



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

수중보행운동이 슬관절 가동범위 제한
환자에게 관절가동범위, 근력 및 통증에
미치는 영향

지도교수 김 영 표

제주대학교 대학원

체 육 학 과

양 순 실

2017년 8월



수중보행운동이 슬관절 가동범위 제한환자에게 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

양 순 실

이 논문을 체육학 석사학위 논문으로 제출함

2017년 8월

양순실의 체육학 석사학위논문을 인준함

심사위원장 주 재 기 (인)
위 원 김 비 예 (인)
위 원 김 영 표 (인)

제주대학교 대학원

2017년 8월

〈국문초록〉

수중보행운동이 슬관절 가동범위 제한환자에게 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향

양 순 실

제주대학교 대학원
체육학과

지도교수 김 영 표

본 연구의 목적은 수술 및 고정 등의 이유로 슬관절의 관절가동범위제한이 있는 환자를 대상으로 수중운동프로그램을 실시하여 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향을 규명하는데 있다. 관절가동범위제한이 있는 환자를 대상으로 연구가 가능한 10명을 선정하여 5명은 지상에서의 CPM치료 실시 후 지상위커보행(대조집단), 5명은 CPM치료 후 수중보행운동(운동집단)을 5일간 연속으로 시행하였다. 측정된 자료는 PASW ver. 18.0을 이용하여 집단의 측정항목에 대한 평균 및 표준편차를 산출하였다. 집단과 처치기간에 따른 차이검증은 반복측정 분산분석을 사용하였으며, 유의한 차이에 대한 집단 내 전·후 차이검증은 대응표본 t검증을 실시하였고, 집단간 차이검증은 독립 t검증을 실시하였다. 모든 가설의 검증을 위한 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 설정하였다. 본 연구결과 운동전과 비교하여 운동후 굴곡관절가동범위가 유의한 차이가 나타났으며, 운동후 대조집단과 운동집단 모두 유의하게 증가하였다. 신전관절각도는 운동후 대조집단은 차이가 없었으나, 운동집단은 유의하게 감소하였다. 굴곡근력, 신전근력 모두에서 운동후 대조집단은 차이가 없었으나, 운동집단은 유의하게 증가하였다. 시각통증등급에서 운동후 유의한 차이가 나타났으며, 운동집단은 유의하게 감소하였다. 무릎둘레 변화는 운동후 대조집단과 운동집단 모두 유의하게 감소하였다. 이상의 결과를 종합해보면 수중보행은 지상치료와 더불어 슬관절 각도제한이 있는 환자에게 통증완화 및 부종감소의 효과와 함께 관절가동범위의 증진 및 근력향상운동에 큰 효과를 줄 수 있는 긍정적인 치료로 기대된다.

목 차

I. 서론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구의 목적	3
3. 연구의 가설	3
4. 연구의 제한점	4
II. 이론적 배경	5
1. 슬관절과 근력 및 통증	5
2. 슬관절과 운동	7
1) 슬관절과 운동	7
2) 슬관절과 수중운동	8
III. 연구 방법	10
1. 연구대상	10
2. 실험설계	10
3. 운동프로그램	12
4. 측정항목 및 방법	13
1) 관절가동범위 측정	13
2) 도수근력검사	14
3) 시각통증등급	15
4) 무릎 들레	15
5. 자료처리	16
IV. 연구결과	17
1. 관절각도의 변화	17

1) 굴곡관절각도의 변화	17
2) 신전관절각도의 변화	18
2. 근력의 변화	20
1) 굴곡근의 변화	20
2) 신전근의 변화	21
3. 통증의 변화	23
1) 시각통증등급	23
4. 무릎 들레의 변화	24
V. 논의	26
1. 관절가동범위	26
2. 근력	27
3. 통증	28
4. 무릎 들레	30
VI. 결론	32
참고문헌	34

< List of Tables >

<Table 1> Manual muscle test scores and grade standards	6
<Table 2> Physical characteristics of the subjects	10
<Table 3> Land exercise program	12
<Table 4> Aquatic gait program	13
<Table 5> A.M.A (American Medical Association) standard exercise range according to measurement security	14
<Table 6> The results of repeated measure ANOVA for flexion ROM after aquatic gait	17
<Table 7> Comparison of flexion ROM after aquatic gait	17
<Table 8> The results of repeated measure ANOVA for extension ROM after aquatic gait	18
<Table 9> Comparison of extension ROM after aquatic gait	19
<Table 10> The results of repeated measure ANOVA for flexor after aquatic gait	20
<Table 11> Comparison of flexor after aquatic gait	20
<Table 12> The results of repeated measure ANOVA for extensor after aquatic gait	21
<Table 13> Comparison of extensor after aquatic gait	22
<Table 14> The results of repeated measure ANOVA for VAS after aquatic gait	23
<Table 15> Comparison of VAS after aquatic gait	23
<Table 16> The results of repeated measure ANOVA for knee circumference after aquatic gait	24
<Table 17> Comparison of knee circumference after aquatic gait	25

< List of Figure >

<Figure 1> The experimental design	11
<Figure 2> Goniometer	14
<Figure 3> Visual analogue scale	15
<Figure 4> Knee circumference	15
<Figure 5> Comparison of flexion ROM after aquatic gait	18
<Figure 6> Comparison of extension ROM after aquatic gait	19
<Figure 7> Comparison of flexor after aquatic gait	21
<Figure 8> Comparison of extensor after aquatic gait	22
<Figure 9> Comparison of VAS after aquatic gait	24
<Figure 10> Comparison of knee circumference after aquatic gait	25

I. 서 론

1. 연구의 필요성

슬관절은 인체 내에서 가장 큰 관절이지만, 골 구조로 보아 매우 불안정한 관절이다. 슬관절은 평평한 경골 상단 관절 면에 둥근 모양인 대퇴과의 관절 면이 접촉하고 있기에 불안정하다. 따라서 슬관절의 안정성은 주위의 인대나 근육들에 의하여 유지되고 있다. 슬관절의 병변중 교통사고, 스포츠 손상, 추락 등의 외력에 의하여 인대손상, 반월상 연골 손상 등이 빈발하다. 외상의 병력 없이 슬관절의 종창과 동통이 발생하면 관절염일 가능성이 많다. 병력이 비교적 장기인 만성 관절염으로는 골관절염, 류마티드 관절염, 결핵성 관절염, 통풍, 급성 화농성 관절염 등이다. 이러한 슬관절의 병력은 관절경을 이용해 관절 내의 병변을 직접 보면서 정확한 진단을 할뿐만 아니라, 관절을 절개하지 않고 조그만 몇 개의 구멍을 통하여 관절 내 거의 모든 종류의 수술을 시행할 수 있다. 또한 슬관절 전치환술은 퇴행성 변화가 현저히 진행되고 동통의 정도가 심할 때, 슬관절의 운동과 안정성을 유지하면서 동통을 없애는 목적으로 시행한다(대한정형학회, 1999).

관절경 수술이나 슬관절 전치환술 후 대부분의 환자는 슬관절의 가동범위제한, 통증, 부종, 근력약화 등의 증상을 호소하며, 일반적으로 슬관절의 정상 굴곡각도는 150° 이며, $5\sim 10^{\circ}$ 정도의 과신전이 일어난다. 슬관절 굴곡구축이 있거나 굴곡에 제한이 있으면 일상생활에 지장을 주게 되며, 평지를 정상적으로 보행하기 위해선 67° 굴곡이 필요하고, 계단을 오를 시에는 83° , 내려가기 시에는 90° , 의자에서 앉고 일어서기 시에는 105° 의 슬관절 굴곡이 필요하다고 알려져 있다(배대경 등, 2004).

대부분의 슬관절염 환자들은 근 기능의 저하와 기능적 수행 능력의 감소를 보이며, 슬관절 전치환술 후에는 이러한 기능의 감소가 두드러지게 되어 근 기능 및 기능적 수행능력을 증진시키기 위하여 재활치료가 필요하며(이동철 등, 1999), 근력뿐만 아니라 수술 후에 관절가동범위 제한을 일정수준 이상으로 회복하는 것 또한 수술성과를 결정하는 중요한 부분이라고 보고되고 있다(Kettelkamp, 1976). 수술 후

환자의 재활에서 통증의 감소, 관절가동범위의 증가, 근력의 향상 등은 일상생활 동작의 수행을 위해 필요한 치료적 목표이다. 환자의 만족도 면에서도 일정 수준 이상의 ROM을 얻는 것은 매우 중요하며 특히 우리나라처럼 앉아서 생활하는 습관이 있는 곳에서는 더욱 중요하다고 할 수 있다(김용훈 등, 1999).

슬관절 전치환술 후에는 무릎의 전체적인 정렬상태, 슬개골의 위치 및 기능이 복구될 수 있도록 조심스러운 케어가 뒤따라야 한다(Manske, 1977). 지속적 수동운동기(CPM; Continuous Passive Motion)가 개발되기 전까지 전치환술 환자의 ROM(Range Of Motion)을 증가시키기 위해 passive, active-assistive, active ROM exercise 등의 여러 운동 형태를 혼합적으로 적용해 왔다(Pavone, 1984).

슬관절 전치환술 후 환자가 정상적인 일상생활로 복귀하는데 있어 수술 후 물리치료가 매우 큰 비중을 차지하고 있는 실정이다. 환자는 수술 후 1~2일 간의 안정기를 지나서부터 병상 혹은 물리치료실에서 물리치료사의 감독하에 CPM과 함께 능동관절운동을 시작하게 된다(Stuart Porter, 1993). 처음에는 30~40°에서부터 시작한다(Ritter et al., 1987). 하지만 계단을 오르내릴 수 있도록 110°의 범위에 도달하는데 걸리는 시간은 일정치 않다(Gose, 1987).

조기의 완전신전을 포함한 관절운동 및 슬관절 신전 운동을 실시할 경우 슬관절의 구축에 따른 관절가동범위 확보에 대한 어려움 및 관절의 팽창에 따른 대퇴사두근 수축의 저하를 피할 수 있다(Torry et al., 2000)고 보고하고 있으며, 슬관절 신전과 보행을 포함한 가속 재활운동프로그램을 조기에 시행함으로써 관절운동범위 및 근력의 회복속도가 빨라지며, 또한 관절의 섬유화 같은 합병증을 줄일 수 있다고 보고하고 있다(Wilk et al., 2003). 또한 조기 체중부하는 슬관절의 통증감소(Tyler et al., 1998)와 조기에 스포츠 활동으로의 복귀가 가능하다고 보고하고 있다(Beynnon et al., 2005).

고대의 의사들은 물을 활용한 처방이 상해에 따른 상처나 아픔을 낮게 하는 성질을 갖고 있다고 하였으며, 오늘날에도 여러 종류의 병과 불치병을 지닌 환자에게 도움을 주는 온천요법에서도 증명되고 있다(신민자, 원영신, 1992).

근·골격계가 약한 퇴행성 슬관절염 대상자에게는 근·골격계에 운동 부하를 주면서 관절에 충격이 적고 슬관절 부위의 이차적 연부 조직의 단축방지와 관절의 가동범위를 유지, 증진 시킬 수 있는 수중에서의 운동이 필요하다. 수중에서의 운동은 무

를 또는 고관절이 약한 사람들, 골다공증환자, 통증으로 인한 근·골격계의 강화 운동에 제한을 받는 사람들에게 있어서 넘어지는 두려움과 통증을 효과적으로 감소시키며, 일상의 스트레스를 효과적으로 해소시켜주는 장점이 있다(Margaret, 2002).

Rana 등(2007)은 고관절 및 슬관절염 환자에서 6주간의 수중물리치료를 시행한 결과 통증감소 및 기능향상, 근력증가, 삶의 질 향상이 있었다고 보고하였고, Batterham 등(2011)은 관절염 환자에게 지상 운동과 수중 운동을 시행한 연구를 비교했을 때 양 그룹 사이의 결과는 유사하였으나 지상 운동을 수행하기 어려운 환자에게 수중 운동이 좋은 대체 운동이 될 것이라고 보고하였다. 또한 강은철 등(2012)은 슬관절 전치환술 후 수중물리치료를 시행한 결과 슬관절의 신전근 및 굴곡근 근력, 보행속도, 무릎둘레 감소, 시각통증 등급 감소 등 긍정적 효과가 있었다고 보고하였다.

이에 본 연구를 통하여 수중보행운동이 슬관절의 관절가동범위, 근력, 통증에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

2. 연구의 목적

근래에 들어 국내에서도 수중운동치료에 대한 관심이 고조되면서 다양한 방식의 수중치료 방법들이 소개되어지고 있고, 임상적용이 이루어지기 시작하고 있다. 그러나 아직 국내에서는 수중치료에 대한 체계적인 연구나 전문적인 임상적용이 이루어지지 못하고 있는 것이 현실이다. 이에 본 연구는 수중보행이 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향을 알아보는데 목적이 있다.

3. 연구의 가설

본 연구 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구 가설을 설정 하였다.

1) 수중보행운동은 가동범위 제한환자의 운동전·후 및 집단 간 굴곡·신전관절가동범위에 유의한 차이가 있을 것이다.

2) 수중보행운동은 가동범위 제한환자의 운동전·후 및 집단 간 굴곡·신전근력에 유의한 차이가 있을 것이다.

3) 수중보행운동은 가동범위 제한환자의 운동전·후 및 집단 간 통증정도에 유의한 차이가 있을 것이다.

4. 연구의 제한점

본 연구는 다음과 같은 제한점을 갖는다.

1) 대상자의 연령, 성별, 진단명, 관절제한정도 등 관련 인자를 보정하지 못한 점이다.

2) 본 실험 기간 동안 대상자들의 일상생활동작을 통제할 수 없기에 일상생활이 기능회복에 영향을 줄 수 있음을 완전히 배제할 수 없을 것이다.

II. 이론적 배경

1. 슬관절과 근력 및 통증

슬관절은 대퇴골, 경골, 슬개골 등의 3개의 뼈로 구성되어있다. 이들 3개의 뼈는 슬개대퇴관절, 내·외측 경대퇴관절 등의 3개의 관절을 형성하며 이는 전형적인 경첩관절이다. 또한 슬관절은 고관절과 족관절을 연결하는 하지에 있어서 중간관절이며, 기본적으로 체중과 중력의 작용에 의한 수직 압박을 견디는 구조를 가지고 있다.

슬관절은 내·외측 측부인대와 십자인대를 가지고 있다. 측부인대는 대퇴골에 대한 내·외전을 방지하여 슬관절의 안정성을 높여주며, 전십자인대는 경골의 전방이동을 막아주고, 후십자인대는 경골의 후방이동을 막아준다. 슬관절의 근육들은 두 개의 근육군인 슬관절 굴곡근과 슬관절 신전근으로 나뉘어 슬관절의 다양한 기능을 수행하게 되며 슬관절을 안정시키고 보호하는데 도움을 준다.

근력을 저하시키는 요인은 근육의 휴식(안정)이다. 절대안정을 하면 1주에 30%의 근육의 용적이 감소하며 근력은 하루에 5%씩 감퇴된다. 관절에 대한 근육의 역할은 자세를 안정하게 하고 활동시 관절을 통하여 전달하는 충격과 스트레스의 힘을 확산하여 약하게 하는 것이다. 근력이 약하게 되면 관절의 생역학적 이점이 저하되며 따라서 관절의 조화운동이 잘 안되다(김진호, 1992). 따라서 수술 후에는 초기부터 근력강화나 균형능력을 위한 운동이 필요하다(Rahmann et al., 2009). 그러나 수술 후 뻣뻣한 느낌과 통증으로 인하여 회복에 중요한 운동치료를 적용하는 것이 어렵다(MacDonald et al., 2000). 또한 Hall 등(2006)은 방사선학적으로 슬관절 골관염이 있으면서 슬관절 통증이 있을 경우 대퇴사두근 근력의 저하가 있으며, 슬관절 관절염이 있으면서 슬관절 통증이 함께 있을 경우 근력 약화가 더욱 심하다고 하였다.

도수근력검사(Manual Muscle Test)는 도수 저항 및 중력에 대하여 얼마나 효율적으로 운동을 수행할 수 있는가에 근거하여 각각의 근육이나 근육군의 근력과 기능의 평가를 위한 과정으로, 손상 후 환자의 기능적 상태를 기록하고 치료에 따른 신체적 능력의 향상을 파악하는데 있어서 객관적인 정보를 기록하기 위해 널리 사용

되고 있다. 검사자간 신뢰도는 ICC=.71~.96이며, 검사자내 신뢰도는 ICC=.72~.93이다(Brandsma, 1995).

<Table 1> Manual muscle test scores and grade standards(Kendall et al., 1993)

Function of muscle	Symbols		
No Movement			
No contraction felt in muscle	Zero	0	0
Tendon becomes prominent or feeble contraction felt in muscle, but no visible movement of the part	Trace	T	1
Movement in Horizontal Plane			
Moves through partial range of motion	Poor-	P-	2-
Moves through complete range of motion	Poor	P	2
Moves to completion range against resistance or moves to completion of range and holds against pressure	Poor+	P+	2+
Antigravity Position			
Moves through partial range of motion	Poor+	P+	2+
Gradual release from test position	Fair-	F-	3-
Holds test position (no added pressure)	Fair	F	3
Holds test position against slight pressure	Fair+	F+	3+
Holds test position against slight to moderate pressure	Good-	G-	4-
Holds test position against to moderate pressure	Good	G	4
Holds test position against to moderate to strong pressure	Good+	G+	4+
Holds test position against strong resistance	Normal	N	5

통증은 인체에 가해지는 유해자극에 대한 위험신호를 전달하는 것으로, 평소에는 느껴지지 못했었던 불쾌한 감각적 정서적 경험으로 정의되고 있다(Prentice & Arnheim, 2013). 따라서 통증은 개인의 주관적인 측면에서 평가가 될 수 있기 때문에 측정이 어렵다(Hsieh et al., 2010).

통증 사정을 위해서는 여러 척도가 개발되었으나 그중 통증 정도의 측정을 위해서는 시각통증등급(VAS)이 널리 사용 되고 있다. VAS는 Huskinsson이 개발 한 통증사정도구로서 평면의 직선에 통증의 강도를 표시하여 평가하는 것으로 직선의 길이를 10cm로 하고 0cm는 “통증 없음”에서 10cm는 “심한 통증”을 나타내고 있으며 그 길이가 커질수록 통증의 정도가 비례하도록 한 통증측정 도구이다. VAS는 통증 강도를 비교적 잘 표현하고 있고 다른 통증평가 척도와 상관성이 높은 것으로 알려져 있으며 통증 이외에도 수면장애, 삶의 질, 불안, 호흡곤란, 오심구토의 정도를 측정하는데 사용하기도 한다. VAS는 간단한 구조, 편리한 사용법, 통계적 분석이 용이하다는 점으로 대중화 되어 있고, 사용의 간편성과 신속성, 통증정도에 대한 높은 민감도 그리고 신뢰도와 타당도가 잘 형성된 면이 장점으로 인정되고 있다(Patrick, 2002).

2. 슬관절과 운동

1) 슬관절과 운동

수술 후에는 관절 강직을 막고 여러 발생 가능한 합병증을 최소화하기 위해 표준적으로 실시하고 있는 치료와 함께 지속적 수동운동기(Continuous Passive Motion)를 시행한다. CPM에 관한 연구결과에 의하면 수술 후 정맥혈의 흐름과 상처치유를 좋게 해, 초기에 관절 운동범위를 늘려주고, 근육 위축, 관절구축, 근력 손실 등을 막아 사지에 가해지는 좋지 못한 영향을 없애준다고 한다(장문현, 고주연, 1998).

적어도 하루에 두 번 이상 지속적으로 끝까지 신장시키는 것과 능동, 수동 관절운동을 실시하는데 경한 구축일 경우 짧은 지속신장을 20~30분 실시해야 효과적이며, 심한구축의 경우 알맞은 자세조정과 함께 지속신장을 30분 이상 실시한다. 이때 근건 연결부나 관절낭에 동시에 열을 적용시키는 것이 효과적이며 초음파는 결합조직의 점성을 감소시키고 신장의 효과를 극대화시키는 40~43℃의 온도로 치료하며, 섬유성 사상체를 선택적으로 가열시켜 신장에 효과를 증진시킨다. 또한 반복 지속신장에는 동적 보조기와 CPM을 사용한다(Kottke et al., 1966, Spector et al., 1982).

슬관절 전치환술 후 아무런 중재를 하지 않는다면 정상인과 비교했을 때 무릎관절 굴곡근의 근력이 수술 전에는 정상인의 74%였으나, 3개월 후에는 정상인의 43%, 6개월 후에는 67%, 12개월 후에는 83%의 근력을 나타낸다고 하였다(이동철 등, 1999). 이것은 수술 후 아무런 치료를 적용하지 않을 경우 회복에 오랜 시간이 걸리는 것을 의미하며 물리치료중재 방법과 적용시기가 수술 후 회복에 중요하다는 것을 알 수 있다.

일반적으로 관절 상해시 그 부위의 치료를 위한 물리치료의 종류로는 초음파, 단파, 핫팩, 열음, 마사지, 수치료 등이 있다. 이러한 치료과정을 통해 상해 부위별 혈액순환의 증가로 상처의 빠른 치유와 함께 염증의 감소에 따른 치료적 효과와 생리적 효과를 기대 할 수 있다(김용식, 1992).

신경증상이 없는 환자에게는 가급적 조기 운동이 요구되고 있다. 따라서 환자들에 대한 운동 프로그램은 운동범위를 확대시키고 힘을 길러주는 운동과 중량 운동을 최소화하는 에어로빅 요소들을 포함한 운동수행이 필요하다(김혜영, 1994).

2) 슬관절과 수중운동

물의 특유성은 어떤 운동이든 신비로움을 더해 준다. 그것은 신체의 움직임에 대한 물의 저항과 몸에 대한 물의 부력이 각종 운동종목 훈련 시 근력 및 신체단련에 도움을 주고 있기 때문이다. 또한 물의 부력으로 달리고, 뛰고, 점프하는 등 어떤 운동도 가능하며 충격 없이 할 수 있다(Huey, 1982).

수중에서의 저항은 손발을 빠르고 격하게 움직이면 움직일수록 커지는 반면 천천히 조용히 움직이면 부력에 받쳐진 손발은 거의 저항을 느끼지 않는다. 결국 수중에서는 저항을 자유로이 조절할 수 있고, 자신의 페이스에 맞는 운동을 할 수 있다는 장점이 있다. 지상에서는 정상적인 움직임이 물에서는 천천히 일어나게 된다. 이러한 현상은 수중에서의 움직임을 평가하는데 도움이 되며, 환자 자신도 잘못된 형태의 움직임이 있는지 확인하여 조정하려는 피드백이 가능하도록 한다(Bandy, Sanders, 2001).

수중에서의 운동치료법은 건강증진 뿐만 아니라 치료적인 의미에서도 오래전부터 이용되어져 왔으며, 선진국에서는 수중운동치료가 보편화 되어져 있으며, 그 이유는

수중에서는 적응하기가 쉽고 안전하기 때문이며, 특히 공기와 큰 차이점을 가진 물의 특성(부력, 저항, 온도, 수압)을 이용한 치료방법을 만들어 냄으로써 물이라는 환경이 주는 자연스러움과 신체에 미치는 탁월한 운동 및 치료의 효과, 안전성을 기대 할 수 있는 방법이기 때문이다. 일반인을 위해서는 물론이며 중·고령자와 물리치료 프로그램에 더 할 나위 없이 좋은 프로그램으로 활용되어지고 있다(Wilder & Brennan, 1993).

27~29℃ 사이의 수온에서 관절염을 위한 수중운동을 실시하는데 다양한 수중운동 기구를 활용하여 ROM, 근력, 근지구력 강화운동을 실시하고 전신 및 손상부위의 관절 및 근육을 강화시며 관절의 가동성 증대와 근력증강에 따른 통증의 감소 현상을 유발한다. 또 물에서의 회복법은 질병, 사고, 수술로부터 회복되어가고 있는 사람에게도 적용되어 사용될 수 있다(김혜영, 1994).

수중치료는 다발성 근염이 있는 관절염 환자의 통증을 완화시키고, 근·골격계의 충격과 스트레스를 줄이고 유산소성 능력과 유연성 향상에 기여하며, 심박수를 감소시켜 심근의 부담을 줄이고 산소섭취량을 증가시키는데 지상운동보다 효과적이라고 하였다(Driver et al., 2004).

수중에서 강도를 개인적으로 조절하는 것은 쉽기 때문에 개개인의 체력수준에 상관없이 훌륭한 운동결과를 얻을 수 있고, 물속은 다른 운동에 비해 관절의 자극이 적게 받음으로서 체력이 약한 환자에게 유효하게 행하여질 수 있다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구대상

제주시 소재 H병원 내원 환자 중 수술 및 고정 등의 이유로 슬관절의 관절가동범위 제한이 있는 환자를 대상으로 선정하되, 무작의 5명은 지상에서 시행, 무작의 5명은 수중에서의 보행운동을 추가로 시행하였다. 다른 신경학적 질환이나 인지기능장애, 급성 감염이 있는 환자, 기타 내과적 질환이 있거나 수중치료를 시행하기에 부적합한 자는 제외하였다.

모든 대상자에게 실험의 내용과 목적을 충분히 설명하고 실험참여 동의서를 사전에 받은 후 실험에 참여하였다.

연구대상자의 신체적 특성은 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Physical characteristics of the subjects

Group	n	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)
Control	5	24.40±4.16	178.80±2.28	80.40±4.61
Exercise	5	34.40±18.31	171.8±10.69	70.00±8.86

values are expressed as mean±standard deviation

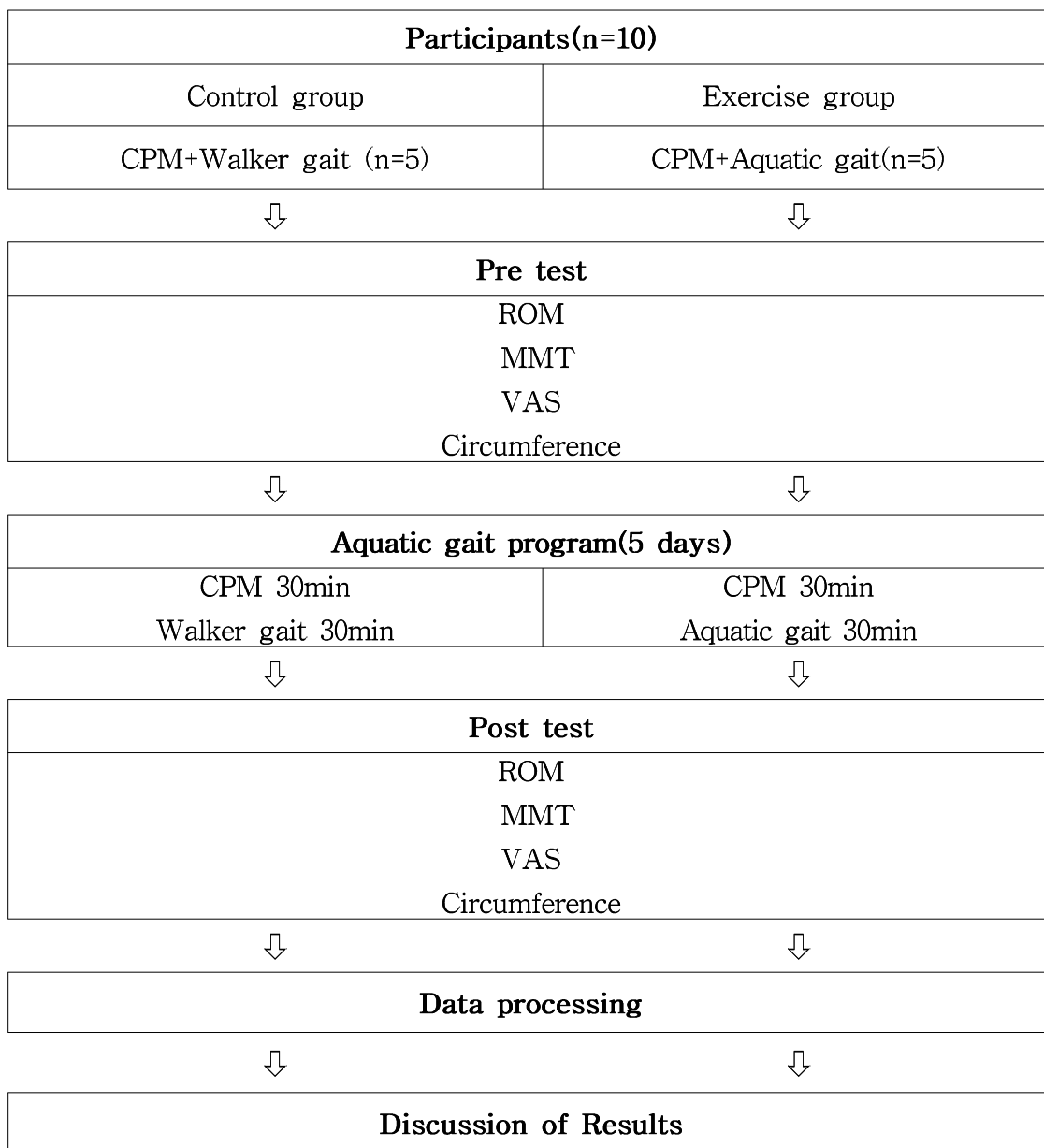
2. 실험 설계

본 연구의 실험설계는 수술 후 혹은 고정 후 물리치료실에서 CPM처방으로 치료를 받고 있는 환자 중 연구가 가능한 10명을 선정하여 5명은 지상에서의 CPM치료 실시 후 지상위커보행, 5명은 CPM치료 후 수중보행운동을 5일간 연속으로 시행하였다.

CPM은 같은 기계를 사용하고, 수중보행시 1명의 동일한 치료사가 보행프로그램을

시행하였다. 모든 대상자는 사전에 관절가동범위, 도수근력검사, 시각통증등급, 무릎 둘레를 측정하고, 각 실험 후 재측정 하였다.

본 연구의 전체적인 실험 설계는 <Figure 1>과 같다.



<Figure 1> The experimental design

3. 운동 프로그램

본 연구의 운동 프로그램은 지상 혹은 수중에서 각 5일 동안 이루어 졌으며, 두 집단 모두 지상치료 CPM치료 30분 시행 후 30분간 시행하였다. 1,2일째는 5분 걷기 후 5분 휴식을 3회 반복하였고, 3~5일째는 7분 걷기 후 3분 휴식을 3회 반복하였다. 운동의 강도는 걷기속도로 제어하였다. 수동적 관절운동기(CPM)의 시간은 30분으로 하였고 치료의 강도는 환자가 통증 없이 운동할 수 있는 최대범위로 하였다. 수동운동의 속도는 굽힘과 펴 동작을 한주로 하여 한 주기를 30초를 중심으로 환자의 상태에 따라 가감하였고, 치료기종은 ARTROMOT-K1을 사용하였다.

구체적인 운동프로그램은 <Table 3>, <Table 4> 와 같다.

<Table 3> Land exercise program

	Contents	Time	Repeat	Total time
1 day	CPM	30 min	3 times	1 hours
	Walker standing	5 min		
	Rest	5 min		
2 days	CPM	30 min	3 times	1 hours
	Walker gait	5 min		
	Rest	5 min		
3 days	CPM	30 min	3 times	1 hours
	Walker gait	7 min		
	Rest	3 min		
4 days	CPM	30 min	3 times	1 hours
	Walker gait	7 min		
	Rest	3min		
5 days	CPM	30 min	3 times	1 hours
	Walker gait	7 min		
	Rest	3 min		

<Table 4> Aquatic gait program

	Contents		Time	Repeat	Total time
1 day	CPM		30 min	3 times	1 hours
	Aquatic gait	Slow gait	5 min		
	Rest		5 min		
2 days	CPM		30 min	3 times	1 hours
	Aquatic gait	Slow gait	3 min		
		Quick gait	2 min		
Rest		5 min			
3 days	CPM		30 min	3 times	1 hours
	Aquatic gait	Slow gait	5 min		
		Quick gait	2 min		
Rest		3 min			
4 days	CPM		30 min	3 times	1 hours
	Aquatic gait	Slow gait	5 min		
		Quick gait	2 min		
Rest		3 min			
5 days	CPM		30 min	3 times	1 hours
	Aquatic gait	Slow gait	5 min		
		Quick gait	2 min		
Rest		3 min			

4. 측정항목 및 방법

1) 관절가동범위 측정(Range Of Motion Test)

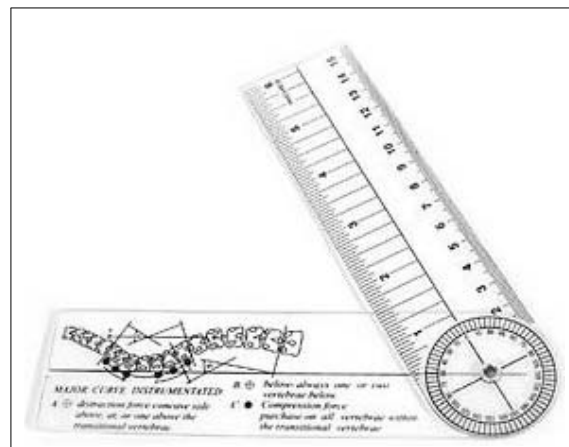
임상적으로 관절가동범위의 측정을 위해 보편화되고 신뢰할 만한 인체각도기(goniometer)를 이용해 숙련된 재활치료사가 대상자의 능동관절가동범위를 측정할 것이며 단위는 도(degree)로 이루어진다(Nussbaumer et al., 2010).

검사대 위에 누어 다리를 편 상태를 중립위로 한 다음 슬관절을 굴곡시켜 각도를 측정하되, 운동의 결함(구축)이 있으면 그 각도를 A.M.A(American Medical Association) 측정방식으로 측정한다. 측정은 모두 능동 관절가동범위로 하였으며, 측정 간 오차를 줄이기 위해 3회 반복 측정하여 평균값을 적용하였다.

검사가 이루어지는 분절의 점상범위는 <Table 5>와 같다

<Table 5> A.M.A (American Medical Association) standard exercise range according to measurement security

Region	Measure	Degrees(°)
Knee joint	Extension	0
	Flexion	150



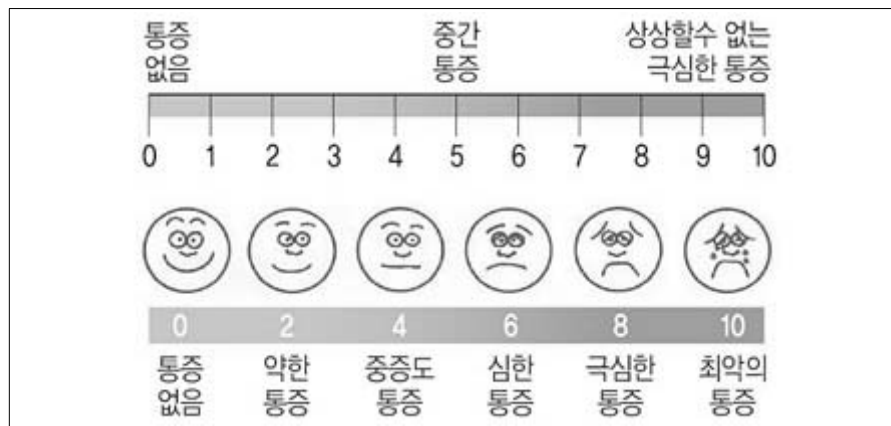
<Figure 2> Goniometer

2) 도수근력검사(Manual muscle testing)

본 연구에서 대상자들은 Kendall 등(2005)에 의해 제시된 도수근력 검사자세를 기준으로 검사 하였다. 측정 시 3회 반복 측정 후 평균값을 사용하였다. 등급에 대해서는 점수를 매겨 정량적으로 평가할 수 있도록 하였다.

3) 시각통증등급(Visual analogue scale, VAS)

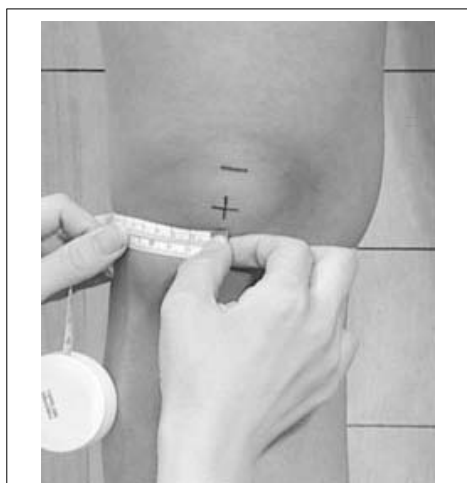
만성 통증의 척도를 측정하기 위한 것으로 양쪽 끝이 통증 없음과 가장 심한 통증으로 표기한 10cm의 수평 혹은 수직선으로 구성되어 있다. 환자는 현재 느끼고 있는 통증의 강도와 일치하는 점을 선위에 표시한다. 가장 낮은 곳에서부터의 거리가 통증 강도의 숫자적 지표로 사용하였다.



<Figure 3> Visual analogue scale

4) 무릎 둘레 (knee circumference)

무릎 둘레는 슬개골 중앙부에서 측정하였다. 수중보행운동이 슬관절을 비롯한 하지의 부종 감소에 도움이 되는지 관찰하기 위한 지표로 사용하였다.



<Figure 4> Knee circumference

5. 자료처리

측정된 자료는 PASW(Predictive Analytics Software 18.0 version)을 사용하여 분석하였다. 각 측정항목에 대한 평균(Mean)과 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다. 집단 간, 시기 간에 대한 반복 측정 분산분석을 실시하여 유의한 차이가 나타날 경우, 운동집단과 대조집단 간의 관절가동범위, 통증강도를 비교하기 위해 Independent t-test 방법을 사용하고, 운동집단과 대조집단 간의 프로그램 참여 전·후의 관절가동범위, 근력, 통증강도, 무릎돌레의 변화를 비교하기 위해 Paired t-test 방법을 사용하였다. 모든 가설의 검증을 위한 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

IV. 연구 결과

1. 관절각도의 변화

1) 굴곡관절각도의 변화

5일간의 수중보행 후 굴곡관절각도 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 6>, <Table 7> 및 <Figure 5>와 같다.

<Table 6> The results of repeated measure ANOVA for flexion ROM after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr > F
Group	1280.000	1	1280.000	5.721	.044
Period	2420.000	1	2420.000	92.190	.001
Group*Period	320.000	1	320.000	12.190	.008
Error	210.000	8	26.250		
Total	4,230.000	11			

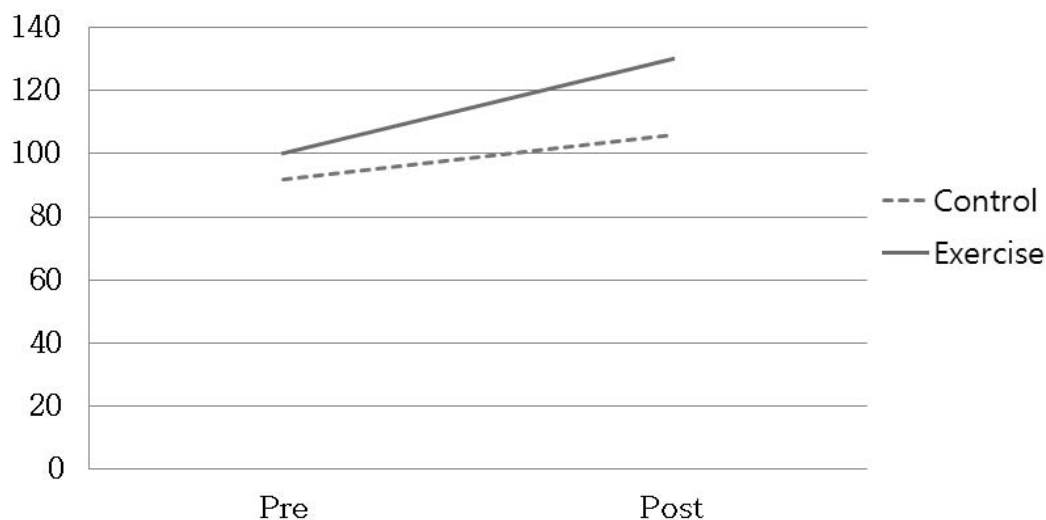
반복측정 분산분석 결과, 집단 간(F=5.721, p=.044), 처치기간 간(F=92.190, p=.001) 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과에서 유의한 차이(F=12.190, p=.008)가 나타났다.

<Table 7> Comparison of flexion ROM after aquatic gait

Group	flexion ROM			
	pre	post	t	p
Control	92.00±15.25	106.00±12.94	-7.483	.002
Exercise	100.00±7.91	130.00±6.12	-7.171	.002
t	1.042	3.748		
p	.328	.010		

굴곡관절각도는 대조집단과 운동집단 간에 운동전에는 차이가 나타나지 않았으나 운동 후에 유의한 차이($t=3.748$ $p=.010$)가 나타났다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단($t=-7.483$, $p=.002$)과 운동집단($t=-7.171$, $p=.002$)에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다.



<Figure 5> Comparison of flexion ROM after aquatic gait

2) 신전관절각도의 변화

5일간의 수중보행 후 신전관절각도 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 8>, <Table 9> 및 <Figure 6>과 같다.

<Table 8> The results of repeated measure ANOVA for extension ROM after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr > F
Group	80.000	1	80.000	1.422	.267
Period	180.000	1	180.000	14.400	.005
Group*Period	20.000	1	20.000	1.600	.242
Error	100.000	8	12.500		
Total	380.000	11			

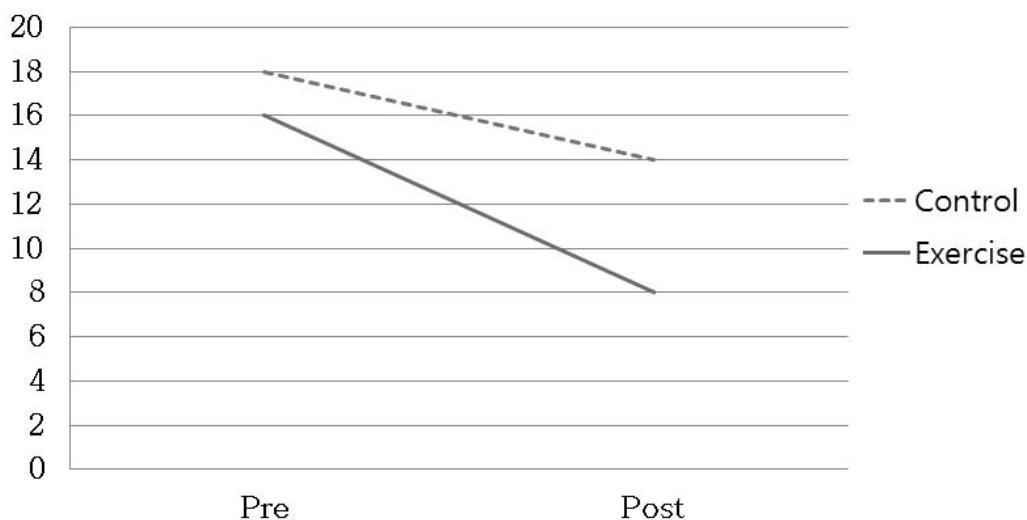
반복측정 분산분석 결과, 집단 간에는 유의한 차이($F=1.422$, $p=.267$)가 나타나지 않았고, 처치기간 간에는 유의한 차이($F=14.400$, $p=.005$)가 나타났다. 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과는 유의한 차이($F=1.600$, $p=.242$)가 나타나지 않았다.

<Table 9> Comparison of extension ROM after aquatic gait

Group	extension ROM			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	18.00±4.47	14.00±5.48	1.633	.178
Exercise	16.00±8.22	8.00±4.47	4.000	.016
<i>t</i>	-0.478	-1.897		
<i>p</i>	.645	.094		

신전관절각도는 대조집단과 운동집단 간에 운동전과 운동 후에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동집단은 유의하게($t=4.000$, $p=.016$) 감소한 것으로 나타났다.



<Figure 6> Comparison of extension ROM after aquatic gait

2. 근력의 변화

1) 굴곡근의 변화

5일간의 수중보행 후 굴곡근 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 10>, <Table 11> 및 <Figure 7>과 같다.

<Table 10> The results of repeated measure ANOVA for flexor after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr > F
Group	.200	1	.200	1.000	.347
Period	5.000	1	5.000	33.333	.001
Group*Period	.800	1	.800	5.333	.050
Error	1.200	8	.150		
Total	7.2	11			

반복측정 분산분석 결과, 집단 간에는 유의한 차이(F=1.000, p=.347)가 나타나지 않았고, 처치기간 간에는 유의한 차이(F=33.333, p=.001)가 나타났다. 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과는 유의한 차이(F=5.333, p=.050)가 나타났다.

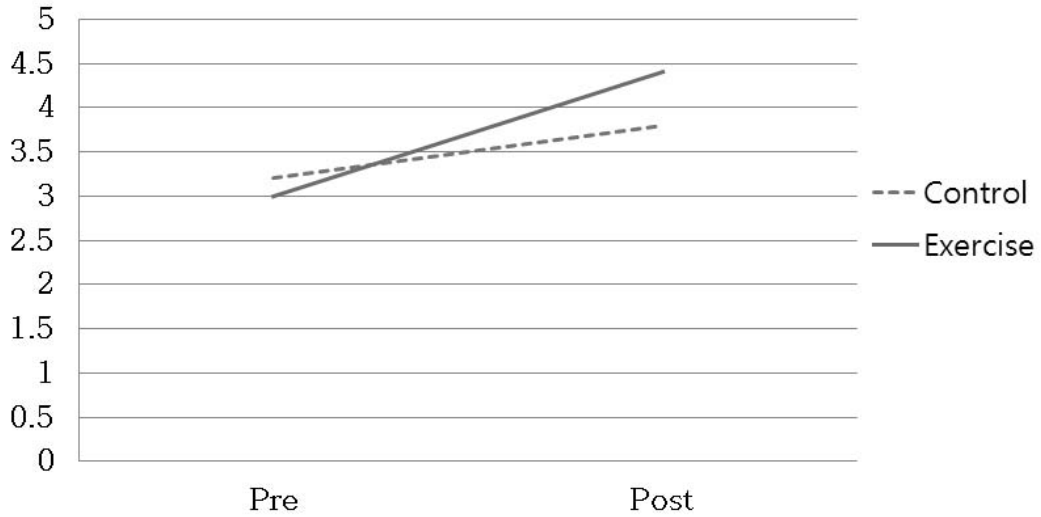
<Table 11> Comparison of flexor after aquatic gait

Group	flexor		t	p
	pre	post		
Control	3.20±0.45	3.80±0.45	-2.449	.070
Exercise	3.00±0.00	4.40±0.55	-5.715	.005
t	-1.000	1.897		
p	.374	.094		

굴곡근은 대조집단과 운동집단 간에 운동전과 운동 후에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 운동집

단은 유의하게($t=-5.715$, $p=.005$) 증가한 것으로 나타났다.



<Figure 7> Comparison of flexor after aquatic gait

2) 신전근의 변화

5일간의 수중보행 후 신전근력 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 12>, <Table 13> 및 <Figure 8>과 같다.

<Table 12> The results of repeated measure ANOVA for extensor after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr > F
Group	.450	1	.450	.783	.402
Period	4.050	1	4.050	32.400	.001
Group*Period	.450	1	.450	3.600	.094
Error	1.000	8	.125		
Total	5.950	11			

반복측정 분산분석 결과, 집단 간에는 유의한 차이($F=.783$, $p=.402$)가 나타나지 않았고, 처치기간 간에는 유의한 차이($F=32.400$, $p=.001$)가 나타났다. 집단과 처치기간

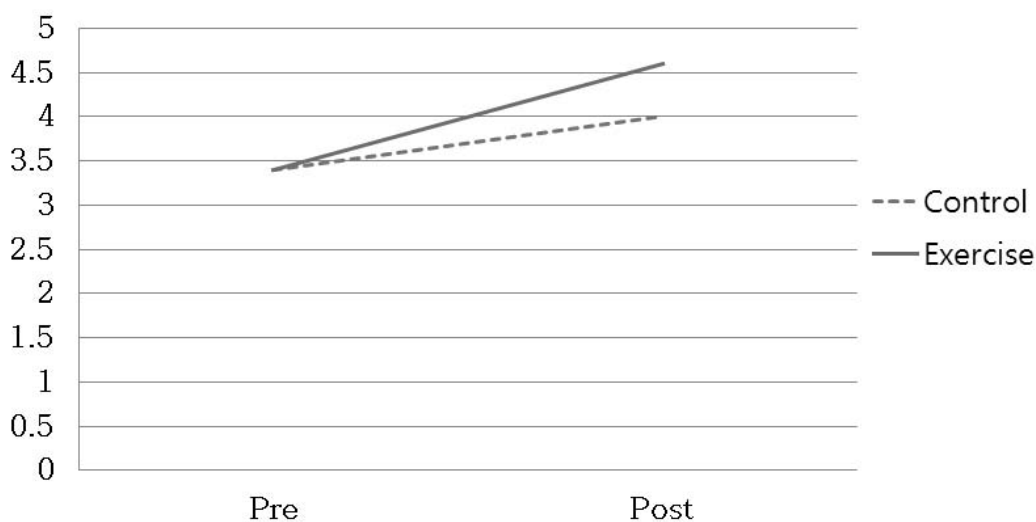
에 따른 상호작용의 효과는 유의한 차이($F=3.600$, $p=.094$)가 나타나지 않았다.

<Table 13> Comparison of extensor after aquatic gait

Group	extensor		<i>t</i>	<i>p</i>
	pre	post		
Control	3.40±0.55	4.00±0.00	-2.449	.070
Exercise	3.40±0.89	4.60±0.55	-6.000	.004
<i>t</i>	.000	2.449		
<i>p</i>	1.000	.070		

신전근은 대조집단과 운동집단 간에 운동전과 운동 후에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동집단은 유의하게($t=-6.000$, $p=.004$) 증가한 것으로 나타났다.



<Figure 8> Comparison of extensor after aquatic gait

3. 통증의 변화

1) 시각통증등급(Visual analogue scale, VAS)

5일간의 수중보행 후 시각통증등급 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 14>, <Table 15> 및 <Figure 9>와 같다.

<Table 14> The results of repeated measure ANOVA for VAS after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr > F
Group	1.250	1	1.250	1.613	.240
Period	11.250	1	11.250	40.909	.001
Group*Period	4.050	1	4.050	14.727	.005
Error	2.200	8	.275		
Total	18.750	11			

반복측정 분산분석 결과, 집단 간(F=1.613, p=.240)에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 처치기간 간(F=40.909, p=.001)과 집단과 처치기간(F=14.727, p=.005)에 따른 상호작용의 효과는 유의한 차이가 나타났다.

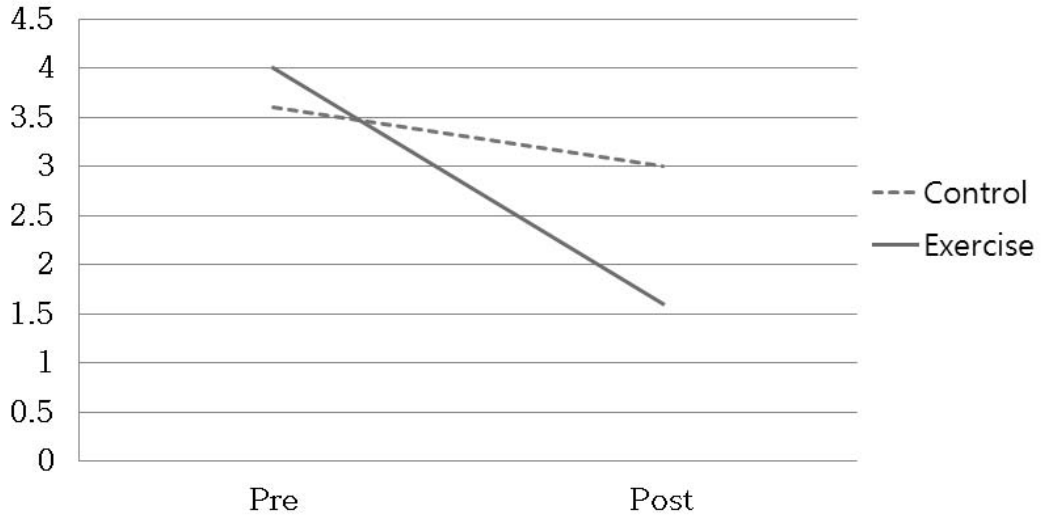
<Table 15> Comparison of VAS after aquatic gait

Group	VAS			
	pre	post	t	p
Control	3.60±0.44	3.00±0.71	2.449	.070
Exercise	4.00±1.00	1.60±0.55	6.000	.004
t	.784	-3.50		
p	.455	.008		

시각통증등급은 대조집단과 운동집단 간에 운동전에 유의한 차이가 나타나지 않았고, 운동후에는 유의한 차이(t=-3.50, p=.008)가 나타났다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단은 유의한 차이가 나타나지 않았으며, 운동집

단은 유의하게($t=6.000$, $p=.004$) 감소한 것으로 나타났다.



<Figure 9> Comparison of VAS after aquatic gait

4. 무릎 둘레의 변화

5일간의 수중보행 후 무릎 둘레 변화의 기술통계량 및 반복측정 분산분석 결과는 <Table 16>, <Table 17> 및 <Figure 10>과 같다.

<Table 16> The results of repeated measure ANOVA for knee circumference after aquatic gait

구분	SS	DF	MS	F	Pr> F
Group	8.320	1	8.320	1.094	.326
Period	7.565	1	7.565	33.324	.001
Group*Period	.264	1	.264	1.165	.312
Error	1.816	8	.227		
Total	17.965	11			

반복측정 분산분석 결과, 집단 간에는 유의한 차이($F=1.094$, $p=.326$)가 나타나지 않

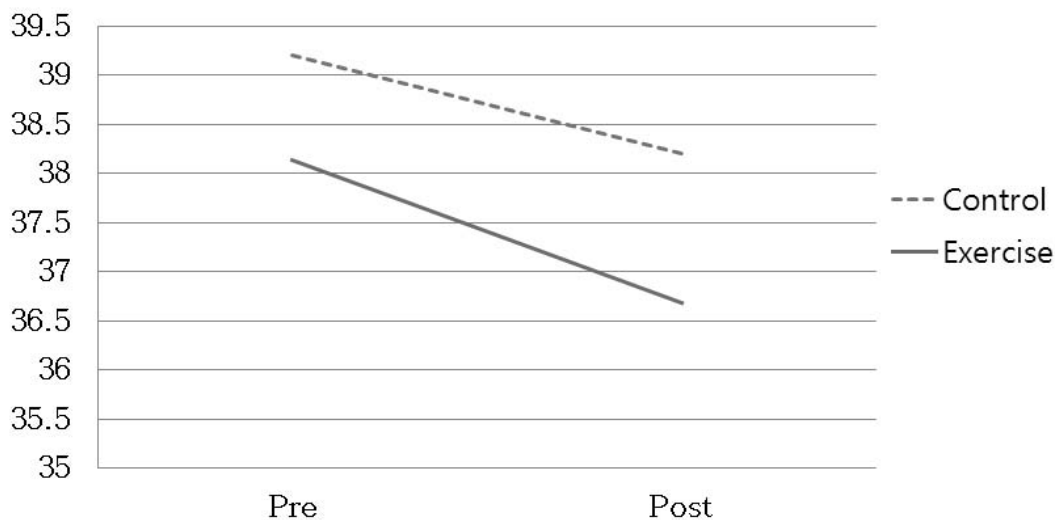
왔고, 처치기간 간에는 유의한 차이($F=33.324$, $p=.001$)가 나타났다. 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과는 유의한 차이($F=1.165$, $p=.312$)가 나타나지 않았다.

<Table 17> Comparison of knee circumference after aquatic gait

Group	knee circumference			
	pre	post	<i>t</i>	<i>p</i>
Control	39.20±1.52	38.20±1.64	2.828	.047
Exercise	38.14±2.31	36.68±2.30	6.137	.004
<i>t</i>	-0.856	-1.202		
<i>p</i>	.417	.264		

무릎둘레는 대조집단과 운동집단 간에 운동전과 운동 후에는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

실험전과 비교하여 실험후 대조집단($t=2.828$, $p=.047$)과 운동집단($t=6.137$, $p=.004$)에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다.



<Figure 10> Comparison of knee circumference after aquatic gait

V. 논의

본 연구는 수술 및 고정 등의 이유로 슬관절의 관절가동범위 제한이 있는 환자를 대상으로 수중운동프로그램을 실시하여 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향을 규명하였다. 이에 본 연구결과를 토대로 다음과 같이 논의 하고자 한다.

1. 관절가동범위

최적의 인체 움직임은 각 관절에서 최적의 관절가동범위를 통해 이루어진다(Clark et al., 2014). 관절가동범위는 체력이나 일상생활의 능력 또는 운동수행력의 평가 및 관절 기능의 임상적 평가에 널리 활용된다(Heyward, 2005).

일반적으로 관절가동범위는 나이가 들거나 특정부위에 통증이 있는 경우 감소한다(Vandervoot et al, 1992). 하지만 이러한 현상은 규칙적인 신체활동을 통하여 증가시킬 수 있다(Nokes et al., 1984). 여러 관절의 가동범위가 감소되어 어떤 한 부위에서 운동이 제한될 경우 잘못된 움직임 양상이 발생하고, 이로 인하여 손상과 통증을 유발시킬 수 있다고 하며, 관절의 가동범위는 건강관련 체력이나 일상생활의 능력에 대한 평가 및 관절 기능의 임상적 평가에 널리 활용되고 있다(Vogt et al., 2003).

운동이나 일상생활을 하는 동안 모든 관절의 유연성을 유지하는 것은 움직임을 촉진시키지만 반대로 관절의 가동범위가 줄어든 상태에서 관절을 움직이게 되면 조직은 상해를 입게 되며(ACSM, 2010), 염증상태의 단순한 조절은 불안정한 슬관절의 후유증을 남기게 되며, 보통 관절염에는 온열치료로 온습포, 초단파, 적외선 등을 사용한다. 운동치료는 슬관절의 굴곡변형을 개선하기 위해 대퇴사두근에 근력강화 운동을, 근긴장과 단축이 발생한 비복근에 신장운동이 필요하다(Petrella, 1999). 또한 관절가동범위 제한을 증진시키기 위해 가장 효율적인 방법으로 먼저 스트레칭을 실시해야 한다(Brotzman & Manske, 2011). 스트레칭은 만성 근 단축을 감소시키기 위해 주로 이용되고 있으며, 외상, 고정 후 기능 회복을 적용되고 있다(Halbertsma & Goeken, 1994). 스트레칭은 건이나 근의 손상 후에 나타나는 제한된 관절가동범

위를 회복시키고, 경직된 근의 유연성을 증가시키는데 효과가 있다(Brukner & Khan, 1991).

Colwell과 Morris(1988)는 수술 후 조기 CPM적용이 최종적인 관절가동범위에 영향을 미친다고 하였다. 강순희 등(1994)은 CPM이 슬관절 전치환술 후 초기에 일과적으로 사용하며 수술 후 통증을 감소, 상처치유를 증가, 심부정맥 혈전증을 감소, 입원기간을 감소시킨다고 제기하였다.

가슴깊이의 물속에서 사람의 체중은 땅에서 보다 10%밖에 되지 않기에 물속의 부력 효과가 수중에서 운동하는 즐거움과 흥미를 주어 다른 종류의 운동에서의 상해에 대해 걱정하는 사람들에게 편하게 긴장을 풀고 운동할 수 있도록 해준다. 또한 관절염을 가지고 있거나, 관절 마디에 이상이 있는 사람들도, 부력이 관절에의 자극을 줄여 주므로, 땅에서보다 가동범위가 훨씬 커진다(안명철 등, 1992).

본 연구는 수중보행 실시 후 집단 간, 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과에서 굴곡관절 가동범위에 유의한 차이가 나타났고, 처치기간 간에는 굴곡관절 가동범위와 신전관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타났다. 또한 대조집단과 운동집단 간에는 운동전에는 차이가 나타나지 않았지만 운동 후에 굴곡관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타났으며, 실험전과 비교하여 실험 후 굴곡관절 가동범위에서 유의하게 증가한 것으로 나타났고, 신전관절에서도 신전각도의 유의한 감소가 나타나 신전관절 가동범위가 증가된 것으로 보였다. 이러한 결과는 수중운동 후에 관절의 가동성이 증가되며 기능장애가 감소된다는 연구(김종임, 1999; 박종숙 등, 2002; 이영옥 등, 1998; Hall et al., 1996; Templeton et al., 1996) 와도 일치하였다. 따라서 수중보행이 슬관절의 가동범위제한이 있는 환자에게 굴곡관절과 신전관절의 가동범위의 증가에 좋은 운동이라고 생각된다.

2. 근력

근력은 슬관절 전치환술은 통증을 감소시키고 삶의 질을 향상시킨다(조우신 등, 2007). 그러나 관절가동범위 제한과 근력저하의 문제를 동반 할 수 있다(도경희, 2004)는 문제점을 가지고 있다. 수술후 대퇴사두근의 불균형으로 인해 관절의 기능상태가 심하게 저하되어 회복될 때까지 일상생활에 지장을 주게 된다(이동철 등,

1999). 그렇기 때문에 대퇴사두근의 운동을 통한 근력회복은 슬관절을 기능적으로 안정시키며, 전반적인 일상생활 및 기능적 수행 향상과 연관이 있다(Hurley & Scott, 1998). 따라서 슬관절 전치환술의 성공에 있어 중요한 부분은 초기 대퇴사두근의 근력강화 운동 여부이다(Greene & Schurman, 2008).

수술후 약화된 근육의 근력 증가를 위한 방법으로는 수의적 수축을 이용한 방법 외에도 전기자극을 이용한 방법이 있으며, 전기자극 또한 수의적 수축을 이용한 방법만큼 근력 향상을 가져온다고 하였다(Maffiuletti et al., 2000). 근력 증가를 위한 전기자극은 정상신경 지배근 전기자극과 탈신경근 전기자극이 있으며, 정상신경 지배근의 전기자극은 신경근전기자극이 많이 사용되고 있다(Petrofsky & Laymon, 2004).

퇴행성관절염 환자를 위한 운동으로는 근력강화 운동, 레크레이션을 겸한 집단운동, 자전거타기, 수영과 수중운동, 에어로빅 운동, 걷기, 저항도 운동 및 타이치운동을 들 수 있다(변혜선, 김경혜, 2005; 송라운 등, 2002; Hurley, 1998)

본 연구는 수중보행 실시 후 처치기간 간에 굴곡근력, 신전근력의 변화에 유의한 차이가 나타났고, 실험전과 비교하여 수중보행을 실시한 운동집단에서 굴곡근근력, 신전근근력 모두에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다. 이것은 슬관절 관절가동범위 제한이 있는 환자에게 수중보행운동을 실시한 결과 좌·우 대퇴사두근의 신전근근력의 향상이 나타났고, 이는 유체역학적 물리적 특성이 작용하여 수중에서의 움직임 속도에 따라 자신의 근력만큼 정확히 물의 저항에 대응하여 근·신경생리학적으로 정확한 반응을 유발함으로써 통증을 조절하고 안정성 있게 대퇴사두근의 근력을 향상시켰다(진행미, 박은정, 2006). 또한 수중운동이 체중감소 및 근육강화에 효과적이며, 관절염 환자들의 통증을 감소시키고, 자기효능을 향상시켜 삶의 질을 높일 수 있다(김종임, 1997)고 한 선행연구 결과와 일치한다. 따라서 수중보행이 슬관절의 관절가동 범위제한이 있는 환자에게 약화된 굴곡근력과 신전근력향상에 좋은 운동이라고 생각된다.

3. 통증

통증은 인체에 가해지는 유해자극에 대해 평소에는 느껴지지 못했었던 불쾌한 감각적 정서적 경험으로 정의되고 있다(Arnheim et al., 2003). 또한 통증은 복합적으

로 발생하여 일상생활에 영향을 미치게 된다(최명애 등, 1999). 퇴행성 슬관절염으로 인해 통증이 일어나는 메커니즘은 여러 가지 원인으로 인해 근육이 약화되거나, 비대칭적 근육활동으로 인해 관절이 불안정해지고 이때 침범된 관절에 가해지는 스트레스가 활액낭과 인대에 분포되어 있는 신경조직에 자극을 초래하여 통증과 장애를 유발시킨다(Ettlinger & Afable, 1994). 슬관절의 통증 및 이상은 관절의 불안정성을 증가시키고 관절가동범위를 감소시키며, 통증을 지속적으로 유발시켜 관절의 운동을 제한함으로써 근력의 약화를 더욱 촉진시킨다(Ramsey et al., 2001).

VAS도구는 대표적인 통증자각도 검사(Patrick, 2002)로써 실험대상자 본인 스스로 기입하는 방법을 사용하였으며, 기입된 수치를 측정하여 소수점 이하는 반올림 처리 하였다. 다른 통증자각도에 비해 신뢰도가 우수하지만 실험대상자의 주관적 수치를 나타내므로 객관적이지 못한 제한점을 가지고 있다(Wewers & Lowe, 1990).

약물치료는 부작용의 위험이 크기 때문에 비교적 부작용이 적으며 증상 완화에 효과적인 운동이나 스트레스 완화, 관절보호 등과 같은 비약물적 중재가 필요하다(Burks, 2005). 비약물치료법 중 운동치료는 본인 스스로 할 수 있는 중요한 관리방법으로(Bischoff, & Roos, 2003), 통증의 감소, 체중의 감소, 관절가동범위의 증가, 근력증가(지용석 등, 2000)의 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.

수중치료에서 물의 온도는 중요한 요소이며, 온도에 따라 다양한 열치료의 효과를 기대할 수 있다. 표면열은 온도상승과 함께 혈관확장, 혈류의 증가, 대사과정의 증진, 상처치유의 촉진, 교원조직의 신전성 증가 등을 얻을 수 있다. 또한 열자극은 피부에 존재하는 열감수기를 흥분시켜 척수 수준으로 유해성 감각의 전달을 억제한다. 물의 기계적 마찰은 외적 및 고유수용성 기계적 수용기를 자극하여 유해성 감각의 전달을 억제시킨다. 열 감수기 및 기계적 감수기 자극은 부분적인 혈관 운동 활동을 활성화시켜 국소 대사 작용이 회복되게 하는 표피-장기반사를 작동하게 한다. 이 기전은 통증 매개 물질의 감소를 유도하며, 이로 인해 통증조절의 효과도 얻을 수 있다(서동원 등, 1994).

본 연구에서 수중보행 실시 후 처치기간 간과 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과는 시각통증등급에 유의한 차이가 나타났다. 대조집단과 운동집단 간에는 운동 전에는 차이가 나타나지 않았지만 운동 후에 시각통증등급에서 유의한 차이가 나타났다. 실험전과 비교하여 수중보행을 실시한 운동집단에서 시각통증등급에서 유의

하게 감소한 것으로 나타났다. 이것은 통증완화에 가장 안전한 방법으로 제시되고 있는 운동요법 중 수중에서 하는 운동은 지상에 비해 몸무게가 10%밖에 되지 않기 때문에 관절, 뼈, 건, 인대 및 근육이 받는 부하가 적어 관절의 스트레스를 최소화 하면서 최적의 운동 범위로 상지와 하지가 움직일 수 있어 매우 안전하고 효과적인 운동이다(이경옥, 2002; 이은옥, 1994).라고 정의한 선행연구와 일치하는 부분이다. 따라서 수중보행이 슬관절의 관절가동 범위제한과 함께 통증이 있는 환자에게 통증완화에 도움을 줄 것이라고 생각된다.

4. 무릎 들레

정수압은 수중에서의 압력이라고 하며 1cm²의 넓이에 작용하는 물기둥의 무게이다. Hall(1999) 등은 수심이 깊어지면 정수압에 의해 적당하게 피부가 압박되고 이러한 압박은 하반신 말단에서 정맥혈이 심장으로 되돌아오는 것을 도와주어 부종 감소와 혈액순환의 증진이 이루어진다고 하였다. Harmer 등(2009)은 슬관절 전치환술후 2주부터 수중 물리치료 결과 수동적 슬관절 가동범위, 시각통증등급, 슬관절부종(무릎들레 측정)에서 호전 소견이 보였다.

슬관절 연부조직의 성공적인 치료를 위해서는 열과 냉의 적용, 도수교정, 동적부목, 범위제한운동법, 혹은 개방 폐쇄사슬 운동법 중 어느 한가지만으로 이를 수 있는 것이 아니라 보다 다양한 방법들을 동시에 적용하여 그 효율성을 증진시키는 것이 중요하다(Clancy et al., 1988).

체중의 경감으로 인하여 운동이 용이하며, 온수에서 기분 좋은 따스한 느낌을 얻을 수 있어 더욱이 진통, 진정, 근육이완 작용이 있으므로 관절의 가동범위나 근육의 유연성이 증대되며, 물이 자세를 지탱하는 매체가 되어 약한 근육에 대한 섬세한 훈련이 될 수 있어 근력이나 지구력의 증진이 기대되며, 지체부자유자라도 자세 변화나 동작이 쉽게 할 수 있으며, 복장이 활동에 방해가 되지 않는다는 것 등의 장점이 있다(김은희, 1998).

수술 후에도 일정기간동안은 수술한 쪽 다리에 경미한 부종이 지속될 수 있으므로 다리의 거상, 발목운동, 공기압박치료 등을 이용이여 이를 개선해야 한다(Kumar et al., 1996).

본 연구에서는 수중보행 실시 후 슬관절을 비롯한 하지의 부종 상태를 파악하기 위해 슬개골 중앙부를 기준으로 무릎둘레를 측정한 결과 처치기간 간에 무릎둘레의 변화에 유의한 차이가 나타났고, 또한 실험전과 비교하여 수중보행을 실시한 운동 집단에서 무릎둘레 변화에 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

이것은 수중보행이 부종에 효과가 있다고 보고한 강은철 등(2012), Harmer 등(2009)의 선행연구 결과와 일치한다. 따라서 수중보행은 슬관절의 관절가동 범위제한과 함께 부종이 있는 환자에게 부종감소를 위한 적절한 운동이라고 생각된다.

VI. 결론

본 연구는 수중보행운동이 슬관절 가동범위 제한환자에게 관절가동범위, 근력 및 통증에 미치는 영향을 분석하기 위해 수술 및 고정 등의 이유로 슬관절의 관절가동범위제한이 있는 환자를 대상으로 선정한 후, 무작의 5명은 지상에서 시행, 무작의 5명은 수중에서의 보행운동을 추가로 시행하였다. 관절가동범위(굴곡관절가동범위, 신전관절가동범위), 근력(굴곡근근력, 신전근근력), 통증에 어떠한 개선효과를 보이는지 비교·분석한 결과는 다음과 같다.

1. 관절가동범위

수중보행 실시 후 집단 간, 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과에서 굴곡관절 가동범위에 유의한 차이가 나타났고, 처치기간 간에는 굴곡관절 가동범위와 신전관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타났다. 대조집단과 운동집단 간에는 운동전에는 차이가 나타나지 않았지만 운동 후에 굴곡관절 가동범위에서 유의한 차이가 나타났다. 실험전과 비교하여 실험 후 굴곡관절 가동범위에서 유의하게 증가한 것으로 나타났고, 신전각도의 유의한 감소가 나타나 신전관절 가동범위가 증가된 것으로 보였다.

2. 근력

수중보행 실시 후 처치기간 간에 굴곡근력, 신전근력의 변화에 유의한 차이가 나타났다. 실험전과 비교하여 운동집단에서 굴곡근력, 신전근력 모두에서 유의하게 증가한 것으로 나타났다.

3. 통증

수중보행 실시 후 처치기간 간과 집단과 처치기간에 따른 상호작용의 효과는 시각

통증등급에 유의한 차이가 나타났다. 대조집단과 운동집단 간에는 운동전에는 차이가 나타나지 않았지만 운동 후에 시각통증등급에서 유의한 차이가 나타났다. 실험전과 비교하여 운동집단에서 시각통증등급에서 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

4. 무릎 둘레

수중보행 실시 후 처치기간 간에 무릎둘레의 변화에 유의한 차이가 나타났다. 실험전과 비교하여 운동집단에서 무릎둘레 변화에 유의하게 감소한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면 수중보행 후에 굴곡관절가동범위의 유의한 증가, 신전관절가동범위의 유의한 감소가 나타났다. 또한 굴곡근력과 신전근력에서도 유의한 증가가 나타났고, 통증 및 무릎 둘레에서도 유의한 결과가 나타났다. 따라서 수중보행은 지상치료와 더불어 슬관절 각도제한이 있는 환자에게 통증완화 및 부종감소의 효과와 함께 관절가동범위의 증진 및 근력향상운동에 큰 효과를 줄 수 있는 긍정적인 치료로 기대된다.

참고문헌

- 강은철, 이성락, 허지현, 김종필, 김순영(2012). 슬관절 전치환술 시행 환자에서 수중 물리치료와 지상 물리치료의 효능 비교. **대한정형외과연구학회지**, 15(2), 62-71.
- 김용식(1992). 하지의 근력 보강운동이 요통완화에 미치는 영향, **체육과학연구과제 종합보고서**, 4.
- 김용훈, 김근우, 민학진, 윤의성, 조국형, 김대영, 김상림(1999). 슬관절 전치환술 후의 슬관절 운동범위에 영향을 미치는 인자들. **Knee Surgery & Related Research (구 대한슬관절학회지)**, 11(1), 20-25.
- 김은희(1998). 율동적 운동과 수중운동의 원리 및 효과. **대한근관절건강학회: 학술대회논문집**, 296-302.
- 김종임(1999). 관절염 환자의 수중운동 효과의 연구동향과 증진전략. **근관절건강학회지**, 6(2), 339-344.
- 김진호(1992). 골관절염의 운동치료. **대한재활의학회지**, 16(1), 1-5.
- 김혜영(1994). 수중운동의 치료적 기능과 효과에 관한 연구. 미간행 석사학위논문, 숙명여자대학교교육대학원.
- 도경희(2004). 지시적 심상요법이 슬관절 전치환술 환자의수동적 관절운동시 통증, 안녕감 및 관절운동범위에 미치는 효과. 미간행 석사학위 논문, 경상대학교대학원.
- 대한정형외과학회(1999). **정형외과학**. 최신의학사.
- 박종숙, 박수연, 이상민(2002). 수중운동이 골관절염 환자의 통증, 유연성, 관절각도, 수면에 미치는 영향. **체육학논문집**, 30, 145-157.
- 변혜선, 김경혜(2006). 퇴행성관절염 노인의 일반적 특성 및 운동 단계에 따른 통증, 운동 장애성 지각. **한국노년학**, 26, 17-30.
- 배대경, 윤경호, 송상준, 하정한(2004). Fixed-bearing 슬관절 전치환술 후의 슬관절 운동범위. **Knee Surgery & Related Research (구 대한슬관절학회지)**,

16(1), 1-7.

- 서동원, 편성범, 김세주(1994). 표면열 적용에 따른 피부온도 및 동통의 변화. **대한재활의학회지**, 18, 227-233.
- 송라운, 이은옥, 이인옥(2002). 타이치 운동교실 참여 후 골관절염 여성환자의 통증, 체력, 신체기능 및 우울의 변화. **류마티스건강학회지**, 9(1), 28-39.
- 신민자, 원영신(1992). **수중에어로빅체조**. 서울: 금광출판사.
- 안명철, 반기봉(1992). **운동과 건강**, 서울: 태근문화사.
- 이경옥, 한혜원, 이영숙, 임혜옥(2002). 퇴행성관절염 여성노인의 수중운동이 통증 감소와 우울에 미치는 영향. **한국유산소운동과학회지**, 6(1), 105-118.
- 이동철, 김용연, 최익수(1999). 인공 슬관절 전치환술 후 근력의 변화 및 기능 평가. **대한정형외과학회지**, 34(5), 931-936.
- 이영옥, 최명한, 김종임, 이태용(1998). 수중운동이 관절염 환자의 하지근력, 관절각도 및 통증에 미치는 영향. **류마티스 건강학회지**, 5(2), 223-226.
- 이은옥, 검성윤, 서문자, 한정석, 김명자, 강현숙, 김종임(1994). **관절염-관절염 환자의 자기관리**. 서울: 신광출판사.
- 장문헌, 고주연(1998). 슬관절 전치환술 후 물리치료. **대한물리치료학회지**, 5(4), 94-100.
- 조우신, 염윤석, 양병세(2007). 슬관절 재치환술의 원인. **대한정형외과학회지**: 제, 42(2).
- 지용석, 변재중, 김만경(2000). 퇴행성 슬관절염 노인여성에게 있어 12 주 운동프로그램 적용 후 근기능과 신체조성 및 통증정도의 변화. **한국사회체육학회지**, 13, 377-392.
- 진행미, 박은정(2006). 수중재활운동후 퇴행성 슬관절염 노인환자의 대퇴사두근력, 정적균형, 신체구성의 변화. **한국여성체육학회지**, 20(4), 169-179.
- 최명애, 김주현, 박미정, 최스미, 이경숙(1999). **생리학**. 서울: 현문사.
- American College of Sports Medicine & Ehrman, J. K.(2010). ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription. *Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins*.
- Arnheim, D. D., & Prentice, W. E.(2003). Principles of Athletic Training. *10th*

edition. *McGraw-Hill Higher Education*, 535 - 536.

- Bandy, W. D., & Sanders, B.(2001). Therapeutic exercise: techniques for intervention. *Lippincott Williams & Wilkins*, 295-331.
- Batterham, S. H., & Jennifer, L. K.(2011). Systemic review and meta-analysis comparing land and aquatic exercise for people with hip or knee arthritis on function, mobility and other health outcomes. *BMC Musculoskeletal Disorder*. 12, 123.
- Beynon, B. D., Uh, B. S., Johnson, R. J., Abate, J. A., Nichols, C. E., Fleming, B. C., & Roos, H.(2005). Rehabilitation After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction A Prospective, Randomized, Double-Blind Comparison of Programs Administered Over 2 Different Time Intervals. *The American journal of sports medicine*, 33(3), 347-359.
- Bischoff, H. A., & Roos, E. M.(2003). Effectiveness and safety of strengthening, aerobic, and coordination exercises for patients with osteoarthritis. *Current opinion in rheumatology*, 15(2), 141-144.
- Brotzman, S. B., & Manske, R. C.(2011). *Clinical Orthopaedic Rehabilitation: An Evidence-Based Approach-Expert Consult. Elsevier Health Sciences.*
- Brandsma, J. W., Schreuders, T. A., Birke, J. A., Piefer, A., & Oostendorp, R.(1995). Manual muscle strength testing: intraobserver and interobserver reliabilities for the intrinsic muscles of the hand. *Journal of Hand Therapy*, 8(3), 185-190.
- Brukner, P., & Khan, K.(1991). The difficult ankle. *Australian family physician*, 20(7), 919-21.
- Burks, K.(2005). Osteoarthritis in older adults: current treatments. *Journal of Gerontological Nursing*, 31(5), 11-19.
- Clancy, W. C., Ray, J. M., & Zoltan, D. J.(1988). Acute tears of the anterior cruciate ligament, *J Bone Joint Surg*, 70A, 1483-1488.
- Clark, A. J., Tang, J. A., Leasure, J. M., Ivan, M. E., Kondrashov, D., Buckley, J. M., & Ames, C. P.(2014). Gait-simulating fatigue loading analysis and

- sagittal alignment failure of spinal pelvic reconstruction after total sacrectomy: *comparison of 3 techniques: Laboratory investigation. Journal of Neurosurgery: Spine*, 20(4), 364-370.
- Colwell Jr, C. W., & Morris, B. A.(1992). The influence of continuous passive motion on the results of total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*, 276, 225-228.
- Driver, S., O'connor, J., Lox, C., & Rees, K.(2004). Evaluation of an aquatics programme on fitness parameters of individuals with a brain injury. *Brain Injury*, 18(9), 847-859.
- Ettinger, W. H., & Afable, R. F.(1994). Physical disability from knee osteoarthritis: *the role of exercise as an intervention. Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(12), 1425-1440.
- Gose, J. C.(1987). Continuous passive motion in the postoperative treatment of patients with total knee replacement, *A retrospective study, Physical Therapy*, 67(1), 39-42.
- Greene, K. A., & Schurman, J. R.(2008). Quadriceps muscle function in primary total knee arthroplasty. *The Journal of arthroplasty*, 23(7), 15-19.
- Halbertsma, J. P., & Goeken, L. N.(1994). Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstrings of healthy subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75(9), 976-981.
- Hall, C. M., & Brody, L. T.(1999). Balance impairment In: *Therapeutic Exercise: Moving Toward Function. Philadelphia, L & W*, 286-301.
- Hall, J., Skevington, S. M., Maddison, P. J., & Chapman, K.(1996). A randomized and controlled trial of hydrotherapy in rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatology*, 9(3), 206-215.
- Hall, M. C., Mockett, S. P., & Doherty, M.(2006). Relative impact of radiographic osteoarthritis and pain on quadriceps strength, proprioception, static postural sway and lower limb function. *Annals of the rheumatic diseases*, 65(7), 865-870.

- Heyward, V. H.(2005). Advanced fitness assessment and exercise prescription (KT Jang, DH Choi, H. Park, YW Ko, DT Lee, & SW Kim, Trans.). Seoul: Hanmi Medical Publishing Co.(Original work published 2002).
- Hsieh, L. F., Hong, C. Z., Chern, S. H., & Chen, C. C.(2010). Efficacy and side effects of diclofenac patch in treatment of patients with myofascial pain syndrome of the upper trapezius. *Journal of pain and symptom management*, 39(1), 116-125.
- Huey, L., & Knudson, R. R.(1986). The waterpower workout. *New York City: New American Library*, 32-40.
- Hurley, M. V.(1998). Quadriceps weakness in osteoarthritis. *Current opinion in rheumatology*, 10(3), 246-250.
- Hurley, M. V., & Scott, D. L.(1998). Improvements in quadriceps sensorimotor function and disability of patients with knee osteoarthritis following a clinically practicable exercise regime. *Rheumatology*, 37(11), 1181-1187.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G.(1993). *Muscles: testing and function Williams and Wilkins. Baltimore (MD)*.
- Kendall, F. P., McCreary, E. K., Provance, P. G., Rodgers, M. M., & Romani, W. A.(2005). *Muscles, Testing and Function With Posture and Pain. Includes a bonus primal anatomy. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins*, 5, 158.
- Kettelkamp, D. B.(1976). Gait characteristics of the knee: normal, abnormal, and postreconstruction. *In American Academy of Orthopaedic Surgeons Symposium on Reconstructive Surgery of the Knee* (pp. 47-57). CV Mosby, St Louis.
- Kisner, C., & Colby, L. A.(2005). *운동치료총론*. 서울, 영문출판사.
- Kottke, F. J., & Ellwood, P. M.(1966). Handbook of physical medicine and rehabilitation. *Obstetrics & Gynecology*, 28(2), 293
- Kumar, P. J., McPherson, E. J., Dorr, L. D., Wan, Z., & Baldwin, K.(1996). Rehabilitation after total knee arthroplasty: a comparison of 2 rehabilitation

- techniques. *Clinical orthopaedics and related research*, 331, 93-101.
- MacDonald, S. J., Bourne, R. B., Rorabeck, C. H., McCalden, R. W., Kramer, J., & Vaz, M.(2000). Prospective randomized clinical trial of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clinical orthopaedics and related research*, 380, 30-35.
- Maffiuletti, N. A., Gometti, C., Amiridis, I. G., Martin, A., Pousson, M., & Chatard, J. C.(2000). The effects of electromyostimulation training and basketball practice on muscle strength and jumping ability. *International journal of sports medicine*, 21(06), 437-443.
- Manske, P. R., & DeBender, J. J.(1977). Polycentric total knee arthroplasty, *South Med J* 70, 1088-1092.
- Margaret, R. C. (2002). Hydrotherapy, Principles and Practice, *Butterworth Heinemann*
- Nokes, L. D., Williams, J. H., Fairclough, J. A., Mintowt-Czyz, W. J., & Mackie, I. G.(1984). A literature review of vibrational analysis of human limbs. *IEEE transactions on biomedical engineering*, (2), 187-192.
- Nussbaumer, S., Leunig, M., Glatthorn, J. F., Stauffacher, S., Gerber, H., & Maffiuletti, N. A.(2010). Validity and test-retest reliability of manual goniometers for measuring passive hip range of motion in femoroacetabular impingement patients. *BMC musculoskeletal disorders*, 11(1), 194.
- Patrick, D., & Ronald, M.(2002). Textbook of Pain. *London: Churchill Livingstone*.
- Pavone, E.(1984). Prosthetic knee rehab, An alternative, *Clinical Management in Physical Therapy*, 4(1), 31-37.
- Petrella, R. J.(1999). Exercises for patients with knee osteoarthritis. *The Physician and sportsmedicine*, 27(11), 109-110.
- Petrofsky, J. S., & Laymon, M.(2004). The effect of previous weight training and concurrent weight training on endurance for functional electrical stimulation cycle ergometry. *European journal of applied physiology*, 91(4), 392-398.

- Prentice, W., & Arnheim, D.(2013). Principles of athletic training. *Mcgraw-Hill Education*.
- Rahmann, A. E., Brauer, S. G., & Nitz, J. C.(2009). A specific inpatient aquatic physiotherapy program improves strength after total hip or knee replacement surgery, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(5), 745-755.
- Ramsey, S. D., Spencer, A. C., Topolski, T. D., Belza, B., & Patrick, D. L.(2001). Use of alternative therapies by older adults with osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 45(3), 222-227.
- Rana, S. H., Sophie, E. H., & Anthony, R. D.(2007). Aquatic physical therapy for hip and knee osteoarthritis: Result of a single-blind randomizes controlled trial. *Physical Therapy*, 87(1), 32-43.
- Ritter, M. A., & Campbell, E. D.(1987). Effect of Range of Motion on the success of a total knee Arthroplasty, *J Arthroplasty*, 2(2), 95-97.
- Spector, S. A., Simard, C. P., Fournier, M., Sternlicht, E., & Edgerton, V. R.(1982). Architectural alterations of rat hind-limb skeletal muscles immobilized at different lengths. *Experimental neurology*, 76(1), 94-110.
- Stuart Porter(1993). 타이디 질환별 물리치료, 군자출판사
- Templeton, M. S., Booth, D. L., & O'Kelly, W. D.(1996). Effects of aquatic therapy on joint flexibility and functional ability in subjects with rheumatic disease. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 23(6), 376-381.
- Torry, M. R., Decker, M. J., Viola, R. W., D O'Connor, D., & Steadman, J. R.(2000). Intra-articular knee joint effusion induces quadriceps avoidance gait patterns. *Clinical Biomechanics*, 15(3), 147-159.
- Tyler, T. F., McHugh, M. P., Gleim, G. W., & Nicholas, S. J.(1998). The effect of immediate weightbearing after anterior cruciate ligament reconstruction. *Clinical orthopaedics and related research*, 357, 141-148.
- Vandervoort, A. A., Chesworth, B. M., Cunningham, D. A., Paterson, D. H.,

- Rechnitzer, P. A., & Koval, J. J.(1992). Age and sex effects on mobility of the human ankle. *Journal of gerontology*, 47(1), M17-M21.
- Vogt, M. T., Simonsick, E. M., Harris, T. B., Nevitt, M. C., Kang, J. D., Rubin, S. M., & Newman, A. B.(2003). Neck and shoulder pain in 70-to 79-year-old men and women: *findings from the Health, Aging and Body Composition Study. The Spine Journal*, 3(6), 435-441.
- Wewers, M. E., & Lowe, N. K.(1990). A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in nursing & health*, 13(4), 227-236.
- Wilder, R. P., & Brennan, D. K.(1993). Physiological responses to deep water running in athletes. *Sports medicine* (Auckland, NZ), 16(6), 374.
- Wilk, K. E., Reinold, M. M., & Hooks, T. R.(2003). Recent advances in the rehabilitation of isolated and combined anterior cruciate ligament injuries. *Orthopedic Clinics of North America*, 34(1), 107-137.

Abstract

The Effect of Aqua Walking on Joint Range of Motion, Muscular Strength and Pain for Patients with Limited Joint Range of Motion

Yang, Soon-sil

Department of Physical Education, Graduate School,
Jeju National University, Korea

Supervised by Professor Kim, Young-pyo

The purpose of this study is to identify the effects of aqua walking on the joint range of motion, muscular strength and pain by involving patients having limited knee joint range of motion from surgery, joint fixation, etc., in an aquatic exercise program. Among patients with limited joint range of motion, 10 subjects were chosen. 5 of the 10 subjects completed a walking exercise on the ground (control group) after receiving continuous passive motion (CPM) therapy on the ground, and the other 5 subjects completed an aqua walking exercise (exercise group) after receiving CPM therapy. The acquired data was processed by PASW ver. 18.0 to compute the averages and standard deviations in the measurement categories of each group. The repeated measures ANOVA was used to verify the difference between the groups and the duration of the program. A paired t-test was used to verify the significance of the observed difference within the group before and after the program, and an independent t-test was used to verify the significance of the observed difference between

different groups. The significance level was set at $\alpha=.05$ in verifying all hypotheses. The results of this study showed a significant difference in the joint range of flexion motion in comparison to the conditions before the program, and both the control group and the exercise group showed a significant increase after the program. The control group did not show any change in the angle of joint extension after the program while the exercise group showed a significant decrease. Regarding the muscular strength during knee flexion and extension, the control group did not show any change after the program whereas the exercise group showed a significant increase. A significant change in the visual analogue scale (VAS) was shown after the program, and the exercise group showed a significant decrease. Both the control group and the exercise group showed a significant decrease in the circumference around the knees after the program. Overall, the results demonstrate that aqua walking together with therapies on the ground is an effective therapy which provides outstanding effects including increment in the joint range of motion and improvement on muscular strength to patients with limited angle of knee joint, as well as effects including reduction in pain and swelling.