

오르린 입술호흡 훈련이 천식이 있는 스쿠버 다이빙 교육생의 폐기능에 미치는 효과(예비연구)

<https://doi.org/10.32337/KACPT.2024.12.2.15>

대한심장호흡물리치료학회지 제12권 제2호 2024.07. PP.15-20

■ 이승엽^{1*}, 최원제²

■^{1*}조선대학교병원 물리치료실, ²건강한움직임연구소

Effect of Pursed Lip Breathing Training on Pulmonary Function in Scuba Diving Trainees with Asthma: A pilot Study

Seung-Yub Lee PT. PhD^{1*}, Won-Je Choi PT. PhD²

^{1*}Department of Physical Therapy, Chosun University Hospital

²Continue Healthy Movement Lab

Purpose: The current study aimed to determine the safe application of pursed lip breathing (PLB) training in scuba diving trainees with asthma. **Methods:** Two adults without asthma and two adults with asthma who participated in scuba diving training performed the PLB training for 15 mins 5 times a day for 4 weeks. After the third week of PLB training, the participants joined the scuba diving training. To assess for lung function, forced vital capacity (FVC) was measured before PLB training and before and after scuba diving training. **Results:** There was no significant change in FVC, forced expiratory volume in 1 second (FEV₁), and FEV₁/FVC ratio before PLB training and before and after diving training in scuba diving trainees with asthma and those without. **Conclusion:** Immediate drug treatment is not required, and even individuals with asthma who did not present with severe breathing difficulties can participate in scuba diving training in a diving pool.

Key words: Asthma, Pursed lip breathing (PLB), Pulmonary function, Scuba diving

Received: April 22, 2024 / **Revised:** July 1, 2024 / **Accepted:** July 2, 2024

I. 서론

천식(asthma)은 특정한 요인에 의해 재발하는 경향이 있는 기도 폐쇄를 특징으로 하는 가역적 질환으로 기관지천식 발작은 보통 기관지 근육경련, 기관지 점액 염증, 화농성 분비물로 인한 천명음, 기침을 동반한 발작성 날숨 기류 제한이 반복적으로 발생한다(Sulistiyawati and Pendet 2020). 천식은 흔한 만성 질환으로 세계보건기구(WHO)에 따르면 세계적으로 약 3억 3500만 명의 천식환자가 있으며(Collaborators GCRD, 2016), 2025년에는 약 4억명 이상으로 증가할 것으로 보고되었다(WHO, 2007). 국내의 천식 유병률도 증가하고 있는데 국민건강영양조사에서 1998년 0.7%에서 2017년 2.9%로 증가하였다(국민건강영양조사 결과 2019). 과거에는 천식은 매우 치료하기 어려운 질환이었지만 최근 천식에 대한 지식과 치료법의 발전으로 적절한 치료와 관리가 제공된다면 증상과 위험이 크게 줄어들고 일상 활동에 지장이 없는 질환으로 바뀌었다(2022 천식진료지침).

우리나라 19세 이상의 성인에서의 천식 유병률은 1998년

1.2%에서 2010년에 3.1%까지 지속적으로 증가하다가 2018년까지는 3% 전후로 유지되고 있다. 연령대별로는 70% 이상의 고령층에서 꾸준히 6~8% 전후를 유지하고 있다. 반면에 비교적 젊은 성인(19~49세)에서의 천식 발병률이 2002년 1.6%에서 2015년 2.2%까지 증가되고 있다(2022 천식진료지침).

비교적 젊은 성인층 유병률이 증가되면서 일상 활동 관리가 주된 치료목적이었다면 이제는 취미활동 참여 관리로 확대되고 있다(Choi 등, 2017; Jezioro 등, 2021). 젊은 성인들은 다양한 취미생활을 하고 있는데 최근에는 스쿠버 다이빙(scuba diving)이나 프리다이빙(free diving)에 참여하는 사람이 늘고 있다. 이중 스쿠버 다이빙은 자급식 수중호흡장치(Self contained underwater breathing apparatus; SCUBA)를 이용하여 잠수하는 것으로 수중에서의 작업을 직접 탐색하고 확인하기 위하여 1940년대에 Émile Gagnan과 Jacques Cousteau에 의해 개발되었다. 그 이후 산업 현장뿐만 아니라 레저를 위한 활동으로 점차 확대되어, 지난 30년 동안 레크리에이션 스쿠버 다이빙은 전 세계적으로 약 2천만 명 이상이 참여하는 대규모 레저 활동으로 발전하게

교신저자: 이승엽

주소: 61453, 광주광역시 동구 필문대로 365 조선대학교병원, E-mail: leeseungyub94@gmail.com

되었다(Coop, 등, 2016). 스쿠버 다이빙은 압력이 증가된 수중에서 잠수를 하는 동안 압력이 신체에 영향을 주게 되고 압력변화에 따른 감압병, 공기색전증 등의 위험이 발생할 수 있다(Ustrup와 Ulrik 2017). 기도에 압력이 가해져 호흡곤란이 발생할 수도 있다. 차갑고 건조한 호흡 가스는 밀도가 높으며 다이빙 호흡장비는 들숨저항과 날숨저항 모두 증가시켜서 호흡 노력이 증가하게 된다(Lawrence와 Chen 2016; Wilson, 2011). 이러한 이유로 천식이 있는 경우에는 스쿠버 다이빙이 금기되었다(Ivkovic 등, 2012; Koehle 등, 2003).

1990년대 이후 잠수의학계에서는 천식에 대한 스쿠버 다이빙의 견해가 바뀌었는데, 1995년 해저고압의학회(Undersea and Hyperbaric Medical Society; UHMS) 회의에서 일부 천식 환자가 특정 상황에서 스쿠버 다이빙에 참여가 가능하다는 의견이 채택되었다(Weaver 등, 2009). 이후 기도에 대한 과민반응이 없는 경우에 스쿠버 다이빙에 참여하는 것으로 발전하였고, 실제 천식이 있는 사람들의 스쿠버 다이빙 참여가 점차 증가하고 있다(Lawrence와 Chen, 2016).

천식이 있는 환자는 증상발생빈도를 최소화하는 등의 관리가 필요하다. 비약물적 치료인 오므린 입술호흡(pured lip breathing; PLB)은 천식증상을 관리하는데 효과적인 호흡훈련 방법 중 하나이다(Sulistiawati와 Pendet 2020). 오므린입술호흡은 날숨 동안 기관지 내압을 증가시켜 기관지 직경이 확장되어 들숨과 날숨의 흐름을 향상시킨다. 또한 증가된 기관지 압력에 의해 기도허탈을 막아주어 공기잡힘(air trapping)을 예방하여 호흡곤란을 감소시킨다(Visser 등, 2011). Spahijaet 등(2005)의 연구에서 COPD 환자에게 PLB가 호기말 폐용적을 유의하게 증가시켜 호흡곤란을 감소한다고 보고하였다. Meerab 등(2023)은 천식환자에게 오므린 입술호흡을 적용한 후 산소포화도가 개선되고 호흡수를 안정시키는데 효과가 있다고 보고하였다.

이에 본 연구는 오므린 입술호흡 훈련이 천식이 있는 사람들이 스쿠버 다이빙에 보다 안전하게 참여할 수 있는 훈련방법으로 적용 가능한지를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 스쿠버 다이빙의 초급과정인 오픈워터 과정에 참여하는 성인 2명과 천식이 있는 성인 2명을 대상으로 하였다. 천식이 있는 대상자는 경증 천식을 진단받고, 현재는 약물을 복용하지 않으며, 급성 악화환자가 없는 사람을 대상으로 하였다. 또한 수영을 하지 못할 경우 긴장으로 천식 증상이 악화될 수 있어서 수영을 할 수 있는 성인을 대상으로 하였다.

2. 훈련 방법

4명의 대상자들은 모두 4주간의 오므린 입술호흡 훈련과 다이빙풀장에서 4회의 스쿠버 다이빙 교육을 시행하였다.

1) 오므린 입술호흡 훈련

오므린 입술호흡 훈련(pured lip breathing; PLB)은 편안하게 앉은 자세에서 코로 약 2초간 숨을 들어 마시고 입술을 오므린 상태로 천천히 5~6초 동안 내쉬게 하는 방법으로 호흡훈련을 시행하였다. 대상자에게 오므린 입술호흡을 시연하도록 요청하여 올바르게 하는지 확인하였다. 오므린 입술호흡 훈련은 4주 동안 매일 5회를 하였고 1회당 15분씩 시행하였다. 훈련일지를 제공하여 매일 훈련시행여부를 기록하였다. 호흡훈련을 하는 동안 어지럽거나 피곤한 경우 충분한 휴식을 한 후에 다시 하도록 하였다.

2) 스쿠버 다이빙 교육

스쿠버 다이빙 교육은 스쿠버 다이빙 교육단체인 네이스 코리아(National Academy of Scuba Educators; NASE)의 오픈워터(open water) 교육프로그램에 따라 진행하였다. 교육은 보통 수심 5m 이내의 일정 범위에서 스쿠버 다이빙 기술을 교육하는 것이다. 오므린 입술호흡 훈련 3주차부터 다이빙풀장에서의 스쿠버 다이빙 교육을 시작하였는데, 교육은 수심 5m 풀장에서 4회 시행하였다. 첫 번째 교육에서는 스쿠버 다이빙 기술에 대한 이론 설명과 수심 1m 지점에 있는 안전지대에서 스쿠버 다이빙 호흡기(regulator) 및 부력 조절기(buoyancy compensator)를 조작하는 방법을 교육하였다. 두 번째 훈련에서는 수심 1m 지점에서 호흡기 사용방법을 다시 교육하였고 충분히 숙지가 된 이후에 매우 천천히 수심 5m 지점까지 이동하여 호흡기 및 부력조절기 사용방법을 교육하였다. 5m 지점까지 이동하는 동안에 지속적으로 스쿠버 다이빙 호흡기를 통해 심호흡을 하도록 하였다. 긴장으로 인해 안정적인 호흡이 되지 않을 경우 다시 상승하여 안정을 취한 후에 다시 하강하는 것을 반복하면서 진행하였다. 그 다음으로 4m 지점에서 수중유영하는 것을 교육하였다. 세 번째와 네 번째 교육에서는 수중유영 및 물속에서 일정 수심에서 가만히 있도록 하는 중성부력(neutral buoyancy) 유지 훈련을 시행하였다. 교육기간 내내 항상 대상자의 옆에서 교육 강사가 함께 있으면서 상황을 주시하였다. 다이빙교육을 하는 동안 조금이라도 호흡곤란 등의 문제가 발생할 경우 바로 풀장 밖으로 나갈 수 있도록 설명하였다. 숙달되지 않은 여러 다이빙 기술을 연습할 경우 긴장으로 인해 천식증상이 악화될 수 있기 때문에 다이빙 교육 프로그램을 모두 진행하지는 않고 압력에 대한 영향을 확인할 목적으로 수중유영과 중성부력에 대한 기술만 교육하였다.

3. 측정 방법

폐기능 측정장비(Pony FX COSMED, Italy)를 사용하여 노력성폐활량(forced vital capacity; FVC)을 측정하였다. 노력성폐활량은 폐기능 검사는 폐기능검사지침을 참고하여 대상자에게 검사의 목적과 최대의 노력이 필요하다는 설명을 하였다. 검사는 앉아있는 자세에서 턱과 목은 약간 들어 기도가 막히지 않도록 하고 검사가 끝날 때까지 자세를 유지하도록 하였다. 마우스피스 를 물고 최대한 숨을 들어 마신 후 빠르고 강하게 6초 이상 불어 내도록 하였다. 노력성폐활량은 노력날숨 중에 배출되는 유량을 측정하는 검사로 FVC 측정 과정 중 처음 1초간 배출되는 유량을 측정하는 FEV₁과의 비율로 천식이나 만성폐쇄폐질환과 같은 호흡기질환을 진단하는 검사이다(2016 폐기능검사지침).

노력성폐활량 측정은 오프린 입술호흡 훈련 시작 전(기초선), 스쿠버 다이빙 교육 전과 후에 측정하였다. 다이빙 교육 후 측정은 교육 종료 5분 후에 측정하였는데 이는 다이빙 후 10분 정도가 지나면 다이빙에 의한 폐의 영향이 거의 없어진다고 보고되어 다이빙이 끝난 후 5분에 측정하였다(Schellart와 Le Péchon, 2015).

4. 분석 방법

본 연구에서 검사한 모든 자료는 SPSS ver. 29.0 프로그램을 사용하였다. 연구 대상자들의 오프린 입술호흡 훈련 시작 전, 스쿠버 다이빙 교육 전과 후의 통계적 유의성은 Friedman 검정을 이용하여 분석하였고 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자들의 일반적 특성

연구대상자들의 일반적 특성은 다음과 같다. 천식이 없는 그룹의 남성은 나이 48세, 키 179.2cm, 몸무게는 77.4kg으로 비흡연자이다. 여성은 나이 48세, 키 158.5cm, 몸무게는 58.6kg으로 비흡연자이다. 천식이 있는 그룹의 남성은 나이 51세, 키 174.4cm, 몸무게는 74.1kg으로 비흡연자이다. 여성은 나이 49세, 키 161.3cm, 몸무게는 60.3kg으로 비흡연자이다.

2. 폐기능 측정 결과

폐기능 측정 결과는 다음과 같다(표 1). 천식이 없는 그룹에서 FVC는 오프린 입술호흡 훈련 전 86.5%에서 다이빙 교육 전 87.5%, 다이빙 교육 후 87.5%으로 오프린 입술호흡 훈련 전보다는 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. FEV₁과 FEV₁/FVC도 오프린 입술호흡 훈련 전보다 다이빙 교육 전과 후에 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다. 천식이 있는 그룹에서 FVC는 오프린 입술호흡 훈련 전 82.0%에서 다이빙 교육 전 82.5%, 다이빙 교육 후 82.05%으로 유의한 차이는 없었다. 또한 FEV₁과 FEV₁/FVC도 오프린 입술호흡 훈련 전보다 다이빙 교육 전과 후에 약간 증가하였으나 유의한 차이는 없었다(표 2).

표 1. 폐기능 측정 결과

그룹	성별	항목	단위	예측값	호흡훈련 전		다이빙 교육 전		다이빙 교육 후	
					측정	% 예측값	측정	% 예측값	측정	% 예측값
비천식	남성	FVC	L	4.82	4.11	85	4.18	86	4.17	86
		FEV1	L	3.90	3.32	85	3.47	86	3.42	86
		FEV1/FVC	%	80.9	80.8	99	83.0	102.5	82.6	102.1
	여성	FVC	L	2.89	2.56	88	2.58	89	2.56	89
		FEV1	L	2.47	2.19	88	2.23	90	2.22	90
		FEV1/FVC	%	85.5	85.5	100	86.4	101	86.7	101
천식	남성	FVC	L	4.73	4.08	86	4.10	86	3.08	86
		FEV1	L	3.82	3.05	79	3.09	80	3.08	80
		FEV1/FVC	%	80.7	74.7	92.5	75.3	93.3	75.4	93.3
	여성	FVC	L	3.55	2.79	78	2.80	79	2.79	78
		FEV1	L	2.93	2.08	70	2.11	72	2.09	71
		FEV1/FVC	%	82.5	74.6	90.4	75.3	91.2	74.9	90.7

표 2. 폐기능 측정 결과 비교

그룹	항목	호흡 훈련 전	다이빙 교육 전	다이빙 교육 후	x2	p
비천식	FVC	86.5±2.1213	87.5±2.1213	87.5±2.1213	4.000	0.339
	FEV ₁	86.5±2.1213	88.0±2.8280	88.0±2.8280	4.000	0.337
	FEV ₁ /FVC	99.5±0.7071	101.75±1.0607	101.55±0.7778	3.714	0.328
천식	FVC	82.0±5.6569	82.5±4.9497	82.0±5.6569	2.000	0.368
	FEV ₁	74.5±6.3640	76.0±5.6569	75.5±6.3640	3.714	0.335
	FEV ₁ /FVC	91.45±1.4849	92.25±1.4849	92.0±1.8384	3.714	0.331

IV. 고 찰

천식 치료의 발전으로 일상 활동에 특별한 제한이 없이 활동을 하고 있는 사람이 점차 증가하고 있다(Sulistiyawati,와 Pendet, 2020). 젊은 성인에서 발생이 증가하고 있는데 이들은 천식이 있는 노인에게 비해 일상 활동뿐만 아니라 여가활동에 대한 관심도 높다(Jezioro 등, 2021; Lawrence와 Chen, 2016). 우리나라의 여가활동의 범위가 스쿠버 다이빙을 포함한 해양 활동으로 확대되고 있으며(Jang, 2009), 해양 지역의 스쿠버 다이빙 활동에 대한 세계적 수요도 계속 증가하고 있다(Sumanapala 등, 2022). 스쿠버 다이빙은 수중에서 일정시간 동안 잠수를 하는 활동으로 압력에 의해 신체에 여러 영향을 가하게 되는데 이러한 이유로 천식이 있는 경우에는 스쿠버 다이빙 활동이 금지되어 왔다(Ivkovic 등, 2012). 스쿠버 다이빙은 차갑고 건조한 공기를 호흡하면서 상당한 운동이 필요하다. 이러한 조건은 일부 천식 환자의 기도 저항을 증가시켜서 호흡에 대한 노력을 증가시킬 수 있다(Krieger, 2001). 이에 본 연구는 오프린 입술호흡 훈련이 천식이 있는 사람들에게 보다 안전하게 스쿠버 다이빙에 참여할 수 있는 훈련방법으로 적용 가능한지를 알아보려고 진행하였다.

오프린 입술호흡은 호흡 근육을 강화하여 재발 가능성을 줄일 수 있는 비약리학적 치료법의 조합으로 필수적이다(Kurniawan와 Setiawan, 2022). 오프린 입술호흡은 기도의 압력을 유지하여 폐쇄된 기도를 개방하고 산소 공급이 잘 전달되도록 도와주며, 호흡곤란을 감소시켜 호흡수를 안정 상태로 회복하게 해준다(Andrianty 등, 2017; Weihua와 Ashish, 2018). 오프린 입술호흡은 천식 발작 전이나 발작 중 호흡기능을 개선하고 호흡패턴을 관리하는데 효과가 있고(Nugroho, 2009), 환기를 개선시키고 호흡근육의 활동을 증가시키는데 도움이 되며, 천식환자의 산소 포화도를 증가시키는 것으로 보고하였다(Chaves 등, 2018; Avena 등, 2019; Chen 등, 2021). Wade(2017)가 수행한 연구에서 오프린 입술호흡 훈련 후 FEV₁과 최대날숨유량의 증가가 관찰되었다. 또한 Sakhaei 등(2018)의 연구에 따르면 오프린 입술호흡 훈련이 부교감신경의 자극을 억제하여 기관지수축이 일어나지 않도록 하는데 이러한 이유로 이러한 이유로 이번 연구에

서도 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 모두 유의한 차이를 보이지 않아 천식 증상이 나타나지 않은 것으로 사료된다.

수십 년 동안 전문 다이빙이나 레크리에이션 다이빙이 폐 기능에 단기 또는 장기 영향을 미치는지 여부가 조사되었는데 주변 온도, 흡입된 가스의 온도, 다이빙 깊이 및 지속시간 등의 변수에 따라 다양한 영향을 받는 것으로 보고되었다(Nield 등, 2007; Tetzlaff와 Thomas, 2017). 이번 연구에서 다이빙 전과 후에 FEV₁이나 FEV₁/FVC가 감소하지 않은 것은 바다에 비해 수온이 높고 수심이 5m 이내인 실내의 다이빙 풀에서 스쿠버 다이빙 교육을 진행하여 여러 변수에 많은 영향을 받지 않았을 수 있다. 따라서 실제 바다와 유사한 환경에서의 다이빙에 대한 추가 연구가 필요하다.

V. 결 론

본 연구는 오프린 입술호흡 훈련이 천식이 없는 사람과 천식이 있는 사람에게 스쿠버 다이빙 후 폐기능에 미치는 영향을 알고하고자 하였다. 수중에서의 압력, 수온, 건조한 공기 등의 여러 변수에도 FVC, FEV₁, FEV₁/FVC 모두 특별한 감소를 보이지 않았다. 이번 연구의 결과로 미루어 볼 때 즉각적인 약물치료가 필요하지 않은 경증 천식이 있는 경우에 오프린 입술호흡 훈련이 다이빙장내의 스쿠버 다이빙 교육에 참여할 수 있는 중재로서 적용이 가능할 것이다.

참고문헌

- 신서희. 국내 천식 환자의 진료경향 분석. 정책동향, 12;40-52. 2018.
- 2022 천식진료지침. 대한결핵 및 호흡기학회, 2022
- 2016 폐기능검사지침. 대한결핵 및 호흡기학회, 2016
- 국민건강영양조사 결과 (2017년 천식유병조사 결과 발췌). 2019. at <https://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/main.do>.
- Andrianty F, Adiputra N, Sugijanto. Penambahan Pursed Lip Abdominal Breathing Pada Latihan Aerobik

- Lebih Baik Dalam Meningkatkan Kapasitas Fungsi Paru Penderita Asma Bronkial. *Sport Fit J*, 5(1);42-51, 2017.
- Avena MJ, Pedreira M da LG, Bassolli de Oliveira Alves L, et al. Frequency of respiratory nursing diagnoses and accuracy of clinical indicators in preterm infants. *Int J Nurs Knowl*, 30(2);73-80, 2019.
- Chaves DB, Pascoal LM, Beltrão BA, et al. Classification tree for identifying ineffective breathing pattern in children with acute respiratory infection. *Rev Eletr Enf*, 20(20);a45, 2018.
- Chen X, Gong D, Huang H, et al. Expert consensus and operational guidelines on exercise rehabilitation of chronic obstructive pulmonary disease with integrating traditional Chinese medicine and Western medicine. *J Thorac Dis*, 13(6);3323, 2021.
- Choi JY, Yoon HK, Lee JH, et al. Current status of asthma care in South Korea: nationwide the Health Insurance Review and Assessment Service database. *J Thorac Dis*, 9;3208-3214, 2017.
- Collaborators GCRD. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, 388;545-1602, 2016.
- Coop CA, Adams KE, Webb CN. Scuba diving and asthma: clinical recommendations and safety. *Clin Rev Allergy Immunol*, 50(1);18-22, 2016.
- Sumanapala D, Dimmock K, Wolf ID. A review of ecological impacts from recreational SCUBA diving: Current evidence and future practice. *Tour Hosp Res*, 23(4);564-577, 2023.
- Kurniawan IC, Setiawan H. A Case Study of Pursued Lip Breathing to Prevent Asthma Relaps. *Int J Nurs Health Serv*, 5(6);530-536, 2022.
- Ivkovic D, Markovic M, Todorovic BS, et al. Effect of a single pool dive on pulmonary function in asthmatic and non-asthmatic divers. *Diving Hyperb Med*, 42(2);72-77, 2020.
- Jang JY. Influence of Fun Factor and Immersion of Marine Sports Participants on Leisure Satisfaction (Doctoral dissertation, Master Thesis. Busan: Busan University Graduate School of Education, 2009.
- Jeziro JR, Gutman SA, Lovinsky-Desir S, et al. A Comparison of Activity Participation between Children with and without Asthma. *Open J Occup Ther*, 9(3), 2021.
- Koehle M, Lloyd-Smith R, McKenzie D, et al. Asthma and recreational SCUBA diving: a systematic review. *Sports Med*, 33(2);109-116, 2003.
- Krieger BP. Diving: what to tell the patient with asthma and why. *Curr Opin Pulm Med*, 7(1);32-38, 2001.
- Lawrence CH, Chen IY. The effect of scuba diving on airflow obstruction in divers with asthma. *Diving Hyperb Med*, 46(1);11-14, 2016.
- Munawar M, Khalid R, Qadeer A, et al. Effectiveness of Pursed Lip Breathing and Alternate-Nostril Breathing in Patients with Respiratory Dysfunction: Pursed Lip Breathing and Alternate-Nostril Breathing. *J Ther Rehabil Sci*, 4(3);50-55, 2023.
- Nield MA, Hoo GW, Roper JM, et al. Efficacy of pursed-lips breathing: a breathing pattern retraining strategy for dyspnea reduction. *J Cardiopulm Rehabil Prev*, 27(4);237-244, 2007.
- Nugroho S. Terapi Pernapasan pada Penderita Asma," *MEDIKORA*, (1), 2009.
- Sakhaei S, Sadagheyani HE, Zinalpoor S, et al. The impact of pursed-lips breathing maneuver on cardiac, respiratory, and oxygenation parameters in COPD patients. *Open Access Maced J Med Sci*, 6(10);1851, 2018.
- Schellart NA, Le Péchon JC. Correction for adiabatic effects in the calculated instantaneous gas consumption of scuba dives. *Diving Hyperb Med*, 45(4);221-227, 2015.
- Spahija J, de Marchie M, Grassino A. Effects of imposed pursed-lips breathing on respiratory mechanics and dyspnea at rest and during exercise in COPD. *Chest*, 128(2);640-50, 2005.
- Sulistiyawati A, Pendet NM. Respiratory Rate Difference Before and After Pursed Lip Breathing Exercise on Asthma Patient in Pulmonary Polyclinic, TNI AU DR. M. Salamun Bandung Hospital. *Basic Appl Nurs Res J*, 1(1);12-15, 2020.
- Tetzlaff K, Thomas PS. Short-and long-term effects of diving on pulmonary function. *Eur Respir Rev*, 26(143);160079, 2017.
- Ustrup AS, Ulrik CS. Are recreational SCUBA divers with asthma at increased risk? *J Asthma*, 54(8);784-791, 2017.

- Ustrup A, Pedersen SK, Suppli Ulrik C. Assessment of fitness for recreational scuba diving in candidates with asthma: a pilot study. *BMJ Open Sport Exerc Med*, 6(1);e000624, 2020.
- Visser FJ, Ramlal S, Dekhuijzen PNR, et al. Pursed-lips breathing improves inspiratory capacity in chronic obstructive pulmonary disease. *Respiration*, 81(5);372-378, 2011.
- Wade LM. A Pilot Study of Pursed-Lip Breathing, Singing, and Kazoo Playing on Lung Function and Perceived Exertion of Participants Who Smoke, Doctoral dissertation, University of Kansas, 2017.
- Weaver LK, Churchill SK, Hegewald MJ, et al. Prevalence of airway obstruction in recreational SCUBA divers. *Wilderness Environ Med*, 20(2);125-128, 2009.
- Zhang W, Mehta A. The historical perspective on pursed lip breathing exercises and its role in pulmonary rehabilitation programs. *Med Res Arch*, 6(8), 2018.
- WHO. Global surveillance, prevention and control of Chronic Respiratory Diseases. A comprehensive approach, 2007.
- Wilson A. Prevalence and characteristics of lung function changes in recreational scuba divers. *Prim Care Respir J*, 20(1);59-63, 2011.