

ẢNH HƯỞNG CỦA MÔI TRƯỜNG ÁP SUẤT CAO LÊN MỘT SỐ CHỈ SỐ TIM MẠCH TRÊN ĐỐI TƯỢNG TUYỂN CHỌN THỢ LẶN

Nguyễn Hữu Bền¹, Phan Văn Mạnh¹, Nguyễn Minh Phương¹

TÓM TẮT

Mục tiêu: Mô tả sự thay đổi một số chỉ số tim mạch trên đối tượng tuyển chọn thợ lặn lần đầu chịu áp suất cao. **Đối tượng và phương pháp:** Nghiên cứu theo dõi dọc trên 29 nam thanh niên khỏe mạnh đạt tiêu chuẩn về sức khỏe và tình nguyện tham gia. Đối tượng được đưa vào buồng áp suất và nén đến áp suất tối đa 4 atm, sau đó giảm áp về bình thường với tổng thời gian nén và giảm áp là 30 phút. Các chỉ số tim mạch được đo tại các thời điểm trước khi tăng áp, ngay sau và 1h sau khi giảm áp. **Kết quả:** Sau thử nghiệm chịu đựng với áp suất cao tương đương ở độ sâu 30m, tần số tim, huyết áp tâm thu, huyết áp trung bình giảm ngay sau giảm áp và phục hồi một phần sau giảm áp 1h. Về điện tim: sau thử nghiệm chịu đựng áp suất cao, thời gian sóng T giảm ngay sau giảm áp, phục hồi một phần sau giảm áp 1h, trong khi đó, biên độ sóng T tăng sau giảm áp. Các chỉ tiêu điện tim khác biến đổi chưa có ý nghĩa thống kê. **Kết luận:** Tần số tim, HATT, HATB, thời gian sóng T giảm và biên độ sóng T tăng dưới tác động của áp suất cao, các chỉ số này phục hồi một phần sau 1h kết thúc chịu áp suất cao.

Từ khóa: Chỉ số tim mạch, áp suất cao.

SUMMARY

EFFECT OF HYPERBARIC BAROMETRIC PRESSURE ON SOME

¹Học viện quân y

Chịu trách nhiệm chính: Nguyễn Hữu Bền

Email: nguyenvben125@gmail.com

Ngày nhận bài: 22.9.2021

Ngày phản biện khoa học: 30.10.2021

Ngày duyệt bài: 11.11.2021

CARDIOVASCULAR PARAMETERS AMONG RECRUITMENT DIVER

Objective: Describing changes in some cardiovascular indicators in the subjects recruited to become divers the first time of undergoing hyperbaric pressure.

Subjects and methods: Study on longitudinal monitoring on 29 healthy young men who met health standards and volunteered to participate. The objects were fed into the pressure chamber and compressed to a maximum pressure of 4 atm, then decompressed to normal pressure with a total compression and decompression time of 30 minutes. Cardiovascular parameters were measured at the time before compression, right after and 1 hour after decompression.

Results: After exposing hyperbaric pressure equivalent to depth of 30m, heart rate, systolic blood pressure, and mean blood pressure decreased at the right after decompression and partially recovered at the 1h after decompression. On the electrocardiogram: after exposing hyperbaric pressure, the T wave time decreased at the right after decompression, partially recovered at the 1h after decompression, meanwhile, the T wave amplitude increased after decompression. The changes of other ECG indicators were not statistically significant.

Conclusion: Heart rate, HATT, HATB, T wave duration decreased and T wave amplitude increased under the effect of hyperbaric pressure, these indicators recovered partially after 1 hour after end of undergoing hyperbaric pressure.

Keywords: Cardiovascular parameters, Hyperbaric barometric pressure.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lặn là hoạt động mà cơ thể tiếp xúc với môi trường áp suất cao, điều này làm tăng lượng khí bão hòa trong các mô [1]. Lượng khí bão hòa thêm này có những ảnh hưởng nhất định tới một số các chức năng cơ thể như chức năng tim mạch, hô hấp, chức năng hệ thống máu. Trên Thế giới đã có một số những nghiên cứu về sự biến đổi chức năng tim mạch dưới tác động của áp suất cao, tuy nhiên hầu hết những nghiên cứu này đều tập trung trên đối tượng là thợ lặn, những đối tượng này đã có nhiều năm kinh nghiệm và đã có những thích nghi nhất định dưới tác động của môi trường áp suất cao. Trong khi đó, chưa có nhiều nghiên cứu tập trung về ảnh hưởng của môi trường áp suất cao trên các đối tượng là người trẻ tuổi, lần đầu chịu đựng áp suất cao.

Vì vậy, trong nghiên cứu này, chúng tôi thực hiện nhằm mục tiêu “mô tả sự thay đổi một số chỉ số tim mạch trên đối tượng tuyển chọn thợ lặn lần đầu chịu áp suất cao”.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Gồm 29 nam thanh niên khỏe mạnh tham gia khám tuyển chọn thợ lặn phục vụ cho ngành lặn hàng năm. Các đối tượng có kết

quả bình thường về lâm sàng, cận lâm sàng theo tiêu chuẩn tuyển chọn thợ lặn, đủ điều kiện để thực hiện khám chịu đựng áp suất cao trong buồng tăng áp.

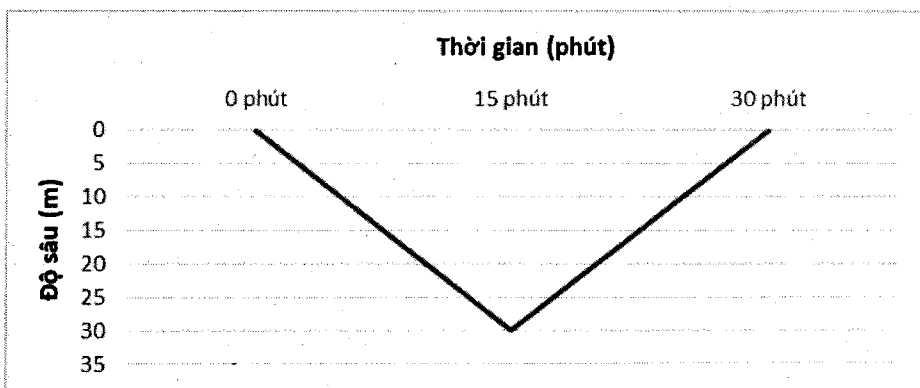
2.2. Thời gian nghiên cứu: từ tháng 4/2020 đến tháng 5/2020.

2.3. Phương pháp nghiên cứu

2.3.1. Quy trình khám chịu đựng áp suất cao

- Toàn bộ thử nghiệm chịu đựng với áp suất cao tiến hành trong buồng áp suất (Hyperbarichealth.com, Australia) của đơn vị X, quân chủng Hải quân.

- Sau khi có kết quả khám lâm sàng và cận lâm sàng bình thường đủ điều kiện thực hiện khám chịu đựng áp suất cao, các đối tượng được tiến hành khám chịu đựng với áp suất cao trong buồng tăng áp theo quy trình sau: Sử dụng không khí nén với tốc độ tăng áp là 2,5m/phút trong thời gian 15 phút, tới áp suất tối đa 30m nước (4 atm), khi đến áp suất tối đa cho giảm áp ngay, thời gian giảm áp về áp suất khí quyển (1atm) là 15 phút (tốc độ 2,5m/phút). Tổng thời gian trong buồng áp suất là 30 phút. Trong quá trình khám, các đối tượng thực hiện ngồi yên tĩnh trong buồng áp suất, không thực hiện các hoạt động thể lực.



Hình 1. Sơ đồ khám chịu đựng áp suất cao

2.3.2. Thu thập các chỉ số tim mạch

Các số liệu nghiên cứu được thu thập vào các thời điểm gồm: trước khi tăng áp, ngay sau và 1 giờ sau khi giảm áp gồm:

- Huyết áp tâm thu (HATT); huyết áp tâm trương (HATTr); huyết áp trung bình (HATB).

- Chỉ tiêu về điện tâm đồ: được thực hiện bằng máy điện tim 6 bút ECG-1250K của hãng Nihong Kohden gồm các chỉ tiêu sau: tần số tim; sóng P; khoảng PQ; phức bộ QRS; khoảng QT và sóng T.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu nghiên cứu được xử lý bằng máy vi tính trên phần mềm SPSS 22.0 cho Windows theo phương pháp thống kê y sinh

học. Kết quả được thể hiện dưới dạng: Số trung bình (\bar{X}), độ lệch chuẩn (SD). kiểm định biến định lượng trên mẫu ghép cặp (Pair-Sample T Test). Giá trị khác biệt có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$.

2.5. Đạo đức nghiên cứu

Nghiên cứu được thông qua hội đồng đạo đức của Học viện Quân y.

Các đối tượng nghiên cứu đều được cung cấp đầy đủ thông tin, mục đích của nghiên cứu và thủ tục, thứ tự các bước của quá trình nghiên cứu, đồng thời tự nguyện tham gia vào nghiên cứu. Đối tượng có thể rút khỏi nghiên cứu bất cứ thời điểm nào.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

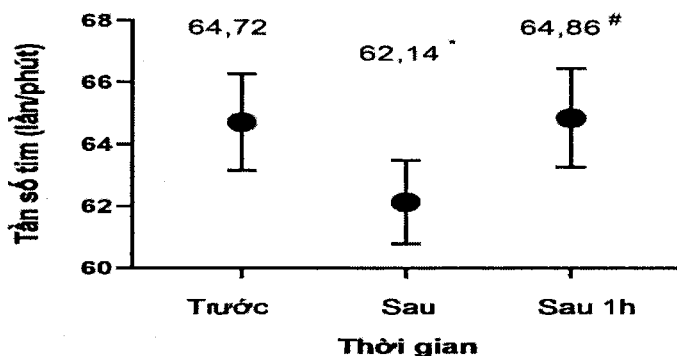
Bảng 1. Đặc điểm đối tượng nghiên cứu (n=29)

Đặc điểm	Mean	SD
Tuổi (năm)	19,52	1,09
Chiều cao (cm)	169,17	3,79
Cân nặng (kg)	56,76	4,53
BMI (kg/m ²)	19,82	1,32
Đặc điểm thể lực		
Vòng ngực (cm)	83,45	3,11
Lực bóp tay phải (kg)	39,24	8,74
Lực bóp tay trái (kg)	36,93	7,74
Lực kéo thân (kg)	118,45	20,67
Chức năng hô hấp		
VC (l)	4,36	1,39
FEV1 (l)	2,79	0,31
FEV1/FVC (%)	96,88	3,72

BMI: Body mass index; VC: Vital capacity; FEV1: Forced expiratory volume in 1 second.

Tuổi trung bình của các đối tượng nghiên cứu là $19,52 \pm 1,09$ tuổi, chiều cao trung bình là $169,17 \pm 3,79$ cm, cân nặng trung bình là $56,76 \pm 4,53$ kg, BMI trung bình là $19,82 \pm 1,32$ kg/m². Vòng ngực trung bình là

$83,45 \pm 3,11$ cm, lực bóp tay phải là $39,24 \pm 8,74$ kg, lực bóp tay trái là $36,93 \pm 7,74$ kg, lực kéo thân là $118,45 \pm 20,67$ kg. Dung tích sống (VC) trung bình là $4,36 \pm 1,39$ lít, dung tích sống thở mạnh trong 1 giây đầu tiên (FEV1) trung bình là $2,79 \pm 0,31$ lít, FEV1/FVC trung bình là $96,88 \pm 3,72$ %.



Biểu đồ 1. Biến đổi tần số tim sau giảm áp

*: khác biệt có ý nghĩa giữa trước và sau, $p < 0,05$. $\bar{X} \pm SEM$.

#: khác biệt có ý nghĩa giữa sau và sau 1h, $p < 0,05$. $\bar{X} \pm SEM$.

Nhận xét:

Tần số tim ở nhóm nghiên cứu giảm ngay sau giảm áp so với trước tăng áp ($p < 0,05$). Tần số tim phục hồi sau giảm áp 1h tương đương so với trước tăng áp ($p > 0,05$).

Bảng 2. Biến đổi huyết áp sau giảm áp

Thời điểm	Trước ⁽¹⁾	Ngay sau ⁽²⁾	Sau 1h ⁽³⁾
	$\bar{X} \pm SD$ (n=29)		
HATT (mmHg)	119,72 ± 9,45	112,76 ± 12,47	117,66 ± 8,10
p	$p_{1-2} < 0,05$; $p_{1-3} < 0,05$; $p_{2-3} < 0,05$		
HATTr (mmHg)	68,79 ± 6,83	65,93 ± 7,28	67,45 ± 5,80
p	$p_{1-2} < 0,05$; $p_{1-3} > 0,05$; $p_{2-3} > 0,05$		
HATB (mmHg)	85,77 ± 6,71	81,54 ± 8,15	84,18 ± 5,72
p	$p_{1-2} < 0,05$; $p_{1-3} < 0,05$; $p_{2-3} < 0,05$		

Nhận xét: HATT giảm ngay sau giảm áp và phục hồi một phần sau giảm 1h, nhưng còn thấp hơn so với trước tăng áp ($p < 0,05$); HATTr giảm ngay sau giảm áp, thấp hơn có ý nghĩa thống kê so với trước tăng áp; HATB giảm ngay sau giảm áp và phục hồi một phần sau giảm 1h, nhưng còn thấp hơn so với trước tăng áp ($p < 0,05$).

Bảng 3. Biến đổi sóng P và khoảng PQ sau giảm áp

Thời điểm	Trước ⁽¹⁾	Ngay sau ⁽²⁾	Sau 1h ⁽³⁾
	$\bar{X} \pm SD$ (n=29)		
Thời khoảng sóng P (ms)	88,6 ± 14,1	89,7 ± 15,0	91,0 ± 19,5
p	$p_{1-2} > 0,05$; $p_{1-3} > 0,05$; $p_{2-3} > 0,05$		
Biên độ sóng P (mV)	0,113 ± 0,039	0,106 ± 0,039	0,107 ± 0,035
p	$p_{1-2} > 0,05$; $p_{1-3} > 0,05$; $p_{2-3} > 0,05$		
Khoảng PQ (ms)	151,72 ± 15,28	154,28 ± 25,38	150,76 ± 21,98
p	$p_{1-2} > 0,05$; $p_{1-3} > 0,05$; $p_{2-3} > 0,05$		

Nhận xét: Thời gian sóng P có xu hướng tăng lên sau giảm áp, tuy nhiên, khác biệt chưa có ý nghĩa thống kê; Biên độ sóng P giảm sau giảm áp, nhưng sự thay đổi không có ý nghĩa; Khoảng PQ có xu hướng tăng ngay sau giảm áp, phục hồi về tương đương so với trước tăng áp.

Bảng 4. Biến đổi phức bộ QRS sau giảm áp

Thời điểm	Trước ⁽¹⁾	Ngay sau ⁽²⁾	Sau 1h ⁽³⁾
	\bar{X} ± SD (n=29)		
Phức bộ QRS			
Thời khoảng (ms)	94,28 ± 7,96	95,52 ± 10,28	94,14 ± 8,73
p	p ₁₋₂ >0,05; p ₁₋₃ >0,05; p ₂₋₃ >0,05		
Biên độ (mV)	0,919 ± 0,440	0,930 ± 0,443	0,965 ± 0,459
p	p ₁₋₂ >0,05; p ₁₋₃ >0,05; p ₂₋₃ >0,05		

Nhận xét: Phức bộ QRS không có sự biến đổi có ý nghĩa thống kê.

Bảng 5. Biến đổi khoảng QT và sóng T sau giảm áp

Thời điểm	Trước ⁽¹⁾	Ngay sau ⁽²⁾	Sau 1h ⁽³⁾
	\bar{X} ± SD (n=29)		
Khoảng QT (ms)	389,72 ± 21,46	394,34 ± 20,20	386,21 ± 19,46
p	p ₁₋₂ >0,05; p ₁₋₃ >0,05; p ₂₋₃ <0,05		
Thời khoảng sóng T (ms)	194,5 ± 31,1	185,5 ± 27,2	186,9 ± 25,8
p	p ₁₋₂ <0,05; p ₁₋₃ <0,05; p ₂₋₃ >0,05		
Biên độ sóng T (mV)	0,370 ± 0,103	0,393 ± 0,108	0,407 ± 0,123
p	p ₁₋₂ <0,05; p ₁₋₃ <0,05; p ₂₋₃ >0,05		

Nhận xét: Khoảng QT có xu hướng tăng ngay sau giảm áp và giảm sau giảm áp 1h. Khoảng QT sau giảm áp 1h giảm nhiều so với thời điểm ngay sau giảm áp có ý nghĩa thống kê (p<0,05); Thời gian sóng T giảm ngay sau giảm áp và tăng trở lại một phần sau giảm áp 1h, khác biệt có ý nghĩa thống kê; Biên độ sóng T tăng ngay sau giảm áp và sau giảm áp 1h so với trước tăng áp, khác biệt có ý nghĩa thống kê.

IV. BÀN LUẬN

Trong nghiên cứu của chúng tôi cho thấy kết quả giảm tần số tim ngay sau giảm áp và phục hồi sau giảm áp 1h (**Biểu đồ 1**). Biến đổi về HATT và HATB cũng theo chiều hướng tương tự như đối với tần số tim và khác biệt có ý nghĩa; chỉ có HATT chưa thấy rõ sự khác biệt trong biến đổi ở các thời điểm sau giảm áp so với trước tăng áp (**Bảng 2**). So sánh với một số nghiên cứu khác cho

thấy kết quả của các tác giả khác như sau:

Trong nghiên cứu của tác giả C.Marabotti và cs (2008) trên các đối tượng lặn vo ở các độ sâu 3m và 10m nước đều cho thấy nhịp tim giảm hơn so với nhịp tim cơ bản. Độ sâu lặn vo 3m, nhịp tim giảm từ 73,8 ± 9,6 lần/phút còn 60,5 ± 12,4 lần/phút; độ sâu lặn vo 10m, nhịp tim giảm từ 71,0 ± 10,7 lần/phút còn 56,7 ± 17,8 lần/phút [2].

Nghiên cứu của Claudio Marabotti (2009), thực hiện làm siêu âm tim cho các đối tượng ở các điều kiện khác nhau gồm: điều kiện trên cạn (O), điều kiện ngâm thân người trong nước, đầu bên ngoài, thở không khí (A), điều kiện ngâm toàn thân, đầu trong nước, thở qua ống thông (B), điều kiện ngâm toàn thân, đầu trong nước, giữ khí (C), điều kiện lặn vo ở độ sâu 5m (D). Nhận thấy có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê về nhịp tim ở các điều kiện O ($66,7 \pm 8,5$ lần/phút); điều kiện A ($68,3 \pm 14,0$ lần/phút); điều kiện B ($67,7 \pm 11,0$ lần/phút); điều kiện C ($57,3 \pm 16,0$ lần/phút) và điều kiện D ($55,6 \pm 22,1$ lần/phút) [3].

Năm 2013, C.Marabotti và cs, tiến hành nghiên cứu trên 18 người khỏe mạnh, tuổi trung bình $41,5 \pm 8,5$ tuổi, thực hiện 2 giai đoạn của cuộc lặn, giai đoạn đầu, lặn ở độ sâu 10m đến giai đoạn thứ 2, lặn ở độ sâu 5m, mỗi độ sâu lặn trong thời gian 15 phút. Kết quả thu được cho thấy, nhịp tim sau cuộc lặn 15 phút thấp hơn có ý nghĩa so với trước lặn ở độ sâu 5m và 10m nước [4].

Gerardo Bosco và cs (2014), nghiên cứu bằng ghi điện tim Holter 12 đạo trình trong quá trình lặn, cho thấy nhịp tim sau cuộc lặn giảm thấp hơn so với nhịp tim cơ sở, nhịp tim trước cuộc lặn. Hiện tượng này được tác giả giải thích do hạ thân nhiệt khi ngâm mình trong nước lạnh; nhịp tim chậm là hiện tượng huyết động học được ghi nhận trong điều kiện hạ thân nhiệt. Ngoài ra, sự chuyển dịch thể tích máu vào mạch máu trong lồng ngực khi ngâm trong nước sẽ kích thích phản xạ tại các thụ cảm thể áp lực ở tim phổi dẫn đến tác động phó giao cảm và nhịp tim chậm [5].

Nghiên cứu của tác giả Mariusz

Kozakiewicz và cs (2018), thực hiện trên 18 thợ lặn chuyên nghiệp, độ tuổi trung bình $31,1 \pm 5,9$ tuổi, thời gian lặn chuyên nghiệp $8,7 \pm 4,3$ năm, cho thấy sự biến đổi về chức năng tim mạch sau giảm áp trong buồng tăng áp tương đương độ sâu 30m nước (4ATA), thở không khí nén như sau: nhịp tim ngay sau giảm áp ($60,7 \pm 7,2$ lần/phút) giảm hơn có ý nghĩa so với trước tăng áp ($70,2 \pm 9,1$ lần/phút), huyết áp tâm trương, huyết áp trung bình tăng lên có ý nghĩa ở thời điểm sau giảm áp (HATTr: $77,8 \pm 7,2$ mmHg; HATB: 96 ± 8 mmHg) so với trước tăng áp (HATTr: $72,6 \pm 6,8$ mmHg; HATB: $91 \pm 8,2$ mmHg). Tác giả cho rằng, giảm nhịp tim, tăng huyết áp trung bình, huyết áp tâm trương, gợi ý đến sự gia tăng hậu gánh với biểu hiện giảm hoạt động tim (bao gồm cả nhịp tim và sự co bóp tim). Những tác động kéo dài có khả năng liên quan đến việc thiết lập lại các cơ chế phản ứng tim mạch khác nhau, được kích hoạt bởi kích thích cơ học, áp suất cao, dẫn đến những thay đổi dòng máu trung tâm và ở mức cao hơn trong các thông số có liên quan đến áp lực tĩnh mạch trung tâm (tăng gánh trước tim). Những thay đổi của sự cân bằng giao cảm – phó giao cảm của thần kinh chi phối tim với tăng sức cản mạch máu (tăng dẫn truyền giao cảm) cho thấy những thay đổi trong điều hòa hệ thống tim mạch [1].

Kết quả nghiên cứu của chúng tôi tương đồng với các nghiên cứu khác về biến đổi tần số tim, điều này có thể được lý giải: Nhịp tim chậm trong điều kiện áp suất cao là do tác động trực tiếp của lượng oxy bão hòa trong huyết tương tăng, do đó, làm tăng cung cấp oxy cho các tế bào, mô, cơ quan hoạt động,

như vậy đòi hỏi hoạt động của tim cung cấp oxy cũng giảm đi, điều này đã góp phần làm giảm tần số tim. Bên cạnh đó, khi thở với phân áp oxy cao, còn làm giảm độ nhạy cảm của các thụ cảm thể hóa học với CO₂, cũng làm nhịp tim giảm.

Tuy nhiên về biến đổi huyết áp động mạch, kết quả nghiên cứu của chúng tôi có khác so với các tác giả trước. Điều này, có thể được lý giải rằng, huyết áp động mạch là kết quả của áp lực do tâm thất tống máu ra khỏi tim và phản lực do tính đàn hồi của thành động mạch [6]. Như vậy, khi lượng oxy hòa tan trong huyết tương tăng dẫn tới nhu cầu hoạt động của tim cung cấp oxy cho mô, cơ quan giảm, nhịp tim giảm làm giảm áp lực tống máu của thất trái, góp phần làm giảm huyết áp động mạch.

Khoảng PQ có xu hướng tăng sau giảm áp và giảm sau giảm áp 1h. Thời gian sóng T ngay sau giảm áp giảm nhiều so với thời điểm trước tăng áp, và phục hồi một phần sau giảm áp 1h, nhưng còn thấp hơn so với trước tăng áp. Trên sóng T cũng cho thấy hiện tượng tăng biên độ sau giảm áp. Sóng P, phức bộ QRS và khoảng QT không có sự biến đổi có ý nghĩa thống kê so với thời điểm trước tăng áp (Bảng 3; 4; 5).

Những biến đổi về các sóng và khoảng điện tim trong nghiên cứu của chúng tôi vẫn nằm trong giới hạn sinh lý bình thường [6], [7].

Theo nghiên cứu của tác giả M.P. Boässon và cs (2019) thực hiện trên các thợ lặn quân sự, có độ tuổi trung bình $39,5 \pm 7,0$ tuổi, tiến hành lặn dùng không khí nén, độ sâu 50m với thời gian đáy 14 phút, tổng thời gian 71 phút, qua các trạm giảm áp lần lượt

là 3 phút ở độ sâu 15m, 5 phút ở độ sâu 12m, 6 phút ở độ sâu 9m, 9 phút ở độ sâu 6m và 33 phút ở độ sâu 3m. Kết quả cho thấy, khoảng PR ở độ sâu 50m ($187 \pm 27,5$ ms) dài hơn thời khoảng PR ở ngang mực nước biển ($172 \pm 26,3$ ms) có ý nghĩa thống kê; Thời khoảng của phức bộ QRS ở độ sâu 50m ($90 \pm 13,8$ ms) ngắn hơn có ý nghĩa so với thời khoảng phức bộ QRS ở ngang mực nước biển ($99 \pm 20,0$ ms); các khoảng RR, QT, QTc không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tác giả đã giải thích về thời khoảng QRS giảm là chưa phù hợp trên lâm sàng, có thể là do phương pháp đo không chính xác và sự khác nhau về phương pháp đo (điện tim 12 đạo trình hoặc Holter điện tim), việc cho phép đo như vậy được thực hiện vào các ngày khác nhau trong các tình huống khác nhau. Sự khác biệt có thể được quy cho không chỉ bởi điều kiện áp suất cao mà còn do ảnh hưởng của việc ngâm nước đến tình trạng tim mạch [8].

So với tác giả M.P. Boässon và cs có những đặc điểm khác nhau, có lẽ là do trong nghiên cứu của chúng tôi, sử dụng đồng nhất đo điện tim bằng phương pháp ghi 12 đạo trình và trong điều kiện kiểm tra là như nhau. Thêm nữa, những đối tượng nghiên cứu của chúng tôi đều là những thanh niên còn trẻ tuổi, chưa từng tham gia hoạt động lặn, chưa có sự thích nghi với môi trường áp suất cao, và một phần bởi yếu tố tâm lý trong quá trình kiểm tra, tuyển chọn, do vậy, cũng có những biến đổi trên điện tim chưa phù hợp.

V. KẾT LUẬN

- Sau thử nghiệm chịu đựng với áp suất cao tương đương ở độ sâu 30m, tần số tim,

huyết áp tâm thu, huyết áp trung bình giảm ngay sau giảm áp và phục hồi một phần sau giảm áp 1h.

- Về điện tim: sau thử nghiệm chịu đựng áp suất cao, thời gian sóng T giảm ngay sau giảm áp, phục hồi một phần sau giảm áp 1h, trong khi đó, biên độ sóng T tăng sau giảm áp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Mariusz Kozakiewicz, Joanna Slomko, Katarzyna Buszko, et al. (2018).** Acute Biochemical, Cardiovascular, and Autonomic Response to Hyperbaric (4 atm) Exposure in Healthy Subjects. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*: 1-8.
2. **C. Marabotti, A. Belardinelli, A. L'Abbate, et al. (2008).** Cardiac function during breath-hold diving in humans: An echocardiographic study. *Undersea & Hyperbaric Medical Society*, 35(2): 83-90.
3. **Claudio Marabotti, Alessandro Scalzini, Danilo Cialoni, et al. (2009).** Cardiac changes induced by immersion and breath-hold diving in humans. *Journal Applied Physiology*, 106: 293-297.
4. **C. Marabotti, Scalzini, Menicucci, et al. (2013).** Cardiovascular changes during SCUBA diving: an underwater Doppler echocardiographic study. *Acta Physiologica*, 209: 62-68.
5. **Gerardo Bosco, Elena De Marzi, Pierantonio Michieli, et al. (2014).** 12-lead Holter monitoring in diving and water sports: a preliminary investigation. *Diving and Hyperbaric Medicine*, 44(4): 202-207.
6. **Học viện Quân y (2007),** Sinh lý học tập I, Nhà xuất bản Quân đội Nhân dân, Hà Nội: 122-189.
7. **Nguyễn Quang Tuấn (2014),** Thực hành đọc điện tim, Nhà xuất bản y học, Hà Nội: 25-54.
8. **M.P. Boässon, R. Rienks, A. van de Ven, et al. (2019).** Arrhythmogenicity of scuba diving Holter monitoring in a hyperbaric environment. *Undersea & Hyperbaric Medical Society*, 46(4): 421-427.