

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.3.99

JCCT 2022-5-12

수난 구조 활동에서의 급상승이 코르티솔 및 인체증상에 미치는 영향

Effect of rapid rise in suffering rescue activity on cortisol and human symptom

전재인*

Jeon, Jai-In*

요약 이 연구는 내수면 수난 구조상황에서의 급상승이 코르티솔 및 인체 증상에 미치는 영향을 분석한 것으로 실험 결과는 다음과 같다. 실험대상자는 5명으로 A, B, C는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 각각 6.30ug/dl, 6.50ug/dl, 6.57ug/dl로 비슷한 수치를 나타내었다. 그런데, 실험대상자 D는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 11.00ug/dl로 유의하게 높게 나타났다. 그 이유는 수중 시계의 불량으로 인한 불안감 가중 및 급상승 시 긴장을 통한 체력소모 고갈로 판단된다. 실험대상자 E는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 4.28ug/dl로 유의하게 낮게 나타났는데, 그 이유는 E의 연령이 실험대상자 중 가장 젊고, 해상의 심해 잠수 경험이 풍부하여 불안감이 작아서 나타난 결과로 보인다. 피로도는 7~8, 불안감은 7~9로 둘 다 높은 수치를 나타내었다. 수중수색 시 심리적 긴장감이 피로도를 높이고, 불량한 시계가 불안감을 높인 것으로 사료 된다. 연구 결과는 수난구조대원의 안전한 수중수색 활동에 대한 실증적 자료로 제공될 것이다.

주요어 : 내수면, 급상승, 코르티솔, 어지러움, 감압병

Abstract This study was to analyze the effects of sudden rise in cortisol and human symptoms in the situation of rescue at river, The experimental results are as follows. The subjects were A, B, C, and the values of cortisol elevation before and after diving were 6.30ug/dl, 6.50ug/dl, and 6.57ug/dl, respectively. However, in the subject D, the elevation of cortisol before and after diving was significantly elevated to 11.00ug/dl. The reason for this is thought to be the depletion of physical strength through weighty due to the inferiority of the underwater view and tense during the sudden rise. The subjects E showed significantly lower cortisol elevation before and after diving, as 4.28ug/dl, because the age of E was the youngest of the subjects and the anxiety was low due to abundant experience of deep sea diving. Fatigue is 7 to 8, anxiety is 7 to 9, Both showed high values. Psychological strain increased fatigue in underwater search, and poor visual field seemed to increase anxiety. The research results will be provided as empirical data on the safe underwater search activities of rescuers.

Key words : Inland Water Surface, Sudden Rise, Cortisol, Dizziness, Decompression Sickness

*정회원, 광주대학교 소방행정학과 전임교수 (제1저자)
접수일: 2022년 3월 27일, 수정완료일: 2022년 4월 24일
게재확정일: 2022년 4월 29일

Received: March 27, 2022 / Revised: April 24, 2022

Accepted: April 29, 2022

*Corresponding Author: jji8911@naver.com

Dept. of Fire Administration, Gwangju Univ, Korea

I. 서 론

「수상에서의 수색·구조 등에 관한 법률」 제7조에 의하면 소방청장, 소방본부장 및 소방서장은 내수면에서의 수난 구호를 위하여 구조대를 편성·운영하고 내수면에서 발생하는 응급환자를 응급처치하거나 의료기관에 긴급히 이송하기 위하여 구급대를 편성·운영하도록 하고 있다. “내수면”이란 「수상레저안전법」 제2조 제7호에 따른 하천, 댐, 호수, 늪, 저수지, 그 밖에 인공으로 조성된 담수나 기수(汽水)의 수류 또는 수면을 말한다. 이에 따라 내수면에서의 수난 구호 업무는 소방관서의 장이 수행하고 있다[1]. 내수면에서 사람이 익수(溺水)하거나 추락, 고립, 표류 등의 사고가 발생하면 사람의 생명·신체의 안전이 위협에 처하게 된다. 특히 익수자가 발생하면 구조대원은 이를 구조하기 위하여 수중으로 잠수하여 수색 및 탐색을 하게 된다. 구조대원이 익수자의 발생상황을 직접 목격하거나, 시간이 얼마 지나지 않은 경우 구조대원은 신속히 수중으로 하강하게 되고, 익수자를 발견하면 수면으로 급상승을 하는 경우가 많다. 구조대원들은 한국 잠수작업 안전기술지침(KOSHA (Korea Occupational Safety & Health Agency) GUIDE)에 의해 자연스럽게 호흡하며 9m/min의 상승속도를 준수하지만, 수중 조난사고 현장은 인명을 구조하는 급박한 상황으로 안전한 상승속도를 유지하기 힘들 때가 있다. 수면으로 급상승할 때 질소 기체의 흡수 및 축적과 배출이 부적절하게 되어 감압병에 노출될 수도 있다[2].

내수면 수난 구조 시 급상승에 관한 기존 연구는 없는 실정이었다. 다만, 박현(2016), 조성진(2017) 등의 연구는 바다 등 해수면으로의 급상승이 감압병으로의 이환 위험성을 나타내주고 있는데[3][4], 특히, 평균 수심 10m 이하에서도 감압병의 증상 발현율이 나타난다는 연구결과가 있다[5]. 또한 수심 20m에서 철저히 9m/min의 상승속도를 지키고, 수중 5m에서 안전 감압을 시행하며 수면으로 상승한 후 코르티솔의 변화를 측정할 실험은 있다. 이 실험에서는 코르티솔의 변화율이 잠수 전 17.50 ug/dl, 잠수 후 18.24 ug/dl로 무의미한 결과를 나타내었다[6]. 그러나 한강 등 내수면에서 수중수색 활동을 하는 구조대원들을 대상으로 급상승에 따른 코르티솔의 변화율을 실험한 연구는 전무하다. 이에 급상승 전·후의 코르티솔 변화량과 인체에 미치는 증상을 분석하고자 한다.

II. 코르티솔(Cortisol) 및 인체증상

스트레스 연구와 관련하여 두 가지 신경 내분비계(neuro endocrine system)가 주목받고 있는데, 하나는 교감신경계-부신수질에 대한 것으로 에피네프린과 노르에피네프린 분비에 관여하고, 다른 하나는 시상하부-뇌하수체-부신수질(hypothalamus-pituitary-adrenal: HPA) 축으로 코르티솔의 분비에 관여한다.' 스트레스에 대한 내분비계 반응은 혈액 또는 소변을 통해 분비된 호르몬 농도 측정을 통해 평가할 수 있다[7].

코르티솔은 부정적인 감정과 일상적인 스트레스성 사건에 대한 반응으로 상승하는 것으로 보고되었다(Brantley et al, 1988; Van Eck et al, 1996). 코르티솔 분비에 영향을 미치는 것은 이러한 감정과 일상적 사건 뿐 아니라 직무와 관련한 육체적, 정신적 스트레스도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 급성스트레스(Acute Stress)와 코르티솔(Cortisol) 반응은 전기충격 등 육체적인 스트레스 원인과 심리적 스트레스 요인은 실제 HPA(Hypothalamic-Pituitary-Adrenal axis) 축을 활성화할 수 있다. 코르티솔 활동에 대해 상해 등 심각한 외상 경험과 극심한 또는 장기간 스트레스가 많은 상태에서 코르티솔 상승을 유발한다[8]. 이와 같이 코르티솔은 긴장, 공포, 고통 등 다양한 상태에서 코르티솔 상승을 유발함을 알 수 있다.

피로의 속성은 지침, 부담, 억눌림, 고갈, 무력 불균형으로 파악되고, 개인의 주관적인 느낌으로 여러 가지 내외적인 육체적 정신적 피로로 인하여 부담이 가중되어 모든 일에 능률이 저하되고 에너지 불균형 상태에서 주로 발생한다[9]. 불안은 신체의 활성화나 각성과 관련된 초조, 걱정 또는 공포감을 지닌 부정적인 정서 상태이다[10]. 어지러움은 회진감, 부동감, 완전한 암흑감 등을 동반하는 평형장애로 나타나는 주관적인 증상이며, 중복되는 감각으로 객관적인 측정은 쉽지 않다[11].

III. 급상승의 실험구성

1. 실험대상자의 선정 및 혈액 분석

실험대상자는 인체실험의 특성상 신체 위험성을 고려하여 소방서 구조대원으로 근무하고 있는 신체 건강하고 수중 인명구조 경험이 풍부한 남자 구조대원 5명을 대상으로 실시하였다. 수난구조대 근무와 군 특수부대

참신자를 선별하여 심층 면담과 연구 참여에 대한 동의를 얻었다. 실험 참여 구조대원은 특진사 출신 4명, 심해 잠수 경험이 풍부한 UDT 출신 1명으로 구성하였다. 구체적인 선정 기준은 정신적으로 강인하고, 수중수색 경험이 100회 이상인 구조대원으로, 인명구조사 자격과 잠수기능사 및 응급구조사 자격을 보유한 수중수색에 탁월한 구조대원으로 구성하였다. 비만 지수의 하나인 BMI(Body mass index, kg/m²)를 사용하여 비만자는 제외하였고, 수중 잠수를 할 때 함께 잠수하는 동료(Buddy)의 유무에 따라 심리적 안정감에 변화가 있으므로 2인 1조의 수중수색의 원칙을 지켰다.

수중수색은 의학적으로 심혈관계, 순환계 등이 건강해야 할 수 있는 운동이다. 특히 폐, 심장, 뇌, 내분비계 질환, 당뇨병, 천식, 발작 등이 있으면 금하고 있으므로 표 1과 같이 혈압, 맥박 및 혈당검사를 하였고 신장과 체중을 측정하여 건강상태를 확인하였다. 실험대상자의

평균 연령은 47.4세, 잠수경력은 220회, 신장은 176cm, 체중은 71.60kg이다.

스트레스 호르몬 코르티솔 검사를 위해 채혈한 혈액 표본의 응고를 막기 위해, 미리 헤파린을 첨가한 bottle을 이용하고, 간호사 자격을 보유한 구급대원이 일회용 주사기를 사용하여 상지의 정맥을 확보하여 3cc의 혈액을 실험 전과 실험 후 2회에 걸쳐 채혈하였다. 공기접촉을 막고자 밀폐하여 냉장 보관한 후 미국 병리학회(College of American Pathologists:CAP) 인증을 받은 ○○의료재단에 검사를 의뢰하여 코르티솔의 변화율을 분석하였다.

2. 실험조건

실험은 2021년 ○월○일에 실시하였는데 이는 실험 대상자의 안전을 고려하고 사계절 중 적당한 평균온도를 유지하기 위해서이다. 실험 시 환경은 표 2와 같다.

표 1. 실험대상자의 특성

Table 1. Characteristics of subjects

Subject	Sex	Age	Height (cm)	Weight (kg)	Rescue (Year)	Diving (Times)	Blood Pressure(120 mmHg/80mm Hg)	Pulse (60~80 times/min)	Blood Sugar (110 mg/dl)	Health Condition
A	Male	56	175	68	20	400	120/80	60	99	Normal
B	Male	51	177	72	15	300	115/80	62	95	Normal
C	Male	48	178	73	10	200	120/80	63	90	Normal
D	Male	47	180	80	7	100	125/85	61	92	Normal
E	Male	35	170	65	3	100	120/80	65	91	Normal
Average	Male	47.40	176	71.60	11	220	120.00	62.20	93.40	Normal

표 2. 실험 시의 환경

Table 2. Environment of experiment

Classification	Description
Place	Han River(Korea)
Weather	Cloudy
Air Temperature	12°C
Water Temperature	14°C
Flow Rate	0.8m/s
Swell	0.2~0.3m
Underwater Visual Field	0.3m

장소는 한국 한강으로서 수심이 5m인 곳으로, 장비는 한국 수난구조대원이 일반적으로 사용하고 있는 공기(Air)를 고압으로 압축하여 공기통에 저장하며, 호흡기(Regulator)를 통해 압축된 공기를 주변 압으로 바꾸어 호흡하고, 수중에서 부력조절을 위한 부력조절기, 공기압력계이지, 수심계, 나침반, 핀 등을 이용하였다. 요구조자는 한국 구조대원이 훈련 시 주로 사용하는 25kg 마네킹(mannequin)으로 대용하였다. 슈트는 보온을 위해 내피와 건식을 입었다. 수중 장갑과 머리에 후드를 착용하여 체온을 유지하였다. 날씨는 흐렸으며, 기온은 12℃, 수온은 14℃, 풍속은 3~5m, 너울은 0.2~0.3m였다. 수중 유속은 0.8 m/s이고 시계(視界)가 약 0.3m로 불량하였다.

IV. 실험 결과 및 고찰

1. 수중수색 전후의 코르티솔의 변화율

한강 수난구조대원들의 빈번한 출동 수심이 약 5m임을 설문을 통하여 확인하였다. 또한, 실험 대상자를 통하여 긴급한 상황에서 요구자와 함께 빠르게 상승하는 속도를 확인한 결과 수심 5m에서 수면까지 약 6초가

소요되므로, 이것을 분으로 환산하여 급상승을 50m/min의 속도로 상승하는 것으로 정의한다.

한편, 예외적인 경우를 제외하면 청소년기 연령대에서 익수 시간이 20분을 넘어서면 생존하기 힘들다[12]. 따라서 이 연구는 수심 5m에서 20분간 수색 후 요구조자와 함께 50m/min의 속도로 급상승한 후 코르티솔의 변화량을 확인하고, 인체에 나타나는 증상을 분석하고자 한다. 채혈은 잠수하기 전과 후에 실시하여 코르티솔의 변화량을 측정하였다.

표 3은 실험조건 하에서 Cortisol의 변화량을 나타낸다. 잠수 전의 코르티솔 평균농도는 10.17 ug/dl로 나타났고, 잠수 후에는 16.94 ug/dl로 상승하여 유의미한 차이를 보였다.

실험 대상자 A는 잠수 전 12.10 ug/dl에서 급상승 후 18.40 ug/dl, B는 12.00 ug/dl에서 18.50 ug/dl로 6.50 ug/dl 상승, C는 6.63 ug/dl에서 13.20 ug/dl로 각각 비슷한 상승률을 보였다. 그러나, 실험대상자 D는 11.00 ug/dl에서 21.20 ug/dl로 10.20 ug/dl로 상승하여 유의하게 높았다. 그 이유는 수중 시계가 불량함에서 오는 불안감이 다른 참여자보다 높게 나타났고, 수면으로 급상승 시 긴장을 하여 체력의 고갈로 코르티솔 상승에 영향을

표 3. 코르티솔의 변화량

Table 3. Change in cortisol

Subject of Experiment	Underwater Depth(m)	Rising Speed(m/min)	Before Diving(ug/dl)	After Diving(ug/dl)	Elevated Value(ug/dl)
A	5	50	12.10	18.40	6.30
B	5	50	12.00	18.50	6.50
C	5	50	6.63	13.20	6.57
D	5	50	11.00	21.20	10.20
E	5	50	9.12	13.40	4.28
Average	5	50	10.17	16.94	6.77

표 4 급상승으로 인해 인체에 나타난 증상

Table 4. Symptoms of the human body due to the sudden rise

Subject of Experiment	Fatigue (1~10)	Anxiety (1~10)	Symptom
A	7	7	Dizziness
B	8	8	Dizziness
C	7	8	Dizziness
D	7	9	Dizziness
E	8	8	Dizziness
Average	7.4	8	-

미친 것으로 파악된다. D와 달리 실험대상자 E는 9.12 ug/dl에서 13.40 ug/dl로 4.28 ug/dl의 낮은 상승율을 보였다. 이는 E의 연령이 35세로 실험대상자 중 가장 젊고, 군 복무 당시 해상의 심해 잠수 경험이 풍부하여 불안감이 낮아 스트레스를 적게 받은 것으로 판단된다.

2. 급상승 후 나타난 인체 증상

표 4는 급상승으로 인해 인체에 나타난 증상을 나타내었다. 피로도도 심리적 불안감을 10개 척도로 구분하였다. 전혀 아니다는 1로, 매우 그렇다는 10으로 정한 후에 피로도를 확인한바 7~8로 답하였다. 불안감에 있어서는 평균 8로 답하였다. 위와 같은 결과는 급상승에 따른 심리적 긴장감이 피로도를 높이고, 불량한 시계가 불안감을 높인 것으로 사료된다.

한편, 급상승 후에 나타난 실험 대상자 인체 증상을 확인하였다. A~E 모든 실험 대상자에게 공통적으로 어지러움이 발생하였다. 이것은 수면으로 급상승할 때, 급격한 압력차이가 발생하여 기포화가 일부 진행되어 인체에 영향을 미친 것으로 사료된다. 결과적으로 수면으로의 급상승과 이에 따른 심리적 불안감이 코르티솔 상승을 유발한 것으로 판단된다.

V. 결 론

이 연구는 한국 내수면의 수난사고 중에서도 수중수색 부분에 한정하고, 실험대상자 5명을 선발하여 실험하였다. 수중 5m에서 50m/min의 속도로 급상승할 때 코르티솔의 변화를 분석하였다.

실험결과는 다음과 같다.

(1) 실험 대상자 A, B, C는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 각각 6.30ug/dl, 6.50ug/dl, 6.57ug/dl로 비슷한 수치를 나타내었다.

(2) 실험 대상자 D는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 11.00 ug/dl로 유의하게 높게 나타났다. 그 이유는 수중 시계의 불량으로 인한 불안감 가중 및 급상승 시 과도한 긴장에서 기인한 것으로 판단된다.

(3) 실험 대상자 E는 잠수 전후 코르티솔 상승 수치가 4.28 ug/dl로 유의하게 낮게 나타났다. 그 이유는 E의 연령이 실험대상자 중 가장 젊고, 해상의 심해 잠수 경험이 풍부하여 불안감이 작아서 나타난 결과로 보인다.

또한, 급상승으로 인한 인체 증상을 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 피로도도 7~8, 불안감은 7~9로 둘 다 높은 수치를 나타내었다. 수중수색 시의 심리적 긴장감이 피로도를 높이고, 불량한 시계가 불안감을 높인 것으로 사료 된다.

(2) 실험 대상자의 공통 증상으로 어지러움을 호소하였는데, 이것은 급상승 시, 급격한 압력차가 발생하여 소량의 질소 기포화가 진행되고, 이것이 인체에 스트레스를 가져와 코르티솔 농도 상승에 영향을 미친 것으로 판단된다. 어지러움 뿐만 아니라 구토까지 동시에 발생했다면 감압병 증상으로 의심할 수 있다[13].

향후 연구과제로 한강 등 내수면에서 근무하는 수난 구조대원들을 상대로 설문을 하여 현 실태를 파악하고, 개선안을 제시할 필요가 있다.

References

- [1] Water rescue law Chapter 3, Article 13, (Suffering Aid Competence)
- [2] Cho, Seong Jin, A Study on the Effect of Surface Interval and Safety Stop on Body Nitrogen in Repeated Dive, Depart of Physical Education, Graduate School, Hallym University, (2017), p, 2.
- [3] Heon-Park, A study on the work for industrial diver engaged in port construction work, Department of Safety Engineering, The Graduate School of Industry Pukyong National University, (2016), p, 2.
- [4] Cho, Seong Jin, A Study on the Effect of Surface Interval and Safety Stop on Body Nitrogen in Repeated Dive, Depart of Physical Education, Graduate School, Hallym University, (2017), p, 11.
- [5] Su-Gang Cha, Incidence of decompression sickness symptoms and related factors in fishery diver, Department of Medical Science Graduate School Yeungnam University, (2008), p, 11.
- [6] Kim, Sung Gil, The Effect of Repetitive Dive on Blood Constituents and Physiological Reactions in No Decompression Limit, Division of Underwater Diving Technology Graduate School of Maritime Management & Technology, (2006), p, 45.
- [7] Son, Byung Min, Effects of Workload and Job Stress on Salivary Cortisol Level, Department of

- Medicine, Graduate School Pusan National University, (2004), p, 1.
- [8] Sally S. Dickerson and Margart E. Kemeny, Unever of California, Los Angeles, Psychological Bulletin, 2004, Vol, 130, No, 3, p, 355.
- [9] Wook-Hyun Ha, Effect of Fatigue Types on Human Voice, Industrial Engineering Hannam University, (2011) p, 9.
- [10]Koh, Kwang-Hyung, The Effects of Anxiety Level Resulting from Competition on the Actual Performance of Swimmers, Graduate School of Education, Inha University, (2013), p, 8.
- [11]Kag Kim, A clinical review of 1,060 dizziness cases who visited patients in emergency room, Department of Medical Science Graduate School of Chonnam National University, (2006) p. 3.
- [12]Circulation volume 102(8), 22 August 2000, pp, 233~236.
- [13]Su-Gang Cha, Incidence of decompression sickness symptoms and related factors in fishery diver, Department of Medical Science Graduate School Yeungnam University, (2008), p, 8.

※ 이 논문은 2022년도 광주대학교 대학연구비의 지원을 받아 수행됨.