

## 수중운동이 듀센 근이영양증 아동의 기능적 활동에 미치는 영향: 사례보고

예나연 · 이은주<sup>†</sup>

경성대학교 물리치료학과 생명보건대학원, <sup>1</sup>경성대학교 물리치료학과

### Effect of Aquatic Exercise on Functional Activity in Duchenne Muscular Dystrophy: Case Report

Na-Yeon Ye, PT, MS · Eun-Ju Lee, PT, PhD<sup>†</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School of Life and Health, Kyung Sung University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Kyung Sung University

Received: May 13 2024 / Revised: May 13 2024 / Accepted: June 13 2024

© 2024 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** This study examined the effects of aquatic exercise on the functional activities of patients with Duchenne muscular dystrophy.

**METHODS:** This study was a single-group experimental ABA design in three children with Duchenne muscular dystrophy. The study period was 20 weeks, consisting of 4 weeks of baseline, 12 weeks of intervention, and 4 weeks of maintenance, with 40 minutes of aquatic exercise once a week in the intervention. The Duchenne muscular dystrophy upper extremity patient-reported outcome scale and the expanded version of the Hammersmith Functional Motor Scale version

of the Hammersmith Functional Movement Scale were used to determine the effects of aquatic exercise on the patient's functional activity. The measurements were taken five times: once at baseline, three times at intervention, and once at maintenance. The data collected in this study were analyzed using SPSS version 25.0, with a statistical significance level of  $\alpha$  of .05, and the Friedman test, a non-parametric method was conducted.

**RESULTS:** The functional activity scores improved significantly after 12 weeks of the intervention compared to the baseline and were maintained for up to 4 weeks after the intervention was complete.

**CONCLUSION:** Aquatic exercise is an effective intervention for improving the functional activity of children with Duchenne muscular dystrophy and should be utilized in clinical practice.

**Key Words:** Aquatic exercise, Duchenne muscular dystrophy, Functional activity

<sup>†</sup>Corresponding Author : Eun-Ju Lee

nkdreamju@ks.ac.kr, <http://orcid.org/0000-0002-3914-172X>

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.

## I. 서론

근이영양증은 디스트로핀 단백질이 결핍되어 나타나는 퇴행성 유전적 질환이다[1]. 근이영양증 중 가장 흔한 유형인 듀센형의 유병률은 인구 10만 명 당 7.04명으로[2] 대부분의 듀센 근이영양증 아동은 평균적으로 12세가량에 보행 능력을 상실하고 20세가량에 호흡기계나 심장계의 합병증으로 인해 사망하게 된다[3]. 듀센 근이영양증의 주된 임상증상은 근육 자체가 결합 조직이나 지방으로 대체되어 다리 근육이 딱딱하고 비대해지는 가성 비대와 몸쪽 부위의 근육 약화이다[4]. 다리 근육의 가성 비대와 몸쪽 부위의 근육 약화는 인체의 큰 관절에 구축을 발생시키고 대동작 기능을 저하시키기 때문에 시간이 지남에 따라 듀센 근이영양증 아동은 휠체어에 의존하게 되고 독립적인 생활이 불가능하게 된다[5]. 또한 질환이 더 진행될수록 어깨 근육이 점차 약화되어 팔을 들어 올리는 것이 어려워지고, 나중에는 손의 근육까지 약화되어 소동작 기능이 필요한 일상생활 수행에 큰 어려움을 겪게 된다[6].

수중 운동의 부력 효과는 지상보다 더 가볍고 쉽게 움직임을 가능하게 하며 물의 깊이에 따라 체중 부하 정도를 다르게 느끼게 한다[7]. 수중에서 생성되는 압력은 불안정한 관절의 안정성을 높이고 신체 무게와 관절의 부담을 감소시킨다[8]. 근력, 균형, 협응력이 저하되어 지상 운동이 어려운 환자들에게 수중 운동은 자연스런 움직임과 신체 안정성, 활동을 촉진하기 위한 대안 운동이 될 수 있다. 듀센 근이영양증 아동은 근육의 구조와 기능의 퇴화로 발생하는 근육 약화로 인해 중력의 영향을 많이 받는 지상 활동이 어려우므로, 물의 특성을 활용한 수중 운동은 듀센 근이영양증 아동에게 지상에서 얻기 어려운 긍정적인 신체 활동 경험을 제공할 수 있다.

듀센 근이영양증의 수중 운동에 관한 국외 연구를 살펴보면 수중 운동은 듀센 근이영양증의 기능적 움직임 퇴화 속도를 완화하고[9] 통증과 피로를 감소시키며[10] 삶의 질을 향상시킨다고 하였다[11,12]. 또한 수중 운동은 듀센 근이영양증의 약화된 근력을 증가시킬 수 있으며[12-14] 폐기능과[12][15] 운동신경을 활성화하고

[16] 이동성과 균형 개선에도[17] 도움을 준다고 하였다. 그러나 국내에서 이와 관련된 연구는 수중 운동이 듀센 근이영양증 아동의 균형 능력과 보행 기능 개선을 확인한 연구[18]와 그룹수중운동 참여 경험이 듀센 근이영양증의 신체적 심리적 변화에 미치는 영향을 알아본 연구[19] 외에는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 수중 운동이 듀센 근이영양증 아동의 기능적 활동에 미치는 영향을 확인하여 듀센 근이영양증의 임상 증재 프로그램으로서 수중 운동이 확장될 수 있는 근거자료를 마련하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상은 D시에 소재하는 B수중센터에 내원하는 듀센 근이영양증 남자 아동 3명이며, 아동들과 보호자는 본 연구의 목적과 절차에 대해 충분히 설명을 들은 후 자발적으로 연구에 참여하였다. 연구대상 아동들의 상지 활동 기능은 브룩 척도(Brooke scale) 3점으로 양손으로 물 180ml가 들어있는 컵을 입으로 가져갈 수는 있지만 머리 위로 팔을 들 수는 없는 정도이고[20], 다리 활동 기능은 비그노스 척도(Vignos scale) 9점으로 이동시 견지 못하고 휠체어를 사용하였다[21]. 또한 소아 의식 척도(rancho losamigos) 1단계에 해당되어 연구자의 지시를 이해하고 따를 수 있으며 자유롭게 의사소통이 가능하고 물에 대한 거부감이 없었다.

### 2. 연구절차

본 연구는 기초선 4주, 중재선 12주, 유지기 4주로 총 20주이며 ABA 단일 사례 설계를 적용하였다. 연구대상자의 일반적인 특징 및 정보는 보호자의 인터뷰를 통해 얻었다. 그 외 기능적 활동 측정은 기초선(A0), 중재 4주(B1), 중재 8주(B2), 중재 12주(B3), 유지기(A1)에 실시하였으며 총 측정 횟수는 5회이다. 모든 중재와 평가는 4년 이상의 경력을 가진 수중 물리치료사 1명이 동일한 조건에서 실시하였다. 본 연구는 B시 K대학교 생명윤리위원회(institutional review board, IRB)에 의해 승인받았다(KSU-22-12-001-230116).

### 3. 중재방법

모든 아동들에게 주 1회 40분씩 12주동안 준비운동 5분, 본 운동 30분, 정리 운동 5분으로 구성된 수중 운동 프로그램을 동일하게 실시하였다. 구체적인 수중 운동 프로그램은 발목 스트레칭, 어깨·다리 관절가동범위 운동, 어깨·배·팔·다리 근력 강화 운동으로 구성되었으며 프로그램의 특성과 아동의 상태에 따라 부력 기구나 누들 등 수중 장비를 활용하였다. 또한 모든 중재는 호흡곤란의 단계를 측정하는 수정된 보그지표(Modified Borg category scale, mBorg) 3단계를 벗어나지 않는 범위에서 안전하게 실시하였고[22] 아동이 약간이라도 호흡 곤란을 호소하거나 피곤해하면 즉시 중재를 중단하고 휴식을 취하게 하였다. 수정된 보그 지표는 심폐 지구력 운동 시 호흡곤란의 단계를 측정하는 문자 척도로 미국 스포츠 의학회에서는 3-5단계의 강도 운동을 권장한다. 자세한 수중 운동 프로그램 방법은 다음과 같다(Fig. 1).

준비운동 및 정리운동으로 수영장 가장자리에 아동을 기대앉게 한 후, 가성비대로 인한 장딴지근 이완 및 발목 구축 예방을 위한 발목 스트레칭을 실시하였다. 본 운동 중 배곧은근 근력강화 운동은 아동이 몸통을 들어올려 치료사의 어깨를 잡도록 유도하여 진행하였으며 배곧은근은 아동이 몸통을 들어올린 후 손바닥을 치료사 반대편의 손바닥과 교차하여 마주치게 하였다. 관절

가동범위 운동은 가슴이 확장된 상태로 숨을 마실 때는 어깨 가쪽돌림과 벌림, 손바닥은 하늘을 향하도록 하였으며 숨을 내실 때는 어깨 안쪽돌림과 모음, 손바닥은 바닥을 향하도록 하였다. 위 세가지 운동들은 각각 10회씩 3세트 바로 누운 자세에서 실시하였다. 팔 근육 강화 운동은 누들로 공을 터치하며 앞으로 걸어오는 동작을 3회 실시하였고, 다리 관절 가동범위 운동과 다리 근육 강화 운동은 아동의 발이 닿지 않는 깊은 수심에서 수중 자전거 타기와 수중 걷기를 각각 5분씩 실시하였다.

### 4. 연구도구

#### 1) 대동작 기능

대동작 기능 활동 평가는 해머 스미스 기능적 운동 척도(Expanded version of Hammersmith Functional Motor Scale, HFMSSE)를 사용하였다. HFMSSE는 앉기, 구르기, 네발 기기, 무릎 서기, 서기, 쪼그려 앉기, 점프, 계단 보행 등 대동작 기능 활동을 평가하는 도구로 총 측정 항목은 33개다. 각 항목은 대동작 기능 수준에 따라 0점부터 2점까지 점수로 매겨지며 최고점은 66점 최저점은 0점으로 점수가 높을수록 대동작 기능 활동이 좋음을 뜻한다. 해머 스미스 기능적 운동 척도 평가-재평가 신뢰성은 매우 우수하며( $p = .99$ ) 다른 대동작 평가 도구인 GMFM-88과도 상관관계가 높다( $p = .97$ )[13].

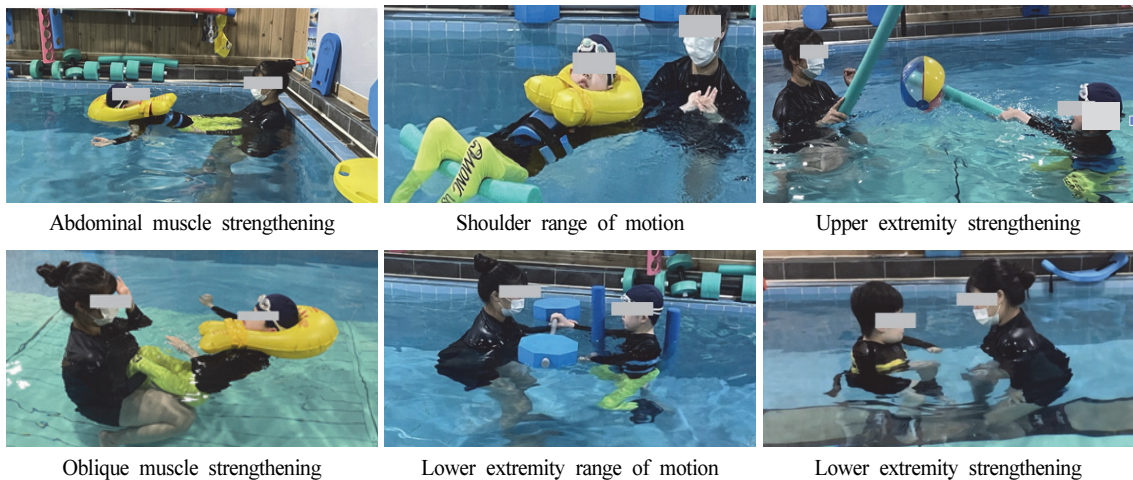


Fig. 1. Aquatic intervention.

## 2) 소동작 기능

소동작 기능 활동을 평가하기 위해 듀센 근이영양증 상지 환자 보고 결과 측정(Duchenne Muscular Dystrophy Upper Limb Patient Reported Outcome Measure, DMD Upper Limb PROM)을 사용하였다. DMD Upper Limb PROM은 음식·영양, 자기관리, 가정·환경, 여가·커뮤니케이션 등 일상생활 활동의 4가지 영역 32개 항목으로 구성된다. 본 설문지는 7세 이상의 참가자에게 사용하고 부모 또는 보호자가 작성한다. 평가 시간은 10분 이내이고 점수가 높을수록 소동작 기능이 좋음을 뜻하며 신뢰성은 0.99로 매우 우수하다[14].

## 5. 자료 분석

본 연구에서 수집한 자료의 분석은 SPSS version 25.0(IBM SPSS Inc. USA)을 사용하였고 통계적 유의수준  $\alpha$ 는 .05로 하였다. 수중운동이 듀센형 근이영양증 아동의 기능적 활동에 미치는 영향을 알아보기 위해 기초선, 중재선, 유지기에서 총 5회 측정된 DMD Upper Limb PROM, HFMSE 결과를 비모수적 방법인 프리드만 검정(Friedman test)으로 분석하였다.

## III. 연구결과

### 1. 연구대상자의 특성

본 연구에 참여한 듀센 근이영양증 아동 3명은 모두 남자로 대상자들 모두 임신 기간, 출산 직후 특이사항은 없었다. 아동 모두 먹기, 세면하기, 상의 입기는 스스로 가능하지만 손의 지구력이 약해 집기나 잡기를 오랫동안 유지하지 못하고 머리위로 팔을 들어 올리기가 어려우며, 3명의 아동 모두 일상생활 대부분을 맞춤형 휠체어의 등받이에 기대 앉거나 누워서 생활하고 있다. 다음은 대상 아동들의 구체적인 병력이다.

대상자 1 아동은 39주차에 4.39kg로 태어나 14개월에 독립 보행을 시작하였다. 만 4세쯤 앉은 자세에서 일어날 때 무릎에 손을 짚으며 힘겹게 일어나는 모습이 관찰되었으며 8세쯤 바닥의 작은 돌부리 등 장애물에도 쉽게 걸려 넘어졌다. 12세 여름부터는 앞정강근 약화와 아킬레스건 단축으로 발목이 발바닥 굽힘 구축되었으

Table 1. General characteristics of the subjects (n = 3)

Variables	Subjects		
	1	2	3
Age (years)	14	13	12
Height (cm)	132	139	135
Weight (kg)	25	23	34
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	14.35	11.9	18.66
Onset (age)	4	9	5
Duration (years)	10	4	7
AFO (age)	10	9	10
Wheelchair (age)	13	11	10

BMI: Body mass index, AFO: Ankle-Foot-Orthosis

며 13세에 서 있을 때 발의 균형 잡기가 어려워 휠체어 생활을 시작하였다.

대상자 2 아동은 38주차 2.97kg로 태어나 일반적인 정상 발달 과정을 거쳐 성장하였다. 그러나 5~6세 때부터 종아리가 단단하고 자전거와 키보드를 탔을 때 포레보다 느리게 운행하며 잘 넘어졌다. 8세에는 계단을 오르내릴 때 난간을 잡아야 했고 10살부터 앞정강근이 약화되고 아킬레스건이 단축되어 까치발로 서는 모습을 보였다. 12세 때는 벽을 붙잡고 서는 것도 어려워 휠체어 생활을 시작하였다.

대상자 3 아동은 38주차 3.2kg로 태어나 배밀이와 네발기기는 거의 하지 않고 14개월부터 걷기 시작했다. 5세에 계단 오르기를 어려워하는 모습을 자주 볼 수 있었고 큰 장애물 없이도 잘 넘어졌다. 9세부터 앞정강근의 약화와 아킬레스건의 단축으로 발목이 발바닥 굽힘 구축되어 까치발 보행을 하였으며 10세에 휠체어 생활을 시작하였다. 그 외 본 연구대상 아동들의 특성이 다(Table 1).

### 2. 기능적 활동 변화

#### 1) 대동작 기능

수중 운동 중재에 따른 HFMSE 대동작 기능 활동 변화는 다음과 같다(Table 3). 기초선(A0)은  $16.67 \pm 1.52$ 이었으나 중재 12주(B3)에는  $18.00 \pm 1.73$ 로 평균점수가

Table 2. Changes in the functional motor activity scale

Variables	DMD Upper Limb PROM				HFMES
	FAN	SC	HAE	LAC	
Baseline (A0)	8.33 ± 1.53	11.33 ± 2.08	8.33 ± .58	22.33 ± .58	16.67 ± 1.52
Intervention 4wks (B1)	10 ± 1.73	12 ± 1.00	8.67 ± .58	22.33 ± .58	16.67 ± 1.52
Intervention 8wks (B2)	10.33 ± 1.53	12.33 ± 1.53	8.67 ± .58	22.33 ± .58	16.67 ± 1.52
Intervention 12wks (B3)	10.33 ± 1.53	12.33 ± 1.53	9.33 ± .58	23.67 ± .58	18.00 ± 1.73
Follow-up (A1)	10.33 ± 1.53	12.33 ± 1.53	9.33 ± .58	23.67 ± .58	18.00 ± 1.73
$\chi^2$	10.677	6.400	5.600	12.000	12.000
p	.031*	.171	.231	.017*	.017*

Mean ± SD(score), \*p < .05

DMD Upper Limb PROM: Duchenne Muscular Dystrophy Upper Limb Patient Reported Outcome Measure, HFMS: Expanded version of hammsmith functional motor scale, FAN: Food and nutrition, SC: Self-care, HAE: Household and environment, LAC: Leisure and communication

Table 3. Comparison of the functional motor scale change rate by period

Variables	DMD Upper Limb PROM				HFMES
	FAN	SC	HAE	LAC	
(A0) VS (B1)	20.36 ± 8.04	7.41 ± 12.83	4.17±7.22	.00 ± .00	.00 ± .00
(B1) VS (B2)	3.70 ± 6.41	2.56 ± 4.43	.00 ± .00	.00 ± .00	.00 ± .00
(B2) VS (B3)	.00 ± .00	.00 ± .00	.00 ± .00	6.00 ± 2.68	8.00 ± 3.31
(A0) VS (B3)	.00 ± .00	.00 ± .00	8.33 ± 14.43	.00 ± .00	.00 ± .00
(A0) VS (A1)	22.62 ± 17.53	9.97 ± 11.28	12.50 ± 12.50	6.00 ± 2.68	8.00 ± 3.31
$\chi^2$	11.040	4.667	4.667	12.000	12.000
p	.026*	.323	.323	.017*	.017*

Mean ± SD(%), \*p < .05

DMD Upper Limb PROM: Duchenne Muscular Dystrophy Upper Limb Patient Reported Outcome Measure, HFMS: Expanded version of hammsmith functional motor scale, FAN: Food and nutrition, SC: Self-care, HAE: Household and environment, LAC: Leisure and communication

유의하게 증가하였고 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다(p < .05). 대동작 기능 활동 변화율은 초기보다 중재 8주(B2)에서 중재 12주(B2)에 3.70 ± 6.41로 유의하게 증가하였고 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다(p < .05).

## 2) 소동작 기능

수중 운동 중재에 따른 DMD Upper Limb PROM 소동작 기능 활동 변화는 다음과 같다(Table 2). 음식 · 영양

과 관계된 소동작 기능 평균점수는 기초선(A0)은 8.33 ± 1.53 이었으나 중재 4주(B1)에는 10 ± 1.73, 중재 12주(B3)에는 10.33 ± 1.53로 유의하게 증가하였으며 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다(p < .05). 여가 · 커뮤니케이션과 관계된 소동작 기능 평균점수도 기초선(A0)은 22.33 ± .58 이었으나 중재 12주(B3)에는 23.67 ± .58로 유의하게 증가하였고 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다(p < .05). 그 외 자기 돌봄과 가정/환경에 대한 소동작 기능 평균점수에서는 유의한 차이가 없었다.



음식·영양과 관련된 소동작 기능 점수 변화율은 기초선(A0)에서 중재 4주(B1)에는  $20.36 \pm 8.04$ , 중재 4주(B1)에서 중재 8주(B2)에는  $3.70 \pm 6.41$ 로 유의하게 높았으며 중재가 끝나고 난 후 4주 후에도 유지되었다( $p < .05$ ). 여가·커뮤니케이션과 관련된 소동작 기능 점수 변화율도 초기보다 중재 8주(B2)에서 중재 12주(B3)에는  $6.00 \pm 2.68$ 로 유의하게 높았고 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다( $p < .05$ ). 그 외 자기 돌봄과 가정/환경에 대한 소동작 기능 점수 변화율은 유의한 차이가 없었다.

#### IV. 고 찰

듀센 근이영양증의 치료 목표는 근력 및 관절가동범위 감소를 최소화하거나 유지하고, 잔존하는 기능을 최대화시켜 아동의 이동성을 향상하고 가정과 지역사회에서의 참여 활동을 촉진하는 것이다. 듀센 근이영양증 아동은 연령이 증가함에 따라 점진적으로 근육 약화, 근위축, 구축, 변형 등이 진행되고 신체 기능이 소실되는 특징이 있다. 그 중 근육 약화는 듀센 근이영양증 아동의 활동 제한을 가져오는 일차적 요인으로 근위부 근육인 어깨, 엉덩, 허벅지 등 에서부터 발생하기 시작하여 점차 원위부 근육들까지 진행된다[25,26]. 근력은 기본적인 일상생활 활동 및 수단적인 일상생활 활동에 매우 중요한 요소이므로 듀센 근이영양증 아동의 약화된 근력은 기능적 활동을 저하시키는 주된 원인이라 할 수 있다[27].

본 연구에서는 수중 운동을 듀센 근이영양증 아동에게 시행하였다. 그 결과, 수중 운동이 듀센근이영양증 아동의 기능적 활동 향상에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. 듀센 근이영양증 아동은 걷기, 일어서기, 앉기, 균형유지, 팔 들기, 조작하기 등 지상에서의 기능적 활동이 제한되어 자유로운 일상생활과 사회참여 활동이 어렵다. 수중 운동은 듀센 근이영양증 아동의 폐기능, 지구력, 보행 능력을 안정적으로 유지시키며 근력과 삶의 질을 향상시킨다[12]. Derikvandi와 Kaviyaniniya [13]은 근이영양증 아동을 대상으로 8주 동안 주 3회 수중 운동 훈련을 실시한 결과 아동의 신전근 근력이 유의하게 증가되었다고 하였다. Motlagh 등[14]

은 듀센 근이영양증 아동에게 수중 운동을 12회 실시한 결과 듀센 근이영양증 아동의 이동성과 균형이 개선되었으며 신체 근력이 증진되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 듀센 근이영양증 아동에게 수중 운동을 12주 적용하였을 때 대동작 기능 점수가 유의하게 향상되었을 뿐만 아니라 중재가 끝나고 난 4주 후에도 점수가 유지되어 위의 선행 연구들의 결과와 일치됨을 알 수 있었다.

수중 운동에 활용되는 물의 특성은 듀센 근이영양증 아동의 몸통 안정성을 개선하고 소동작 활동을 촉진한다[11][28,29]. 부력은 듀센 근이영양증 아동의 움직임을 보조하여 더 적은 노력으로도 움직임을 가능하게 하며[22] 정수압은 관절, 근육, 연부조직에 압축을 가하여 몸통 지지와 안정성을 높여 심장 효율성을 증가시키고 근력 및 지구력 운동에 도움을 준다[30]. Huguet-Rodríguez [31]는 수중 운동이 듀센 근이영양증 아동의 자기 관리, 이동성 및 사회적 기능 기술을 증진시키며 움직임을 활발하게 하고 독립성을 촉진한다고 하였다. 본 연구에서는 수중 운동을 듀센 근이영양증 아동에게 실시한 결과 수중 운동이 ‘음식·영양’ ‘여가·커뮤니케이션’ 등 소동작 움직임과 관련된 소동작 기능까지도 향상시키는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 수중 운동이 본 연구대상자인 듀센 근이영양증 아동들의 몸통 지지와 안정성을 향상시킨 후 소동작 활동에 필요한 원위부의 근력까지도 증진시켜 소동작 기능 향상을 이끌어낸 것으로 생각된다. Motlagh 등[14]도 수중 운동이 듀센 근이영양증 아동의 신체 근위부의 근력 외 손의 약력도 강화시킨다고 하여 본 연구자의 견해를 뒷받침한다고 할 수 있다.

듀센 근이영양증 아동의 근력 강화 운동은 고강도가 아닌 중강도 운동을 통해 하는 것이 안전하다[32]. 고강도 운동은 듀센 근이영양증의 근육세포를 손상시키고 근육 약화를 가속화시킬 수 있다[33]. 수중 운동은 근력을 강화하기 위해 움직일 때 생성되는 저항을 이용한다. 이때 저항의 정도는 자세나 표면적 변화로 조절할 수 있으며 생성되는 저항도 아동이 가한 힘보다는 크지 않기에 때문에 수중 운동은 듀센 근이영양증 아동에게도 안전하게 적용할 수 있다[34]. 듀센 근이영양증 아동은 근력의 약화로 지상에서는 할 수 없는 움직임을 수중 운동을 통해

보다 쉽고 안전하게 경험하게 되고 이러한 긍정적인 경험은 적극적인 신체 활동 참여로 이어질 수 있다[35,36].

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 연구 조건을 충족하는 듀센 근이영양증 아동의 모집이 어려운 탓에 연구 대상자의 수가 적어 모든 듀센 근이영양증 아동들에게 본 연구 결과를 일반화시키기 어렵다. 또한 윤리적 문제 때문에 수중 운동 중재 외에 아동이 받고 있는 다른 치료를 통제하지 못함으로써 본 연구 결과가 전적으로 수중 운동 프로그램의 결과라고 확신할 수 없다. 향후에는 본 연구의 제한점을 보완하여 더 많은 대상자를 모집하고 철저한 실험적 통제 하에 수중 운동 치료의 효과성을 확인하는 과정이 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 수중 운동이 퇴행성 질환인 듀센 근이영양증 아동의 기능적 활동에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과 소동작 기능 활동을 알아보는 DMD Upper Limb PROM 점수는 기초선에 비해 중재가 끝나고 난 12주 후에도 유지되고 있었다. 그리고 대동작 기능 활동을 알아보는 HFMSE와 소동작 기능 활동 점수를 알아보는 DMD Upper Limb PROM 중 음식·영양, 여가·커뮤니케이션 등의 일부 항목은 중재가 끝나고 난 12주 후에 유의하게 향상되었을 뿐만 아니라 중재가 끝나고 난 4주 후에도 유지되었다. 따라서 수중 운동은 듀센 근이영양증 아동의 기능적 활동 감소를 완화하고 개선할 수 있는 효과적인 중재 방법임을 제안하는 바이다.

## References

- [1] Ansved T. Muscular dystrophies: Influence of physical conditioning on the disease evolution. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2003;6(4):435-9.
- [2] Choi YC, Kang DY, Kim DS et al. Prevalence and survey of muscular dystrophy. *National Institutes of Health*. 2007;44:438-41.
- [3] Dubowitz V. Some clinical observations on childhood muscular dystrophy. *Int J Clin Pract*. 1963;17(5):283-8.
- [4] Yiu EM, Kornberg AJ. Duchenne muscular dystrophy. *J Paediatr Child Health*. 2015;51(8):759-64.
- [5] Shin JK. Effects of aquatic exercise on gross motor function, pediatric balance scale and gait function in children with Duchenne muscular dystrophy. Master's Degree. Dankook university. 2024.
- [6] Lee JH. The effect of the online writing therapy program on self-concept and depression of the adolescents with muscular dystrophy. Master's Degree. Kyungpook national university. 2011.
- [7] Wilder RP, Brennan D, Schotte DE. A standard measure for exercise prescription for aqua running. *Exerc Sport Mov*. 1993;21(1):45-8.
- [8] Heywood S, McClelland J, Mentiplay B, et al. Effectiveness of aquatic exercise in improving lower limb strength in musculoskeletal conditions: A systematic review and meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2017;98(1):173-86.
- [9] Honório S, Batista M, Paulo R, et al. Aquatic influence on mobility of a child with duchenne muscular dystrophy: Case study. *Ponte: int Sci Res J*. 2016;72(8):337-50.
- [10] Adams S, Hutton S, Janszen A, et al. The effects of an eight-week individualized aquatic therapy program on quality of life in children with duchene muscular dystrophy. *J Aquatic Phys Ther*. 2017;25(2):68-9.
- [11] Atamturk H, Atamturk A. Therapeutic effects of aquatic exercises on a boy with duchenne muscular dystrophy. *J Exerc Rehabil*. 2018;14(5):877.
- [12] Nelson L, Early D, Iannaccone S. P. 7.14 effects of a regular aquatic therapy program on one individual with duchenne muscular dystrophy (DMD): A case study. *Neuromuscul Disord*. 2013;23(9):777-8.
- [13] Derikvandi AN, Kaviyaniniya R. The effect of in water selective exercises on muscle strength in patients with muscle dystrophy. *Glob J Health Sci*. 2017;9(8):148.
- [14] Motlagh ZH, Pournemati P, Kordi M. The effects of hydrotherapy on muscle strength, body composition, and quality of life in boys with duchenne dystrophy. *Sport Sci. Health Res*. 2022;14(2)223-35.

- [15] Suslov VM, Lieberman LN, Carlier PG, et al. Efficacy and safety of hydrokinesitherapy in patients with dystrophinopathy. *Front Neurol.* 2023;14:1230770.
- [16] Israel VL. Aquatic physical therapy: The aquatic functional assessment scale (AFAS) in muscular dystrophy. *J Aquatic Phys Ther.* 2018;26(1):21-9.
- [17] Hosseinpour Motlagh Z, Pournemati P, Kordi M. The effects of hydrotherapy on muscle strength, body composition, and quality of life in boys with duchenne dystrophy. *Sport Sci. Health Res.* 2021;14(2):223-35.
- [18] Shin JK. effects of aquatic exercises on gross motor function, pediatric balance scale and gait function in children with duchenne muscular dystrophy. Master's Degree. Dankook university. 2023.
- [19] Lee JH. A phenomenological study on muscular dystrophy group of children participate in water exercise program. Master's Degree. Yonsei university. 2016.
- [20] Brooke MH, Griggs RC, Mendell JR, et al. Clinical trial in duchenne dystrophy. I. the design of the protocol. *Muscle & nerve.* 1981;4(3):186-97.
- [21] Vignos PJ, Spencer GE, Archibald KC. Management of progressive muscular dystrophy of childhood. *JAMA.* 1963;184(2):89-96.
- [22] Ambrosino N, Scano G. Dyspnoea and its measurement. *Breathe.* 2004;1(2):100-7.
- [23] PARK MH. The Effects of halliwick aquatic physical therapy on gross motor function and aquatic adjustment in development delayed infants. Master's Degree. Daegu university. 2015.
- [24] Klingels K, Mayhew A.G, Mazzone E.S et al. Development of a patient-reported outcome measure for upper limb function in Duchenne muscular dystrophy: DMD Upper Limb PROM. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2017; 59(2):224-31.
- [25] Connolly AM, Malkus EC, Mendell JR et al. Outcome reliability in non-ambulatory boys/men with Duchenne muscular dystrophy. *Muscle Nerve Suppl.* 2015;51:522-32.
- [26] Heutinck L, Kampen NV, Jansen M et al. Physical activity in boys with Duchenne muscular dystrophy is lower and less demanding compared to healthy boys. *Iran J Child Neurol.* 2017;32:450-7.
- [27] Johansen KL, Shubert T, Doyle J, et al. Muscle atrophy in patients receiving hemodialysis: Effects on muscle strength, muscle quality, and physical function. *Kidney Int.* 2003;63(1):291-7.
- [28] Olunwa MV. Effect of body orientation on space on tonic muscle activity of patients with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 1986;28:41-4.
- [29] Fatorehchy, S. The effect of aquatic therapy at different levels of water depth on functional balance and walking capacity in children with cerebral palsy. *Int J Life Sci Pharma Res.* 2019;9(1):51-7.
- [30] Koury JM. Aquatic therapy programming: Guidelines for orthopedic rehabilitation. USA. *Human Kinetics.* 1996;267-73.
- [31] Huguet-Rodríguez M, Arias-Buría JL, Huguet-Rodríguez B et al. Impact of aquatic exercise on respiratory outcomes and functional activities in children with neuromuscular disorders: findings from an open-label and prospective preliminary pilot study. *Brain Sci.* 2020;10(7):458.
- [32] Vignos PJ, Spencer GE, Archibald KC. Management of progressive muscular dystrophy of childhood. *JAMA.* 1963;184(2):89-96.
- [33] Berthelsen MP, Husu E, Christensen SB et al. Anti-gravity training improves walking capacity and postural balance in patients with muscular dystrophy. *Neuromuscul Disord.* 2014;24(6):492-8.
- [34] Thein JM, Brody LT. Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1998;27(1):32-41.
- [35] Brunton L.K, Bartlett D.J. Description of exercise participation of adolescents with cerebral palsy across a 4-year period. *Pediatr Phys Ther.* 2010;22(2):180-7.
- [36] Retarekar R, Fragala-Pinkham M.A, Townsend E.L. Effects of aquatic aerobic exercise for a child with cerebral palsy: single-subject design. *Pediatr Physl Ther.* 2009; 21(4):334-6.