

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2020. 12. Vol. 27, No.3, pp. 75-83

발살바 기법이 몸통 굴곡과 신전에 대한 저항운동에 미치는 영향

김정자 · 윤혁진 · 장경만 · 이희선 · 이종원

중앙보훈병원 재활의학과

An effect of the Valsalva maneuver on resistance exercise of trunk flexion and extension

Jeong-ja Kim, M.Ed., P.T. · Hyuk-jin Yoon, P.T · Kyung-man Jang, P.T · Hee-sun Lee, P.T · Jong-won Lee, M.Sc., L.L.M., P.T

Department of Rehabilitation Medicine, Veterans Health Service Medical Center

Abstract

Background: The effect of the Valsalva maneuver applied in resistance exercise has shown contradictory results. This study aims to investigate the effect of the Valsalva maneuver on resistance exercise by examining the changes that occur by applying the Valsalva maneuver during trunk flexion and extension resistance exercise in healthy adults.

Design: Randomized controlled trial.

Methods: 34 healthy adults were conveniently recruited. According to the with or without Valsalva maneuver, the flexion and extension of the trunk were measured and evaluated.

Results: Paired t test showed that there was a statistically significant difference in maximum torque of trunk flexion in the resistance exercise with Valsalva maneuver. However, there was no statistically significant difference in trunk extension ($p < .05$), in the total and average work of trunk flexion and extension ($p < .05$).

Conclusion: The results of this study in which the difference in the amount of exercise according to the application of the Valsalva maneuver was not significant, show that the practice of the Valsalva maneuver, which has a risk of injury, should be avoided in rehabilitation exercises.

Key words: Valsalva maneuver, Trunk flexion and extension, Resistance exercise

© 2020 by the Korean Physical Therapy Science

교신저자: 이종원

주소: 서울특별시 강동구 진랑도로61길 53(둔촌2동 6-2) 재활센터, 전화: 02-2225-1776, E-mail: hosori@bohun.or.kr

I. 서론

저항 운동은 근력과 지구력과 같은 운동수행능력과 움직임 조절과 보행속도 향상과 같은 기능적 독립성 향상, 인지 능력의 향상, 심혈관계 기능 개선, 그리고 자존감의 향상을 통한 삶의 질 향상을 가져와 체력과 건강과 관련하여 많은 이점을 가지고 있다(Pollock 등, 2000; Westcott, 2012; Coelho-Junior 등, 2020). 저항운동 가운데 효과적으로 중량을 들어 올리거나 운동 수행의 안정성 향상을 위해서는 적절한 호흡기법이 중요하고(박진영 등, 2018), 저항성 운동 수행의 안정성과 부상 방지를 위해 발살바 기법을 이용하고 있다(이명천 외, 2013). 이와 같은 발살바 기법은 닫힌 성문에 대한 호기적 노력으로, 배변, 출산, 기침, 물건 들기, 밀기, 그리고 여러 유형의 격렬한 신체활동을 할 때에 자주 사용되는 방법으로 누구에게나 익숙하다(Jones, 1965; 곽혜원과 김나현, 2009).

저항운동에서 발살바 기법은 심박수를 낮추는 미주 신경의 긴장도를 높이고, 혈압을 변화시키며, 흉강내압과 복강내압을 증가시켜 신체활동 중 몸통의 안정화를 증가시키는 장점을 가지고 있다(Blazek 등, 2019). 그리고 증가된 복강내압과 흉강내압을 통해 척추기립근과 복근에 대한 근육 내 압력을 높이고 몸통의 안정성을 높여준다는 장점이 있다(Hackett와 Chow, 2013). 그러나 저항운동에서 발살바 기법은 저항운동을 단독 시행한 경우에 비해 동맥의 경직도와 맥파 전도 속도를 증가시키고(Heffernan 등, 2007), 안압의 상승을 일으키며(Brody 등, 1999; 송해운 등, 2009), 발살바 망막병증(정의운 등, 2004; Patane 등, 2015)과 시력저하, 황반장애와 푸르처 유사 망막병증 등의 안과질환의 원인이 되는 문제점을 가지고 있다. 그리고 늑막염과 탈장, 그리고 기흉 등을 유발할 수 있고(이명천 등, 2013), 뇌출혈과 척추경막 외 혈종을 일으키는 등의 문제점을 가지고 있으며(Uber-Zak과 Venkatesh, 2002), 추간관 탈출증의 악화(윤현석 등, 2010)와 추간관의 압력의 증가(Nachemson, 1986) 등의 문제점을 가지고 있다. 또한 저항운동을 실시할 때에는 발살바 기법을 피하도록 하고(Prazeres 등, 2017), 최대근수축의 25%의 강도와 10, 15, 20%의 강도의 등척성 저항운동에서 발살바 기법을 방지하도록 하며(Umeda 등, 2010; Fryer 등, 2018), 이에 더해 일어나 앉기 운동에서 발살바 기법을 사용한 환자에서 뇌졸중과 뇌출혈이 발생하였다는 보고도 있다(Uber-Zak와 Venkatesh, 2002). 따라서 물리치료사는 발살바 기법의 장점과 문제점을 인식하고, 문제점을 최소화 하는데 노력을 기울여야 한다(Jones, 1965).

발살바 기법을 저항운동에 사용하는 것은 경기력을 향상시키는 경우와 건강유지 및 증진을 위해 운동을 하는 경우, 그리고 손상에서 회복하는 경우에서 모두 다르게 적용되거나 적용여부를 고려해야 한다. 그러나 물리치료사가 저항운동을 실시하는 과정에서 발살바 기법을 사용하는 것이 관절의 안정성과 운동수행능력에 효과가 있다는 연구들과 발살바 기법의 사용이 심혈관계에 미치는 영향 때문에 주의가 필요하다는 연구들이 다수 이루어짐에도 불구하고, 발살바 기법을 사용하는 것이 치료목적으로 실시하는 저항운동에서 운동 수행능력과 운동의 양에 관한 차이를 살펴 본 연구는 많지 않다. 본 연구에서는 일반 성인을 대상으로 발살바 기법을 사용한 다양한 부위의 저항운동 가운데 몸통의 굴곡과 신전 저항운동을 실시하고, 실험의 참여로 인해 발생할 수 있는 손상을 최소화하기 위해 등속성 운동을 실시하였다. 그리고 발살바 기법을 적용한 경우와 발살바 기법을 적용하지 않는 경우에 발생하는 회전력과 운동의 양 등을 비교함으로써 저항운동에서의 발살바 기법 적용이 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 서울시 소재의 한 종합병원에 임상실습을 나온 대학생 중 편의표집방법을 이용하여 건강한 성인남녀 34명(남 13명, 여 21명)을 모집하였다. 참여자의 선정조건은 첫째, 요통을 의심할 만한 증상을 가지지 않은 자, 둘째, 몸통의 굴곡과 신전에 관한 관절범위에 제한이 없는 자, 셋째, 도수근력검사를 통해 몸통 굴곡과 신전에 관한 근력이 정상범위에 포함된 자로 하였다. 연구과정에 대하여 발생할 수 있는 위험과 과정에 관한 충분한 설명을 한 뒤에 자발적으로 실험에 참여할 의사를 나타낸 참여자만을 대상으로 실험을 진행하였다.

2. 실험기기

본 연구에서는 HUMAC NORMTM Testing & Rehabilitation System을 사용하여 몸통의 굴곡과 신전의 최대 토크와 전체 일, 그리고 평균 일을 측정하였으며, 몸통의 굴곡과 신전 패턴을 이용하기 위해서 별도의 옵션장치인 TRUNK MODULAR COMPONENT(TMC)를 사용하였다(그림 1). 관절의 고정은 슬관절 위와 아래, 그리고 고관절 높이에서 벨트를 이용하여 각각 고정하였고, 가슴높이에서 손을 잡을 수 있는 장치로 상체를 고정하였다.



그림 1. HUMAC NORMTM Testing & Rehabilitation System

3. 실험과정

본 실험에 앞서, 참가자 전원에게 등속성 운동과 HUMAC NORMTM Testing & Rehabilitation System, 그리고 실험방법에 대한 교육을 실시하였으며, 익숙하게 실험에 참여하기 위해 실습을 통해 실험 전에 장비를 사용하였다. 실험에 사용한 치료 장비의 프로그램의 유형은 발생할 수 있는 손상을 최소화하기 위해 등속성 수축으로 선택하였으며, 속도는 몸통의 굴곡과 신전에서 최대 회전력을 발생시킬 수 있도록 초당 90°로 설정하였다. 참가자 전원은 몸통의 굴곡과 신전에 대한 등속성 운동을 3회 수행하였고, 측정된 결과들의 평균값으로 몸통의 굴곡과 신전에 대한 최대 토크와 전체 일, 그리고 평균 일을 측정하였다. 발살바 기법을 사용한 경우와 사용하지 않는 경우의 비교를 위해서 실험은 두 번 실시하였다. 첫 번째 실험에서는 발살바 기법을 이용하여 복강내압을 증가시킨 상태에서 몸통의 굴곡과 신전을 측정하였고, 두 번째 실험에서는 발살바 기법을 시행하지 않은 상태에서 측정하였다. 실험들 사이에 발생할 수 있는 효과를 막기 위해서 실험의 순서를 무작위로 배정하였고, 실험과 실험 사이에 7일을 쉬도록 하였다. 실험은 임상경력 11년의 물리치료사에 의해 실시되었다(그림 2).

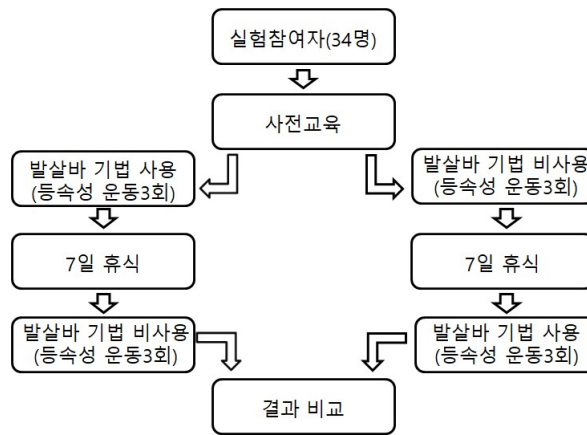


그림 2. 실험과정 흐름도

4. 분석방법

참여자의 일반적 특성에 대해서는 기술통계를 실시하였고, 발살바 기법을 사용한 경우와 사용하지 않는 경우에 따른 최대 토크와 전체 일, 그리고 평균 일의 측정값들 사이에 차이를 비교하기 위해 대응표본 t 검정을 실시하였다. 본 연구의 자료처리는 SPSS version 18.0 을 이용하였으며, 통계분석을 위한 유의수준은 $p < .05$ 로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 실험참여자의 일반적 특성

실험참여자는 총 34명으로(남 13명, 여 21명)으로, 평균 연령은 남자 26 ± 5.7 세, 여자 22.3 ± 2.0 세였다. 참여자의 신장은 남자 186 ± 8.2 cm이고, 여자 161.1 ± 3.8 cm였으며, 몸무게는 프라이버시를 이유로 수집하지 않았다<표 1>. 실험참여자 모두에게서 실험으로 인한 통증과 손상 등은 발견되지 않았다.

표 1. 연구 대상자의 일반적 특성 (n=34)

일반적 특성	성별	평균±표준편차
나이	남자	26±5.7
	여자	22.3±2.0
키	남자	186±8.2
	여자	161.1±3.8

2. 발살바 기법 실시여부에 따른 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 최대 토크 비교

발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통의 굴곡과 신전 저항운동에서 최대 토크의 비교는 <표 2>와 같다. 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 굴곡운동의 평균 최대 토크는 214.00 ± 99.38 newton-meters였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 굴곡운동의 평균 최대 토크는 185.21 ± 86.09 newton-meters였다. 그리고 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 신전운동의 평균 최대 토크는 138.29 ± 65.37 newton-meters였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 신전운동의 평균 최대 토크는 136.62 ± 60.30 newton-meters였다. 이와 같은 결과를 통해 발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통 굴곡의 최대 토크 차이는 28.79 ± 48.41 newton-meters였고, 몸통 신전의 최대 토크

차이는 1.68 ± 39.07 newton-meters임을 알 수 있었다. 결과적으로 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통 굴곡에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였으나, 발살바 기법의 실시여부에 따른 몸통 신전에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p < .05$). 몸통의 굴곡에 대한 저항운동을 실시할 때 발살바 기법의 사용은 최대 토크를 증가시켜 운동의 수행 결과를 향상시킨다고 볼 수 있다. 이와 같은 결과는 스포츠 경기와 같이 경쟁적인 운동을 실시하는 과정에서 기록을 높이기 위해 발살바 기법을 적용할 수 있으나, 이를 통해 치료목적으로 수행하는 저항운동에서 발살바 기법의 사용이 효과가 있다고 볼 수 없다.

표 2. 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 최대 토크 비교

		발살바기법				<i>t</i>	<i>p</i>
		실시	미실시	실시 - 미실시			
몸통	굴곡	214.00±99.38	185.21±86.09	28.79±48.41	3.469	0.001	
	신전	138.29±65.37	136.62±60.30	1.68±39.07	0.250	0.804	

3. 발살바 기법 실시여부에 따른 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 전체 일 비교

발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통의 굴곡과 신전 저항운동의 전체 일의 비교는 <표 3>과 같다. 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 굴곡운동의 평균 전체 일은 546.03 ± 293.84 newton-meters였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 굴곡운동의 전체 일은 544.47 ± 285.25 newton-meters였다. 그리고 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 신전운동의 전체 일은 460.32 ± 246.40 newton-meters였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 신전운동의 전체 일은 481.41 ± 252.76 newton-meters였다. 이와 같은 결과를 통해 발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통 굴곡의 전체 일 차이는 1.56 ± 72.30 newton-meters였고, 몸통 신전의 전체 일 차이는 21.09 ± 136.67 newton-meters임을 알 수 있었다. 결과적으로 발살바 기법의 실시여부에 따른 몸통 굴곡과 몸통 신전의 전체 일의 비교에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p < .05$). 이를 통해 발살바 기법을 사용하여 저항운동을 수행하는 것이 발살바 기법을 사용하지 않은 저항운동과 비교하여 최대 토크를 증가시킬 수 있지만, 전체 운동의 양을 증가시키지 못한다는 것을 알 수 있다.

표 3. 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 전체 일 비교

		발살바기법				<i>t</i>	<i>p</i>
		실시	미실시	실시 - 미실시			
몸통	굴곡	546.03±293.84	544.47±285.25	1.56±72.30	0.126	0.90	
	신전	460.32±246.40	481.41±252.76	-21.09±136.67	-0.900	0.38	

4. 발살바 기법 실시여부에 따른 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 평균 일 비교

발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통의 굴곡과 신전 저항운동의 평균 일의 비교는 <표 4>와 같다. 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 굴곡운동의 평균 일은 171.79 ± 91.26 watts였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 굴곡운동의 평균 일은 166.41 ± 86.19 watts였다. 발살바 기법을 실시한 뒤에 몸통의 신전운동의 평균 일은 151.26 ± 82.56 watts였고, 발살바 기법을 실시하지 않은 상태에서 몸통의 신전운동의 평균 일은 150.82 ± 83.65 watts였다. 이를 통해 발살바 기법의 실시 여부에 따른 몸통 굴곡의 평균 일 차이는 5.38 ± 17.96 watts였고, 몸통

신전의 평균 일 차이는 0.44±43.08 watts임을 알 수 있었다. 결과적으로 발살바 기법의 실시여부에 따른 몸통 굴곡과 몸통 신전의 평균 일의 비교에서 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($p < .05$). 이를 통해서 발살바 기법을 사용하여 저항운동을 수행하는 것이 발살바 기법을 사용하지 않은 저항운동과 비교하여 수축 시간 당 운동의 양을 증가시키지 못한다는 것을 알 수 있다.

표 4. 몸통 굴곡과 신전 저항운동의 평균 일 비교

		발살바기법				
		실시	미실시	실시 - 미실시	t	p
몸통	굴곡	171.79±91.26	166.41±86.19	5.38±17.958	1.748	0.09
	신전	151.26±82.56	150.82±83.65	0.44±43.08	0.060	0.953

IV. 고찰

발살바 기법은 심호흡 뒤에 성문을 닫은 상태로 복부 근육을 수축시켜 흉강내압과 복강내압을 높이는 방법으로 농이나 이물질 배출하기 위해 이비인후과에서 시작되다가(Jones, 1965; Pstras 등, 2016) 심장기능과 자율신경반사를 검사하는 방법으로 사용되고 있다(Pstras 등, 2016). 물리치료와 스포츠 과학 분야에서 발살바 기법은 저항운동을 하는 동안 복강 내 압력을 증가시켜 척추의 안정성을 높이고, 상지와 하지의 움직임에 위한 기초로서 하중을 지지하며 허리를 보호하는 역할을 위해 사용하고 있다(Hackett와 Chow, 2013; 김동훈과 김경훈, 2020).

발살바 기법을 사용하여 무거운 물건을 들 때, 복횡근과 복사근의 근 두께가 증가한다는 보고와 같이(Blanchard 등, 2016) 본 연구에서 발살바 기법을 사용한 군에서 몸통의 굴곡이 더 높은 최대 토크를 나타냄을 관찰할 수 있었다. 그러나 이는 발살바 기법의 복강내압을 높이는 과정에서 복근의 두께가 증가한 것인지 발살바 기법의 사용이 복근의 수축증가로 보기 어렵다(최혜원과 김영은, 2011). 그리고 몸통의 근육의 수축이 하지의 저항운동을 실시하는데 영향을 미치는데(정은정과 장상훈, 2017), 상지와 하지의 최대 수직적인 등장성 수축을 통한 저항운동을 시행하여 최대 토크를 비교하는 연구에서 발살바 기법을 사용한 경우와 다른 호흡 방법들 사이에 차이가 없었다(Elizabeth 등, 2009). 따라서 본 연구에서 관찰된 몸통 굴곡에서의 최대 토크의 증가는 발살바 기법의 사용 효과로 보기 어렵다.

허리에 통증이 없는 군에서 다양한 방법으로 무게를 들어 올릴 때, 발살바 기법의 사용여부와 상관없이 L1과 L3 수준의 척추기립근의 활동전위가 모두 증가했다는 연구결과(Soderberg와 Barr, 1983)와 낮은 무게를 통한 비교라는 한계가 있었지만 발살바 기법의 사용여부와 상관없이 척추기립근의 활동전위비교에서 차이를 발견할 수 없었던 연구결과(노정석 등, 1998), 그리고 정중 흉골 절제술 환자에서 발살바 기법의 실시여부와 상관없이 1RM의 40%의 강도로 저항운동을 실시할 수 있다(Adams 등, 2014)는 연구결과를 통해 낮은 강도의 저항운동에서는 발살바 기법을 사용하거나 사용하지 않는 경우에서 차이를 발견하기 어렵다고 보고하였다. 여기에 더해 본 연구에서 몸통의 신전에 대한 저항운동에서 발살바 기법의 실시여부에 따라 차이가 관찰되지 않은 점은 선행연구와 비슷한 결과이나 본 연구에서는 무거운 물건을 들 때에도 발살바 기법의 사용이 척추기립근에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다.

선행연구에서는 발살바 기법의 사용여부에 따른 운동량의 차이를 분석한 연구가 많지 않았기 때문에 본 연구에서는 발살바 기법의 사용여부에 따라 총 운동량의 차이와 근육 수축시간 당 운동량 차이를 비교하였다. 이를 통해서 발살바 기법을 사용하는 경우에 운동량이 증가하는지를 비교하고자 하였다. 결과적으로 발살바 기법을

사용한 경우와 사용하지 않은 경우에서 총 운동량과 근육 수축시간 당 운동량의 차이를 발견할 수 없었다. 이를 통해서 발살바 기법을 사용하지 않는 방법으로 저항운동을 실시하였을 때, 운동량의 차이가 없으므로, 발살바 기법을 사용할 때 발생하는 위험을 감수하면서 저항운동을 실시할 근거는 부족하다고 볼 수 있다.

본 연구의 제한점은 최대 수축을 유발하면서 손상을 막기 위해 등속성 운동치료 장비를 사용하고, 젊은 성인을 대상으로 실험을 실시하여 이를 모든 연령에 일반화하기 어려운 점이 있다. 그리고 몸통의 굴곡과 신전을 실시한 경우에만 발살바 기법의 적용을 실험하였기 때문에 다른 관절에서의 최대 토크와 운동량을 비교하지 못하였고, 근육의 활동전위 등 다른 신체적 신호에 관한 비교를 하지 못한 한계가 있다.

V. 결 론

건강을 유지하거나 부상으로부터 회복을 위한 치료에서 다양한 저항운동을 실시하고 있다. 저항운동을 실시하는 과정에서 운동선수의 경기력을 향상시키기 위한 방법으로 사용되었던 발살바 기법이 폭넓게 사용되고 있고, 이는 임상적인 위험성에도 불구하고 안정성 확보와 운동능력의 향상을 위해 사용하고 있으나, 치료 목적의 저항운동의 수행에서는 발살바 기법의 사용으로 인한 2차적 손상을 예방하기 위해 발살바 기법의 사용을 줄이고 있다. 본 연구에서 발살바 기법을 사용하는 저항운동과 발살바 기법을 사용하지 않는 저항운동 사이에 최대 토크와 평균 운동량, 그리고 근육수축 시간 당 운동량을 비교하여 차이가 있는지 확인하고자 하였다. 연구결과는 다음과 같다. 첫째, 발살바 기법을 사용한 몸통의 굴곡에서만 최대 토크가 크다는 결과가 나왔으나, 이는 발살바 기법을 사용할 때 발생하는 복잡의 증가로 인한 결과로 볼 수 있다. 둘째, 발살바 기법의 사용여부에 따른 운동량의 비교에서 차이를 발견할 수 없었기 때문에 발살바 기법의 사용이 운동량의 차이를 나타낸다고 할 수 없다. 셋째, 발살바 기법의 사용여부에 따른 근육수축 시간 당 운동량의 비교에서 차이를 발견할 수 없었기 때문에 발살바 기법의 사용이 근육수축으로 인한 운동량의 차이를 나타낸다고 할 수 없다. 결과적으로, 저항운동에서 발살바 기법을 사용하는 것이 순간적인 힘을 증가시킬 수는 있지만, 전체적인 운동량과 근육의 운동량에는 차이를 발견할 수 없어, 발살바 기법의 위험성을 고려할 때, 저항운동에서 발살바 기법의 사용은 줄여 나가야 할 것이다.

참고문헌

- 곽혜원, 김나현. Valsalva Maneuver에 따른 정상 성인의 지속적 혈류역동 변화. 기초간호자연과학회지 2009;11(1):68-76.
- 김동훈, 김경훈. 넙다리네갈래근 근 피로 유발 후 키네시오 테이핑 적용이 근력과 균형에 미치는 즉각적 효과. 대한물리치료과학회지 2020;27(1):43-50.
- 노정석, 이충휘, 정보인, 등. 골반경사방향과 발살바기법이 물건 들어 올리기와내리기 시 척추기립근의 활동전위에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지 1967;5(1):30-43.
- 박진영, 김예슬, 박현주, 등. 진동 자극 유무에 따른 호흡 저항 훈련 시 폐 기능과 호흡근의 즉각적인 차이가 있을까? 대한물리치료과학회지 2018;25(3):17-24.
- 송혜운, 정상문, 임재석, 등. 고부하 역기 운동시 체위 변화에 따른 안압변화. 대한안과학회지 2009;50(12):1831-9.
- 윤현석, 김석, 반효정, 등. 기침으로 악화된 요추 추간판 탈출증 환자 1례. 척추신경추나의학회지 2010;5(2):69-76.
- 이명천, 김주영, 김승현, 등. 저항성 운동에서 발살바 메뉴버 호흡기법의 효과와 위험성. 운동학 학술지

- 2013;15(2):35-45.
- 정은정, 장상훈. Effects of Lumbar Stabilization Exercise on Lower Extremity Strength. *대한물리치료과학회지* 2017;24(3):48-55.
- 정의운, 김인재, 이은철. 역기를 든 후 반복적으로 발생한 발살바망막증 1예. *대한안과학회지* 2004;45(6):1040-4.
- 최혜원, 김영은. 추간판이 물리적 자극의 수용기 역할을 하는 경우 기립상태에서 복압 및 복근의 역할이 척추 안전성에 미치는 영향. *한국정밀공학회지* 2011;28(1):115-22.
- Adams J, Schmid J, Parker RD, et al. Comparison of force exerted on the sternum during a sneeze versus during low-, moderate-, and high-intensity bench press resistance exercise with and without the valsalva maneuver in healthy volunteers. *Am J Cardiol* 2014;113(6):1045-8.
- Blanchard TW, Smith C, Grenier SG. In a dynamic lifting task, the relationship between cross-sectional abdominal muscle thickness and the corresponding muscle activity is affected by the combined use of a weightlifting belt and the Valsalva maneuver. *J Electromyogr Kinesiol* 2016;28:99-103.
- Blazek D, Stastny P, Maszczyk A, et al. Systematic review of intra-abdominal and intrathoracic pressures initiated by the Valsalva manoeuvre during high-intensity resistance exercises. *Biol Sport* 2019;36(4):373-386.
- Brody S, Erb C, Veit R, et al. Intraocular pressure changes: the influence of psychological stress and the Valsalva maneuver. *Biol Psychol* 1999;51(1):43-57.
- Fryer S, Stone K, Dickson T, et al. Reliability of oscillometric central blood pressure responses to lower limb resistance exercise. *Atherosclerosis* 2018;268:157-62.
- Ikeda ER, Borg A, Brown D, et al. The valsalva maneuver revisited: the influence of voluntary breathing on isometric muscle strength. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):127-32.
- Soderberg GL, Barr JO. Muscular function in chronic low-back dysfunction. *Spine (Phila Pa 1976)* 1983;8(1):79-85.
- Hackett DA, Chow CM. The Valsalva maneuver: its effect on intra-abdominal pressure and safety issues during resistance exercise. *J Strength Cond Res* 2013;27(8):2338-45.
- Heffernan KS, Jae SY, Edwards DG, et al. Arterial stiffness following repeated Valsalva maneuvers and resistance exercise in young men. *Appl Physiol Nutr Metab* 2007;32(2):257-64.
- Coelho-Junior H, Marzetti E, Calvani R, et al. Resistance training improves cognitive function in older adults with different cognitive status: a systematic review and Meta-analysis. *Aging Ment Health* 2020;12(16):1-12.
- Jones HH. The valsalva procedure: Its clinical importance to the physical therapist. *Phys ther* 1965;45:570-2.
- Nachemson AL, Andersson BJ, Schultz AB. Valsalva maneuver biomechanics. Effects on lumbar trunk loads of elevated intraabdominal pressures. *Spine (Phila Pa 1976)* 1986;11(5):476-9.
- Patane PS, Krummenacher TK, Rao RC. Valsalva hemorrhagic retinopathy presenting as a rare cause of impaired vision after a general anesthetic-a case report and review of the literature. *J Clin Anesth* 2015;27(4):341-6.
- Pollock ML, Franklin BA, Balady GJ, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: benefits, rationale, safety, and prescription: An advisory from the Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, Council on Clinical Cardiology, American Heart Association; Position paper endorsed by the American College of Sports Medicine. *Circulation* 2000;101(7):828-33.
- Prazeres TMPD, Correia MA, Cucato GG, et al. Cardiovascular responses during resistance exercise after an aerobic session. *Braz J Phys Ther* 2017;21(5):329-335.
-

- Pstras L, Thomaseth K, Waniewski J, et al. The Valsalva manoeuvre: physiology and clinical examples. *Acta Physiol (Oxf)* 2016;217(2):103-19.
- Uber-Zak LD, Venkatesh YS. Neurologic complications of sit-ups associated with the Valsalva maneuver: 2 case reports. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(2):278-82.
- Umeda M, Newcomb LW, Ellingson LD, et al. Examination of the dose-response relationship between pain perception and blood pressure elevations induced by isometric exercise in men and women. *Biol Psychol* 2010;85(1):90-6.
- Westcott WL. Resistance training is medicine: effects of strength training on health. *Curr Sports Med Rep* 2012;11(4):209-16.

[논문접수일(Date Received): 2020.08.24. / 논문수정일(Date Revised): 2020.09.22. / 논문게재승인일(Date Accepted): 2020.10.12.]
