



한국여성체육학회지, 2020. 제34권 제2호. pp. 107-120
Journal of Korean Association of Physical Education and Sport for Girls and Women
2020. Vol.34, No.2, pp. 107-120
<https://doi.org/10.16915/jkapesgw.2020.6.34.2.107>(ISSN 1229-6341)

맞춤형 수중운동재활이 뇌병변 아동의 ROM과 근골격계 균형에 미치는 영향*

이혜진** (원광대학교, 겸임교수)

국문초록

본 연구의 목적은 맞춤형 수중운동재활이 뇌병변 아동의 ROM과 근골격계 균형에 미치는 영향을 알아보기 위해 실시하였다. 연구대상자는 W대학병원에서 뇌병변으로 인한 편마비로 진단을 받고 익산시 발달재활 바우처 서비스를 받고 있는 8~18세 남, 여 20명을 대상으로 수중운동재활을 적용한 집단(n=10)과 통제집단(n=10)으로 무작위 배정하였다. 전체 중재 기간은 주 2회 12주간 시행하였다. 중재 결과, 수중운동재활집단에서 ROM변화는 건측, 환측 발등굽힘에 유의하게 증가한 것으로 나타났다($p<.05$). 또한, 건측, 환측 발바닥굽힘에도 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 근골격계 변화에서는 좌우 어깨 높이(shoulder height), 좌우 어깨뼈 아래각 무늬의(scapula patterns inferior), 좌우 골반 아래각 무늬(pelvis patterns inferior)에 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 그러므로 맞춤형 수중운동재활요법은 뇌병변 아동을 위한 효과적인 중재로 활용될 수 있으며, 뇌병변 환자를 위한 지속적인 수중운동 프로그램 개발이 요구된다.

한글주요어 : 수중운동재활, 근골격계, 균형, 관절가동범위, 뇌병변

* 본 논문은 2017년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5B5A07064774).

** 이혜진, 원광대학교, E-mail : hjil@wonkwang.ac.kr

I. 서론

선천성 뇌병변 편마비 장애인들은 대부분 신체의 한 쪽으로 마비가 되는 증상을 가지며 체중의 61~80%가 건축 하지에 편중되어 나타난다(Sackley & Baguly, 1993). 이러한 체중지지의 비대칭적 근육 사용과 불균형으로 인하여 장기간 마비된 쪽 사지보다는 건축만을 사용하게 되어 마비된 환측의 근력이 점차 약화되는 경향이 있다(Campbell, Ashburn, Pickering, & Burnett, 2001). 비대칭적 근력 약화는 건축과 환측의 균형능력 감소의 원인으로 이차적인 신체정렬의 척추변형을 일으킨다(Nyberg & Gustafson, 1995). 척추변형은 비마비측과 마비측의 근 긴장도에서 현저한 차이에 의해 비대칭적인 신체정렬(alignment)의 결과가 나타나고(Nyberg & Gustafson, 1995), 이와 같은 변형은 균형능력의 저하로 불필요한 근육사용으로 비효율적 보행 패턴이 나타난다(Granat, Maxwell, Ferguson, Lees, & Barbenel, 1996). 비효율적인 보행은 마비측 근육의 간헐적 움직임 기간이 길어짐에 따라 과긴장이 나타나고, 이는 결합조직의 점성이 증가되어 강직성 근세포에 의해 근단축이 오는 것이다(김종만과 안덕현, 2002; Brock, Haase, Rothacher, & Cotton, 2011; Fridén & Lieber, 2003).

뇌병변 환자의 보행패턴과 근골격계 균형을 향상하기 위하여 임상에서는 기능적 전기 자극, Rood, Kabat(PNF), Bobath, Brunstromm 등과 Carr & Shepherd에 의한 운동학습 상에서 발전한 여러가지의 신경생리학적 접근방법들이 사용되고 있다(Chan, Chan, & Au, 2006; Paci, 2003). 최근

에는 가상현실을 이용한 통신 재활프로그램 등에 의해 다양한 방법들이 수행되고 있다(Cikajlo, Rudolf, Goljar, Burger, & Matjajic, 2012; Kesar et al., 2010; Mackay-Lyons, 2012; Schmid et al., 2012). 또한 뇌병변 만성 편마비 장애인의 근력 약화와 척추 균형을 개선하기 위해서는 다양한 근력강화 운동프로그램이 연구되고 있다. 이러한 연구에서는 보조기구를 이용한 웨이트 트레이닝, 등속성 기구, 탄력밴드 등을 주로 사용하였고, 보조기구 사용은 움직임에 필요한 주 근육의 근력을 향상시켰다(김유신, 김은정, 2005; Gergory, 2004; Sharp & Brouwer, 1997; Thielman, Dean, & Gentile, 2004). 하지만 근력운동으로 인해 증가된 근력을 효과적으로 일상생활에서 적용된다는 것은 명확하지 않다고 지적하였고(Hopp, 1993), 편마비 환자들의 근력운동에 관한 연구결과 근력운동의 유효성에 대해서 논란의 여지가 있음을 지적하였다(Ada, Dorsch, & Canning, 2006). 고로 마비가 있는 편마비 환자의 재활은 독립적인 보행을 위해서는 국한된 근운동이 아닌 전체적인 움직임이 개선될 재활 프로그램이 요구된다.

따라서 수중운동(aquatic exercise)은 물의 저항을 받으며(물속에서 걷기, 계단 오르기, 중량들기 등) 운동 수행을 가능케 함으로써 전신 근골격계의 기능 향상에 도움을 준다(Dean, Richards, & Malouin, 2000). 물이 신체에 접촉되어 신경이나 감각 수용기를 자극하여 신체가 이 자극에 대해 반응함으로써 마비환자들에게 효과적임을 제시된 바 있다(Eliasson, Bonnier, & Krumlinde -Sundholm, 2003). 수중운동의 가장 큰 장점은 물의 특성인 부력 작용으로 운동시 관절에 가하는 충격과 부상의 위험성이 낮아

노인과 환자 및 장애아동들에게 쉽게 적용할 수 있다는 것이다(Lennon, 2001; Wilder & Brennan, 1993). 또한, 수압과 물의 점성에 의해 발생하는 저항적 흐름(turbulent)으로 근력과 근지구력 및 균형감각을 향상으로 활동성이 증가된다고 보고하였다(Wang, Chen, Chen, & Yang, 2005).

이와 같이 수중운동이 근골격계 및 생활습관병 등의 다양한 질병, 연령층에 효과적인 운동프로그램으로 부각되어 처방되고는 있으나, 물의 기본적인 원리와 작용 등이 고려된 수중운동재활 프로그램을 사용해 실제 근골격계에 불균형으로 인한 통증을 호소하는 뇌병변 아동들의 근활성도 변화를 살핀 연구에 대한 결과는 보고된 바 없다.

따라서 본 연구의 고찰적인 면에서 비교 데이터가 부족하겠지만 과학적인 근골격계 근체형 측정으로 맞춤형 수중재활운동 프로그램을 뇌병변 편마비 아동에게 적용시켜 발목관절의 건측과 환측에 ROM 및 근골격계 형태의 변화에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 분석 대상

본 연구는 W대학병원에서 뇌병변으로 인한 편마

비로 진단을 받고 익산시 발달재활 바우처 서비스를 받고 있는 8세~18세 남, 여 20명을 선정하였으며, 선정된 20명 중 통제집단 10명, 수중운동재활집단 10명으로 무선배정(random assignment) 하였다. 신체적 인지, 지각, 감각 등의 장애로 인해 전신 수중운동재활 프로그램의 훈련에 어려움을 최소화시키기 위해 다음과 같은 선정기준에 의해 대상 아동을 선정하였다.

- 1) 마비측 상지, 하지의 모든 관절의 수동적 가동범위의 움직임에 제한이 없는 자
 - 2) 마비측 발목관절의 수동적 최대 발바닥굽힘, 발등굽힘이 운동성 진전(kinetic tremor)으로 저해되지 않는 자
 - 3) 편측무시(unilateral neglect)가 거의 없는 자
 - 4) 검사자 지시를 이해 할 수 있는 자
- 그리고 그 외 연구에 영향을 주는 정형 외과적, 신경학적 결함이 없는 아동을 대상으로 선택하였다. 이들의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

2. 검사 및 측정

1) 의학적 검사 및 측정

본 연구 대상자를 선정하기 위해 의학적으로 1년 이내에 의학적 검사 및 전문의 소견에 의해 뇌병변 편마비를 재진단받은 자로 선정하였다. 진단을 받은 대상자는 발목관절 주위의 안정성에 기여

Table 1. Physical characteristics of subjects

Group	Item	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Fat(%)	HRrest(beats/min)
C·G (n=10)		14.2±5.97	137.8±1.92	38.8±7.1	25.2±2.5	78.8±6.9
A·R·E·G (n=10)		15.2±8.17	142.2±1.92	36.3±3.6	23.9±2.9	73.0±9.5

Mean±Stand deviation. C·G: control group, A·R·E·G. aquatic rehabilitation exercise group.

하는 연부조직(내측지대-안쪽결인대, 굴근지대, 외측지대-가쪽결인대, 엉덩정강근막띠)의 이상을 검사하기 위하여 국소 촉진을 통해 압통점을 확인하고, 관절 운동범위의 검사를 통해 엄발음이나 발등굽힘, 발바닥굽힘 주행을 확인하였다. 넓다리네갈래근, 넓다리두갈래근 그리고 엉덩정강근막띠의 긴장성 검사와 SLR test, Angel Stress test, Lachman's test, McMurray test를 통해 발목관절의 관절가동범위(ROM)의 저해요인과 통증의 유·무를 확인하였다(김병곤, 2004).

2) 신체측정

대상자는 평상시 재촬영할 때 입을 옷을 착용한 상태에서 신체측정을 하였다. 신장과 체중은 STDK-AD(shintokyo denshikizai Co) 측정하였으며, 체성분 분석기(body composition analyzer inbody720, Bio Space, Korea)를 사용하여 처치전, 처치 12주 후에 체중, 체지방량(body fat), 체질량지수(BMI: body mass index) 등을 측정하였다.

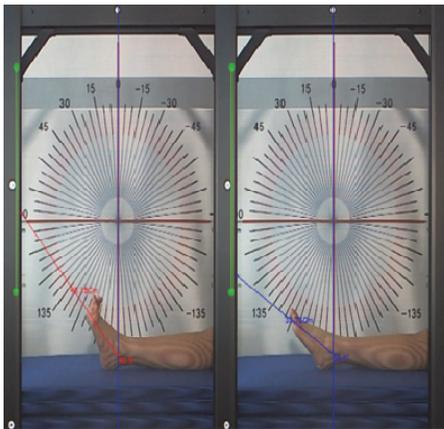


Figure 1. 수중운동재활 후 발목관절 ROM

3) ROM 측정 & 근골격계 측정

본 연구에서는 3차원 근체형 영상 진단 시스템MAC SYSTEM5.0(Mac System 5.0, Plus, Korea)을 이용하였다. 3차원인 인체의 모양을 표현하는 임상 의학 기술 측정기로 입체적 표면을 등고선(높낮이, 각도)으로 표시된다. 격자판의 격자선 간격으로 높낮이를 산출하는 기법이다. 등고선의 모양을 따라 선을 긋게 되면 프로그램에 의하여 가로길이(X), 높이(Y), 대각선 길이(Z)를 계산하는데, 그 중 Y의 값이 높을수록 체형이 불균형한 상태임을 알 수 있으며, 기준값을 Y에 두고 Y값만 산출하였다. 또한, 인체의 표면을 등고선의 갯수, 등고선의 간격으로 측정되므로 관절의 가동범위와 근육 및 체형의 변화를 진단할 수 있다(Figure 2).

발목관절(ankle joint)의 ROM(Range of motion)은 수동운동범위(passive range of motion)와 능동운동범위(active range of motion)를 측정할 수 있는데, 본 연구에서는 검사자의 도움 없이 환자 스스로 자신의 근력에 의해 움직인 능동운동범위를 측정하였다.

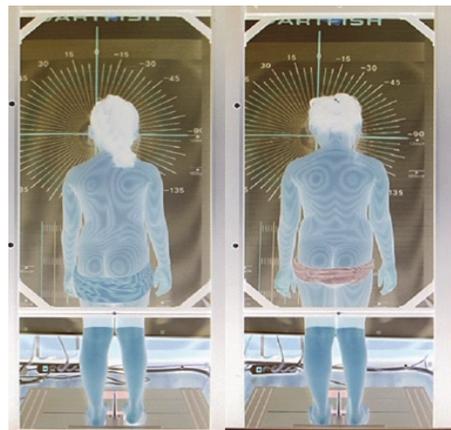


Figure 2. 수중운동재활 후 근골격계 등고선

발목관절(ankle joint)의 발등굽힘(dorsi flexion)과 발바닥굽힘(plantarflexion)을 측정하기 위해 바로 누운 자세에서 발목의 중립자세를 취하도록 하였다. 가쪽 복사뼈에 중심을 두고 대상자의 발을 능동적으로 중립위치를 하게한 후 발목관절의 중립위치(ankle joint neutral position)를 측정하였다. 이때 대상자의 중립자세는 마비정도에 의해 정상범위를 벗어난 개인별 각도를 인정하였다.

발목관절의 ROM(Range of motion)은 건축 측정 후 환측을 측정하였다. 중립위치 측정 후 건측발의 발등굽힘을 측정한 후 다시 중립위치에서 각도를 측정한 후 발바닥굽힘 각도를 측정하였다(김창현 & 강태우, 2014). 두번 반복 측정한 후

환측 발도 같은 방법으로 측정하여 평균을 기록하였다(Figure 1). 발목관절의 정상적인 ROM은 발등굽힘은 10에서 20도, 발바닥굽힘은 40도에서 50도이다(Helen & Hislop, 2008).

3. 수중운동재활 프로그램

본 연구의 수중운동재활 프로그램은 한국운동재활협회 운동재활솔루션센터 연구소의 맞춤형 수중운동재활 프로그램(PAER; Personalized Aquatic Exercise Rehabilitation)에 따라 운동방법을 적용하였다(이혜진, 2017). 이 프로그램은 3단계로써 구성되며, 운동회수는 주 2회로 1회당 40분 운동을 실시하였다. 단계별 운동 프로그램 적용 강도

Table 2. The Personalized Aquatic Exercise Rehabilitation program

Personalized Aquatic Exercise Rehabilitation		29.8℃-32.1℃		
Stage	Object	Body position	Movement	
1	Decrease construct Normal Posture Control	supine	swaying body rotation control	
		prone	trunk hyper extension(assist) longitudinal Axis lateral rotation(assist)	
		standing	Hold of standing position	
2	Neuromuscular Facilitation	supine	Isotonic/Isometric exercise: Open chain (Upper & Lower extremity)	
		prone	- Adduction/Abduction - Flexion/extension(hip, knee, ankle)	
			Close chain (Upper & Lower extremity) - Adduction with external Rotation - Abduction with internal Rotation - Bilateral close chain (upper & lower extremity) - Adduction/Abduction - flexion/extension(hip, knee, ankle)	
	Increase Muscle Strength	standing	Standing up and sitting down Throwing ball	
3	Strengthening & endurance Pre weight bearing	standing	Standing weight shift	
			* One leg up	* Kick
			* Straight leg kick	* Slow walking
			* Slow cycling	

는 1~4주차에는 poor-단계를 실행하며, 5~8주차에는 poor단계, 9~12주에는 poor+단계로 실시하였다. 대상자인 뇌병변 아동의 마비정도에 따라 개인별 강도를 조절하였다. 단계별 운동 프로그램 내용은 <Table 2>와 같다.

4. 자료처리

본 연구결과를 위해 측정된 모든 자료는 평균과 표준편차의 방법으로 기술통계를 실시하였다. 두 집단 간, 그리고 모든 처치의 효과 간 종속변인의 평균 차이의 분석 방법으로 반복 이원변량분석(repeated two-way ANOVA)을 실시하였다. 집단과 시기에 주효과 또는 상호작용이 유의한 경우와 검사 내 두 집단 간 평균 차이를 분석하기 위하여 독립 t -검증(Independent t -test)을 실시하였고, 집단 내 측정 시기간 평균 차이를 분석하기 위해 대응표본 t -검증(Paired t -test)을 실시하였다. 이때 실시되는 모든 통계처리는 SPSS 20.0을 이용하여 $\alpha = .05$ 의

유의수준에서 유의성이 검증되었다.

III. 결과

1. 발목관절 ROM의 변화

12주간의 수중운동재활 처치 후 발목관절 변화를 알아본 결과 <Table 3>과 같다. 집단 내 건축 발등굽힘 변화는 수중운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 통제집단에서도 유의한 차이가 없었다. 집단 간($p < .05$), 시기 간($p < .05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p < .05$). 집단 내 환측 발등굽힘 변화는 수중운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 통제집단에서도 유의한 차이가 없었다. 집단 간($p < .05$), 시기 간($p < .05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p < .05$).

집단 내 건축 발바닥굽힘 변화는 수중운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p < .05$), 통제집단에서도 유의한 차이가 없었다. 집단 간($p < .05$), 시기

Table 3. Comparison of ankle range of motion within and between groups

Variables	Groups	Pre	Post ^{a)}	t		p ^{b)}
Non-affected side Ankle dorsiflexion(°)	C·G	-14.05±2.66	-14.21±2.77	0.118	Time	.001*
	A·R·E·G	-14.21±4.33	-6.97±3.83*	-4.845	Group	.034*
affected side Ankle dorsiflexion(°)	C·G	-41.28±3.66	-41.35±2.58	-0.785	Time * Group	.001*
	A·R·E·G	-39.86±4.39	-35.49±3.70*	-4.109	Group	.035*
Non-affected side Ankle plantar flexion(°)	C·G	58.05±2.29	57.85±2.59	-1.837	Time * Group	.001*
	A·R·E·G	62.15±6.67	63.32±6.41*	-2.502	Group	.038*
affected side Ankle plantar flexion(°)	C·G	50.88±6.52	50.57±6.42	-1.802	Time * Group	.004*
	A·R·E·G	56.24±6.77	57.73±6.78*	-2.426	Group	.048*
					Time * Group	.001*

Values are presented as mean ± standard deviation, C·G: control group, A·R·E·G, aquatic rehabilitation exercise group, ^{a)} $p < .05$: Significantly different between pre and post, ^{b)} $p < .05$: Significant main effect or interaction.

간($p<.05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의 하였다($p<.05$). 집단 내 환측 발바닥굽힘 변화는 수중 운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p<.01$), 통제집단에서도 유의한 차이가 없었다. 집단 간 ($p<.05$), 시기 간($p<.05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p<.05$).

2. 근골격계 균형의 변화

12주간의 수중운동재활 처치 후 근골격계 균형의 변화를 알아본 결과 <Table 4>와 같다. 집단 내 좌우 어깨 높이(shoulder height) 변화는 수중 운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 통제집단에서는 유의한 차이가 없었다. 집단 간 ($p<.05$), 시기 간($p<.05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p<.05$).

집단 내 좌우 어깨뼈 아래각 무늬의(scapula patterns inferior) 변화는 수중운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 통제집단에서는 유의한 차이가 없었다. 집단 간($p<.05$), 시기 간($p<.05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p<.05$). 집

단 내 좌우 골반 아래각 무늬의(pelvis patterns inferior) 변화는 수중운동재활집단에서 유의한 차이가 있었고($p<.05$), 통제집단에서는 유의한 차이가 없었다. 집단 간($p<.05$), 시기 간($p<.05$), 상호작용에서도 통계적으로 유의하였다($p<.05$).

IV. 논의

뇌병변과 같은 중추신경계 질환은 근력의 변화가 직· 간접적으로 나타나게 되어 일상생활 동작의 수행을 방해하고 비대칭적 자세 또는 비대칭적 운동 형태가 나타나서 동작 수행을 위한 안정성이 결여되므로 사지의 정교한 기능적 수행이 어렵다. 이러한 근력의 약화는 사지 근육뿐만 아니라 체간에 분포하는 근육들에서도 나타나게 된다(Bohannon, 1995).

최근 들어 중추신경계 손상의 재활을 위한 근력 강화 운동의 필요성과 중요성이 강조되고 있다(Givon, 2009). 뇌성마비 아동을 대상으로 지상하지 근력 강화 운동 중재 결과, 하지의 근력 향상으로 자세 및 보

Table 4. Comparison of shoulder height, Scapula patterns inferior and pelvis patterns inferior within and between groups

Variables	Groups	Pre	Post ^{a)}	<i>t</i>		<i>p</i> ^{b)}
shoulder height(°)	C·G	3.89±0.66	3.75±0.61	-0.132	Time	.001*
	A·R·E·G	3.93±0.69	1.69±0.75*	6.698	Group	.002*
S.P.I(°)	C·G	3.48±0.26	3.35±0.32	1.456	Time * Group	.001*
	A·R·E·G	3.30±0.29	1.97±0.77*	5.264	Group	.001*
P.P.I(°)	C·G	3.52±0.25	3.34±0.32	1.005	Time * Group	.001*
	A·R·E·G	3.39±0.32	1.96±0.86*	4.759	Group	.001*
					Time * Group	.001*

Values are presented as mean ± standard deviation, C·G; control group, A·R·E·G, aquatic rehabilitation exercise group, ^{a)} $p<.05$; Significantly different between pre and post, ^{b)} $p<.05$; Significant main effect or interaction.

행 능력이 향상되었다고 하였고(McBurney, 2003), 보행 속도와 보행률도 증가하였다고 하였다(Morton, Brownlee, & McFadyen, 2005). 수중운동 중재 결과, 보행에 필요한 근육을 강화시켜 보행속도와 근력 향상이 되었다고 하였고(Volakakis, Spassis, & Tokmakidis, 2007), 수중운동재활 프로그램이 뇌졸중 환자의 운동속도를 증가시켰다고 하였다(김기운, 김호목, 이상연, 2006). 이러한 중추신경계 손상 아동에 있어서 근력 강화 운동은 뇌병변으로 인한 기능저하와 운동 능력 향상을 위한 중재 수단으로 효과적인 방법임을 증명하였다.

이와 같이 뇌병변 편마비 아동을 대상으로 근력 강화 운동을 적용한 연구는 활발히 이뤄지고 있지만(윤병완, 1991; Mogayzel & Marcus, 2001; Polkey, Lyall, Moxham, & Leigh, 1999; Stackhouse, Binder-Macleod, & Lee, 2005; Williams & Crabbe, 2003) 실질적으로 아동들이 원하는 관절의 움직임의 문제점은 발목관절의 각도에 관한 연구인데 현재 미흡한 실정이다.

본 연구의 결과 대상자의 근기능에 따른 맞춤형 수중운동재활을 실시한 결과 발등굽힘에 대한 건측은 $-14.21 \pm 4.33^\circ$ 에서 $-6.97 \pm 3.83^\circ$ 로 증가하였으며, 환측 또한 $-39.86 \pm 4.39^\circ$ 에서 $-35.49 \pm 3.70^\circ$ 로 관절가동범위가 향상이 되었다. 발바닥 굽힘에 대한 건측은 $62.15 \pm 6.67^\circ$ 에서 $63.32 \pm 6.41^\circ$ 로 증가하였으며, 환측 또한 $56.24 \pm 6.77^\circ$ 에서 $57.73 \pm 6.78^\circ$ 로 관절가동범위가 향상이 되었다. 따라서 12주간의 수중운동재활 후 발목관절의 안정화가 나타나면서 움직임에 있어 상체의 흔들림이 줄어든 결과는 발목관절 주위로 인체운동

기능향상을 보이는 것으로 발목관절의 근력과 가동범위가 중요함을 시사한다.

미성숙한 뇌의 손상은 이동 동작 패턴을 생성하는 기본 신경회로가 손상되고 척수반사와 그것을 조절하는 하행성 기전의 성숙이 실패함에 따라 비정상적인 패턴이 형성됨으로써 이동 동작에 결함이 나타나고 근골격계의 역학적 특성이 변하게 된다(Gormley, 2001; Leonard, Hirschfield, & Forsberg, 1991). 여러 가지 요인에 의한 이동 동작의 비정상적인 패턴으로 인해 고유수용기를 통한 중추신경계로의 운동 감각 정보의 전달이 비정상적으로 일어나게 되는 악순환을 겪게 된다. 이를 해결하기 위한 뇌병변 아동의 체간근 조절과 운동 기능 향상을 위한 치료 및 연구가 중요시 되고 있다.

본 연구결과 12주간의 맞춤형 수중운동재활을 통해 완전한 체간근 조절이 이루어지지 않아 발생하는 척추변형을 등고선으로 측정하였다. 그 결과 좌우 어깨 높이 $3.93 \pm 0.69^\circ$ 에서 $1.69 \pm 0.75^\circ$ 로 감소되었고, 좌우 어깨뼈 아래각 무늬의 경우 $3.30 \pm 0.29^\circ$ 에서 $1.97 \pm 0.77^\circ$ 로 좌우 대칭을 이루었다. 좌우 골반 아래각 무늬의 경우 $3.39 \pm 0.32^\circ$ 에서 $1.96 \pm 0.86^\circ$ 로 골반의 균형의 긍정적인 결과가 나타났다. 따라서 수중운동재활을 통해 발목관절의 ROM에 개선이 불수의적 동작과 비정상적인 척추의 변형을 교정하는데 효과적인 것으로 여겨진다.

최근 뇌병변 아동들은 평균 90%이상 임상에서 보톡스 주사와 알콜주사를 권유하는 추세이다. 보톡스 작용은 주사 후 일주일내에 나타나기도 하고 2-3주 후에야 나타나기도 하며, 짧게는 3개월 길면 6개월 정도의 지속효과를 가진다. 알콜주사는

경우에는 시술 즉시 효과를 알 수 있으며 평균적으로 3개월 정도 가며 길게는 1년여를 지속하기도 한다. 보톡스와 알콜주사는 신경과 근육의 단백질을 용해해서 뻣뻣함을 없애는 작용을 하기에 마비환자들의 재활이라는 목표에 쉽게 적용되고 있다. 하지만 이 두 주사요법은 신경독소로 많은량을 사용하게 되면 호흡근 마비로 생명의 지장을 초래할 수 있고, 경직량의 조절은 거의 불가능하다. 또한, 관절구축의 변호에는 큰 영향을 미치지 않고 아동들의 정신적, 신체적 고통만이 따르고 있다. 따라서 본 연구는 12주간 뇌병변 아동의 발목관절 및 근골격계 균형의 기능적 변화를 보기 위해 맞춤형 수중운동재활을 실시한 결과 가장 문제가 되는 일상생활 동작의 독립적 보행 개선에 뚜렷한 효과가 있었으며, 근 긴장도의 약화 및 비정상적인 근 긴장, 비정상적인 근육 타이밍, 비정상적인 움직임 패턴, 비정상적인 균형능력 등 전반적인 운동조절 시스템

에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단된다.

V. 결론

본 연구에서는 뇌병변으로 인한 편마비 아동을 대상으로 맞춤형 수중운동재활이 관절가동범위와 근골격계 변화에 유의하게 개선되었다는 사실을 증명하였다. 따라서 임상에서 시행하고 있는 운동치료와 도수치료도 좋지만 수중에서의 능동적인 움직임에 수동적 신장 중재를 병행하여 재활을 진행한다면 더욱 효과적인 결과를 얻을 것으로 생각된다. 향후 연구에서는 질환에 맞는 다양한 수중운동재활 프로그램의 유형을 개발하여 질환별 기능개선에 중점을 두고 전체적인 관절의 가동범위 및 근골격계에 어떠한 영향을 미치는지 재활 중재가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 김종만, 안덕현(2002). 강직성 편마비 환자에서의 운동장애는 강직 때문인가? 근육약화 때문인가? **한국전문물리치료학회지**, 9(3), 125-135.
- 김기운, 김호목, 이상연(2006). 수중 재활운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행특성에 미치는 효과. **한국체육학회지**, 45(5), 449-455.
- 김유신, 김은정(2005). 하지 근력강화 트레이닝을 통한 편마비 환자의 보행형태 및 등속성 근력에 관한 연구. **한국특수체육학회지**, 13(3), 67-82.
- 김병곤(2004). **알기 쉬운 정형검사**. 서울 : 영문출판사.
- 김창현, 강태우(2014). 기능적 전기자극을 이용한 조기 발목재활운동이 급성기 뇌졸중 환자의 발목 근력과 가동범위에 미치는 영향. **대한고유수용성신경근촉진법학회지**, 12(3), 159-165.
- 윤병완(1990). **뇌성마비아동의 호흡 및 조음기관 기능훈련 효과**. 미간행 석사학위 논문. 대구대학교 교육대학원.
- 이혜진(2017). 24주간의 수동적 수중재활운동이 골관절염 여성의 근체형 변화에 미치는 영향. **한국융합학회논문지**, 8(7), 349-356.
- Ada, L., Dorsch, s., & Canning, C. G.(2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke: a systematic review. *The Australian journal of physiotherapy*, 52(4), 241-248.
- Brock, K., Haase, G., Rothacher, G., & Cotton, S.(2011). Does physiotherapy based on the Bobath concept, in conjunction with a task practice, achieve greater improvement in walking ability in people with stroke compared to physiotherapy focused on structured task practice alone?: a pilot randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 25(10), 903-912.
- Bohannon, R. W.(1995). Recovery and correlates of trunk muscle strength after stroke. *Int J Rehabil Res*, 18(2), 162-167.
- Campbell, F. M., Ashburn, A. M., Pickering, R. M., & Burnett, M.(2001). Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: implications for physical therapists. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(12), 1655-1660.
- Chan, D. Y., Chan, C. C., & Au, D. K.(2006). Motor relearning programme for stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 20(3), 191-200.

- Cikajlo, I., Rudolf, M., Goljar, N., Burger, H., & Matjacic, Z.(2012). Telerehabilitation using virtual reality task can improve balance in patients with stroke. *Disability and Rehabilitation, 34*(1), 13-18.
- Dean, C. M., Richards, C. L., & Malouin, F.(2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized, controlled pilot trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81*(4), 409-417.
- Eliasson, A. C., Bonnier, B., & Krumlinde-Sundholm, L.(2003). Clinical experience of constraint induced movement therapy in adolescents with hemiplegic cerebral palsy: A day camp model. *Developmental Medicine and Child Neurology, 45*(5), 357-359.
- Fridén, J., & Lieber, R. L.(2003). Spastic muscle cells are shorter and stiffer than normal cells. *Muscle Nerve, 27*(2), 157-164.
- Gergory, T. T., Carherine, M. D., & Gentile, A. M.(2004). Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise. *Arch. Phys. Med. Rehabil., 85*(10), 1613-1618.
- Givon, U.(2009). Muscle weakness in cerebral palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc, 43*(2), 87-93.
- Gormley, M. E.(2001). Treatment of neuromuscular and musculoskeletal problems in cerebral palsy. *Pediatric Rehabilitation, 4*(1), 5-16.
- Granat, M. H., Maxwell, D. J., Ferguson, A. C., Lees, K. R., & Barbenel, J. C. (1996). Peroneal stimulator: evaluation for the correction of spastic drop foot in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil, 77*(1), 19-24.
- Helen J. Hislop.(2008). *Muscle testing. 8/E*(Korean edition):Hyun Moonsa.
- Hopp, J. F.(1993). Effects of age and resistance training on skeletal muscle: a review. *Physical Therapy, 73*(6), 361-373.
- Kesar, T. M., Perumal, R., Jancosko, A., Reisman, D. S., Rudolph, K. S., Higginson, J. S., & Binder-Macleod, S. A.(2010). Novel Patterns of functional electrical stimulation have an immediate effect on dorsiflexor muscle function during gait for people poststroke. *Physical Therapy, 90*(1), 55-66.
- Lennon, S.(2001). Gait re-education based on the Bobath concept in two patients with hemiplegia following stroke.

- Physical Therapy*, 81(3), 924-935.
- Leonard, C. T., Hirschfield, H., & Forssberg, H.(1991). The development of independent walking in children with CP. *Devel Med and Child Neurol*, 33(7), 567-577.
- Mackay-Lyons, M.(2012). Aerobic treadmill training effectively enhances cardiovascular fitness and gait function for older persons with chronic stroke. *Journal of Physiotherapy*. 58(4), 271.
- McBurney, H., Taylor, N. F., Dodd, K. J., & Graham, H. K.(2003). A qualitative analysis of the benefits of strength training for young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 45(10), 658-663.
- Mogayzel, P. J., & Marcus, C. L.(2001). Skeletal dysplasia and their effect on the respiratory system. *Pediatric Respiratory Reviews*, 2(4), 365-371.
- Morton, J. F., Brownlee, M., & McFadyen, A. K.(2005). The effects of progressive resistance training for children with cerebral palsy. *Clin Rehabil*, 19(3), 283-289.
- Nyberg, L., & Gustafson, Y.(1995). Patient falls in stroke rehabilitation. *A challenge to rehabilitation strategies Stroke*, 26(5), 838-842.
- Paci, M.(2003). Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 35(1), 2-7.
- Polkey, M. I., Lyall, R. A., Moxham, J., & Leigh, P. N.(1999). Respiratory aspects fo neurological disease. *Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry*, 66(1), 5-15.
- Sackley, C. M., & Baguly, B. I.(1993). Visual feedback after stroke with balance performance monitor; two single case studies. *Clinical Rehabilitation*, 7(3), 189-195.
- Schmid, A.B., Lagleder, S., Gräwert, M. A., Röhl, A., Hagn, F., Wandinger, S. K., Cox, M. B., Demmer, O., Richter, K., Groll, M., Kessler, H., & Buchner, J.(2012). The architecture of functional modules in the Hsp90 co-chaperone Sti1/Hop. *EMBO J*, 31(6), 1506-1517.
- Sharp, S. A., & Brouwer, B. J.(1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Arch Phys Med Rehabil*, 78(11), 1231-1236.
- Stackhouse, S. K., Binder-Macleod, S. A., & Lee, S. C.(2005). Voluntary muscle

- activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. *Muscle Nerve*, 31(5), 594-601.
- Thielman, G. T., Dean, C. M., & Gentile, A. M.(2004). Rehabilitation of reaching after stroke: task-related training versus progressive resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil*, 85(10), 1613-1618.
- Volaklis, K.A., Spassis, A. T., & Tokmakidis, S. P.(2007). Land versus water exercise in patients with coronary artery disease: effects on body composition, blood lipids, and physical fitness. *Am Heart J*, 154(3), 560-566.
- Wang, R. Y., Chen, H. I., Chen, C. Y., & Yang, Y. R.(2005). Efficacy of Bobath versus orthopedic approach on impairment and function at different motor recovery stages after stroke: a randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation*, 19(2), 155-164.
- Wilder, R. P., & Brennan, D. K.(1993). Physiological response to deep water running in athletes. *Sports Medicine*, 16(6), 374-380.
- Williams, A. M., & Crabbe, D. C. G.(2003). Pectus deformities of the anterior chest wall. *Pediatric respiratory reviews*, 4(3), 237-242.

The Effects of Personalized Aquatic Exercise Rehabilitation on Balance Musculoskeletal and ROM of Children with Brain Lesion

Hye-jin Lee(Wonkwang University, Adjunct Professor)

ABSTRACT

The present study was performed with a view to investigate the effects of personalized aquatic exercise rehabilitation on the musculoskeletal balance and ROM of children with brain lesion. The subjects of the study were 20 males and females aged 8 to 18 years who were diagnosed with hemiplegia due to brain lesion at Wonkwang University Hospital and received developmental rehabilitation voucher service in Iksan city. They were randomly assigned to the experimental group (n=10) to which the aquatic exercise rehabilitation therapy was applied and the control group (n=10). The experiments were conducted twice a week during the 12-week entire period of intervention. The intervention discovered that ROM change in the aquatic exercise rehabilitation group increased significantly in non-affected as well as affected side ankle dorsiflexion ($p<.05$). Moreover, there was a significant difference in non-affected and affected plantarflexion ($p<.05$). As for musculoskeletal changes, significant differences were shown in both shoulder height, scapula patterns inferior, and pelvis patterns inferior ($p<.05$). Since the personalized aquatic exercise rehabilitation therapy turned out to be useful as an effective means of intervention for children with brain lesion, it is required to develop continuously the aquatic exercise programs for patients with brain lesion.

Key words: Aquatic Exercise Rehabilitation, Musculoskeletal, Balance, ROM(Range of motion), Brain lesion

논문 접수일 : 2020. 5. 15

논문 승인일 : 2020. 6. 1

논문 게재일 : 2020. 6. 30