운동 종료 후 호흡보조 도수기법 적용이 심장박동회복에 미치는 즉각적인 효과

https://doi.org/10.32337/KACPT.2022.10.2.19
대한심장호흡물리치료학회지 제10권 제2호 2022.12. PP.19-24

김진섭[1*]
[1]선문대학교 물리치료학과

Initial Effects of Manual Assistive Breathing Technique on Heart Rate Recovery after Cessation of Physical Activity

Jin-Seop Kim PT, PhD[1*]
[1]*Department of Physical Therapy, Sun moon University*

Purpose: This study was designed to investigate the effects of the application of the manual assistive breathing technique on heart rate recovery. **Methods:** In this study, 20 subjects were randomly assigned and divided into an experimental group and a control group. The experimental group received manual breathing assistance by a therapist immediately upon completion of exercise. In contrast, the control group rested without intervention after exercise. In this study, the heart recovery rate, rate of perceived exertion (RPE), and oxygen saturation were measured. **Results:** The experimental group who used the manual assistive breathing technique showed a significant difference in heart rate recovery and RPE at 30 s compared with the control group. However, no significant difference in oxygen saturation was observed between the two groups. Therefore, the manual assistive breathing technique was effective in heart rate recovery within a short time. **Conclusion:** In conclusion, the manual assistive breathing technique is recommended for subjects who must recover their heart rates quickly.

Key words: Manual Assistive Breathing Technique, Heart Rate Recovery, Rate of Percieved Exertion, Oxygen Saturation

Received: November 10, 2022 / **Revised:** November 23, 2022 / **Accepted:** November 24, 2022

Ⅰ. 서 론

활력징후 중 하나인 심장박동수는 건강한 신체 조건의 사람들이나 환자들에게 중요한 생리학적인 안정성에 대한 정보를 제공하게 된다(Alemaryeen 등, 2017). 이러한 정보들은 스포츠 활동을 하는 선수뿐만 아니라 다양한 활동에서도 중요하게 측정되는 변수이다(Massaroni 등, 2019). 유산소 운동은 폐에 산소가 효율적으로 흡수하기 위하여 호흡근 근육이 활성화되고 심박수를 증가시켜 폐가 효과적으로 작용할 수 있도록 한다(Lazovic-Popovic 등, 2016).

운동 중에는 부교감신경의 지연현상과 교감신경의 활성화로 인하여 심장박동수가 증가하게 되지만(Arai 등, 1989), 운동이 끝난 후 심장박동의 감소는 부교감신경계(parasympathetic nerveous system; PNS)의 활성과 교감신경계(sympathetic nervous system; SNS)의 억제에 의하여 조절이 되며, 운동 이후 30초 이내에 가장 많은 회복이 이루어진다고 보고되어 있다(Imai 등, 1994). 운동 시 심장박동수의 변화는 심장질환이나 그 외 병적인 문제의 예후를 판단하기 위해 심장박동수의 변화에 대한 연구들이 진행되었다(Ellestad 등, 1975; Sandvik 등, 1995; Lauer 등, 1996). 다양한 심장박동의 변화 중 심장박동의 회복은 사망률과도 연관성을 가지고 있다고 보고되고 있다(Schwartz 등, 1992).

운동 후 심장박동의 회복을 위하여 선행연구에 의하면 부교감신경계의 빠른 재 지배를 위하여 자세에 대한 연구를 진행하였다. Takahashi 등(2000)의 연구에 의하면 자세에 따라 심장박동수에 미치는 영향에 대한 연구를 실시하였다. 이때 앉은 자세나 서 있는 자세보다는 똑바로 누운 자세가 더 심장박동수의 회복이 증가된다고 하였다. 또한 Kwak 등(2021)의 연구에서도 심장 박동수는 자세에 따라 감소한다고 보고 하였다. Hua 등(2009)의 연구에 의하면 낮은 강도로 회복 운동을 하게 된다면 심장박동수가 빠르게 감소 할 수 있다고 보고되어있다.

선행 연구에 의하면 심장박동수의 회복을 위한 방법으로 자세

교신저자: 김진섭
주소: 31460, 충남 아산시 탕정로 선문로221번길 70 선문대학교, E-mail: skylove3373@sunmoon.ac.kr
* 본 연구는 선문대학교 2021 교내학술 연구지원비에 의하여 지원되었습니다.

에 대한 연구가 대부분이였으며, 실제 도수기법적용에 대한 연구가 매우 제한적이다. 장우엽 등(2021)의 연구에 의하면 만성폐쇄성폐질환 환자에게 가슴우리에 도수기법을 적용 하였을 때 짧은 시간 내에 환자의 가로막 운동성을 증가시켜 도수 치료의 효과를 제시하였다. Hamasaki (2020)연구에서도 흡기근육인 가로막 운동의 효과에 대해 제시하였다. 실제 호흡량을 증가시켜 심장박동수의 활동을 낮추기 위해서는 운동 종료 후 흡기근육 뿐만 아니라 호기근육의 작용 또한 매우 중요한 역할을 하게 된다고 보고하였다(De Troyer and Boriek, 2011).

그 중 호흡보조 도수기법(breathing assist technique)은 호흡질환 환자들에게 사용하는 기법으로 알려져 있다. 이러한 기법은 말초 기도에 있는 이물질을 중심 기도로 이동시키는 기법 중의 하나로 사용되었다. 그러나 이러한 기법은 종종 임상 현장에서 환기량의 향상과 호흡조절의 재교육을 위해 해외 임상 현장에서 사용되고 있다. Ihashi 등(1990)은 호흡보조 도수기법을 통해 호흡곤란 환자에게 동맥의 산소포화도를 증가시키고 호흡곤란을 완화 할 수 있다고 보고하였다. 하지만 대부분의 연구들은 흡기근에 관련된 연구이며 호기근에 대한 호흡보조 도수기법 접근법에 대한 연구는 매우 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 호기근의 활성화를 도와 줄 수 있는 호흡보조 도수기법을 이용하여 운동 후 심장박동 회복속도를 즉각적으로 변화시킬 수 있는지에 대한 연구를 실시하려고 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 충남 A시에 있는 S 대학교에 신체 건강한 남성을 대상으로 하였다. 대상자는 총 20명으로 하였으며, 자발적인 참여에 의해 연구가 진행되었다. 대상자의 선정 조건은 다음과 같다. 첫째, 본 연구의 목적과 내용을 충분히 인지하고 자발적으로 참여한 대상자로 하였다. 둘째, 근골격계 통증이 없는 대상자로 하였다. 셋째, 최근 6개월 내 수술 및 시술을 한 경험이 없는 자로 하였다. 넷째, 최근 6개월 내 심혈관 증상이 없는 대상자로 실시하였다. 본 연구에 참여하는 대상자는 헬싱킨 선언에 준하여 모든 연구가 진행되었다.

2. 연구 설계

본 연구는 실험의 선정 조건에 부합하는 20명을 두 그룹으로 무작위 배정을 하여 진행하였다(그림 1). 무작위 배정방법은 컴퓨터를 이용한 무작위 추출방법을 사용하였다. 선정된 대상자들의 일반적인 특성을 제시하였다. 실험군은 75% 목표 심박 수까지 심장박동수를 올린 후 호흡보조 도수기법을 적용하면서 5분 동안

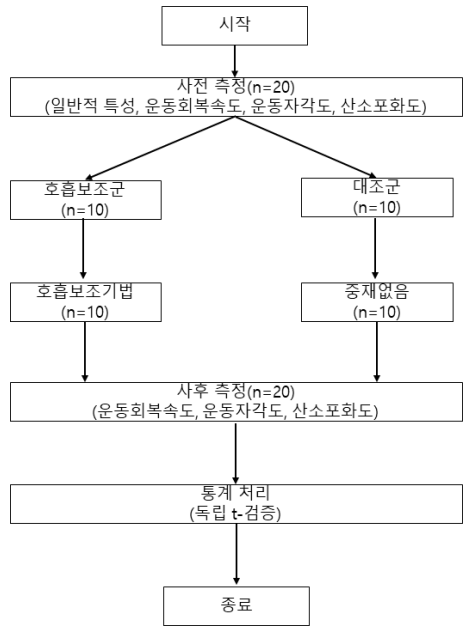

그림 1. 연구 진행에 대한 흐름도

30초 간격으로 혈압, 심박수, 호흡률, 운동자각척도, 산소포화도를 측정하였다. 대조군은 75% 목표 심박수까지 심장박동수를 올린 후 앉은 자세에서 5분 동안 30초 간격으로 혈압, 심박수, 운동자각척도, 산소포화도를 측정 하였다. 본 측정값은 실험 전 두 그룹 간 비교를 하였고, 5분되는 시점에서의 그룹 간 비교를 하였다.

3. 실험 방법

본 연구에서 적용한 호흡보조 도수기법은 대상자가 하지 에르고미터를 이용하여 카보넨 공식을 이용하여 목표 심박수 75%로 설정하였다. 카보넨 공식은 220에서 나이를 뺀 값을 예측된 최대 심박수로 설정하였다. 목표 심박수는 최대 심박수에서 안정시 심박수를 뺀 값에 운동 강도를 곱하고, 그 이후 안정시 심박수를 더한 값을 목표 심박수로 하였다. 본 연구에서는 목표 심박수에 도달 즉시 운동을 중지하고 호흡보조군과 대조군 모두 앉은 자세에서 연구 대상자에게 도수호흡보조 기법을 적용하였다. 호흡보조 도수기법은 대상자가 흡기 시 진동을 통하여 호흡을 잘 할 수 있도록 흡기 근육을 자극하고 호기 시 손을 압박하여 호기를 도와 줄 수 있도록 호흡률에 맞추어 적용하였다. 호흡보조 도수기법을 적용하는 부위는 갈비뼈 4번과 6번 사이 내측갈비사이근을 촉진하여 적용하였으며 적용하는 동안 30초 간격으로 심박수, 운동자각척도, 산소포화도를 측정하였다. 대조군은 30초 간격으로 실험군과 같은 방법으로 실시하였다.

4. 분석 방법

본 연구를 통해 수집된 자료들은 SPSS 25.0(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계 분석하였다. 모집된 표본의 정규성 검정을 위해 사피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정을 이용하여 분석하였고, 정규성을 만족하였다. 대상자들의 일반적인 특성은 기술통계 분석을 이용하여 평균과 표준편차를 이용하여 분석하였다. 두 군간 비교를 위하여 독립 t-검정을 이용하였다. 본 연구의 통계학적인 유의수준은 95% 신뢰수준으로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상자는 총 20명으로 호흡보조 도수기법을 받는 10명과 대조군 10명으로 두 군의 일반적인 특성에서 유의한 차이가 나타나지 않았다(표 1).

2. 호흡보조 도수기법이 심장박동 회복에 미치는 효과

본 연구에서 호흡보조 도수기법이 심장박동에 미치는 효과는 다음과 같다(표 2). 두 그룹간의 비교에서 호흡보조 실시 30초 시점에서 두 그룹 간에 유의한 심박동수의 회복에 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 운동종료 직전, 60초, 90초, 120초, 150초, 180초, 210초, 240초, 270초, 300초 에서는 그룹 간 유의한 차이가 없었다(p>.05).

3. 호흡보조 도수기법이 운동자각척도에 미치는 효과

본 연구에서 호흡보조 도수기법이 운동자각척도에 미치는 효과는 다음과 같다(표 3). 두 그룹간의 비교에서 호흡보조 실시 30초 지점에서 운동자각척도에서 두 그룹간의 유의한 차이가 나타났다(p<.05). 운동 종료 직전, 60초, 90초, 120초, 150초, 180초, 210초, 240초, 270초, 300초에서는 그룹 간 유의한 차이가 없었다(p>.05).

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성 (N=20)

	호흡보조 도수기법(n=10)	대조군(n=10)	t	p
나이	24.20±1.23[a]	23.60±2.59	.66	.52
키	171.60±6.54	173.20±3.77	-.67	.51
몸무게	69.50±12.85	73.00±6.65	-.765	.45
목표심박수	166.50±2.51	167.30±2.75	-.68	.51
RPM	78.50±8.18	82.00±8.88	-.971	.37
안정시 수축기혈압	128.70±14.07	134.77±11.61	-1.02	.32
안정시 확장기혈압	85.70±19.08	94.78±22.81	-.95	.36
안정시 심박수	80.60±11.20	79.44±8.76	.25	.81

[a]평균±표준편차

표 2. 호흡보조 도수기법이 심장박동 회복에 미치는 효과 (N=20)

	호흡보조 도수기법(n=10)	대조군(n=10)	t	p
0초	166.40±2.22	165.70±1.94	.75	.46
30초	130.30±7.39	140.00±8.56	-2.71	.01
60초	123.00±8.67	125.80±13.16	-.56	.58
90초	118.50±12.85	117.60±11.27	.17	.87
120초	113.80±17.05	115.90±9.43	-.34	.74
150초	113.10±16.94	114.80±7.39	-.29	.77
180초	111.70±15.69	112.00±7.23	-.06	.96
210초	109.40±15.29	109.10±7.48	.06	.95
240초	106.50±14.85	108.80±7.79	-.43	.67
270초	105.90±13.24	106.80±7.25	-.19	.85
300초	103.90±15.72	104.80±10.26	-.15	.88

[a]평균±표준편차

표 3 호흡보조 도수기법이 운동자각척도에 미치는 효과 (N=20)

	호흡보조 도수기법(n=10)	대조군(n=10)	t	p
0초	15.20±1.93	15.60±2.22	-.43	.67
30초	12.30±1.42	14.10±2.13	-2.22	.03
60초	11.70±2.71	12.70±2.36	-.88	.39
90초	9.60±2.01	11.20±2.39	-1.62	.12
120초	8.60±1.90	10.00±2.67	-1.35	.19
150초	7.60±1.78	9.10±2.56	-1.52	.15
180초	7.40±1.89	8.70±2.31	-1.38	.19
210초	6.90±1.52	8.20±2.04	-1.61	.12
240초	6.70±1.25	7.90±1.85	-1.70	.11
270초	6.40±0.69	7.40±1.50	-1.91	.07
300초	6.30±0.67	7.10±1.44	-1.58	.14

[a]평균±표준편차

표 4 호흡보조 도수기법이 산소포화도에 미치는 효과 (N=20)

	호흡보조 도수기법(n=10)	대조군(n=10)	t	p
0초	95.70±0.42	96.90±0.74	1.12	.28
30초	96.60±1.07	96.80±0.63	-.51	.61
60초	96.90±1.37	97.10±0.56	-.43	.68
90초	97.20±0.63	97.10±0.57	.37	.71
120초	97.50±0.53	97.20±0.63	1.15	.26
150초	97.40±0.52	97.10±0.57	1.24	.23
180초	97.20±0.63	97.20±0.42	.28	1.00
210초	97.00±0.47	97.20±0.42	-1.00	.33
240초	97.00±0.67	97.10±0.56	-.36	.72
270초	96.80±0.63	97.20±0.42	-1.66	.11
300초	97.00±0.47	97.20±0.42	-1.00	.33

[a]평균±표준편차

4. 호흡보조 도수기법이 산소포화도에 미치는 효과

본 연구에서 호흡보조 도수기법이 산소포화도에 미치는 효과는 다음과 같다(표 4). 호흡보조 도수기법이 산소포화도에 미치는 효과는 운동종료 직전, 30초, 60초, 90초, 120초, 150초, 180초, 210초, 240초, 270초, 300초에서는 그룹 간 유의한 차이가 없었다(p>.05).

Ⅳ. 고 찰

심장박동 회복은 초기 생리학적인 연구에서는 운동에 대한 운동능력의 지표로 제시되었지만 최근 연구에서는 운동능력뿐만 아니라 환자의 심장질환에 대한 예후를 예측하는 지표로 사용되고 있으며 생명과도 직접적인 관련성을 가지게 된다(Cole 등, 2000; Lauer, 2009).따라서 본 연구에서는 호흡보조 도수기법의 중재를 이용하여 운동 후 심장회복 속도를 가속화 시킬 수 있는 기법에 대해 연구를 실시하였다.

본 연구에서는 운동 후 호흡보조 도수기법이 대조군 보다 심장박동 회복 속도가 유의하게 증가되었다. 선행연구에 의하면 운동 후 초기에 영향을 미치는 요인은 부교감신경계의 작용에 의하여 심장의 박동수가 늦추어지며 미주신경의 비정상적인 반응은 심장 박동수 회복의 이상을 가져온다고 보고하였다(Arai 등, 1989; Imai 등, 1994). 본 연구에서 호흡보조 기법을 사용한 군이 대조군보다 심장박동 회복 속도가 유의하게 회복된 것은

호기 시 압박을 통하여 환기 량을 증가시킨 것으로 생각되며, 환기량의 증가는 숨뇌에서 산소와 이산화탄소의 반응에서 부교감신경의 활성화를 가져와 초기 30초 구간동안 심장박동의 속도를 빠르게 감속하는데 도움이 되었을 것이라 생각된다. 본 연구결과는 선행 연구와 유사한 결과를 보였으며, Imai 등(1994) 연구에서도 교감신경계와 부교감 신경계의 조절이 30초에 발생하기 때문에 30초 구간에서 변화량이 가장 증가되었으며, 호흡보조 도수기법의 속도를 증가 시켰을 것으로 판단된다.

본 연구에서 운동 후 호흡보조 도수기법을 적용한 군은 대조군보다 운동자각척도에서 유의하게 감소되었다. 운동자각척도는 운동 시 심리적으로 느끼는 주관적인 강도를 객관적인 생리적 변인의 수치와 일치하는 정도를 밝혀서 정량화하는 수치이다(Borg, 1970). 운동강도와 운동자각척도의 상관관계에서는 운동의 강도가 높아지면 운동자각척도 수치가 증가되는 것을 볼 수 있다(김기진, 2000). 본 연구에서는 운동 종료 후 산소소모량이 증가되면서 환기량이 증가되게 되는데 이때 빠른 환기를 위하여 강제 호기를 위하여 날숨 근육의 사용빈도가 높아진다. 강제 호기는 대상자가 능동적으로 호기를 해야 하기 때문에 에너지 소모량이 증가되는데 이때, 호흡보조 도수기법을 한 군은 강제 호기 시 흉곽의 압력을 증가시켜 날숨근이 수축할 때 보조적인 힘을 통하여 에너지를 보존하였을 것으로 판단되어 초기 30초 지점에서 운동자각척도가 유의하게 감소되었을 것으로 판단된다.

Borg (1970)은 운동자각척도와 심박수와의 상관도가 0.85라고 보고하여 운동자각척도와 심박수와의 상관성이 매우 높은 것을 알 수 있어 본 연구에서 호흡을 보조하며 자율신경계에 의하여 심박수를 낮추었기 때문에 호흡수가 유의하게 감소한 것처럼 운동자각척도도 또한 유의하게 감소 한것으로 판단된다. 선상규 등(1999)는 운동 중에 인지신호체계를 통해 표현하게 되는 심리적 반응은 생리적 변화에 반응하는 심박수와 동일한 변화도를 보이게 된다고 하였는데 본 연구에서도 심박수와 운동자각척도의 감소가 유의하게 30초 시점에서 발생하여 선행연구와 동일한 결과를 나타냈다.

하지만 본 연구에서 산소포화도는 실험군과 대조군 사이에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 헤모글로빈의 산소포화도를 확인한 결과 높은 강도의 운동 수행 시 수소이온지수가 감소하고, 온도 및 이산화탄소 분압의 증가로 인하여 산소해리곡선은 우측으로 이동하는 현상을 초래하게 되는데, 산소포화도에 의한 산소해리능력은 최대산소섭취량을 일정하게 유지하는데 중요한 영향을 미친다. Squires 등(1982)과 Rowell 등(1964)은 최대운동 시 안정 시에 비해서 3-4%의 산소포화도 감소를 나타낸다고 하였지만 본 연구에서는 모든 그룹에서 산소포화도가 유의한 차이가 없었다. 본 연구에서 실험군과 대조군에서 산소포화도가 유의하게 감소하지 않은 이유는 본 연구에서 운동강도를 최대강도가 아니라 추정된 최대강도의 75% 수준에서 연구를 진행하였고, 건강한 대상자를 최대하운동을 실시하였기 때문에 운동 종료 후에도 산소포화도 변화가 나타나지 않았으며 산소포화도 변화가 가 없었기 때문에 군간 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

본 연구에서는 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 첫째 운동 강도 설정에서 최대강도의 75% 수준에서 진행을 하였기 때문에 산소포화도 변화에 대해 규명하기 어려웠다. 둘째, 대상자의 성별을 남성으로 제한하였기 때문에 여성의 결과를 일반화 할 수 없었다. 셋째 건강한 대상자를 대상자로 하였기 때문에 환자에 대해 일반화하기 어려웠다. 향후 연구에서는 본 연구의 제한점을 수정 보완하여 운동 강도를 85% 이상으로 높이고, 여성을 포함시키며 연령 및 질병 유무에 따른 연구가 진행이 되어야 할 것으로 판단된다.

Ⅴ. 결 론

본 연구에서는 건강한 대상자들에게 운동 후 호흡보조 도수기법이 심장박동의 회복에 미치는 영향에 대해 연구하였다. 연구결과 운동 종료 후 호흡보조 도수기법의 적용은 심장박동의 회복이 30초 구간에서 대조군보다 유의한 향상을 보였다. 즉, 운동 종료 후 빠르게 심장박동의 회복이 필요한 대상자에게는 호흡보조 도수 기법을 적용하게 되면 심장박동의 안정화에 유의한 결과를 보였다. 따라서 호흡보조 도수기법을 통하여 심장박동의 회복속도를 높여 줄 수 있는 보조운동 방법으로써 적용할 수 있을 것이라 판단된다.

참고문헌

김기진. 심계기능과 점증적 최대운동시 산소포화도 변화의 관련성. 운동과학, 9(2);355-363, 2000.

선상규, 한종우, 김명화, 등. 운동강도 설정을 위한 흥미 척도, 운동자각척도 및 심박수와의 상관관계. 한국사회체육학회지, 12(12);745-757, 1999.

장우엽, 이동엽, 홍지헌, 등. 만성 폐쇄성 폐질환에 대한 도수치료의 효과: 체계적 문헌고찰.한국신경근육물리치료학회지, 11(3);59-68, 2021.

Alemaryeen A, Noghanian S, Fazel-Rezai R. Respiratory rate measurements via Doppler radar for health monitoring applications. Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc, 829-832, 2017.

Arai Y, Saul JP, Albrecht P, et al. Modulation of cardiac autonomic activity during and immediately after exercise. Am J Physiol, 256(1);H132-H141, 1989.

Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. Scand J Rehabil Med, 2(2);92-98, 1970.

Cole CR, Foody JM, Blackstone EH, et al. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort. Ann Intern Med, 132(7);552-555, 2000.

De Troyer A, Boriek AM. Mechanics of the respiratory muscles. Compr Physiol, 1(3);1273-1300, 2011.

Ellestad MH, Wan MK. Predictive implications of stress testing. Follow-up of 2700 subjects after maximum treadmill stress testing. Circulation, 51(2);363-369, 1975.

Hamasaki H. Effects of Diaphragmatic Breathing on Health: A Narrative Review. Medicines (Basel), 7(10);65, 2020.

Hua LP, Brown CA, Hains SJ, et al. Effects of low-intensity exercise conditioning on blood pressure, heart rate, and autonomic modulation of heart rate in men and women with hypertension. Biol. Res. Nurs, 11(2); 129-143, 2009.

Ihashi K, Saito A, Ito N. Effect of manual breathing assist technique on patients with dyspnea of exertion. J Jpn phys ther Assoc, 17(2);83-90, 1990.

Imai K, Sato H, Hori M, et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. J Am Coll Cardiol, 24(6);1529-1535, 1994.

Kwak DG, Yang DW, Song JH, et al. Effects of Different Resting Positions on the Heart and Respiratory Rate After Aerobic Exercise. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 25(1);937-943, 2021.

Lauer MS, Okin PM, Larson MG, et al. Impaired heart rate response to graded exercise: Prognostic implications of chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study. Circulation, 93(8);1520-1526, 1996.

Lazovic-Popovic B, Zlatkovic-Svenda M, Durmic T, et al. Superior lung capacity in swimmers: Some questions, more answers!. Rev Port Pneumol, 22(3);151-156, 2016.

Massaroni C, Nicolò A, Lo Presti D, et al. Contact-Based Methods for Measuring Respiratory Rate. Sensors (Basel), 19(4);908, 2019.

Rowell LB, Taylor HL, Wang Y, et al. Saturation of atrerial blood with oxygen during maximal exercise. J Appl Physiol, 19(2);284-286, 1964.

Sandvik L, Erikssen J, Ellestad M, et al. Heart rate increase and maximal heart rate during exercise as predictors of cardiovascular mortality: a 16-year follow-up study of 1960 healthy men. Coron Artery Dis, 6(8);667-679, 1995.

Schwartz PJ, La Rovere MT, Vanoli E. Autonomic nervous system and sudden cardiac death. Experimental basis and clinical observations for post-myocardial infarction risk stratification. Circulation, 85(1 Suppl);I77-91, 1992.

Squires RW, Buskirk ER. Aerobic capacity during acute exposure to simulated altitude, 914 to 2286 meters. Med Sci Sports Exerc, 14(1);36-40, 1982.

Takahashi T, Okada A, Saitoh T, et al. Difference in human cardiovascular response between upright and supine recovery from upright cycle exercise. Eur J Appl Physiol, 81(3);233-239, 2000.