슴 압박을 시작한지 1분이 경과를 하면 의미 있게 질이 감소함을 보였고, Ashton⁸ 등은 3분간 지속적으로 시행한 가슴 압박과 가슴 압박의 질의 변화를 연구한 논문에서 본인이 피로도를 자각하기 이전에 이미 피로에 의한 질의 저하가 발생하고 있음을 보여 시행자가 피로를 느끼기 이전에 정기적인 교대를 휴식을 제공할 필요성을 제기한 바가 있다. 2005년과 2010년 AHA 가이드 라인은 기본 인명 소생술 시행 시, 공통적으로 2분 간격으로 교대할 것을 추천하고 있고, Chi¹¹는 호흡과 가슴 압박의 비율을 달리하여 시행하여 가슴 압박의

질을 평가한 연구에서 2분의 교대 주기를 추천한 바 있다. 그러나, 가슴 압박을 연속적으로 할 경우 1분을 경계로 그 질이 명백히 저하된다는 점, 2010년 가이드라인에서 빠르고 깊은 가슴 압박을 강조하여 과거에 비해 피로의 누적이 더 빠른 속도로 일어날 수 있다는 점에서 볼 때, 휴식 기간을 증가시키거나 교대의 주기를 바꾸는 것을 고려할 필요가 있다.

피로가 가슴 압박의 질에 영향을 미칠 수 있다는 점과 함께, 육체적 피로와 시행자의 개별적인 요소, 특히 체력과의 연관성에 주목한 연구들이 제시되고 있다. Hansen¹⁰은 다양한 체력적인 요소들과 연속적인 가슴 압박에서의 질과의 연관성에 대한 연구에서, 환기 역치(ventilator threshold)와 근력이 높을수록 가슴 압박의 질이 높게 유지됨을 보였고, Ock⁹등은 체력을 구성하는 요소를 이전 연구들에 비해 더욱 세분화하여 연구를 진행하여, 근력이 높을수록 피로에 의한 가슴 압박의 질 감소가 유의하게 적다는 것을 제시한 바 있다. 연구자들간에 일정 부분의 차이가 있으나 가슴 압박의 질과 근력과의 상관 관계에 대해서는 공통적으로 양의 상관관계가 있음을 보이고 있어, 가슴 압박의 피로 누적을 줄이기 위해 근력을 유지 혹은 향상시키는 프로그램의 필요성을 제기하고 있다. 그러나 근력의 향상은 단기간에 이루어 지기 어렵고 개인적인 여건의 차이가 있을 수 밖에 없어 가슴 압박의 질을 유지하기 위한 표준 지침으로 제기하기에는 한계가 있다.

우리는, 최근의 AHA 가이드라인이 더 깊고 빠른 가슴 압박을 강조하여, 현재의 2분으로 추천되고 있는 가슴 압박의 주기로는 가슴 압박의 질을 감소 시킬 정도의 피로가 더 일찍 올 가능성이 있다는 점과 근력이 가슴 압박의 질을 유지하는 중요한 체력적인 인자이나 이를

쉽게 증진하긴 어렵다는 점을 동시에 주목하고, 근력의 차이에 상관 없이 가슴 압박-휴식의 주기를 짧게 하는 것으로 가슴 압박의 질이 떨어지는 것을 막을 수 있지 않을까 라는 의문 하에 본 연구를 진행하였다.

본 연구에서는 가슴 압박의 속도를 메트로놈을 이용하여 분당 120회로 고정을 하였다. 속도를 고정한 이유는 피로의 증가에 의해 발생하는 가슴 압박의 질의 저하되는 양상을 압박 깊이가 알아지는 것으로 관찰하기 위함이었다. 2010년 AHA 가이드라인에서는 ‘분당 100회 이상’의 속도로 가슴 압박을 할 것을 추천하였으나, Field¹²의 연구에서 120회 이상의 속도에서는 오히려 가슴 압박의 질이 감소할 수 있음을 보이고 있어, 본 연구에서는 이를 고려하여 가슴 압박의 속도를 120회로 속도를 고정하여, 증가한 운동량에 의한 피로 누적의 효과를 보고자 하였으며, 연구의 결과에서 볼 때, 시간의 변화에 따른 압박수의 변화가 일부 있으나 각 주기군 간의 차이는 보이지 않아 피로에 의한 가슴 압박의 질을 가슴 깊이와 이완에 관련된 사항으로만 집중하여 분석할 수 있었다. 본 연구에서는 참가자의 근력을 측정하기 위해 악력 측정 방법을 사용하였는데, 이는 악력이 상체 근력과의 상관관계가 크고,¹³ 손쉽게 측정할 수 있어, 기존의 연구에서도 근력을 측정하는 지표로 사용되었다는 점을 고려하여 결정하였다.^{14, 15}

평균 압박의 깊이에서는 압박-휴식 주기의 변화와 근력이 의미 있는 인자였고, 적절 압박 비율의 평균에서는 근력이 가장 의미 있었다. 즉, 피로의 누적에 의해 시간이 지날수록 가슴 압박의 질이 저하됨에도, 평균적인 압박의 깊이와 적정 압박 비율은 근력이 강할 수록 크다는 점을 확인하였고, 이는 기존의 연구들과 유사한 것이었다. 그러나 평균 압박의 깊이는 주기의 변화와도 의미 있는 연관성을 보여,

주기의 변화를 통해 가슴 압박의 질을 높일 수 있을 가능성을 제시하였다. 평균적인 적절 압박 비율에서는 주기의 변화가 의미있는 변화를 줄 수 없었지만, 이를 매 1분간의 적절 압박 비율로 나누어 시간의 경과에 따른 변화 요소를 분석에 반영하면, 근력뿐만 아니라 주기의 변화도 압박의 비율에 의미있는 영향을 미치는 것을 볼 수 있다. 즉, 전체적인 평균 서로 비교를 하였을 때는 압박 주기의 변화가 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 보이나, 매 1분마다 구간을 정하여 각 구간의 차이를 시간의 변화와 연관을 두어 분석을 하면, 압박 주기의 변화에 따라, 매 분당 적절 압박 비율이 평균적으로 의미있는 차이를 보이고 있다. 이런 차이를 보이는 이유는 2분 주기군의 경우 2분의 가슴 압박을 하고, 2분을 쉬 이후 다시 2분의 가슴 압박을 하게 되는데, 2분 휴식 직후에 시행한 가슴 압박의 경우, 휴식 시간이 더 길었던 효과 때문에 일시적으로 적절 압박 비율이 상승하는 것처럼 보이기 때문에 일부 구간에서 2분 주기군의 적절 압박 비율이 1분 주기군을 상회하는 현상을 보이기 때문이다. 그러나 그 경향을 보면 1분 주기군이 2분 주기군에 비해 적절 압박 비율이 감소하는 경향이 더딘 것을 알 수 있다. 이러한 차이는 본 연구가 두 군 모두 각각의 총 압박시간은 4분에 불과하였기 때문에 나타나는 것으로 보이는데, 두 군의 매 분당 적절 압박 비율의 감소 경향이 유지된다는 전제하에 총 압박 시간을 더 늘리면 평균 적절 압박 비율에서도 압박 주기에 따른 차이가 의미 있게 나타날 것이라 유추해 볼 수 있다. 두 군 간의 주관적인 난이도는 근력의 강도와 상관없이 1분 주기군에서 더 낮게 보인다. 이는 개인의 주관적인 피로감은 객관적인 운동 수행 능력과 관계없이 일정 역치 이상에서 느끼게 되는데, 1분 정도의 연속 압박은 그 역치 이하인 반면, 연속된 2분의 압박은 그 역치를 넘어서는 것으로 인지하여, 전체적으로는 동일한 시간 운동을 했음에도 더 힘들게

느끼는 것이라 추정해 볼 수 있다.

본 연구는 근력이 가슴 압박의 질의 저하를 막는 중요한 체력의 요소라는 기존의 연구를 지지한다. 하지만 동시에 근력의 강약뿐만 아니라, 1분 주기군이 2분 주기군에 비해 군이 평균 압박 깊이가 더 깊은 동시에 시간의 경과를 반영한 적절 압박 비율이 더 높게 유지됨을 보여주고 있어, 압박과 휴식의 주기를 변화시키는 것 만으로도 가슴 압박의 질을 상대적으로 높게 유지할 수 있을 가능성을 제기하고 있으며, 임상적으로는 2인 구조자 심폐소생술 시, 2분 간격의 교대 주기를 1분 간격으로 축소하는 것으로 시행자의 주관적인 피로도를 줄이면서 가슴 압박의 질을 더욱 높게 유지할 수 있을 가능성이 있음을 시사한다.

본 연구에는 몇 가지 제한점이 존재한다. 첫째, 두 군 모두 가슴 압박의 시간이 4분 정도로 짧았다. 실제 임상에서의 가슴 압박의 시간은 4분을 상회할 가능성이 높아 본 실험의 결과를 모든 심폐소생술의 과정에 일관적으로 적용하기에는 근거가 부족하다. 둘째, 본 실험은 1분 혹은 2분간의 연속적인 가슴 압박을 시행하는 연구로 호흡을 제공하는 시간을 고려하지 않았다. 실제 병원 전 단계의 성인 기본 인명 구조술에서는 30번의 가슴 압박 후 2번의 환기를 제공하는 것을 원칙으로 하고 있는데, 2인 구조자 심폐소생술에서는 다른 한 명이 2번의 환기를 제공하는 시간이 가슴 압박을 맡은 사람에게는 휴식의 시간이 될 수 있어 피로도를 줄이는 방향으로 영향을 줄 수 있다. 이러한 이유로 모든 기본 인명 구조술에서 교대 주기를 1분으로 줄이라고 하기 위해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보이나, 전문 기도 관리가 시행되고 난 이후, 즉 기도 삽관 등이 시행되고 난 이후에는 환기와는 상관없이 연속적인 가슴 압박을 하게 되어있어, 이 경우에

는 본 연구가 의의가 있을 것으로 본다. 셋째, 1분간의 교대 주기를 가질 경우, 2분간의 교대 주기에 비해 잦은 가슴 압박의 교대로 인하여 가슴 압박이 더 자주 방해받을 수 있어, 이를 반영한 추가적인 연구가 필요하다. 넷째, 본 연구의 설계에서 회수의 고정을 위해 메트로놈을 사용하였으며, 모형 곁에서 무릎을 꿇는 자세에서 가슴 압박을 시행하였는데 이는 기존의 연구들에서 가슴 압박의 질을 상승시키는 방법으로 제시된 바 있어,^{16, 17} 메트로놈이 없는 환경과 다른 자세에서도 동일한 결과를 보일지 고려해 보아야 한다. 또한 마네킹을 이용한 연구의 특성 상 실제 인체의 흉곽의 탄성과 피부의 질감이 달라 실제 인체에 가슴 압박을 하였을 때와 동일한 결과를 얻을 수 있을 지 알 수 없다는 점도 제한점으로 들 수 있을 것이다.

V. 결론

깊고 빠른 가슴 압박을 강조하는 최근의 심폐소생술 가이드라인 하에서, 가슴 압박과 휴식의 주기를 2분에서 1분으로 변경시키는 과정을 통해, 근력의 강약에 관계없이 가슴 압박의 질을 상승시킬 수 있는 가능성을 제시하였다. 본 연구를 통해, 2인 구조자 심폐소생술에서 현재의 가이드라인이 추천하고 있는 가슴 압박의 주기를 단축하는 것을 논의해 보는 계기가 될 수 있을 것이다.

VI. 참고문헌

1. Berg RA, Hemphill R, Abella BS, Aufderheide TP, Cave DM, Hazinski MF, et al. Part 5: adult basic life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:S685-705.
2. Deakin CD, Nolan JP, Soar J, Sunde K, Koster RW, Smith GB, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 4. Adult advanced life support. *Resuscitation* 2010;81:1305-52.
3. Koster RW, Baubin MA, Bossaert LL, Caballero A, Cassan P, Castren M, et al. European Resuscitation Council Guidelines for Resuscitation 2010 Section 2. Adult basic life support and use of automated external defibrillators. *Resuscitation* 2010;81:1277-92.
4. Sayre MR, O'Connor RE, Atkins DL, Billi JE, Callaway CW, Shuster M, et al. Part 2: evidence evaluation and management of potential or perceived conflicts of interest: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation* 2010;122:S657-64.
5. Abella BS, Sandbo N, Vassilatos P, Alvarado JP, O'Hearn N, Wigder HN, et al. Chest compression rates during cardiopulmonary resuscitation are suboptimal: a prospective study during in-hospital cardiac arrest. *Circulation*

2005;111:428-34.

6. Hightower D, Thomas SH, Stone CK, Dunn K, March JA. Decay in quality of closed-chest compressions over time. *Annals of emergency medicine* 1995;26:300-3.
7. Ochoa FJ, Ramalle-Gomara E, Lisa V, Saralegui I. The effect of rescuer fatigue on the quality of chest compressions. *Resuscitation* 1998;37:149-52.
8. Ashton A, McCluskey A, Gwinnutt CL, Keenan AM. Effect of rescuer fatigue on performance of continuous external chest compressions over 3 min. *Resuscitation* 2002;55:151-5.
9. Ock SM, Kim YM, Chung J, Kim SH. Influence of physical fitness on the performance of 5-minute continuous chest compression. *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine* 2011;18:251-6.
10. Hansen D, Vranckx P, Broekmans T, Eijnde BO, Beckers W, Vandekerckhove P, et al. Physical fitness affects the quality of single operator cardiocerebral resuscitation in healthcare professionals. *European journal of emergency medicine : official journal of the European Society for Emergency Medicine* 2012;19:28-34.
11. Chi CH, Tsou JY, Su FC. Effects of compression-to-ventilation ratio on compression force and rescuer fatigue during cardiopulmonary resuscitation. *The American journal of emergency medicine* 2010;28:1016-23.
12. Field RA, Soar J, Davies RP, Akhtar N, Perkins GD. The impact of chest compression rates on quality of chest compressions

- a manikin study. *Resuscitation* 2012;83:360-4.
13. Milliken LA, Faigenbaum AD, Loud RL, Westcott WL. Correlates of upper and lower body muscular strength in children. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association* 2008;22:1339-46.
 14. Machover S. Relationship of muscle strength of back and upper extremity with level of physical activity in healthy women. *American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiologists* 1989;68:300-1.
 15. Bassey EJ, Harries UJ. Normal values for handgrip strength in 920 men and women aged over 65 years, and longitudinal changes over 4 years in 620 survivors. *Clinical science (London, England : 1979)* 1993;84:331-7.
 16. Foo NP, Chang JH, Lin HJ, Guo HR. Rescuer fatigue and cardiopulmonary resuscitation positions: A randomized controlled crossover trial. *Resuscitation* 2010;81:579-84.
 17. Pozner CN, Almozlino A, Elmer J, Poole S, McNamara D, Barash D. Cardiopulmonary resuscitation feedback improves the quality of chest compression provided by hospital health care professionals. *The American journal of emergency medicine* 2011;29:618-25.

ABSTRACT

Influence of rescuer strength and shift cycle
on chest compression quality

Hyun Jong Kim

*Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University*

(Directed by Professor Hahn Shick Lee)

Introduction

The performance of effective chest compressions has been the core of cardiopulmonary resuscitation (CPR) for decades. The American Heart Association (AHA) 2010 guidelines recommend ‘harder and faster’ chest compressions than those of previous guidelines. However, increased compression rate and depth of chest compressions may be associated with increased rescuer fatigue and reduced quality of CPR. Previous studies suggested that the rescuer’s strength is strongly associated with the quality of chest compressions. Although a fitness program, such as muscle strengthening exercise, can positively impact the quality of chest compressions, it may be difficult to include as a part of standard protocol to improve the quality of CPR because of its many limitations.

We hypothesized that the change of the shift cycle, from two minute to one, may give positive effects on the quality of chest compressions in two-rescuer CPR, regardless of the rescuer’s

strength.

Methods

We recruited 39 senior medical students with no previous experience of real CPR situations who participated in this prospective, simulation-based, cross-over study. After evaluating muscle strength with a handgrip dynamometer, each participant was required to perform four cycles of chest compressions for one minute followed by rest for one minute (1 minute shift cycle group, 1-MCG), or 2 cycles of chest compressions for two minutes followed by rest for two minutes (2 minute shift cycle group, 2-MCG). The first group was randomly assigned to all participants. After taking a rest for 15 minutes, the other group of chest compressions was performed.

The speed of chest compressions was fixed at the rate of 120 times per minute by a metronome during all compressions. Adequate compression was defined by the rate of compressions and a compressed depth over 50mm. Mean compression depth (MCD), mean adequate compression (MAC) and adequate compression per period (ACP) of each group were obtained by Skill Reporter Resusci Anne® manikin. Participants were asked to report their subjective fatigue on a visual analog scale (VAS) of 0 to 100. A linear mixed model for cross-over design was used to analyze the result of this study.

Results

The rescuer's strength was strongly related to MCD ($p < 0.01$), MAC ($p < 0.01$) and ACP ($p < 0.01$), and the group effect was related to MCD

($p < 0.01$) and ACP ($p = 0.03$). Subjective fatigue of 1-MCS was lower than that of 2-MCS regardless of rescuer's strength.

Conclusion

Strength was a key determinant factor of fitness to maintain quality of chest compressions as previous studies. However, we also showed that the quality of chest compressions could be improved by changing shifting cycle from two to one minute. Therefore, reducing the existing shifting cycle as recommended by the AHA 2010 guidelines for two rescuers could be beneficial.

Key Words: cardiopulmonary resuscitation, chest compressions, fatigue, shifting cycle, strength