

제주 해녀의 폐기능 비교

이한영

비영리법인 제주해녀문화보존회

The Comparison of Pulmonary Function in Jeju female divers

Han-Young Lee

Nonprofit Organization of Jeju Haenyeo Cultural Heritage Preservation

요약 본 연구에서는 무호흡으로 저수온의 해수에서 채집활동을 하는 제주 해녀의 폐기능 및 폐확산능을 측정하였으며, 동일 연령대의 일반여성과 비교한 결과는 다음과 같다. 첫째, FVC 및 FVC%는 해녀집단이 일반여성들보다 유의하게 높았다. 둘째, FEV₁/FVC는 일반여성과 해녀집단간 차이가 유의한 차이는 없었다. 셋째, FEF_{25~75%}는 두 집단 모두 정상수준이었으며, 해녀집단이 일반여성보다 유의하게 높았다. 넷째, DLCO는 해녀집단과 일반여성과 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 제주해녀가 고령임에도 불구하고 장기간 무호흡 침수활동을 수행하면서 폐기관 의 적응 및 발달이 된 상태임을 확인할 수 있었다. 하지만 제주해녀의 경우 지속적인 직업적 신체활동을 유지했음에도 불구하고 DLCO가 통계적으로 유의하지는 않았지만 일반여성보다 낮게 나타난 점은 폐포와 간질의 손상이 발생했을 가능성이 높기 때문에 차 후 고령의 제주해녀에 대한 지속적인 신체기능검사가 요구된다.

주제어 : 제주해녀, 폐기능, FVC, 폐확산능, 융복합

Abstract In this study, we measured lung function and lung diffusing capacity of Jeju women divers who were gathering activities in the sea waters of the low temperature. The results Compared with ordinary women of the same age group were as follows: First, FVC and FVC% of Jeju women divers were significantly higher than the general population. Second, FEV₁/FVC had no significant difference the difference between the general population and Jeju women divers. Third, FEF_{25~75%} in both groups was in the normal level, especially Jeju women divers groups showed significantly higher FEF results than normal women. Fourth, DLCO is no significant difference between the Jeju divers and the general female group. Despite the advanced age of Jeju women divers These results indicated that adaptation and development of state institutions while performing long-term lung apnea immersion activities. Despite the advanced age of Jeju women divers These results indicated that adaptation and development of state institutions while performing long-term lung apnea immersion activities.

Key Words : Jeju female divers, Pulmonary function, FVC, DLCO, Convergence

1. 서론

수중에서의 환경은 여러 가지 면에서 육상의 환경과

는 상당히 다르며, 육상에서의 운동과는 다른 생리적 반응을 나타낸다. 수중 1~2m 아래로 호흡중지 다이빙(breath-hold diving)을 할 경우 폐, 호흡관, 누관 중이 등

Received 7 September 2015, Revised 17 October 2015

Accepted 20 November 2015

Corresponding Author: Han-Young Lee(Nonprofit Organization of Jeju Haenyeo Cultural Heritage Preservation)

Email: soombi@soombi.co.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

에 급속도로 압력이 가해지므로[1] 다양한 신체적 변화를 초래한다. 그 중 수압은 심장기능에 심박동수 및 심박출량, 동맥압, 혈관의 저항 및 국소 혈류량 등 여러 면에서 영향을 준다[2]. 특히, 심장기능에 심박동수 및 심박출량, 동맥압, 혈관의 저항 및 국소 혈류량 등 여러 면에서 수압은 영향을 주며, 압축 공기 중의 산소 또는 질소가스에 의한 중독증이 발생한다[3]. 또한 잠수 중 신경 반사를 통해서 신장, 내장 및 근육으로의 혈액 순환을 차단하고, 뇌, 심장 및 필수 조직으로만 혈액 순환이 선택적으로 일어나게 함으로써 산소 소비량을 최소화한다[4]. 잠수 환경 중 저온환경은 인체를 순응토록 하며, 이러한 신체 순응은 유산소 대사를 증가시키고 대사의 활성화는 세동맥의 벽을 확장시킨다[5]. 세동맥 끝부분의 혈관이 확장되면 혈관벽에 자극을 주게 되고 세동맥에 연결된 모세혈관의 수나 세정맥부위의 모세혈관이 증가하게 된다[5]. 수중에서의 신체반응 중 심박수 감소(서맥) 및 말초혈관 수축이 발생한다[6]. 그 외에도 Shiraki et al.(1985)[7] 및 Song et al.(1963)[8]은 한국과 일본 해녀들이 보통사람보다 15% 정도의 높은 폐활량 보고하였으며, 이러한 폐용적 증가는 이용가능한 산소의 양을 증가시키는데 유리한 조건이 된다. 해녀의 경우 흉막강 내압의 증가이 대기압보다 증가하기 때문에 호흡근이 발달함으로써 최대흡기압(inspiratory pressure) 증가 및 폐활량 증가가 보고된다[9]. 오랜 기간 숨을 참는 잠업이 계속될 경우 체내 CO₂ 수준이 평균보다 높게 지속되며, 이러한 지속은 중추 화학수용체의 민감성을 감소시켜 역치를 증가시키기 때문에 수중활동을 하는 다이머들의 호흡수는 감소하게 된다[10].

한국과 일본의 해녀들은 수 백년 이상 활동해 왔으며, 우리나라 해녀들이 물질할 수 있는 지역은 제주도를 포함한 근해의 수심 5~7m 정도이며, 연간 평균 수온은 여름철 22~26도, 겨울철 10~13도 정도이다[11, 12]. 해녀는 산소 공급 장치의 도움 없이 숨을 참는 상태에서 바다속으로 잠수하여 해산물을 직업적으로 채취하는 여성 잠수부를 지칭한다. 사계절 내내 체온보다 낮은 온도(10~27도)의 바다에서 물질을 한다[13]. 해녀들의 수중잠수시 저온, 호흡중지 및 수압의 영향으로 말초혈류량은 감소하게 된다. 따라서 잠수중 말초혈류의 일시적인 총혈은 해녀들이 수면으로 나와 호흡을 내쉬는 순간 말초혈관으로 혈액의 재분배가 일어나며, 이러한 반복적인 활동은

세동맥 및 세정맥 부위의 새로운 모세혈관의 생성을 자극할 수 있을 것으로 판단된다[5, 14]. 하지만 호흡을 참고 다이빙을 실시하는 것은 순간적으로 폐에 손상을 줄 수 있는 것으로 보고 되고 있다[15, 16, 17]. 특히, 무호흡 잠수사의 경우 수심에 따라 폐부종의 위험이 높다[18]. 호흡근이 이완된 상태로 호흡을 참는 것은 흉막강 내압을 증가시키게 되어 흉곽벽의 탄성을 감소시키게 된다[19]. 이런 이유로 혈류, 심박출량 등도 감소하게 되며[18], 이러한 증상은 수심에 따라 다르게 나타날 수 있다[20]. 수중에서의 혈액량 증가는 흉막강 내 혈관의 과팽창과 폐모세혈관의 압력을 증가시키게 된다[18]. 특히, 6m 정도의 무호흡 잠수시 강제폐활량은 감소하였으며, 이는 낮은 기도에서의 부종이 발생되었음을 의미할 수 있다[18]. 그렇기 때문에 무호흡 심해 잠수부에게서 산소 포화도 감소, 흉부청진, 폐부종의 원인이 되는 폐압착 및 흉막강 혈액량 증가 등이 관찰된다[18].

일반적으로 폐는 가스교환 기능을 갖는 인체 장기로서 대기와 폐포 사이의 외호흡과 폐포와 혈액 사이의 내호흡이라는 2가지 환기 기전이 관여한다[21]. 이런 과정을 통해 인체는 조직에 산소를 공급하고 이산화탄소를 배출하여 대사적 요구를 충족시킨다. 특히, 폐환기의 궁극적인 목적은 폐내 폐모세혈관의 혈액과 인접해 이있는 가스교환이 가능한 공간에 새로운 공기를 계속 공급하는 것이다[22]. 폐확산능(Diffusing capacity of the lung for carbon monoxide : DLCO)은 이런 과정에서 폐포 가스와 폐포 모세혈관 사이의 분압 차에 의한 확산으로 폐기능을 평가하고 유산소성 운동기능을 유추하는데 매우 중요한 요소이다[21]. 폐기종은 DLCO가 낮고, 만성 기관지염은 DLCO에 영향을 미치지 않으며, 천식환자의 경우는 흔히 DLCO가 증가한다. DLCO는 제한성 장애를 일으키는 다른 질환과 비교할 때 내인성 폐질환의 감별에 이용되며, 간질성 폐질환 환자의 임상경과나 치료반응의 여부를 추적하는데 유용하다[23]. 폐 모세혈관 혈액량의 변화에 DLCO가 높은 민감도를 가지기 때문에 폐모세혈관 혈액량을 변화시키는 어떤 질환은 DLCO를 상당히 변화시킨다. 즉 승모편 협착증 또는 심부전은 폐혈액량을 증가시키므로써 DLCO를 증가시킬 수 있다[24]. 폐확산능의 감소와 관련된 질환은 특발성 폐섬유증을 비롯한 간질성 폐질환, 급성 호흡곤란 증후군, 폐포-모세 혈관막을 파괴하는 질환과 심한 빈혈의 경우 흡입된 일산화탄소에

결합할 헤모글로빈이 감소된 경우, 폐표면적의 감소(폐기종, 폐섬유증), 폐포-모세혈관 막의 구조적 성분이 두꺼워지거나 또는 변화된 경우(폐섬유증), 폐포세혈관의 폐쇄 등이 포함된다[25]. DLCO의 검사의 임상적 의의는 폐기종의 진단을 확립하고 운동하는 동안 저산소혈증의 존재를 예측하며, 운동 제한을 예측하고, 치사율을 예측하는데 잠재적 역할을 하며, 간질성 폐질환에서 DLCO의 감소가 관찰된다[25, 26].

제주 해녀의 경우 무호흡 심해 잠수부처럼 깊은 심해를 들어가지는 않지만 장시간 무호흡으로 인한 흉막강 내압 증가 및 폐포세혈관 변화가 예상될 수 있다. 그러므로 본 연구에서는 20년 이상 장기적으로 잠수한 해녀들의 노령화와 오랜 잠수어업에 따른 폐기능의 상태를 진단해보고, 그에 따른 제주해녀의 안전수칙 마련을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구대상자

본 연구의 대상은 현재까지 계속적으로 생업을 위하여 잠수활동을 하고 있는 J특별자치시 S지역의 해녀로써 과거 병력과 현재 특별한 질환이 없는 대상자로 선발하여 실험집단(experimental group)을 구성하였다. 아울러 해녀들과의 폐기능을 비교하기 위한 대조집단(control group)으로써 실험집단인 해녀의 평균연령대의 여성들으로써 현재 일상적인 생활에 문제가 없으며, 질환 및 병력이 없는 대상자 15명을 구성하였다. 본 연구의 목적을 위한 폐기능 측정 전 연구의 목적을 설명하였으며, 자발적 의지에 의한 참여 동의를 작성토록 하였다. 구체적인 대상자들의 특징은 다음의 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Physical Characteristics

	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BMI	BP (mmHg)
Exp(15)	62.99±8.51	155.31±5.71	58.88±9.56	24.54±4.39	133.90±6.13
Con(15)	61.85±7.71	154.58±6.08	60.08±11.91	24.95±5.18	130.99±7.23

*Exp : Experimental group

*Con : Control group

2.2 측정절차 및 방법

본 연구의 측정은 오전에 측정하였으며(9시~11시) 폐기능 검사를 위하여 폐확산능 검사를 시행하였다. 본 검사를 위하여 J특별자치시 H병원에 측정을 의뢰하였으며, 폐기능 검사는 Shinhan Medical 1022 장비로 검사를 진행하였다. 대상자들의 폐기능 검사를 위한 측정항목으로는 FVC, FEV₁/FVC, FEF_{25~75%}, DLCO를 선정하였다(table 2). FVC(forced vital capacity)은 노력성 호기방법으로 가능한 한 최대한 공기를 들어마신 후 최대한 빠르고 세게 불어 낸 공기의 양을 측정하는 것으로써 이를 통해 상기도 질환 및 기도 폐쇄 여부를 측정하기 위한 항목이며, FVC%은 노력성 폐활량의 예측치에 대한 측정의 비로써 측정결과에 대한 정상유무 판정이 가능하다. FEV₁/FVC(forced vital capacity)은 1초간의 노력성 폐활량 비로써 이를 통해 제한성 폐질환여부와 연령증가에 따른 폐활량 감소 여부를 평가할 수 있다. 또한 FEF_{25~75%}(mean forced expiratory flow during the middle half of the FVC)은 노력성호기중간유량을 통해 말초소기도의 질환여부를 평가할 수 있으며, 폐확산능(Diffusion capacity DLCO)은 폐포 가스과 폐포 모세혈관 사이의 분압 차에 의한 확산을 통한 폐기능 평가 요인으로써 폐기종, 협착과 같은 임상적 증후를 확인할 수 있는 평가요인이다.

<Table 2> Physical Characteristics

valve	definition	evaluation
FVC	forced vital capacity	restrictive lung disease
FEV ₁ /FVC	ratio of FVC	airway obstruction
FEF _{25~75%}	forced expiratory flow 25~75%	function of bronchiole
DLCO	diffusing capacity	possible parenchymal lung disease

*FVC : Forced Vital Capacity

*FEV₁ : Forced Expired Volume in one second

*FEF_{25~75%} : Forced Expiratory Flow 25~75%

*DLCO : Diffusing capacity of the Lung for Carbon monoxide

2.3 자료처리

본 연구의 통계처리는 SPSS 18.0 통계프로그램을 이용하여 모든 항목의 평균과 표준편차를 표시하였다. 실험집단(해녀)와 통제집단(일반여성)간 폐기능 요인들에 대한 비교를 위하여 집단간 독립표본 t-test를 실시하였다. 본 연구 결과에 대한 유의수준은 p<.05로 설정하였다.

3. 결과

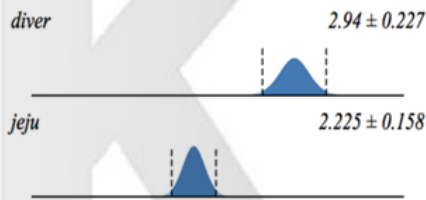
3.1 FVC 비교

해녀와 일반인들의 노력성 폐활량(FVC)을 검사한 결과는 다음의 <Table 3>과 같다. 결과 중 FVC(L)의 경우 일반집단이 2.23(±0.16)L로써 해녀집단(2.94±0.23L)보다 통계적으로 유의하게 낮게 나타났다. 아울러 FVC(%) 또한 일반여성집단과 해녀집단이 각각 86.81±5.69%, 114.00±8.29%로써 FVC(L)과 동일하게 해녀집단이 일반 여성보다 통계적으로 유의하게 높았다.

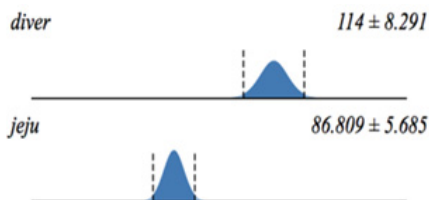
<Table 3> results of FVC

factors	group	M±SD	p
FVC(L)	Con	2.23±0.16	.000*
	Exp	2.94±0.23	
FVC(%)	Con	86.81±5.69	.000*
	Exp	114.00±8.29	

*FVC : Forced Vital Capacity



[Fig. 1] comparison of FVC



[Fig. 2] comparison of FVC%

3.2 FEV₁/FVC 비교

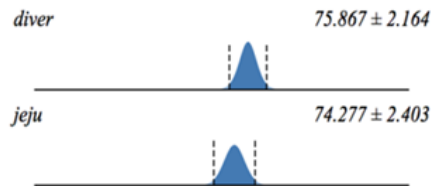
집단간 FEV₁/FVC(forced vital capacity)를 비교한 결과에서는 두 집단간 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 다만, 해녀집단은 75.87(±2.16)인 반면, 일반여성은 74.28(±2.40)으로써 평균결과에서는 일반여성보다 해녀집단이 높은 경향을 보였다.

<Table 4> results of FEV₁/FVC

factors	group	M±SD	p
FEV ₁ /FVC	Con	74.28±2.40	.472
	Exp	75.87±2.16	

*FEV₁ : Forced Expired Volume in one second

*FVC : Forced Vital Capacity



[Fig. 3] comparison of FEV1/FVC

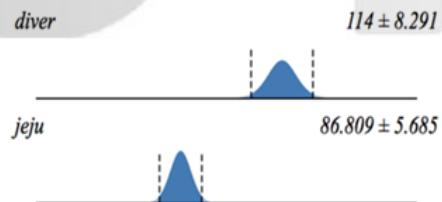
3.3 FEF_{25~75%} 비교

집단간 FEF_{25~75%}를 비교한 결과에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 특히, 해녀집단은 87.60±11.11%로써 일반여성(62.51±8.47%)보다 유의하게 높은 것으로 나타났다.

<Table 5> results of FEF_{25~75%}

factors	group	M±SD(%)	p
FEF _{25~75%}	Con	62.51±8.47	.003*
	Exp	87.60±11.11	

*FEF_{25~75%} : Forced Expiratory Flow 25~75%



[Fig. 4] comparison of FEF25~75%

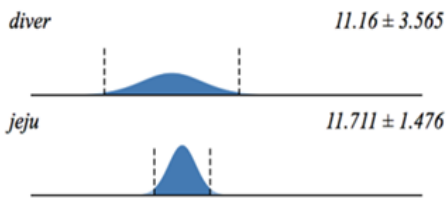
3.4 DLCO 비교

집단간 폐확산능을 비교한 결과중 DLCO의 경우 두 집단 모두 정상범위에 포함되어 있었다. 특히 해녀집단은 11.16(±3.57)mmol/min/kPa로써 일반여성의 DLCO 11.71±1.48mmol/min/kPa보다 낮은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 반면, DLCO(%)의 경우에서도 집단간 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 DLCO와 달리, 일반여성(65.93±20.01)보다 해녀집단(69.85±8.18)이 더 높은 경향을 보였다.

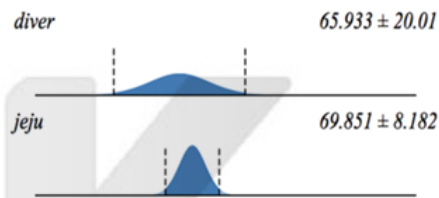
〈Table 6〉 results of DLCO

factors	group	M±SD	p
DLCO(mmol/m in/kPa)	Con	11.71±1.48	.732
	Exp	11.16±3.57	
DLCO(%)	Con	69.85±8.18	.661
	Exp	65.93±20.01	

*DLCO : Diffusing capacity of the Lung for Carbon monoxide



[Fig. 5] comparison of DLCO



[Fig. 6] comparison of DLCO%

4. 논의

폐 기능 검사는 폐나 기도의 이상뿐만 아니라 흉곽이나 호흡근의 기능적 이상이 발생되더라도 검사결과에 영향을 주게 되며, 대상자의 연령, 키, 몸무게, 성별, 인종에 따라 그 결과가 달라진다[27]. 그러므로 연령 키 성별을 고려하여 동일조건 정상인의 추정 정상치에 대하여 ±20% 이내의 범위에 포함될 때 정상 검사조건으로 판독한다[27]. 이러한 폐기능 검사를 위한 측정변인들로 여러 가지 검사가 있으며, 그 중 폐활량(vital capacity)은 기도의 폐쇄와 함께 잔기량(residual volume)이 증가하는 만성 폐쇄성 폐질환(만성 기관지염, 폐기종, 천식 등)과 총 폐용량 (total lung capacity)이 감소하는 제한성 폐질환(간질성폐질환)에 의해서 감소된다[23]. 특히, 폐쇄성질환의 경우 천천히 숨을 내쉬면 폐활량이 비교적 정상범위 범위 안에 포함되지만 최대 노력성 호기(FVC)시에는 유량이 감소되어 나타날 수 있다[25].

일반적으로 FVC는 제한성 환기장애의 지표로 이용된

다[24]. 특히, 해녀들은 잠수하기 전 약 1~2분 정도 과 호흡을 하고 잠수를 시작한다. 또한 물질의 후반부에 수면 위로 올라와 참고 있던 숨을 길게 호기한다. 이때의 호흡 방식이 노력성 호기와 호기와 유사하기 때문에 대상자의 폐활량 증가에 기인할 것으로 판단된다. 하지만 잠수로 인해 폐 간질의 혈장액이 증가되면 폐의 간질이 받는 부담이 커지며 조직 변화를 통해 제한성 폐질환으로 진행할 우려가 높아지기 때문에[30] FVC는 감소될 수 있다. 본 연구의 결과에서는 이러한 기전과는 달리 일반 여성보다 해녀집단의 FVC가 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

대상 해녀들은 모두 50대 이상의 노령이었으나, 기저 폐질환의 병력이 없었으며 만약 FVC 값이 감소되었을 경우 기저 폐질환여부와 연령 증가에 따른 폐활량 감소 여부를 감안하기 위해 FVC%를 측정하였지만 FVC% 결과에서도 두 집단 모두 정상범위로 나타났으며, 특히 일반인보다 유의하게 높은 결과를 보였다. 이는 해녀들의 고령화로 인하여 심폐기능이 감소됨에도 불구하고 지속적인 잠업활동에 의한 신체활동량 유지가 대상자들의 노화에 의한 FVC 및 FVC% 감소를 지연시켰기 때문으로 생각된다. 즉, 지속적인 추위 자극에 적응 및 대응할 수 있는 생리적 기능의 발현이 뒷받침되었기에 가능하다고 할 것이다. 이러한 기능의 증진 및 발현은 방위 체력과도 깊은 연관을 가질 것으로 사료된다.

우리나라의 해녀들은 산소 호흡 장비 없이 수심 10~20m의 바다 밑으로 잠수해 해산물을 채취한다[11, 12]. 1960년대 이후는 잠수복을 착용했으나 Hong et al.(1991)[28]의 조사에 따르면 1977년까지는 여름 약 23℃, 겨울 약 10℃의 수온에서 면소재의 옷으로 하루 2~3시간씩 평균 23회 잠업을 하면서 차가운 수온과 압력을 전신으로 견디며 어업을 했다. 이후 잠수복의 보급으로 인하여 수온으로부터 피부를 통해 전신에 전해지는 스트레스는 감소하였지만[14] 지상보다는 낮은 수온에 대한 스트레스는 여전히 존재한다. 포유류의 경우 체온보다 낮은 약 20℃ 수준의 수온에서 숨을 참고 얼굴을 담그는 잠수시 낮은 산소 농도 수준을 수용하며, 뇌로 가는 혈류를 떨어뜨리지 않도록 미주신경과 자율신경과의 상호작용에 의해 특이적 생리기전인 잠수반사가 일어난다[29]. 이러한 잠수반사의 반응으로써 산소의 소비를 감소시키기 위하여 평소 심박수의 약 10~30% 감소가 발생된다. 또한 산소농

도에 민감한 뇌와 심장에 혈액을 우선 공급하기 위하여 골격근으로 가는 혈류의 양을 감소시키고자 근육 혈관의 수축이 발생된다[4]. 아울러 높은 수압에 대한 폐와 흉부와 같은 장기들을 보호하기 위하여 혈장액과 수분이 흉부 장기로 모이게 되며, 특히 폐의 경우 내부로 점진적인 혈장의 충만이 발생되며, 수압이 감소하게 되면 재흡수 과정을 통해 원래상태로 회복된다[30].

혈장액의 충만은 높은 수압과 저산소 환경에서 오래 견디기 위한 방어기전으로써 산소의 주요 이용 장소인 폐와 심장을 중심으로 산소소비를 최대한 감소시킨다. 하지만 이러한 방어기전의 반복은 잠수 때마다 폐가 혈장액으로 자주 채워지면서 폐혈관 벽과 간질조직에 전달되는 압력의 효과도 조금씩 누적된다[31]. 그 결과, 폐 조직의 긴장도 혹은 세포 전달물질들의 지속적 활성이 증가됨에 따라 폐포의 구조와 기능에 변화가 유발될 수 있으며, 그중 폐포 벽의 탄력적 환기능력을 나타내는 지표 중 하나인 폐 확산능이 다른 폐활량의 지표에 비해 증가되지 않거나 감소할 수 있다[25, 32, 33, 34]. 또한 호흡기 질환의 정도 및 장단기에후와 관련된 지표 FEV₁은 최대 노력성호기 시작 후 1초간에 내뿜 호기량으로 폐쇄성 폐질환시 감소하므로 이 값이 감소된 경우 기도폐쇄를 의미한다[24]. 더욱이 해녀들의 고령화 추세에 따라 해녀들의 만성적인 염증반응과 폐기능 저하도 함께 진행됨으로써 제한적 폐질환과 같이 FEV₁/FVC의 감소가 예상될 수 있다. 하지만 본 연구의 결과 중 해녀집단의 FEV₁/FVC는 일반여성 집단과 유의한 차이는 아니었지만 높은 경향을 보였으며, 이는 해녀들의 폐활량이 일반인보다 높았기 때문이며, 이러한 해녀들의 FEV₁/FVC 결과는 오랜 무호흡성 잠수생활에도 불구하고 기도 폐쇄질환이 없음을 의미한다.

폐 간질의 손상으로 폐 용적이 감소하는 제한성 폐질환과 기도가 폐쇄되는 질환의 또 다른 지표가 되는 FEF_{25-75%}는 감소될 경우 폐간질의 조직 변화에 의한 말초 소기도의 병변이 예상된다[24]. 본 연구의 FEF_{25-75%} 결과에서 두 집단 모두 70 이상으로써 정상범위에 포함됨으로써 두 집단 모두 제한성 폐질환이나 기도폐쇄는 없었으며, 해녀집단이 일반집단 보다 유의하게 높게 나타남으로써 기능적 발달 수준이 더 높음을 알 수 있었다. 폐 확산 능력(diffusion capacity)은 폐기능을 나타내는 폐환기 기능, 폐포확산 능력, 폐 순환기능 가운데 가장 중요한

것으로서 근조직에서 필요로 하는 산소와 조직에서 발생하는 이산화탄소가 폐포와 폐포 모세혈관 사이의 가스분압 차이에 의해서 확산되는 것을 말한다[22]. 즉, 호흡기를 통해 흡입된 산소가 폐포 상피세포, 폐포간질, 모세혈관막, 혈장, 혈액속에 도달하여 산화 헤모글로빈을 형성하는 전 과정을 의미한다[22]. 폐확산능은 이런 과정에서 폐포 가스와 폐포 모세혈관 사이의 분압 차에 의한 확산으로 폐기능을 평가하고 유산소성 운동기능을 유추하는데 매우 중요한 요소이다[22]. DLCO는 여러 가지 생리적 요소에 의해 영향을 받는다. 연령, 성별, 키, 민족, 헤모글로빈, 카복시헤모글로빈, 폐용적, 자세, 운동 등에 의해서 변한다[35]. Holmgren and Astrand(1966)[36]은 폐의 확산능력과 총헤모글리빈, 혈류량, 심박출량 및 혈중 헤모글리빈 농도 등의 상관관계에서 폐확산능력은 이러한 요소들과 높은 상관관계가 있다고 하였다. 그렇기 때문에 DLCO는 유산소 운동 능력을 결정하는 중요한 요소로서[22] 최대산소섭취량의 좋은 예측인자로 활용될 수 있다[37]. 특히, 폐확산 능력은 당사자의 최대산소섭취량과도 밀접한 관계를 가지고 있어서 폐확산 능력이 저하되면 호흡근의 조기 피로현상과 최대산소섭취량이 저하에 원인이 되어 운동능력의 감소 현상을 초래한다[38]. 운동선수군이 장기간 강도 높은 유산소운동에 참여하고 있어서 폐포모세혈관의 증가, 모세혈관의 확장, 폐포면적의 증가, 폐포막 두께의 감소 등의 여러 가지 요인에 의해서 운동선수의 폐확산 능력이 향상된다[39]. 본 연구에서는 20년 이상 잠업활동을 수행한 해녀들이 계속적인 수압환경에 대한 간질 혈장액 증가 빈도가 높아짐에 따라 폐확산능의 감소가 예상되기 때문에 폐확산능 검사결과를 포함하였다. 폐확산능은 폐 간질에 섬유조직 증식이 초래되는 간질성 폐질환과 빈혈이 발생할 경우 감소하며, 폐 모세혈관 내 혈액량이 증가하는 울혈성 심질환 그리고 천식일 경우에는 정상범위보다 증가할 수 있다. 본 연구에서의 DLCO는 두 집단 모두 정상범위에 포함되어 있었지만 해녀집단이 일반여성보다 낮은 경향을 보였다. 총폐포면적을 고려한 보정된 DLCO%에서도 유의하지는 않지만 일반여성집단보다 해녀집단이 더 낮은 경향을 보였다. 해녀집단의 DLCO가 일반여성집단보다 낮았던 것은 잠수 어업에서 수압으로부터 해녀들의 폐를 보호하고 산소를 효율적으로 활용하기 위해 혈장액이 폐 간질에 모이는 동안 폐포에 전달된 압력이 장기적이고 미세한

폐포와 간질의 손상이 어느정도 유발되었기 때문에 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 무호흡으로 저수온의 해수에서 채집활동을 하는 제주 해녀의 폐기능 및 폐확산능을 측정하였으며, 동일 연령대의 일반여성과 비교한 결과는 다음과 같다.

첫째, FVC 및 FVC%는 두 집단 모두 정상범위로 나타났다으며, 해녀집단이 일반여성들보다 유의하게 높았다.

둘째, FEV₁/FVC는 일반여성과 해녀집단간 차이가 유의한 차이는 없었다.

셋째, FEF_{25-75%}는 두 집단 모두 정상수준이었으며, 해녀집단이 일반여성보다 유의하게 높았다.

넷째, DLCO는 해녀집단과 일반여성과 유의한 차이는 없었다.

이러한 결과는 제주해녀가 고령임에도 불구하고 장기간 무호흡 침수활동을 수행하면서 폐기관의 적응 및 발달이 된 상태임을 확인할 수 있었다. 하지만 제주해녀의 경우 지속적인 직업적 신체활동을 유지했음에도 불구하고 DLCO가 통계적으로 유의하지는 않았지만 일반여성보다 낮게 나타난 점은 폐포와 간질의 손상이 발생했을 가능성이 높기 때문에 고령의 해녀들의 침수활동에 대한 안전수칙이 요구되며, 차 후 고령의 제주해녀에 대한 지속적인 신체기능검사가 필요하다.

노령의 해녀들이 규칙적인 생활습관과 반복된 잠수 훈련을 통해 신체의 한계를 극복해나가는 고된 노력을 멈추지 않았던 결과로 판단된다. 하지만 제주 해녀의 평균연령이 고령임을 감안할 때 지속적인 침수활동은 신체기능의 이상을 초래할 수 있는 위험요인을 포함하기 때문에 차 후 노령화되는 해녀들에 대한 관심과 연구가 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

- [1] Wilmore, J. H., & Costill, D. L., Physiology of sport and exercise(2nd ed.) IL: Human kinetics, 1999.
- [2] Anthonisen, N. R., Medical aspects of sport diving: Exercise and medical demands of scuba diving, *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 591-595, 1976.
- [3] Won-Suk Lee, The study of change of monoamines in brain of rats after O₂ intoxication, *Ocean & underwater medicine*, 7, 63-78, 1985.
- [4] Elsner, R., & de Burgh Daly, M., Coping with asphyxia: Lessons from seals, *News in Physiological Science*, 3, 65-69, 1988.
- [5] Ferrara, N., & Davis-smyth, T., The biology of vascular endothelial growth factor, *Endocrine reviews*, 18(1), 4-25, 1997.
- [6] Elsner, R., & Gooden, B., Diving and asphyxia. A comparative study of animals and man. *Monographs of the physiological Society*, Cambridge Univ, 1-163, 1983.
- [7] Shiraki, K., Konda, N., Sagawa, S., Park, Y. S., Komatsu, T., Hong, S. K., Diving patterns of Tsushima male breathhold divers (Katsugi), *Undersea Biomed. Res.*, 12, 439 - 452, 1985.
- [8] Song, S. H., Lee, W. K., Chung, Y. A., Hong, S. K., Mechanism of apneic bradycardia in man. *J. Appl. Physiol.*, 27, 323 - 327, 1969.
- [9] Schaefer, K. E., Allison, R. D., Dougherty Jr., J. H., et al., Pulmonary and circulatory adjustments determining the limits of depth in breath-hold diving, *Science*, 162, 1020 - 1023, 1968.
- [10] Ferretti, G., Costa, M., Diversity in and adaptation to breath-hold diving in humans, *Comp. Biochem. Physiol. A. Mol. Integr. Physiol.*, 136(1), 205-213, 2003.
- [11] Chong-Seung Kim, Role of Norepinephrine in Cold Acclimatization of Korean Diving Women, *The Korean Journal of Medicine*, 13(11), 737-744, 1970.
- [12] Hye-Kyung Choa, A Comparative Ethnical Study between the Japanese Sugajima's 'Ama' and the Jēju Women Sea Divers, *The Korean Folklore*, 36, 229-270, 2002.
- [13] Hyo-Hyun Lee, Si-Yeon Kim, Young-Joon Jang, Jeong-Yoon Ha, Kwon-Yong Kang, Mi-Seon

- Kwon, Joo-Young Lee, The Age-related Changes in Behavioral Temperature Regulation and Thermal Tolerance of the Elderly Jeju Haenyeo - A Questionnaire and a Local Cold Tolerance Test, The Korean Society of Living Environmental System, 22(3), 477-489, 2015.
- [14] Keun-Ah Bae, Prolonged intermittent cold exposure causes a muscle-specific adaptation in human skeletal muscle, Graduate School Korean National University of Physical education, 1998.
- [15] Kiyon, E., Aktas, S., Toklu, A. S., Hemoptysis provoked by voluntary diaphragmatic contractions in breath-hold divers, *Chest*, 120(6), 2098 - 2100, 2001.
- [16] Jacobson, F. L., Loring, S. H., Ferrigno, M., Pneumomediastinum after lung packing, *Undersea Hyperb. Med.*, 33(5), 313 - 316, 2006.
- [17] Liner, M. H., Andersson, J. P. A., Pulmonary edema after competitive breath-hold diving, *J. Appl. Physiol.*, 104(4), 986 - 990, 2008.
- [18] Walterspacher, S., Scholz, T., Tetzlaff, K., Sorichter, S., Breath-hold diving: respiratory function on the longer term, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 43(7), 1214-1219, 2011.
- [19] Dail, C. W., Affeldt, J. E., Collier, C. R., Clinical aspects of glossopharyngeal breathing; report of use by one hundred postpoliomyelitic patients, *J Am. Med. Assoc.*, 158(6), 445 - 449, 1955.
- [20] Lemaitre, F., Clua, E., Andreani, B., Castres, I., Chollet, D., Ventilatory function in breath-hold divers: effect of glossopharyngeal insufflation, *Eur. J Appl. Physiol.*, 108(4), 741 - 747, 2010.
- [21] Byung-Ki Lee, Tae-Soo Kim, Effect of treadmill walking exercise after 8 weeks on the DLCO, Hb and adjusted DLCOav/Hb in male collegian with smoking, *Journal of exercise rehabilitation*, 6(4), 199-207, 2010.
- [22] Guyton, A. C., & Hall, E. J., *Textbook of Medical Physiology*, Saunders, 2002.
- [23] Weinberger, S. E., Johnson, T. S., Weiss, S. T., Clinical significance of pulmonary function tests. Use and interpretation of the single-breath diffusing capacity, *Chest*, 78, 483-488, 1980.
- [24] Soon-Kew Park, Clinical usefulness of lung diffusion capacity, *Journal of Pusan national university hospital*, 12, 19-27, 2002.
- [25] Cotton, D. J., Soparkar, G. R., Graham B. L., Diffusion capacity in the clinical assessment of chronic airflow limitation, *Med. Clin. North. Am.*, 80, 549-564, 1996.
- [26] Alhamad, E. H., Lynch, J. P., Martinez. F. J., Pulmonary function tests in interstitial lung disease : what role do they have?, *Clin. Chest Med.*, 22, 715-750, 2001.
- [27] Si-Ja, Chon, Kang-Mija, Kim, Jung-Sook, Park, Mi-Ho Lee, Kyung-Sun Cho, Hee-Kyung Kim, Sun-Ok Park, Kyung-Sook Bae, Kyung-Suk Cho, Ok-Nam Hwang, *Medical Surgical Nursing*, 4th ed, Hyun-moon sa, 1992.
- [28] Hong, S. K., Henderson, J., Olszowka, A., Hurford, W. E., Falke, K. J., Qvist, J., Radermacher, P., sjiraki, K., Mohri, M., & Kakeuchi, H., Daily diving pattern of Korean and Japanese breath-hold divers(ama), *Undersea Biomedical Research*, 18(5-6), 433-443, 1991.
- [29] Jum Mo, Kim, Sung-Gil Kim., The effect of repetitive dive on physiological reactions and stress hormone in No Decompression limit, *The Korean Journal of Applied Statistics*, 21(6), 1027-1035, 2008.
- [30] Holm, B., Schagatay, E., Kobayashi, T., Masuda, A., Ohdaira, T., & Honda, A., Cardiovascular change in elderly male breath - hold divers(Ama) and their socio-economical background at chijura in Japan, *Appl. Human Sci.*, 17(5), 181-187, 1998.
- [31] Sung-Ho Yoon, *Cardiovascular Regulation During Water Immersion In Korean Woman Breath-Hold Divers*. graduate school Kosin Univ, 2002.
- [32] Bousamra, M. 2nd., Presberg, K. W., Chammas, J. H., et al., Early and late morbidity in patients undergoing pulmonary resection with low diffusion capacity. *Ann. Thorac. Surg.*, 62, 974-975, 1996.
- [33] Enright, P. L., Crapo, R. O., Controversies in the se of spirometry for early recognition and diagnosis of

- chronic obstructive pulmonary disease in cigarette smokers, *Clin. Chest Med.*, 21, 645-652, 2000.
- [34] Crapo, R. O., Jensen R. L., Wanger J. S., Single-breath carbon monoxide diffusing capacity, *Clin Chest Med.*, 22, 637-649, 2001.
- [35] Macintyre, N1., Crapo, RO., Viegi, G., Johnson, D. C., van der Grinten, C. P., Brusasco, V., Burgos, F., Casaburi, R., Coates, A., Enright, P., Gustafsson, P., Hankinson, J., Jensen, R., McKay, R., Miller, M. R., Navajas, D., Pedersen, O. F., Pellegrino, R., & Wanger, J., Standardisation of the single-breath determination of carbon monoxide uptake in the lung, *Eur. Respir. J.*, 26(4), 720-735, 2005.
- [36] Holmgren, A., Astrand, P. O., DL and the dimensions and functional capacities of the O₂ transport system in humans, *J Appl. Physiol.*, 21(5), 1463-1470, 1966.
- [37] Kobayashi, A., Yoneda, T., Yoshikawa, M., Ikuno, M., Takenaka, H., Fukuoka, A., Narita, N., Nezu, K., The relation of fat-free mass to maximum exercise performance in patients with chronic obstructive pulmonary disease, *Lung*, 178(2), 119-127, 2000.
- [38] Niinimaa, V., Shephard, R. J., Training and oxygen conductance in the elderly. I. The respiratory system. *J Gerontol.*, 33(3), 354-361, 1978.
- [39] Yang-Soo Kim, Chang-Kwan Kim, Effect of Long Term Aerobic Exercise on diffusing Capacity of Lungs, *The Research Institute of Physical Education & Sports Science*, 9(1), 85-98. University Press, 2006.

이 한 영(Lee, Han Young)



- 2001년 2월 : 홍익대학교 경영학부 (경영학학사)
- 2012년 2월 : 동방대학원대학교 자연치유학 석·박사통합과정 수료
- 2008년 2월 ~ 현재 : 비영리법인 제주해녀문화보존회 회장
- 2011년 12월 ~ 현재 : (주) 솜비 대표이사

- 관심분야 : 제주해녀, 잠수생리, 자연치유
- E-Mail : soombi@soombi.co.kr