creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000256864

2012년 2월
박사학위 논문

일부 응급구조과 학생의 수상 인명구조 잠수교육에 따른 생리학적 변화

조선대학교 대학원

보 건 학 과

정 상 길

일부 응급구조과 학생의 수상 인명구조 잠수교육에 따른 생리학적 변화

Physiological Changes of Emergency Medical Technology Students after Diving Education for Water Lifeguards

2012년 2월 24일

조선대학교 대학원

보 건 학 과

정 상 길

일부 응급구조과 학생의 수상 인명구조 잠수교육에 따른 생리학적 변화

지도교수 한 미 아

이 논문을 보건학 박사학위신청 논문으로 제출함

2011년 10월

조선대학교 대학원

보 건 학 과

정 상 길

정상길의 박사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 박 종 인

위 원 조선대학교 교수 조 수 형 인

위 원 조선대학교 교수 류 소 연 인

위 원 조선대학교 교수 최 성 우 인

위 원 조선대학교 교수 한 미 아 인

2011년 12월

조선대학교 대학원

목 차

표 목 차 ····· iii
그림목차 ····· iv
Abstract ····· v

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 연구 방법 ····· 4
A. 연구대상 ····· 4
B. 수상인명구조를 위한 잠수 훈련 교육과정 ····· 5
C. 실험진행 ····· 10
D. 자료수집방법 ····· 12
E. 통계분석 ····· 14

Ⅲ. 연구 결과 ····· 15
A. 연구대상자의 일반적인 특성 ····· 15
B. 연구대상자의 신체적인 특성 ····· 16
C. 연구대상자의 생리학적 변화 ····· 17
D. 성별에 따른 생리학적 변화 ····· 20
E. 비만여부에 따른 생리학적 변화 ····· 23
F. 흡연여부에 따른 생리학적 변화 ····· 26

Ⅳ. 고찰 ····· 30

Ⅴ. 요약 및 결론 ····· 35

참고문헌 ····· 36

부　　록 ····· 40

표 목 차

Table 1. Confined water diving curriculum ····· 6
Table 2. Open water diving curriculum ····· 8
Table 3. Characteristics of the study subjects ····· 15
Table 4. Physical characteristics of the study subjects ····· 16
Table 5. Vital sign before and after diving of the subjects ····· 17
Table 6. Hematological characteristics before and after diving of the subjects ····· 18
Table 7. Biochemical characteristics before and after diving of the subjects ····· 19
Table 8. Vital sign by the gender ····· 20
Table 9. Hematological characteristics by the gender ····· 21
Table 10. Biochemical characteristics by the gender ····· 22
Table 11. Vital sign by the obesity ····· 23
Table 12. Hematological characteristics by the obesity ····· 24
Table 13. Biochemical characteristics by the obesity ····· 25
Table 14. Vital sign by the smoking status ····· 26
Table 15. Hematological characteristics by the smoking status ·· 28
Table 16. Biochemical characteristics by the smoking status ···· 29

그 림 목 차

Figure 1. Dive planer ····· 6

ABSTRACT

Physiological changes of emergency medical technology students after diving education for water lifeguards

Jeong, Sang Gil
Advisor : Prof. Han Mi Ah MD., Ph.D.
Department of Health Science,
Graduate School of Chosun University

Objectives: The purpose of this study was to investigate physiological changes of emergency medical technology students after diving education for water lifeguards.

Methods: The study subjects were 14 emergency medical technology students who have completed a preliminary course only in confined water. Open water dives were performed from 9-11, July, 2010 in Geomundo, Yeosu, Jeollanamdo. The data were collected from questionaries, vital sign checks and hematologic exams. Vital sign checks (heart rate, blood pressure and saturation) and hematologic exams were undergone before and after diving. Wilcoxon's signed rank test and Mann-Whitney U test were performed to examine the physiological changes by diving education.

Results: The levels of hematocrit, hemoglobin, red blood cell and cortisol significantly increased after diving ($p<0.05$). On the other hand, there were no significant differences in vital signs and the results of other hematologic exams. Additionally, some differences in physiological changes

were showed according to sex, smoking status and obesity. Especially, the cortisol level by obesity and Hct and Hb by smoking status were different.

Conclusion: Some physiological changes were observed after diving education for water lifeguards in emergency medical technology students. When diving education is performed, subjects' characteristics such as smoking and obesity should be considered. These results will help to train the emergency medical technology students. A further study with a larger sample is needed to be conducted.

Key words: Emergency Medical Technology Studies, Physiology, Water Lifeguards

Ⅰ. 서론

해양경찰청 통계자료에 의하면 해상조난사고로 인한 사망, 실종 등의 인명피해는 2008년 49명, 2009년 97명, 2010년 173명으로 매년 두 배에 가깝게 증가하고 있고[1], 최근에는 수상 활동이 다양해지고 수영을 하지 못하는 사람들마저 기구나 장비를 사용하여 수상 여가활동에 참여함에 따라 수상안전사고 발생가능성도 증가 하고 있다[2]. 익수환자 중 40분간 침수된 소아와 66분 동안 찬물에 빠진 소아의 경우 저체온증으로 인한 신경학적 손상 없이 회복된 사례가 있었으며[3,4], 수중에 가라앉은 익수자 발견 시 10분 이내에 구조하면 90%이상에서 소생가능성이 있는 것으로 보고하고 있어[5,6], 익수 환자에 대한 신속한 구조의 필요성을 제시하고 있다[7]. 이러한 수상 안전사고 발생 시 신속한 구조를 위해 해양경찰청에서는 지난 2007년부터 응급구조사를 채용하여 해양 조난 사고 및 인명구호 활동 등의 응급구조업무에 임하고 있다[8]. 지난 2010년에는 9,844명의 조난자가 수상인명구조 활동을 통해 구조된 것으로 보고하였다[1].

수상인명구조와 관련된 교육현황을 살펴보면 2006년 시행된 연구에서 9개 대학 중 7곳 이었고[9], 2011년에는 전국 36개 대학 중 23곳의 대학에서 전공필수 또는 전공선택으로 편성 운영하고 있었다(부록 1). 또한 이중 호흡기를 통한 수상인명구조 및 실습 교육을 시행하는 곳은 10개 대학이었다. 수상인명구조 교육은 구명환이나 로프 등의 장비를 사용하는 수상구조와 수중에서 조난자를 구조하는 기술 등으로 편성되어 있다[10]. 수중 구조 기술에서의 수중자가호흡기(Self-Contained Underwater Breathing Apparatus)는 호흡기체를 압축해서 저장한 고압용기를 잠수자가 휴대하고 행하는 잠수형태로서 수중에서의 인명구조 활동 시 뇌 손상 예방에 필수적인 산소 공급 장비로의 활용도 가능하다[11]. 잠수 활동 중 일어날 수 있는 조난자 발생 현장에서 육지까지의 이동 중 짝(buddy) 또는 전문구조요원이 수중자가 호흡기의 수요 밸브 방식을 활용하면 환자의 기도유지와 함께 환기를 유지해 원활한 산소 공급을 통한 신속한 응급처치를 제공 할 수 있는 장점이 있다[12].

해양사고는 선박의 충돌이나 침몰 등에서만 발생하는 것이 아니라 교육이

나 취미 목적으로 시행되는 잠수과정에서도 발생할 수 있다. 전 세계 잠수 사고가 집계되는 Divers Alert Network(DAN)에 발표한 “The DAN Report 2007”에 의하면 아시아 태평양 지역 국가에서 2005년 감압병으로 치료 받은 레크레이션 다이버는 한국이 220여명으로 1위였고, 다음으로 호주 170여명, 태국 130여명, 필리핀 70여명의 순이었다[13]. 또한 우리나라의 한국잠수협회가 보고한 잠수 사고 사례는 1997년 1월부터 2001년 3월까지 59건이며[14], 2000년부터 2년간 해양경찰청에 보고된 사망사고는 29건에 이르는 것으로 보고하고 있어 해양에서의 안전사고가 증가 추세임을 알 수 있다[1].

이러한 해양 사고의 원인으로는 해일, 쓰나미 등 불가항력인 천재지변에 의한 사고는 2%에 불과하며 신체적, 기계적 악조건에 의한 사고 10%, 불안전한 상태 및 불안전한 행동으로 인한 사고가 88%로 대부분을 차지하여 심리적 요인이 많은 비중을 차지하였다[15]. 또한 수중에서의 환경적인 요인인 해양수온, 바닷속 시야, 동료인 버디(짝), 조류 등의 여건에 의해 스트레스에 쉽게 노출되어 사고로 이어질 수 있고 특히 오랜만에 잠수하는 유자격자와 초보자인 경우 사고 발생 확률이 높은 것으로 보고하고 있다[16]. 특히 처음 해양환경에 접하게 되는 초급 잠수의 경우 수중환경의 물리적 특성이 거의 모든 인체 해부 생리적 기능에 직접간접으로 영향을 주는 것으로 알려져 있다[17].

일부 선행 연구에서는 호흡기를 가지고 시행하는 잠수는 고압의 환경에서 하는 수중 활동으로서 인체의 심박동 수, 심박출 량, 동맥혈압, 혈관의 저항 및 국소 혈류량 등 여러 면에서 변화를 주는 것으로 알려져 있으며[18,19], 한랭 노출로 인한 인체의 정상 체온 유지 기전에 대해 설명하고 있다[20,21]. 특히 저온에서는 Lactate dehydrogenase(LDH)와 creatinine kinase(CK)의 수치가 100%, 97% 증가한 것으로 보고하고 있다[22]. 또한 해녀들의 수중 작업 시 혈액성분 변화에서는 단백성분과 헤모글로빈이 증가 하는 것으로 보고 하였다. 또한 한랭 노출에 의한 인체의 스트레스 호르몬 변화에 대해서는 정상치 이상 증가 시 조직 파괴의 원인이 되고 신체의 부정적인 질소 평형 상태를 발생시켜 그 위험성을 보고하고 있다[23-25].

잠수에 따른 생리학적 변화에 대한 연구들을 살펴보면 대상자의 특성에 따

른 변화여부나 정도에 차이가 있어 잠수 시 주의할 것을 보고하고 있으며[26], 흡연자의 경우 저산소증의 위험을 초래하여 폐기능이 저하 되는 것으로 보고하고 있다[27,28]. 또한 잠수를 위한 교육 중에는 음주를 피하여 잠수로 인하여 발생할 수 있는 “마티니 법칙”에 빠지는 것에 대한 예방 또는 주의를 강조 하고 있다[29].

대부분의 수난구조의 현장은 수상 또는 수중에서 실시함으로 일반구조 현장보다 위험요인이 많고 특히 수심이 깊은 담수호나 유속이 빠른 하천에서의 구조 활동은 구조대원의 안전에 심각한 위험요인이 따르기 때문에 철저한 위험관리 프로그램이 요구 된다고 하였다[30]. 이러한 수상인명구조 활동 시 위험을 줄일 수 있는 적합한 대응책을 강구해야 하며 고압의 수중에서 이루어지는 잠수 활동이 인체의 미칠 수 있는 생리적 변화에 대한 지식을 숙지하는 것은 매우 중요하다[31]. 그러나 현재까지의 응급구조과 교육과정에서 수상인명구조와 관련된 교육 시 발생할 수 있는 문제점에 대한 연구는 미비한 실정이며 잠수 시 발생할 수 있는 생리적 변화와 관련해서는 유자격자를 대상으로 수행된 연구는 있으나 응급구조과 학생들의 수상인명구조를 위한 잠수훈련 교육과정과 관련된 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 일부 응급구조(학)과 학생들을 대상으로 잠수 전, 후의 생리학적 변화를 알아보고 대상자의 일반적 특성에 따른 생리학적 변화의 차이를 평가하고자 하였다.

Ⅱ.연구방법

A. 연구 대상

본 연구는 전남 광양시 광양읍에 소재하고 있는 광양보건대학 응급구조과의 수상인명구조 및 실습 교과목에서 이루어지는 교육의 일환으로 초급잠수 자격과정을 이수하고 있는 학생 17명을 대상으로 하였다. 이들 학생 중 제한수역(수영장 5m, 4회 잠수)훈련을 이수하고 개방수역(해양수역)훈련에 전혀 경험이 없는 학생으로 고혈압, 당뇨 등의 만성질환이 없는 사람을 대상으로 하였다.

해양 수역 잠수 교육은 2010년 7월 9일~11일(2박3일) 기간 동안 전라남도 여수시 거문도에 위치한 거문도 리조트에서 시행되었다. 이들 중 잠수 전 생체징후 검사와 채혈은 하였으나 잠수 후의 생체징후 검사 및 채혈을 하지 못한 3명을 제외한 최종 14명을 대상으로 분석하였다. 대상자들에게 실험에 대한 취지와 연구목적을 설명하고 참여의사가 있는 대상자들에게 동의서를 받았다. 또한 연구대상자 전원에게 잠수 시 면책동의서를 작성토록하고, 잠수 시 표준 안전 잠수 수칙 이해 진술서에 서명토록 하였다.

B. 수상인명구조를 위한 잠수 훈련 교육과정

수상인명구조를 위한 잠수 훈련 과정은 수상이나 수중에서의 잠수훈련을 통해 예기치 않았던 사고에 대처할 수 있는 능력을 배양하고 가장 안전한 잠수 기술을 배우는 전문기술로 편성하여 운영하고 있다[11]. 세부적으로는 구조대원의 신체를 이용하는 방법인 맨몸구조, 도구를 이용한 신체 연장, 인간사슬 구조 등을 배우며, 구명환이나 로프를 이용한 수상구조를 훈련한다. 또한 전문기술인 잠수 훈련을 위한 잠수 물리, 잠수 장비, 그리고 수중활동 중 주의사항 등의 전문수중구조를 훈련한다.

잠수훈련 과정은 잠수교육 전문가들의 모임인 Professional Association Dive Instructor(PADI)에서 제공하는 초급 잠수과정이며, PADI는 외국의 단체 중 국내외 가장 많은 다이버를 배출하고 오랜 역사를 지닌 단체이다. 또한 교육과정은 국제 인증 자격과정 (ISO 24801-2)으로 전 세계 잠수 인구의 70%가 교육받게 되는 과정이며[33] 그 구성은 세 가지 세션이다.

첫 번째는 지식 개발세션(Knowledge development)으로 자율학습교재와 동영상자료를 이용 5단원의 지식 복습 문제를 완성하여 강사에게 제출하고, 스킬 개발 수업에 참여하기 전에 지식복습을 검토 하였다. 강사는 틀린 문제와 학생의 특별한 관심에 맞춰 개개인에게 맞는 정보를 제공할 수 있다.

두 번째는 제한수역 훈련세션(Confined water training session)으로 맑고 편안한 환경에서 새로운 기술들을 소개하고 연습함으로서 물에 적응하기 위한 연습 등 수중에서의 기술들을 완전히 숙달 시킬 수 있게 한다. 제한수역훈련은 총 5장으로 구성되어 있고 보통 2일간의 시간이 소요된다(Table 1).

세 번째는 개방수역 훈련 세션(Open water training session)으로 해양(바다)에서 이루어지고 4회의 잠수(Log)훈련을 하게된다. 하루 최대 3회의 잠수로 제한한다. 개방수역에서는 지식개발과 제한수역 훈련을 통하여 익힌 기술과 지식들을 실제 잠수 환경에 적용하는 연습을 하게된다(Table 2).

Table 1. Confined water diving curriculum

	Confined water instruction
Dive 1	• Put on and adjust equipment. • Inflate/deflate a BCD using the low pressure inflator. • Breathe compressed air by breathing naturally, with out breath-holding. • Recover a regulator from behind the shoulder. • Clear a regulator using both the exhalation and purge button methods, then resume breathing from it. • Clear a partially flooded mask. • read the submersible pressure gauge. • Breathe from an alternate air source supplied by another diver for at least 30 seconds. • Hand signal • Ascend using proper technique. • Debriefing
Dive 2	• Perform the buddy predive safety check. • Demonstrate appropriate deep-water entry. • Clear a snorkel using the blast method, then resume breathing through it without lifting the face from the water. • Exchange snorkel for regulator and regulator for snorkel repeatedly without lifting the face from the water. • Descend using the five-point method. • Remove, replace and clear a mask. • Breathe without a mask for at least one minute. • Disconnect the low pressure hose from the inflator in shallow water (either underwater or at the surface.) • Orally inflate a BCD to at least half full in water too deep in which to stand, then fully deflate it. • Adjust for proper weighting. • Respond to air depletion by signaling “”out-of-air”” in water too deep in which to stand. • Remove weights using the quick release mechanism with minimal assistance. • Remove weights, scuba unit and fins (if necessary) in water too deep in which to stand and exit using the most appropriate technique. (Buddy assistance allowed.)

Table 1. Continued.

	Confined water instruction
Dive 3	• Perform a tired diver tow for 25 meters/yards in water too deep in which to stand. • Use both oral and low-pressure BCD inflation to become neutrally buoyant. • Demonstrate the cramp removal technique for self and buddy. (at the surface or underwater.) • Swim at least 10 metres/yards while maintaining. • Demonstrate the cramp removal technique for self and buddy (at the surface or underwater.) • Respond to air depletion by signaling “"out of air,"" and securing and breathing from an alternate air source supplied by a buddy. • Breathe effectively from a free-flowing regulator for at least 30 seconds. • Simulate a controlled emergency swimming ascent by swimming horizontally for at least 9 meters/30 feet while emitting a continuous sound(CESA). • Debriefing
Dive 4	• Swim without a mask for at least 15 metres/50 feet, then replace and clear the mask. • Hover using buoyancy control for at least 30 seconds, ithout kicking or sculling. • Breathing buddy • Debriefing
Dive 5	• Remove, replace, adjust and secure the scuba unit and weight system in water too deep in which to stand, with minimal assistance. • Remove, replace, adjust and secure the scuba unit on the bottom in water too deep in which to stand, with minimal assistance. • Remove, replace, adjust and secure weight system. • Debriefing

Table 2. Open water diving curriculum

	Open water instruction
Dive 1	• Briefing • Put on and adjust equipment. • Perform a predive safety check. • Adjust weighting. • Descend with control and reference using a descent line or sloping bottom contour to a depth not greater than 12 metres/40 feet. • Explore the dive site. • Debriefing
Dive 2	• Briefing • Plan dive with dive computer or RDP. • Put on and adjust equipment. • Perform a predive safety check. • Establish buoyancy by removing weights using the quick release mechanism. • Descend using a descent line or sloping bottom contour for control and reference to a depth not greater than 12 metres/40 feet. Use the five-point method. • Become neutrally buoyant by adjusting air in the BCD(or dry suit) with the low pressure inflator. • Clear a partially flooded mask/Clear a fully flooded mask. • Recover and clear the regulator at depth. • Perform each role: In a stationary position, one person signals “"out of air”" and “"share air,”" and secures and breathes from an alternate airsource provided by another diver; the other diver provides the air source. • Ascend properly using an alternate air source and establish positive buoyancy at the surface. Act as either donor or receiver. • Explore the dive site. • Ascend no faster than 18 metres/60 feet per minute while maintaining buddy contact. Use the five-point method. • Debriefing

Table 2. Continued.

Open water instruction	
Dive 3	• Briefing • Plan dive with dive computer or RDP. • Put on and adjust equipment. • Perform a predive safety check. • Adjust weighting • Descend using a visual reference for control to 6-9 metres/20-30 feet. Use the five-point method. • Become neutrally buoyant by infl ating the BCD orally. • Clear a fully flooded mask. • Explore the dive site. • Ascend no faster than 18 metres/60 feet per minute while maintaining buddy contact. Use the five-point method. • Debriefing
Dive 4	• Briefing • Plan dive with dive computer or RDP. • Put on and adjust equipment. • Perform a predive safety check. • Enter the water • Adjust weighting. • Descend with no visual reference to no greater than 18 metres/60 feet. Use the five-point method. • Hover using buoyancy control, without kicking or sculling. • Remove, replace and clear the mask. • Explore the dive site. • Ascend no faster than 18 metres/60 feet per minute while maintaining buddy contact. Use the five-point method. • Debriefing
Dive flexible skills	• Cramp removal • Tired Diver Tow- Conducted in open water dive 1 • Straight Line Surface Swim With Compass • Snorkel/Regulator Exchange • Remove and Replace Weight System and Scuba Unit. • Safety Stop

C. 실험 진행

본 연구의 실험은 남해안에 위치하고 있는 전라남도 여수시 거문도에서 시행되었고 대상자 전원은 잠수훈련 하루 전에 이동하여 실험에 영향을 줄 수 있는 배 멀미에 대한 예방을 하였다. 이와 더불어 현지에서의 장소 적응 시간을 통해 평상시의 몸 상태를 유지할 수 있게 하였다.

교육과정 진행을 위해 일관된 교육방법, 교육목표, 잠수 전후의 수행보고(briefing) 방법, 잠수동안의 수중 수신호 일치, 수중 교육을 위한 큐 카드(수중에서 시행할 모든 술기의 가치와 목표 순서 등이 적혀 있음)를 활용하여 일관된 교육을 제공하였다. 또한 강사 3명은 본 연구의 설계 시부터 참여하여 전 과정에 대한 실험계획 방법 등을 공유하였다.

대상자들이 입게 되는 잠수복은 5mm 두께의 습식 잠수복을 착용하였고 후두와 장갑을 착용하여 체온보다 낮은 수중환경에서의 열 손실을 최소화하였다. 총 17명의 대상자는 5-6명의 학생과 강사 1명을 한 개조로 편성하여 3개조로 운영하였고, 잠수 완료 후 장비를 교대 사용토록 하였다. 수중 수온은 수면 0m에서 19℃, 10m에서 18℃이었다. 수온 측정 장비는 손목 시계형 잠수컴퓨터(D9:SUUNTO)이었다.

잠수는 PADI에서 제공하는 잠수계획에 의해 진행하고 무 감압 한계 내에서 실행되었다. 사전에 대상자들은 잠수계획을 할 수 있고 이를 잠수 전 브리핑 시간에 재교육 받는다. 대상자들은 각자 편성된 조별 강사의 감독하에 잠수 전 생체 징후 검사 및 채혈을 시행하였다. 훈련은 개방수역 1장의 시행 술기에 대한 소개 및 교육목표, 교육가치 그리고 수중에서의 각 술기에 대한 수신호 약속, 수중 활동 시 안전수칙 숙지, 그리고 개인별 교육목표가 달성되면 남은 공기잔량과 잠수시간 확인 후 수중잠수를 시행하였다. 전체 대상자들의 잠수시간은 평균 45분이었다. 대상자들은 출수 술기인 5단계 상승법으로 상승하고, 안전을 위해 수심 5m에서 3-5분간 안전정지 후 수면상승 하였다. 출수를 위해 해안가 이동시 대상자들은 유동성 술기의 하나인 지친 잠수부 구조하기를 교대 시행토록 하였고, 출수 후 다음 조원에게 장비를 인계하였다. 장비 탈착 후 대상자들은 잠수 후 생체징후 검사 및 채혈에 참여하

였다. 조별 대상자들의 검사 후 최종 수행보고를 통해 술기 시행 시의 개인별 미숙한 점과 잘한 점, 그리고 첫 수중훈련에 대한 소견 등의 의견을 나눔으로써 완료되었다(Figure 1).

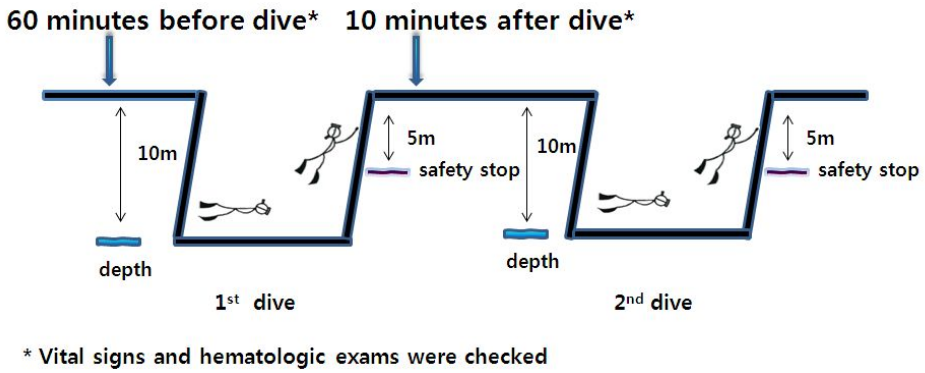

Figure 1. Dive planer

D. 자료수집 방법

1. 설문조사

대상자들의 일반적 특성을 파악하기 위해 자기기입식 설문조사를 통해 성별(남, 여), 연령, 거주지(광역시, 시군구, 농어촌), 신장(cm), 체중(kg), 흡연(비흡연, 과거흡연, 흡연), 음주(비음주, 과거음주, 음주)상태를 조사 하였다. 체질량 지수는 대상자들의 체중을 신장의 제곱으로 나눈 값으로 구하였다. 또한 비만여부는 정상군(18.5-22.9kg/㎡)과 비만(과체중:23.0-24.9kg/㎡, 비만:25.0-29.9 kg/㎡)으로 분류하고 흡연여부는 비흡연자와 흡연자(과거흡연과 흡연자)로 재분류하였다.

2. 생체징후 측정

모든 대상자들은 교육 및 잠수 활동 전에 혈압 및 심박 수, 산소포화도(SPO_2)를 측정 하였고, 연구 설계시에 기록과 채혈을 담당할 책임자와 함께 실험에 대한 진행일정, 진행방법, 대상자, 대상인원, 교육 장소, 기록 방법 등의 상세한 내용을 의논하고 계획하였다. 대상자들의 생체징후 검사를 위해 환자 감시 장비(BM3 plus : 바이오넷)로 심박 수(Heart rate), 혈압(Blood pressure), 산소포화도(SPO_2)를 측정하였다. 또한 각 대상자들의 검사 시간 및, 입수시간, 출수시간, 잠수 후 생체 징후 검사 시간을 기록 하였다.

3. 혈액검사

채혈은 잠수 전 60분과 첫 잠수 후에 실시되었다. 채혈은 전완의 상완정맥에서 1회용 주사기를 사용하여 7-10cc정도 채취한 후 먼저 혈청분리용 튜브에 4-5cc 분주 후 상온에서 30분이 지나고 난 뒤 KUBOTO KⅡ 1392-M000(원심분리기)기종을 사용하여 3000rpm으로 냉장 원심분리를 실시하여 혈청을 보관하였다. 혈구 형 검사는 Ethylenediaminetetraacetic acid(EDTA)항 응고제가 들어있는 튜브에 2-3cc정도 분주, 응고되지 않도록 혼합 후 냉장보관 하였다. 모든 대상자들은 채혈 후 교육에 참가토록 하였다.

채혈된 혈액은 의료법인 녹십자의료재단 연구소에서 분석 하였다. 혈액분석항목 중 혈구세포측정항목에는 혈색소, 적혈구용적, 혈소판, 적혈구 수, 백혈구 수를 분석하였으며, 적혈구 항 수에 대한 항목으로 MCV(mean corpuscular volume), MCH(mean corpuscular hemoglobin), MCHC(mean corpuscular hemoglobin concentration)을 검사하였다. 또한 간손상의 지표인 AST(atlantic standard time), BUN(blood urea nitrogen)과 Creatinine 및 젖산 탈 수소효소인 LDH(lactate dehydrogenase), 스트레스 호르몬인 cortisol을 검사 하였다.

E. 통계분석

본 연구를 위해서 windows SPSS ver 17.0 통계프로그램을 이용하였다. 대상자 특성은 N(%) 혹은 중앙값(범위)로 제시하였다. 잠수 전, 후의 생리학적 변화는 윌콕슨 부호 순위 검증(Wilcoxon's signed-ranks test)을 이용하였고, 성별(남, 여), 비만(정상, 비만), 흡연여부(비흡연, 흡연)에 따른 잠수 전후의 생리학적 변화는 맨휘트니검정(Mann-Whitney u test)을 이용하였으며, 모든 유의수준은 $p<0.05$로 설정하였다.

Ⅲ. 연구결과

A. 연구대상자의 일반적 특성

전체 연구 대상자는 14명으로 남성 7명 50.0%, 여성 7명 50.0%였다. 연령은 전체 20.5세였고, 신장은 168.5cm였으며, 몸무게 측정 결과는 59kg이었다(Table 3).

Table 3. Characteristics of the study subjects

Variable	N	Median	Range
Gender			
Male	7	21.0	19~25
Female	7	20.0	19~22
Age (yr)	14	20.5	19~25
Height (cm)	14	168.5	150~180
Weight (kg)	14	59.0	50~87

B. 연구대상자의 신체적 특성

대상자들의 체질량지수는 정상군 79.0%, 과체중이 14%였고, 비만이 7%였다. 흡연에 대한 조사결과에서는 비흡연 군 50.0%, 흡연 군 35.7%, 과거흡연 군14.3%였다. 음주는 연구대상자 14명 모두 현재 음주였다(Table 4).

Table 4. Physical characteristics of the study subjects

Variable	Reference	frequency	%
Body mass index(kg/㎡)			
Normal	18.5~22.9	11	79.0
Overweight	23.0~24.9	2	14.0
Obesity	25.0~29.9	1	7.0
Smoking status			
Nonsmoker		7	50.0
Ex-smoker		2	14.3
Current smoker		5	35.7
Current drinker		14	100.0

C. 연구대상자의 생리학적 변화

잠수 전, 후의 수축기 혈압 및 이완기 혈압, 그리고 심박수와 산소포화도를 비교한 결과 유의한 차이가 없었다(Table 5).

Table 5. Vital sign before and after diving of the subjects

Variable	Before Median(range)	After Median(range)	P-value
Systolic BP (mmHg)	125.0(110~130)	120.0(100~140)	0.437
Diastolic BP (mmHg)	70.0(50~ 90)	70.0(50~ 90)	0.438
Heart rate (beat/min)	85.0(73~116)	88.5(72~112)	0.844
Saturation (%)	99.0(96~ 99)	99.0(98~ 99)	0.739

잠수 전, 후 Hct를 비교한 결과 잠수 전 48.3%, 잠수 후 51%로 유의하게 높아졌다. 잠수 전, 후 Hb를 비교한 결과에서는 잠수 전 13.5mg/dl보다 잠수 후 14.1mg/dl로 유의하게 증가하였다. 잠수 전, 후 RBC를 비교한 결과 잠수 전 4.7×10^{12}/L보다 잠수 후 4.9×10^{12}/L로 유의하게 높아졌다(Table 6).

Table 6. Hematological characteristics before and after diving of the subjects

Variable (unit)	Reference	Before Median (range)	After Median (range)	P-value
Hct(%)	36~54	48(40~ 53)	51(44~ 56)	0.001
Hb(g/dL)	12~17	13(10~ 15)	14(11~ 16)	0.001
MCV(fl)	80~100	104(92~113)	102(96~113)	0.132
MCH(pg)	27~31	29(24~ 31)	29(25~ 31)	0.776
MCHC(g/dL)	32~36	28(26~ 29)	28(26~ 30)	0.197
Platelet($\times10^3$ul)	150~450	200(113~246)	191(97~255)	0.529
RBC($\times10^{12}$/L)	4~6.5	4.7(3.8~5.2)	4.9(4.3~5.5)	0.001
WBC($\times10^3$ul)	4~10	5.3(3.0~8.1)	4.8(1.9~8.7)	0.730

잠수 전, 후의 Cortisol을 비교한 결과는 잠수 전 13.6ug/dl보다 잠수 후 20.8ug/dl로 유의하였다(Table 7).

Table 7. Biochemical characteristics before and after diving of the subjects

Variable (unit)	Reference	Before Median (range)	After Median (range)	P-value
AST (mg/dl)	<40	21(9~ 36)	21(11~ 32)	0.180
Creatinine (mg/dl)	0.4~1.35	0.9(0.8~1.2)	0.9(0.8~1.2)	0.655
BUN (mg/dl)	5~23	12(9~ 24)	12(9~ 23)	0.176
LDH (unit)	200~485	359(279~989)	365(298~963)	0.875
Cortisol (ug/dl)	4.3~22.4	13.6(7.8~28.1)	20.8(12.8~33.0)	0.011

D. 성별에 따른 생리학적 변화

성별에 따른 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 산소포화도는 잠수 전, 후 그리고 잠수 전과후의 차이값을 비교한 결과 유의하지 않았다(Table 8).

Table 8. Vital sign by the gender

Variable (unite)	Gender	Before median(range)	After median(range)	After-Before median(range)
Systolic BP (mmHg)	Male	125.0(110~130)	120.0(110~140)	0.0(-10~20)
	Female	130.0(110~130)	120.0(100~135)	-10.0(-30~10)
Diastolic BP (mmHg)	Male	80.0(60~ 90)	70.0(50~ 90)	0.0(-30~10)
	Female	70.0(50~ 70)	70.0(50~ 88)	2.0(-20~18)
Heart rate (beat/min)	Male	85.0(73~116)	94.0(82~112)	8.0(-34~21)
	Female	85.0(77~105)	83.0(72~104)	-1.0(-32~ 8)
Saturation (%)	Male	99.0(96~ 99)	99.0(98~ 99)	0.0(-1~ 3)
	Female	99.0(98~ 99)	99.0(98~ 99)	0.0(-1~ 1)

성별에 따른 잠수 전, 후의 Hct를 비교한 결과 잠수 전 남성이 여성보다 높아 유의하였다. 잠수 후에서도 남성이 여성보다 증가되어 유의하였다. Hb은 잠수 전 남성이 여성보다 높아 유의하였고, 잠수 후에서도 남성이 여성보다 유의하게 높아졌다. RBC는 잠수 전, 후에서 남성이 여성보다 유의하게 높았다. 성별에 따른 잠수 전후의 차이값은 모든 항목에서 유의하지 않았다(Table 9).

Table 9. Hematological characteristics by the gender

Variable (unit)	Gender	Before median(range)	After median(range)	After-Before median(range)
Hct (%)	Male	52.6(49~53)	53.5(52~56)	0.9(0.3~3.5)
	Female	43.9(40~47)‡	47.1(44~49)‡	0.9(-0.1~5.7)
Hb (g/dL)	Male	15.1(13~15)	15.9(14~16)	0.9(0.2~1.2)
	Female	12.4(10~13)‡	13.5(11~13)‡	0.9(0.4~1.8)
MCV (fl)	Male	101(100~106)	101(97~110)	0.3(-4.7~4.3)
	Female	105(92~113)	104(96~113)	0.3(-4.6~3.0)
MCH (pg)	Male	29.5(27~31)	29.6(26~31)	0.2(-0.5~0.6)
	Female	29.8(24~31)	30.0(25~31)	0.2(-0.7~0.9)
MCHC (g/dL)	Male	28.8(26~29)	29.0(27~30)	0.2(-1.0~1.9)
	Female	28.2(26~29)	28.1(26~29)	0.2(-0.6~0.9)
Platelet ($\times 10^3$ul)	Male	208(144~246)	192(97~255)	17.0(-51~74)
	Female	200(113~232)	191(108~251)	13.0(-48~79)
RBC ($\times 10^{12}$/L)	Male	5.0(4.8~5.2)	5.4(5.3~5.5)	0.29(0.0~0.4)
	Female	4.1(3.8~4.4)‡	4.4(4.3~4.8)‡	0.28(0.1~0.5)
WBC ($\times 10^3$ul)	Male	5.3(4.2~6.7)	6.2(2.8~8.7)	1.1(-1.9~3.3)
	Female	5.2(3.0~8.0)	4.6(1.9~8.4)	1.0(-2.7~1.6)

‡ $p<0.01$

성별에 따른 잠수 전, 후의 Creatinine을 비교한 결과 잠수 전 남성이 여성보다 높아 유의하였다. 잠수 후에서도 남성이 여성보다 유의하게 증가하였다. BUN은 잠수 전 남성이 여성보다 높아 유의하였다(Table 10).

Table 10. Biochemical characteristics by the gender

Variable (unit)	Gender	Before median(range)	After median(range)	After-Before median(range)
AST (mg/dl)	Male	19.0(14~29)	19.0(16~17)	2.0(-10 ~0.8)
	Female	24.0(9~36)	24.0(11~32)	2.0(-4 ~ 7)
Creatinine (mg/dl)	Male	1.1(1.0~1.2)	1.1(1.0~1.2)	0.0(-0.1~0.1)
	Female	0.9(0.8~0.9)‡	0.8(0.8~0.9)‡	0.0(-0.1~0.1)
BUN (mg/dl)	Male	15.3(11.9~24.9)	15.2(10 ~23)	0.3(-4.6~1.9)
	Female	11.7(9.8~13.6)†	10.9(9.4~13.3)†	0.2(-2.0~1.1)
LDH (unit)	Male	348(279~989)	381(312~634)	22(-362~355)
	Female	370(298~826)	360(298~963)	36(-528~652)
Cortisol (ug/dl)	Male	15.7(7.8~22.4)	18.9(13.2~26.1)	4.0(-7.9~10)
	Female	13.1(8.1~28.1)	21.5(12.8~33.0)	5.9(-1.3~19)

† $p<0.05$, ‡ $p<0.01$

E. 비만여부에 따른 생리학적 변화

비만여부(정상, 비만)에 따른 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 산소포화도는 잠수 전, 후 그리고 잠수 전과후의 차이값을 비교한 결과 유의하지 않았다(Table 11).

Table 11. Vital sign by the obesity

Variable (unit)	Obesity	Before (median)	After (median)	After-Before (median)
Systolic BP (mmHg)	Normal	125.0(110~130)	120.0(100~135)	0.0(-30 ~ 20)
	Obesity	120.0(110~130)	119.0(110~140)	-12.0(-12 ~ 10)
Diastolic BP (mmHg)	Normal	70.0(50~ 80)	70.0(50~ 88)	0.0(-30 ~ 18)
	Obesity	70.0(60~ 90)	61.0(50~ 90)	-5.0(-20 ~ 2)
Heart rate (beat/min)	Normal	85.0(73~105)	88.5(72~ 78)	0.0(-32 ~ 21)
	Obesity	94.0(77~116)	87.0(78~112)	4.5(-34 ~ 8)
Saturation (%)	Normal	99.0(98~ 99)	99.0(98~ 99)	0.0(-1 ~ 1)
	Obesity	98.5(96~ 99)	98.5(98~ 99)	0.0(-1 ~ 3)

비만여부에 따른 Hct, Hb, MCV, MCH, MCHC, Platelet, RBC, WBC항목은 잠수 전, 후 그리고 잠수 전과후의 차이값을 비교한 결과 유의하지 않았다(Table 12).

Table 12. Hematological characteristics by the obesity

Variable (unit)	Obesity	Before median(range)	After median(range)	After-Before median(range)
Hct	Normal	48.3(40~53)	51.0(45~56)	2.9(-0.1~5.7)
(%)	Obesity	48.2(40~53)	50.8(44~55)	3.0(1.1~4.2)
Hb	Normal	13.5(11~15)	14.1(12~16)	0.9(0.4~1.8)
(g/dL)	Obesity	13.8(10~15)	14.5(11~15)	0.7(0.2~1.1)
MCV	Normal	104(99~113)	102.2(97~113)	1.1(-4.7~0.5)
(fl)	Obesity	102(92~106)	101.4(96~110)	1.6(-2.3~4.3)
MCH	Normal	29.8(26~31)	29.9(26~31)	0.2(-0.7~0.6)
(pg)	Obesity	29.4(24~31)	28.9(25~31)	0.1(-0.5~0.9)
MCHC	Normal	28.4(26~29)	28.9(26~30)	0.4(-0.6~1.9)
(g/dL)	Obesity	28.5(26~29)	28.3(26~29)	0.2(-1.0~0.2)
Platelet	Normal	200(144~246)	183(97~251)	15(-51~74)
($\times 10^3$ul)	Obesity	189(113~229)	192(108~255)	2(-48~79)
RBC	Normal	4.7(3.8~5.2)	5.1(4.3~5.5)	0.3(0.1~0.5)
($\times 10^{12}$/L)	Obesity	4.7(4.1~5.1)	4.8(4.5~5.4)	0.2(0.0~0.4)
WBC	Normal	5.2(3.0~8.0)	6.1(1.9~8.7)	0.8(-1.1~3.3)
($\times 10^3$ul)	Obesity	5.8(4.7~6.0)	3.6(2.8~4.9)	1.7(-2.7~1.8)

연구대상자의 비만여부에 따른 혈액학 및 생화학적 특성을 잠수 전, 후, 잠수전후의 차이 값으로 비교한 결과는 Cortisol에서 잠수 전 남성 13.2(ug/dl)이 여성 20.5(ug/dl)보다 높아 유의하였다(Table 13).

Table 13. Biochemical characteristics by the obesity

Variable (unit)	Obese	Before median(range)	After median(range)	Before-After median(range)
AST (mg/dl)	Normal	21.5(13~36)	21.5(15~32)	1.0(-10~8)
	Obesity	20.0(9-25)	23.0(11~31)	3.0(2~6)
Creatinine (mg/dl)	Normal	1.0(0.8~1.2)	0.9(0.8~1.2)	0.0(-0.1~0.1)
	Obesity	0.9(0.9~1.1)	0.9(0.8~1.1)	0.0(-0.1~0.0)
BUN (mg/dl)	Normal	12.9(9~24)	12.8(9~23)	0.3(-2 ~2.9)
	Obesity	11.9(10~17)	11.1(10~12)	0.9(-4.6~0.3)
LDH (unit)	Normal	459(298~989)	365(298~862)	6(-528~291)
	Obesity	315(279~440)	495(312~963)	195(-128~652)
Cortisol (ug/dl)	Normal	13.2(7.8~19.6)	20.2(12.8~33.0)	5.3(1.9~19.9)
	Obesity	20.5(13.4~28.1)†	21.3(14.5~26.8)	1.3(-7.9~ 6.6)

† $p<0.05$

F. 흡연여부에 따른 생리학적 변화

흡연여부에 따른 수축기 혈압, 이완기 혈압, 맥박, 산소포화도는 잠수 전, 후 그리고 잠수 전과후의 차이값을 비교한 결과 유의하지 않았다(Table 14).

Table 14. Vital sign by the smoking state

Variable (unit)	Smoking	Before median(range)	After median(range)	After-Before median(range)
Systolic BP (mmHg)	No	130.0(110~130)	120.0(107~140)	0.0(-13 ~ 10)
	Yes	120.0(110~130)	120.0(100~130)	0.0(-30 ~ 10)
Diastolic BP (mmHg)	No	70.0(70~ 90)	70.0(50~ 90)	0.0(-30 ~ 18)
	Yes	70.0(50~ 80)	70.0(50~ 80)	0.0(-10 ~ 10)
Heart rate (beat/min)	No	84.0(73~105)	92.0(72~112)	1.0(-13 ~ 21)
	Yes	90.0(81~116)	85.0(73~104)	0.0(-34 ~ 20)
Saturation (%)	No	99.0(96~ 99)	99.0(98~ 99)	0.0(- 1 ~ 3)
	Yes	99.0(98~ 99)	99.0(98~ 99)	0.0(- 1 ~ 3)

Hct는 잠수 전, 후, 잠수 전후의 차이값 3항목 모두에서 흡연군이 비흡연군에 비해 높아 유의하였다. Hb에서도 잠수 전과 후에 비흡연 군이 흡연 군보다 유의하게 높았다. wbc는 잠수 후에 비흡연 군보다 흡연 군이 증가되어 유의하였다(Table 15).

Table 15. Hematological characteristics by the smoking state

Variable (unit)	Smoking	Before median(range)	After median(range)	Before-After median(range)
Hct (%)	No	43.9(40~52)	47.6(44~53)	3.4(1.1~5.7)
	Yes	52.6(47~53)†	53.5(47~56)†	2.0(-0.1~3.5)†
Hb (g/dL)	No	12.4(10~15)	13.5(11~15)	0.9(0.4~1.8)
	Yes	15.1(12~15)†	15.9(13~16)†	0.7(0.2~1.9)
MCV (fl)	No	101(92~106)	98(96~106)	0.9(-2.3~3.8)
	Yes	105(100~113)	103(97~113)	0.4(-4.7~4.3)
MCH (pg)	No	29.6(24~31)	29.2(25~31)	0.2(-0.7~0.9)
	Yes	30.2(27~31)	30.8(26~31)	0.2(-0.3~0.6)
MCHC (g/dL)	No	28.4(26~29)	28.8(26~29)	0.2(-0.6~0.4)
	Yes	28.4(26~29)	28.5(27~30)	0.4(-1.0~1.9)†
Platelet ($\times 10^3$ul)	No	156(113~232)	192(97~255)	0.0(-51~79)
	Yes	208(144~246)	191(170~229)	21.0(-37~74)
RBC ($\times 10^{12}$/L)	No	4.3(3.8~5.2)	4.6(4.3~5.4)	0.36(0.2~0.5)
	Yes	5.0(4.2~5.2)	5.3(4.3~5.5)	0.26(0.0~0.3)
WBC ($\times 10^3$ul)	No	4.8(3.0~6.0)	4.2(1.9~7.5)	1.1(-2.7~3.3)
	Yes	5.7(4.8~8.0)	6.1(4.2~8.7)†	0.4(-1.4~2.7)

† $p<0.05$

흡연여부에 따른 BUN의 결과는 잠수 후에 비흡연군 보다 흡연군에서 높아 유의하였다. 그 외의 생화학요소에는 유의하지 않았다(Table 16).

Table 16. Biochemical characteristics by the smoking state

Variable (unit)	Smoking	Before median(range)	After median(range)	Before-After median(range)
AST (mg/dl)	No	14.0(9~36)	17.0(11~31)	2.0(-4.0~6)
	Yes	24.0(16~29)	25.0(16~31)	0.0(-10~8)
Creatinine (mg/dl)	No	0.9(0.8~1.2)	0.9(0.8~1.2)	0.0(-0.1~0.1)
	Yes	1.1(0.8~1.2)	1.1(0.8~1.2)	0.0(-0.1~0.1)
BUN (mg/dl)	No	12.1(9~15)	10.4(9~15)	0.4(-2.1~0.3)
	Yes	14.1(11~24)	13.3(10~23)†	0.2(-4.6~1.9)
LDH (unit)	No	320(298~826)	356(298~963)	26(-528~652)
	Yes	549(279~989)	473(336~862)	22(-362~355)
Cortisol (ug/dl)	No	13.4(9.7~28.1)	22.5(12.8~33.0)	3.8(-1.3~19)
	Yes	13.8(7.8~22.4)	17.2(13.2~26.1)	5.1(-7.9~10)

† $p<0.05$

Ⅳ. 고찰

본 연구에서는 일부 응급구조과 학생을 대상으로 수상인명구조를 위한 잠수 훈련 교육 과정 중 초급잠수(Open Water Scuba Diver)과정으로 제한수역(수영장 5m 4회 잠수) 훈련을 이수하고 해양수역에서의 훈련 경험이 없는 학생을 대상으로 첫 잠수훈련 전·후의 인체의 생리학적 변화를 알아보고자 하였다.

연구를 위해 시행된 PADI의 초급 잠수 훈련과정은 국제 기준에 부합하고 있으며, 특히 그 교육과정의 이론 및 실습 등의 전 과정이 전 세계 어디서나 일관된 프로그램으로 운영되는 장점을 가지고 있다. 또한 교육과정에 포함되어 있는 술기 중 중성부력, 비상수영 상승하기, 비상용 호흡기를 이용한 상승, 짝 호흡 상승, 잔압계 확인, 지친 잠수부 끌기 등의 술기[32]는 수상인명구조 교육 시 필수 이수항목으로 권장하고 있어 인명구조와의 연계성이 높다.

응급구조과 학생들을 대상으로 해양수역에서의 첫 잠수 전후의 생체징후 변화를 살펴본 결과 수축기혈압, 이완기혈압, 심박 수, 산소포화도는 유의한 차이가 없었다. 인체의 심혈관계 변화를 가장 잘 반영하는 심박 수는 잠수 시 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있다[18]. 본 연구에서 잠수 전후의 심박 수를 측정한 결과 잠수 전 중앙값 85.0 (범위 73-116) beat/min과 잠수 후 88.5(72-112) beat/min로 유의하지 않았다(p=0.844). 이는 강지현 등[33]이 일부대학의 남학생 8명을 대상으로 시행한 연구에서 수중 활동 전 심박 수 92.55±3.33 beats/min, 수중 활동 30분 후 88.34±2.7 beat/min으로 약 4 beat/min 정도 유의하게 감소한 것과는 상이한 결과이다. 본 연구에서는 잠수를 시작하기 30-60분전에 심박 수를 검사하였는데 피 실험자들의 심리적인 영향에 의한 “예상반응(anticipatory response)”이라 불리우는 자율신경계와 부신수질의 영향으로 카테콜라민이 분비되어 잠수 전에도 다소 심박 수가 높은 것으로 판단된다. 선행연구[34-36]의 대상자들은 대부분 유자격자들로 심박 수가 유의하게 감소하는 영향을 미쳤으나 본 실험의 대상자들은 자격이수를 위한 과정 중 훈련을 위한 과제수행, 그리고 익숙하지 않은 수중환경에

대한 심리적 영향을 받은 것으로 생각되며 향후 교육을 위한 사전 교육 장소에서의 수면잠수 적응훈련 등이 필요할 것으로 사료된다.

수중 잠수는 저·중강도의 운동량을 필요로 유산소 활동이다[37]. 적혈구는 산소를 운반하는 중요한 혈액성분으로, 지구성 훈련은 헤마토크리트, 적혈구수, 헤모글로빈 농도 등의 혈액학적 요소에 영향을 미치며, 유산소 능력을 향상시키고 운동수행능력을 상승시키는 효과가 있다고 하였다[38]. 본 연구에서 이러한 변화를 평가 하고자 대상자들의 잠수 전후의 혈액검사를 시행 하였다. 혈중 헤마토크리트의 검사 결과에서는 잠수 전 48.3(40.1-53.5)%, 첫 잠수 후 51(44.2-56.6)%로 유의한 차이가 있었고(p=0.001), 헤모글로빈의 잠수 전 13.5(44.2-56.6) mg/dl, 첫 잠수 후14.1(11.6-16.4) mg/dl로 유의하게 증가하였다(p=0.001). 적혈구의 잠수 전 4.7(3.8-5.2)×10^{12}/L과 첫 잠수 후 4.9(4.3-5.5)×10^{12}/L의 결과 p=0.001로 유의한 차이였다. 이는 선행 연구[34,35]에서와 일치되는 결과였다. 근 혈류(muscle blood flow)량에 대한 연구에서는 일회성의 국소적 근 수축 동안에는 휴식 시의 혈류량보다 15-20배 증가하는 것으로 보고되고 있고[39], 운동으로 소비된 산소를 보충하기 위해 혈중 적혈구와 헤모글로빈이 증가된다고 하였다[40,41]. 더욱이 본 실험 대상자들에서는 조류가 있는 곳에서의 저항 움직임, 그리고 수중 활동에 적응하는 과정에서 발생되는 운동량의 증가와 유산소적 근 지구력 운동 시 수축 부위에 대한 산소 운반역할을 하는 헤마토크리트, 헤모글로빈, 적혈구의 혈중농도의 증가로 판단된다.

혈중 스트레스 호르몬의 농도는 운동의 의해 증가되며, 증가된 호르몬은 면역조절 효과가 있는 것으로 알려져 있다[42]. 한랭 환경에서의 장시간 체류 또는 운동 시에는 체온유지를 위한 열 생산이 증가되며 대사율이 높아지고 체온 저하에 따른 떨림 현상을 유발하여 혈중 스트레스 호르몬의 농도를 증가시킨다고 하였다[43]. 이러한 스트레스 호르몬의 변화를 관찰하고자 실험한 결과 잠수 전 13.6(7.8-28.1) ug/dl 보다 잠수 후 20.8(12.8-33.0) ug/dl에 유의하게 증가하였다(p=0.011). 일부 선행 연구[44]에서는 첫 잠수 전과 후, 그리고 잠수전과 반복 잠수 후의 스트레스 호르몬의 농도 변화에 유의한 차이가 없는 것으로 나타나 본 연구와 상이한 결과였다. 본 실험 대상자들의 교육이 이루어진 장소의 수중 온도는 수심 10m에서 18℃이었으며, 체온 보호를 위한 5mm의

습식 잠수복을 착용하고 있었지만 대부분 맞춤식이 아닌 대여 장비를 착용하여 한랭 자극을 받았던 것으로 판단된다. 실제 일부 대상자는 바로 옆의 짝(Buddy)까지도 느낄 수 있는 떨림현상을 보여 체온 유지가 안됨을 알 수 있었다. 또한 대상자들은 초급잠수 훈련생들로서 선행 연구와의 자격유무에 대한 차이가 있었을 것으로 사료되며 피 실험자들은 유자격자가 아닌 초급 잠수 자격을 취득하기 위해 수행해야 할 과제를 부여 받고 있었고, 제한수역과 달리 조류가 있는 환경에서 하는 운동으로 그 심리적, 육체적 스트레스가 높았을 것으로 사료된다. 최종 실험대상자에서 제외된 3명의 훈련생들에서는 사전에 계획된 조원과 실행하지 못하고 추후 재 편성된 4조에서 실행하는 등의 교육시간이 지체 되는 결과가 발생하기도 했다. 추후 응급구조과 학생들을 위한 단체 실습이나 잠수 훈련을 위한 해양 수역 훈련 시에는 이에 대비한 교육 프로그램의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 일반적인 특성에 따른 생리학적 변화를 알아보기 위해 잠수 전, 잠수 후, 잠수 전후의 차이값을 구하여 추가로 분석 하였다. 성별에 따른 생체징후 변화는 잠수 전, 후, 차이값 모두 유의하지 않았으나, 일부 혈액학적 요소에서는 헤마토크리트, 헤모글로빈, 적혈구, 크레아티닌에서 잠수 전과 잠수 후 남성이 여성보다 유의하게 높은 것으로 조사 되었다($p<0.01$). 이는 Hb의 정상 수치(남성:13.0-17.5g/dL, 여성 12.0-16.0g/dL)와 Hct의 정상 수치(남성40-54%, 여성36-47%)에 대한 남성에서의 참고치가 원래 높아 발생한 차이로 판단되며, 성별에 따른 잠수 전후의 차이는 없었다.

비만여부에 따른 생리학적 변화에서는 잠수 전, 후, 전후의 차이값 모두 유의하지 않았다. 생화학적인 요소 중 스트레스 호르몬에서 잠수 전 정상 13.2(7.8-19.6) ug/dl군 보다 과체중 20.5(13.4-28.1) ug/dl군에서 유의하게 ($p<0.05$) 높았고, 잠수 후 정상 20.2(12.8-33.0) ug/dl군 과체중 21.3(14.5-26.8) ug/dl군, 그리고 잠수 전후 차이값의 정상 5.3(1.9-19.9) ug/dl군과 비만 1.3(-7.9-6.6) ug/dl군에서는 유의하지 않았다. 이는 잠수 전에는 정상 군에서는 스트레스 호르몬이 높지 않아 비만군과의 차이가 있었으나 잠수 후에 유의하지 않은 것은 낮은 수온에 의해 정상 군에서 체온 유지를 위한 열 생성과, 과제 수행을 위한 스트레스 호르몬이 증가 되었을 것으로 판단된다. 체지방은 저온의

수중환경에서 잠수복과 더불어 열손실을 방지해주는 역할을 하는 것으로 보고하고 있고[36], 또한 잠수부의 안정적인 부력을 증가 시켜 줄 수 있으며 수영과 달리 고압의 공기를 압축한 용기를 착용함에 있어 인체에 가해지는 충격을 흡수[44]해 줄 수 있는 등, 장비로 인한 스트레스가 경감될 수 있다. 그러나 비만한 경우 깊은 수역이나 장기간 잠수 시 감압병의 위험요소로 작용할 수 있다. 일부 대상자에서는 정상치 이상 증가 되는 것으로 조사 되었으며 이러한 혈중 스트레스 호르몬의 증가는 조직 파괴의 원인이 되고 신체의 부적절한 질소평형상태를 발생시키는 등[45]의 위험을 보고하고 있다. 이러한 결과를 토대로 초급잠수 교육 전 체온보호에 대한 사전 장비 점검 및 체온유지 노력을 세심하게 살펴야 할 것이며, 수중 훈련 시 체중을 감안한 조 편성이나 훈련 프로그램을 일반교육과정과 차별화할 필요가 있을 것으로 판단된다.

흡연여부에 따른 변화를 분석한 결과에서는 수축기 혈압, 이완기 혈압, 심박 수, 산소포화도 모두 유의하지 않았다. 혈액학적 변화에서의 결과는 헤마토크리트에서 잠수 전, 잠수 후, 잠수 전후의 차이값에서 흡연군이 비흡연군보다 유의게 증가하였다($p<0.05$). 흡연군에서의 잠수 전 수치는 52.6%에서 잠수 후 53.5%로 약 0.9% 상승한데 반해 비흡연 군에서는 잠수 전 43.9%에서 잠수 후 47.6%로 약 3.7% 증가해 4배의 증가율을 보였다. 일부선행 연구[46]에서 흡연은 니코틴에 의한 폐모세혈관에서의 일산화탄소(CO)농도의 증가로 산소의 운반능력을 저하시켜 신체의 운동 능력을 약화 시킨다고 보고하고 있으며[47,48], 폐기능을 연구한 문헌[49]에서는 흡연량이 40 piece-month를 초과하는 흡연 군에서 비흡연 군보다 폐기능이 유의하게 감소하는 것으로 보고하고 있다. 이렇듯 수중자가호흡기를 사용하는 잠수 활동에서는 흡연이 매우 해로운 행위이며[7], 수중 잠수 훈련 시에는 금연을 위한 비 흡연자들의 흡연 예방에 대한 교육 및 흡연자들의 금연 교육에 관심을 가져야 할 것이다[50]. 또한 호흡기계 손상 예방을 위해 잠수 훈련 교육 전후 적어도 10-12시간 이상 금연 하도록 흡연자들에게 지도 감독이 필요하리라 판단된다[12].

본 연구의 제한점으로는 첫째, 일부 응급구조과 학생들을 대상으로 실시하여 일반화하기에는 무리가 있다. 둘째, 수중 환경은 날씨에 따른 다양한 변수가 존재함으로 변화요인을 명확히 할 수 없다. 이러한 제한점에도 불구하고

본 연구는 우리나라 최초로 응급구조과 학생들의 초급잠수 교육과정 훈련자를 대상으로 해양 수역에서의 첫 잠수 훈련 시 전·후의 생리적 변화에 대한 연구를 시도 했다는데 의의가 있을 것이다. 연구 결과를 통해 응급구조과 학생들의 해양 수역 첫 잠수 전후에 일부 생리학적 변화가 있음을 알 수 있었고, 대상자의 특성에 따라 변화여부 및 변화량이 차이가 있었다. 본 연구 결과를 토대로 수상인명구조를 위한 잠수교육시 관찰해야 할 지표와 주의해야 할 학생에 대한 근거 자료를 마련하였고 향후 좀더 대규모의 연구를 통해 연구결과를 확인할 필요가 있을 것으로 판단된다.

Ⅴ. 요약 및 결론

본 연구는 수상인명구조를 위한 초급잠수 과정을 훈련하는 일부 응급구조과 학생들을 대상으로 해양수역 잠수 전·후의 생리학적 변화에 대한 변화를 파악하고자 시행 하였다.

본 연구의 대상은 전라남도 여수시 거문도에서 2010년 7월 9~11일간 시행된 제한수역 훈련을 이수하고 개방수역 경험이 없는 17명중 채혈을 하지 못한 3명을 제외한 14명을 최종 분석 대상으로 선정하였다. 설문조사를 통해 대상자의 일반적 특성을 조사하였고 생체징후와 혈액 검사를 잠수 전후에 시행 하였다.

연구 결과 해양수역 첫 잠수 전·후의 심박 수는 통계적으로 유의한 차이가 없었다(p=0.844). 해양수역 첫 잠수 전·후의 수축기 혈압과(p=0.437) 이완기 혈압은(p=0.438) 잠수 후 다소 낮아 졌으나 유의하지 않았다. 해양수역 첫 잠수 전·후의 혈중 헤마토크리트(Hct), 헤모글로빈(Hb), 적혈구(RBC)에서는 잠수 후에 수치가 각각 높아져 유의하였다(p=0.001). 해양수역 첫 잠수 전·후의 혈중 스트레스 호르몬(cortisol)의 수치는 잠수 후 유의하게 증가하였다(p=0.011). 해양수역 첫 잠수 전, 후, 전후의 차이값을 흡연 여부에 따라 분석한 결과에서는 혈중 헤마토크리트에서 모두 유의하였다($p<0.05$).

결론적으로 일부 응급구조과 학생들을 대상으로 해양수역 첫 잠수 전·후의 생리학적 변화를 살펴본 결과 일부 생리학적 지표에서 변화가 관찰되었다. 향후 좀 더 대규모의 대상자로 연구결과를 확인할 필요가 있을 것으로 사료되며, 본 연구 결과를 이용해 응급구조(학)과에서 수상인명구조 잠수교육 및 훈련에 유용한 기초 자료로 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 해양경찰청. 2010 해양사고 통계연보. 2011.
2. 김갑선, 이영현. 수상 안전사고 실태와 안전대책에 관한 조사 연구, 한국 응급구조학회지 2001;165-175.
3. Kemp, A.M, Sibert, J.R. Outcom in children who nearly drown, A Britishlsles study, Br Med J, 302, 1991.
4. Bolte RG, Black PG, Bowers RS, et al. The use of extracorporeal rewarming in a child submerged for 66 minuteds, JAMA, 1998, 260 : 377-379.
5. 전라남도 소방본부. 수상안전 119. 전라남도 소방본부 1997;81-92
6. Nation Safety Council. First Aid and CPR. 3rd edition, Massachusetts, Jones & Bartlett Publishers, 1997:424.
7. 강순민, 김재필. 제주도내에서의 수상 인명구조원 교육에 대한 연구. 한국응급구조학회지 2001;5(1):73-88.
8. http://www.kcg.go.kr/main/user/cms/content.jsp?menuSeq=40
9. 김효식, 이영아. 3년제 대학 응급구조과의 교과과정 비교분석-2006학년도 시행 교육과정을 중심으로-. 한국응급구조학회지 2007;11(2):29-50.
10. 윤순중, 구조실무 표준교재, 광주광역시소방학교, 2009.
11. The Encyclopedia of Recreational DIVING, Korean Version, PADI 2006.
12. Professional Association Dive Instructor Manual, Korean Version, PADI 2010.
13. Dive Alert Network, The Dan Report 2007 Edition.
14. 김윤신. 잠수 관련 사망의 법의학적 고찰. 대한법의학회지 2002;26(1):17-26.
15. Heinrich, H. W, Petersen & Roos, N. Industrial accident prevention, 5th ed.NewYork:McGrawHillCompany, 1978
16. 박상규. 오픈워터 스쿠버 다이버의 사고 감소를 위한 질적 연구. 한국여가레크레이션학회지 2007;31:259~271.
17. 구정철. 레크리에이션 다이버의 안전감압 정지 및 반복잠수가 질소 포화

율의 변화에 미치는 영향. 한국사회체육학회 2002;18:691-699.
18. 김성길. 무감압한계 잠수환경에서의 반복잠수가 혈액성분 및 생리적 반응에 미치는 영향[석사학위논문]. 한국해양대학교 대학원;2007.
19. 김종수. 스포츠 잠수 시 초급, 중급, 고급 다이버의 심박 수 및 공기소모량 변화에 대한 비교분석[석사학위논문]. 청주대학교 대학원;2001.
20. Rammsayer, T., J. Hennig, E. Bahner, R. von Georgi, C. Opper, C. Fett, W. Wesemann, & P. Netter. Lowering of body core temperature by exposure to a cold environment and by a 5-HT agonist: effects on physiological and physiological variables and blood serotonin levels. Neuropsychobiology, 1993;28:37-42.
21. Janakova, H. Thermoregularly responses of men to cold water immersion. Thesis. Charles University. Prague 1994.
22. Terblanche, S. E., Masono, T. C., Nel, W. Effect of cool acc limation on the activity levels of creatine kinase, lactate dehydrogenase and lactate dehydrogenase iso enzymes in various tissues of the rat. cell Biol Int.1998;22(9-10):701-707.
23. Dressendorfer, R, H., & Wade, C. E. Effects of 15-d race on plasma steroid leave and leg muscle fittness in runners. Medicine and Science in sports Exsercise, 1991;23:954-958.
24. Kirwen, J. P., Costill, D. L., Flynn, M, G., Mitchell, J. B., Fink, W. J., Neufer, P. D., & Houmard, J. A. Physiological responses to sucessive days of intense training in competitive swimmers. Medicine and Science in Sports and Exercise. 1988;20:255-259.
25. 박계순. SCUBA 잠수운동 시 수온이 면역기능과 호르몬반응에 미치는 영향. 운동과학학회지. 2004;13(4):445-258.
26. 정재욱. 현행 해양잠수 훈련과정에 대한 문제점과 개선방향 연구[석사학위논문]. 인하대학교;2008.
27. 김대현. 흡연에 따른 청소년의 폐 기능 비교[석사학위논문]. 계명대학교. ;2004.

28. Carlson, L., Taenzwe, P., Koopemans, J., & Caseber, A. Predective value of aspect of the Transtheoretical model on smoking cessation in a community-based, large-group cognitive behavioral program. Addict Behav, 2003;28:725-740.
29. 이종호. 스킨스쿠버 다이빙 참가자의 참여동기, 몰입경험, 생활만족의 관계[석사학위논문]. 세종대학교 대학원;2002.
30. 정종천. 수난구조 실태와 개선방안에 관한 연구[석사학위논문]. 서울시립대학교 도시과학대학원;2006.
31. Becker, G. D. Barotrauma resulting from scuba diving : anotolatyngological perspective. phys. Sportmed.1985;13:113.
32. Open Water Diver Manual, Korean Version, PADI 2008.
33. 강지현. 스킨스쿠버 다이빙시 심박수와 에너지 소모량의 분석[석사학위논문]. 청주대학교 일반대학원;2003.
34. 김승철. 스쿠버잠수 시 수심차이에 따른 생리적 변화에 관한 연구[석사학위논문]. 인제대학교 교육대학원;2004.
35. 김홍수, 김기진. 수온환경에 따른 잠수 능력이 심박수. 젖산 및 체온 변화에 미치는 영향. 발육발달. 1999;7:223-231.
36. 김은영. 수중활동 전,직후의 혈액 성분 변화[석사학위논문]. 제주대학교 대학원;1991.
37. 지혜미, 이병근. 스쿠버 다이버의 수중체력과 기초체력의 상관 및 판별분석. 운동학 학술지 2010;12(1):13-24.
38. Convertino, V.A. Blood volume: its adaptation to enurance training Med. Sci Sports Exerc 1991;23:1338-1348.
39. 우재홍. Scuba 잠수운동 시 수온환경이 면역기능과 호르몬 반응에 미치는 영향[박사학위논문]. 서울대학교 대학원;2004.
40. Conley, K.E., Ordway, G.A. & Richardson, R.S. Deciphering the mysteries of Myoglobin in striated muscle. Acta. Physiol. Scand., 2001;168(4):623-34.
41. Szmedra, L., Im, J., Nioka, S., Chance. B. and Rundell, K.W. Hemoglobin

/myoglobin oxygen desaturation during Alpin Skiing. Med. Sci. Sports Exerc. 2001;33(2):232-236.

42. Bookspan, J. Diving Physiology in Plain English. Undersea and Hyperbaric Medical Society 1995.

43. Jansk'y. L., Pospisilova'. D., Honzova'. S., Ulieny. B., Sramek. P., Zemen, V. and Kaminkova'. J. Immune system of cold -exposed a cold-adapted humans. European Journal of applied Physiology and Occupational Physiology. 1996;72:445-450.

44. 김준모, 김성길. 무감압 한계 잠수환경에서의 반복잠수가 생리적 반응 및 스트레스 호르몬에 미치는 영향. 응용통계연구. 2008;21(6):1027-35.

45. 황명훈. 환경온도차이가 지구성운동시 혈청 LDH, CK 활성 및 Cortisol 농도에 미치는 영향. 한국체육학회지 2005;44(5):529-536.

46. 윤영복. 습관성 흡연이 운동전·후 폐기능에 미치는 영향. 체력과학 학회지, 2002;25(1):73-80.

47. 이혜순. 복합운동 프로그램이 청소년의 흡연여부에 따른 스트레스, 폐환기 기능 및 혈중지질에 미치는 영향[박사학위논문]. 이화여자대학교 대학원;2007.

48. Petty, T. L., & Weinmann, G. G. Building a National Strategy for the Prevention and Management of Research in Chronic Obstructive Pulmonary Disease. Journal of America Medi Media-Korea. 1997;12(4): 15-23.

49. 홍채근. 흡연에 따른 청소년의 폐기능 비교[석사학위논문]. 계명대학교 대학원;2004.

50. 차재술. 보건소 금연교육프로그램이 흡연 고등학생의 흡연량, 흡연태도, 인지 금연 의지에 미치는 영향-포항시 H공업고등학교를 중심으로-[석사학위논문] 계명대학교 대학원;2008.

부록 1. 수상인명구조 및 실습 교과목 운영 현황

2011년 10월 현재 응급구조과가 개설되어 있는 대학의 홈페이지 및 전화 조사한 결과 다음과 같았다. 수상인명구조 및 실습 교과목을 전공선택으로 편성하고 있으며 1-2학점/3-4실습시간으로 23개 대학에 개설되어 있는 것으로 조사 되었다. 그 외 2개 대학은 생활체육, 1개 대학은 스킨스쿠버 교과목으로 개설 되어 있다.

이러한 스쿠버의 대중화 가운데 일부 대학의 응급구조과에서는 수상구조, 인명구조 실습교과목으로 채택하여 교육과정을 운영하고 있고 수업의 연장 일환으로 Life Guard 자격증, 스킨스쿠버 다이버 자격증을 취득하는 것으로 조사되었다(Table 1).

Table 1. Current status of water lifeguards in department emergency medical technology

Subject	Mandatory/ Elective course	Credit(hour)	N(36)	Percent(%)
Water life guard & practice	Mandatory	1~2±(3~4)	23	63.8
Sports	Elective course	1~2	2	5.6
Skin SCUBA*	Elective course	-	1	2.8
etc	Liberal arts	-	1	2.8
	No		10	27.8

2011.11.

* SCUBA : self-contained underwater breathing apparatus

감사의 글

학문적으로 미숙한 저의 박사학위논문 수여를 위해 아낌없는 가르침과 조언을 주신 한미아 교수님께 진심으로 감사드립니다. 논문심사에 참여 해 주신 박 종 교수님, 조수형 교수님, 류소연 교수님, 최성우 교수님께도 감사드립니다.

본 학위 논문에 참여 해준 나의 사랑스런 제자들에게도 더없는 감사와 큰 기쁨을 전합니다. 훗날 오늘의 저보다 더 낳은 후배가 되어줄 것을 기대하고 소망합니다.

늘 한결 같은 마음으로 지켜봐주시고 감사와 기도로 격려 해주신 모종명 장로님과 김순복 권사님께도 감사의 말씀드립니다. 더욱이 고맙고 감사한 것은 논문 준비하는 동안 때를 아시어 장인어른과 장모님 그리고 사랑하는 신부 박은희 양을 맞이하게 하시고 우리를 통해 하나님의 뜻을 이루어 가심 감사드립니다. 또한 안타까운 마음으로 늘 기도하셨을 임이현 목사님과 선태심 사모님께도 감사의 마음을 전하여 드립니다. 이 모든 순간과 영광을 사랑하는 울 엄마 김길례 집사님께 드립니다.

한정된 지면을 통해 일일이 언급 하지 못했지만 저를 아는 모든 분들께 다시 한 번 감사드리며 마지막으로 심사과정 중 하나님께서 주신 말씀을 나누며 인사를 마치고자 합니다.

“내가 진실로 너희에게 이르노니 누구든지 이 산더러 들리어 바다에 던져지라 하며 그 말하는 것이 이루어질 줄 믿고 마음에 의심하지 아니하면 그대로 되리라 그러므로 내가 너희에게 말하노니 무엇이든지 기도하고 구하는 것은 받은 줄로 믿으라 그리하면 너희에게 그대로 되리라” 아멘!

【마가복음 12장 22-23절】

2012년 1월 정상길 드림