

# 무릎넙다리통증증후군 태권도 선수들의 복합 운동재활이 하지 근기능 및 사이토카인의 효과에 관한 융합적 연구

안환필  
원광대학교

## The Convergence Study on the Effects of Combined Exercise Rehabilitation on Lower limb Muscular function and Cytokines in the Taekwondo players with Patellofemoral Pain Syndrome

Hwan-Pil An  
Wonkwang University

**요약** 본 연구의 목적은 복합 운동재활이 무릎넙다리통증증후군 태권도 선수들의 하지 근기능 및 사이토카인에 미치는 융합적 효과를 규명하는 것이다. 본 연구에서는 무릎넙다리통증증후군 대학 태권도 선수 20명(복합 운동재활 집단 n=10, 통제집단 n=10)을 대상으로 복합 운동재활(수중운동 주 3회, 저항운동 주2회)을 8주 간 실시하였고, 통계적 유의성 검증은 SPSS 18.0 프로그램을 이용하여 혼합 설계로써 반복측정에 의한 이원변량 분석을 실시 하였으며, 모든 유의성 검증은  $\alpha=0.05$  수준으로 설정하였다. 그 결과는 다음과 같다. 복합 운동재활 집단이 각속도 60°/sec의 피크토크(peak torque)는 처치기간이 증가함에 따라 신근( $p<0.001$ )과 굴근( $p<0.01$ ) 모두 유의하게 증가하였다. 복합 운동재활 집단이 각속도 180°/sec의 평균파워(average power)는 처치기간이 증가함에 따라 신근이 유의하게 증가하였다( $p<0.001$ ). 복합 운동재활 집단의 TNF- $\alpha$  변화는 처치기간이 증가함에 따라 유의하게 감소하였다. 따라서, 복합 운동재활 프로그램이 무릎넙다리통증증후군 환자의 하지 근기능과 TNF- $\alpha$ 의 개선에 효과가 있는 것으로 사료된다.

• **주제어** : 태권도, 복합 운동재활, 무릎넙다리통증증후군, 하지 근기능, 인터루킨-6, 중앙괴사인자-알파

**Abstract** The purpose of this study was to determined the converge effects of combined exercise rehabilitation on lower limb muscular function and cytokines in taekwondo player with patellofemoral pain syndrome. In this study, combined exercise rehabilitation(aquatic exercise 3 times a week, resistance exercise 2 times a week) was performed and 20 collegiate taekwondo player with patellofemoral pain syndrome(control group: n=10, combined exercise rehabilitation group: n=10) were participated for 8 weeks. Statistical significance verification was carried out by a two - way ANOVA repeated measures design as a mixture using the SPSS 18.0 program. The statistically significant level was set at 0.05. The results of this study were as following. Peak torque was higher significantly in extensor( $p<0.001$ ) and flexor( $p<0.01$ ) at 60°/sec in the combined exercise rehabilitation group than the control group over combined exercise treatment period. Average power was higher significantly in extensor muscles at 180°/sec in the combined exercise rehabilitation group than the control group over combined exercise treatment period( $p<0.01$ ). The variable of TNF- $\alpha$  was higher significantly in the combined exercise rehabilitation group than the control group as over combined exercise treatment period. Therefore, it can be concluded that a combined exercise rehabilitation program is effective in improving the lower limb muscular function and TNF- $\alpha$  in Patellofemoral Pain Syndrome patient.

• **Key Words** : Taekwondo, Combined Exercise Rehabilitatio, Patellofemoral Pain Syndrome, Lower limb Muscular function, IL-6, TNF- $\alpha$

\*Corresponding Author : 안환필(pil0406@hanmail.net)

Received December 1, 2016

Revised January 10, 2017

Accepted January 20, 2017

Published January 28, 2017

## 1. 서론

현대사회의 스포츠는 과학기술의 발달과 함께 선수들의 경기력 향상을 위한 효율적이고 안전한 트레이닝 방법에 대한 연구가 끊임없이 이루어져 왔다. 이러한 노력은 선수들의 운동수행 능력의 극대화과 함께 과도한 훈련에 따른 운동상해의 위험성도 점차 증가되며, 수행력 저하와 선수생활의 중지와 같은 매우 중대한 상황이 발생하기도 한다[1,2]. 따라서, 선수생활에 치명적인 영향을 줄 수 있는 운동상해에 대한 의학적인 치료뿐만 아니라 효율적인 신체적, 정신적 재활훈련을 실시하여 안전하고 빠른 현장 복귀를 위한 노력이 매우 중요하다고 할 수 있다[3].

태권도는 다른 스포츠 종목과 달리 격투기 종목으로서 상해의 위험이 상대적으로 높고, 많은 태권도 선수들이 훈련과 경기 중 크고 작은 부상을 경험한 적이 있는 것으로 보고되고 있다[3]. 또한 과사용으로 인한 운동상해 이후, 회복이 불완전한 상태로 운동을 재개함으로써 완전 회복을 기대하는 것이 현실적으로 많은 어려움을 겪고 있다[4].

태권도는 종목 특성상 하지 부위의 과사용으로 인한 상해 빈도가 매우 높고, 다양한 발차기와 전술훈련을 위한 동작으로 인해 무릎 관절과 주변 근육의 잦은 손상에 의한 무릎관절의 통증을 호소하는 사례가 매우 빈번하게 나타난다. 과사용으로 인한 무릎관절의 통증은 근육의 불균형을 가장 큰 원인으로 지목하고 있으며[5,6], 이러한 원인에 의한 증상들은 무릎넙다리통증후군(patellofemoral pain syndrome), 슬개대퇴배열 이상(patellofemoral malalignment), 전방연골연화증(chondromalacia patella), 오스굿슬라터병(Osgood schlatter's disease), 추벽증후군(plica syndrome), 슬개건초염(patellar tendonitis) 등 여러 가지의 진단을 가능하게 할 수 있다[7,8,9].

그 중 무릎넙다리통증후군(patellofemoral pain syndrome)이 가장 많은 빈도를 차지하고 있으며, 이러한 무릎넙다리통증후군은 과도한 운동과 연부 조직의 긴장 및 하지의 부정렬, 그리고 근력의 약화, 근육의 유연성 부족 등의 여러 요인들에 의해 슬개대퇴관절 전방에 통증 및 불안정성, 또는 슬개골 후방의 만성 무릎관절 통증 등과 같은 증상을 동반하기도 한다[10,11].

다양한 운동을 통한 근 조직의 손상 및 근육의 통증은 염증을 유발하며[12,13], 이렇게 유발된 체내의 염증은 다양한 형태의 통증과 만성피로로 나타나게 된다[14].

Well, Polkey 등[15]은 근육의 비대와 근조직의 강화는 면역체계와 밀접히 연관이 있으며, 이는 운동을 통한 근기능의 증강이 체내 면역력을 높여주고 인체의 염증 유발 인자의 증감에 영향을 미칠수 있다고 하였다.

사이토카인(Cytokine)은 면역 조절성 수송단백질로 면역세포에 의해 분비되며, 일반적으로 체내의 염증반응에 관여하는 펩타이드이다[16].

이중 Interleukin-6(IL-6)와 TNF(tumor necrosis factor)-a는 대표적인 염증 촉진성 사이토카인으로 체내의 염증반응과 면역체계에 대한 매우 중요한 지표로 보고되고 있다[17,18].

Ostrowski 등[19]은 운동강도, 빈도, 형태에 의해서 IL-6의 농도의 변화가 나타난다고 보고하였고, Kohut 등[20]은 유산소성 운동집단과 근력운동집단의 실험 연구에서 장기간의 운동 지속은 양 집단 모두 운동 형태에 관계없이 TNF-a의 농도가 감소되었다고 보고하였다. 운동이 사이토카인의 증감에 미치는 영향에 대한 연구는 다각적으로 진행되어왔고 근기능 개선에 효과적인 저항성 운동이 IL-6와 TNF-a의 감소에 영향을 미친다는 연구 결과를 보고하고 있다[21,22].

무릎넙다리통증후군의 치료는 수술적 방법이 아닌 물리치료와 재활운동과 같은 보존적 방법을 통한 근력 강화를 우선적인 치료 방법으로 주로 실시하고 있으며[23,24], 근기능 증강을 통하여 무릎관절의 연부조직의 안정성 확보에 따른 통증의 경감과 IL-6와 TNF-a와 같은 염증 인자의 감소도 기대 할 수 있다.

무릎넙다리통증후군 환자들에게는 무릎관절 손상으로 인한 관절 가동범위의 제한 등, 대퇴부위의 근 기능의 저하가 초래되는데, 이를 극복하기 위한 재활운동으로 파워 및 최대근력 강화를 통한 하지의 교정과 통증 감소효과를 기대 할 수 있는 저항운동을 시행해 왔다.

저항운동을 통해 근기능 개선 효과를 기대할 수 있는 재활운동 방법으로는 능동적 도수저항 운동과[25] 재활치료 분야에서 높은 치료 효과를 인정받고 있는 수중 재활운동 등이 보편적으로 시행되고 있다.

Devita 등[26]은 무릎 통증, 장경근막증후군, 요통이 있는 환자들의 초기 근력 평가와 재활을 위해 도수 근력 평가를 사용한다고 하였고, 능동 저항운동은 재활의 초기 단계에서 근력과 근지구력의 회복이나 증진을 위해 이루어지는 아주 효과적인 운동 방법으로 활용되고 있다[27,28].

수중 재활운동은 무릎관절 통증 환자들이 지상에서 체중 부하 운동시 무릎관절의 압박에 의한 지속적인 통증 발생으로 효과적인 재활을 이뤄지기 어려울때 수중운동을 통한 재활치료의 효과를 기대할 수 있다[29].

능동적 수중 운동의 효과는 근육의 유연성을 증가시키고 유지하는데 도움을 준다. 또한 근육을 이완시키며 말초 혈액순환 기능을 증가시키는 것으로 알려져있다[30,31].

수중운동을 통한 근력과 근기능의 개선 효과에 대해서는 여러 선행 연구들[32,33]이 보고하고 있으며, 이는 수중에서 저항 운동시 관절에 지나친 운동 부하를 제한하면서 부력이 관절의 가동범위를 보조하기도 하고 여러 방향의 움직임에 저항을 제공하므로 근력 향상에 긍정적인 효과를 기대할 수 있기 때문이다[34].

최근 무릎관절 손상으로 인한 무릎넙다리통증증후군 재활운동 프로그램이 개발되고 있으며 회복력 평가를 위해 등속성 근력검사가 보편적으로 이루어지고 있다[35,36]. 등속성(isokinetic)근력 기기의 활용은 능동 운동과 관절 가동범위(ROM; range of movement)의 정확한 설정이 가능하며 최고의 부하를 줄 수 있으므로 객관적 정량화가 가능하다는 장점을 가지고 있다[37].

안환필[38]은 무릎넙다리통증을 호소하는 태권도 선수들을 대상으로 능동적 도수저항운동으로 이루어진 운동재활 프로그램을 적용하여 GH와 IGF-1의 증가와 일부 근기능의 개선에는 효과가 있는 것으로 보고하였으나, 근지구력의 향상에는 영향을 미치지 못하는 것으로 보고하였다.

따라서 본 연구는 무릎넙다리통증증후군 태권도 선수들에게 수중 재활운동과 능동적 도수저항 운동을 병합한 복합 운동재활 프로그램을 8주간 적용한 후, 하지 근기능과 사이토카인의 변화를 관찰함으로써 무릎관절 통증과 기능에 미치는 효과를 규명하고 신뢰성 있는 운동재활 프로그램 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

## 2. 연구방법

### 2.1 연구대상

본 연구의 대상자는 J도에 소재한 4개 대학에 재학중인 남자 태권도 선수로, 본 연구의 목적과 절차에 대하여 상세히 설명하고 자발적 참여를 밝힌 운동 경력이 5년 이상이며 J시 소재 D 재활병원에서 무릎넙다리통증증후군 진단을 받은 24명을 표집하였다. G\*power 3.0 프로그램을 이용하여 최소 연구대상자 인원을 확인한 결과, 선정된 대상자 수에 의해 결과의 타당성이 확보된 것으로 확인되었다(효과크기:72,  $p < .05$ , 통계적 검증력:95). 실험 대상자 중 설문조사와 의학 검사를 통하여 특이한 질병을 갖고 있거나 6개월 이전부터 재활치료 및 수술치료를 받았던 2명은 제외시켰다. 최종 선정된 22명 중 통제집단 11명, 수중 재활운동과 도수 저항운동이 병합된 복합 운동재활 집단 11명으로 무선배정 하였다.

연구기간 중 복합 운동재활 집단과 통제집단에서 불성실 실험 대상자 각 1명씩, 2명을 제외한 20명이 실험을 끝마쳤으며, 이들 연구 대상자의 신체적인 특징은 <Table 1>과 같다.

### 2.2 실험절차 및 이학 검사

본 연구 대상자를 선정하기 위해 전문의의 진찰 및 문진 후, X-ray와 이학적 검사를 실시하여 무릎넙다리통증증후군 진단을 하였다. 진단을 받은 대상자는 장경인대의 긴장성 검사를 위한 무릎관절의 가동범위를 확인하고, 연부조직의 불안정성 검사를 위해 국소 축진을 통해 발통점을 확인하였다. Nijs 등[39]이 제시한 무릎넙다리통증증후군의 진단방법으로 신뢰성 있는 임상평가를 제시하고 있는 원심성 스텝 테스트(Eccentric step test)와 클라크 테스트(Clark's test)를 실시한 후, 두 가지 검사 중 한 가지 이상 양성인 경우 무릎넙다리통증증후군으로 판정하였다.

<Table 1> Physical characteristics of subject

Group	Age (yrs)	Height (cm)	Weight (kg)	training period (yrs)	Medical history (M)
C.E.R.G (n=10)	20.9±1.10	177.5±7.52	78.8±11.81	8.1±1.74	10.8±3.11
C.G (n=10)	21.1±1.37	176.7±6.52	75.8±7.16	8.0±1.83	10.3±2.62

Mean±SD. M: month. C·E·R·G; combined exercise rehabilitation group. C·G; control group.

2.2.1 클라크 테스트(Clark's test)

이 검사는 Nijs 등[39]을 통하여 실시된 무릎넙다리통증증후군의 임상검사로 무릎넙다리통증증후군 환자 48.4%에서 양성 반응이 나타나는 것으로 신뢰성이 입증된 검사방법 중 하나이다.

피험자를 양와위 자세로 반듯이 눕게한다. 피험자의 슬개골을 아래쪽으로 밀면서 대퇴사두근을 강하게 수축하라고 지시를 내린다. 이 동작을 수행시 압박 강도에 변화를 주거나 건축과 비교해서 통증의 발현 유무를 확인하였다. 피험자가 통증을 느끼면 양성으로 판정하였다.

2.2.2 원심성 스텝 테스트(Eccentric step test)

원심성 스텝 검사는 무릎넙다리통증증후군 환자들은 근육의 약화와 단축으로 인해 원심성 근육 조절 기능을 검사하는 방법으로 먼저 피험자는 맨발로 15cm 높이의 보드 위에 바르게 선 상태에서 지시에 따라 한쪽 다리를 바닥에 천천히 내려놓는 동작을 수행한다. 반대쪽 다리도 같은 방법으로 반복해서 시행하고, 이 동작의 수행시 무릎관절에 통증을 느끼면 양성으로 판정하였다.

2.3 복합 운동재활 프로그램

복합 운동재활 프로그램을 수행함에 있어서 총 8주간에 걸쳐 수중운동 주 3회(월요일, 수요일, 금요일), 저항운동 주2회(화요일, 목요일)씩, 총 주 5회 교차로 병행 실시하였다.

2.3.1 수중운동 프로그램

수중운동 프로그램은 수중 운동치료 프로그램[30]을

보완하여, 하지 중심의 능동적 수중 저항운동으로 구성하였다. 수영장 실내온도는 28~30°C, 습도 60~70%, 수심 1.1~1.4m, 수중 수압은 1기압에 해당되며 수온은 28~30°C를 유지하였다. 수중 운동은 준비운동(warm up) 10분, 수중 재활운동(aquatic rehabilitation exercise) 30분, 정리운동(cool-down) 10분 실시하였다. 운동강도는 Borg[40]의 운동자각도(RPE: Rating of Perceived Exertion)를 적용하여 중강도 수준으로 하였다. 1~4주는 RPE 지수 12~14 수준으로 15회 2세트 실시하고, 5~8주는 RPE 지수 15이상의 수준을 유지하며 20회 2세트 주 3회 실시하였으며 구체적인 프로그램은<Table 2>과 같다.

2.3.2 저항운동 프로그램

저항운동 프로그램은 능동적 도수 저항운동으로 구성된, 안환필[38]의 운동재활 프로그램을 적용하였다. 저항운동 프로그램은 준비운동(warm up) 10분, 능동적 도수 저항운동(manual resistance exercise) 30분, 정리운동(cool-down) 10분 실시하였다. 저항운동 프로그램의 운동강도는 Daniels & Worthingham[41]의 MT(muscle testing)에 의해 6단계(Normal, Good, Fair, Poor, Trace, Zero)로 적용하였고, 4단계 Good 이상의 중강도 수준으로 실시하였다.

무릎넙다리통증증후군의 대퇴사두근 강화와 슬굴곡근과 아킬레스건의 유연성 및 불안정성 회복을 위해, 모든 프로그램에 1~4주에는 정상근육의 75% 수준의 Good-(4+) 강도로 도수 저항운동을 20회 2세트로 실시하였으며, 5~8주에는 도수저항을 Good+(4++) 이상의 강도로 25회 2세트로 주 2회 실시하였다. 능동적 도수 저항

<Table 2> The aquatic exercise program

items	contents				time (min)
	1~4weeks		5~8weeks		
	score	sets and repetition	score	sets and repetition	
warm up	Stretching & Walking				10
Aquatic rehabilitation exercise	1	Squat & One leg squat (p; standing.)		2×15	2×20
	2	Ankel panter flexion (p; standing.)		2×15	2×20
	3	One leg extention (p; standing.)		2×15	2×20
	4	Leg extention (p; short sitting)		2×15	2×20
	5	One leg abduction (p; standing.)	RPE	2×15	2×20
	6	One leg adduction (p; standing.)		2×15	2×20
	7	One leg external rotation (p; standing.)	12~14	2×15	15+
	8	One leg lateral rotationan (p; standing.)		2×15	2×20
	9	Abduction (p; short sitting)		2×15	2×20
	10	Adduction (p; short sitting)		2×15	2×20
cool-down	Stretching & Walking				10

p; position

<Table 3> The resistance exercise program, [38].

items	contents				time (min)		
	1 ~ 4weeks		5~8 weeks				
	score	sets and repetition	score	sets and repetition			
warm up	Stretching				10		
manual resistance exercise	1	hip flexion (p; short sitting)	good-(4+)	2×20	good+(4++)	2×25	30
	2	hip abduction (p; sidelying )	good-(4+)	2×20	normal	2×25	
	3	hip extention (p; prone)	good-(4+)	2×20	normal	2×25	
	4	hip adduction (p; sidelying )	good-(4+)	2×20	good+(4++)	2×25	
	5	hip lateral rotation (p; short sitting)	good-(4+)	2×20	normal	2×25	
	6	knee flextion (p; prone)	good-(4+)	2×20	good+(4++)	2×25	
	7	knee extentiion (p; short sitting)	good-(4+)	2×20	good+(4++)	2×25	
	8	ankle plantar flexion (p; standing.)	good-(4+)	2×20	good+(4++)	2×25	
cool-down	Stretching				10		

p: position

운동의 구체적인 프로그램은<Table 3>과 같다.

### 2.4 하지 근기능 측정방법

하지 근기능의 측정은 Biodex3(Biodex System 3 PRO, USA)를 사용하여 대퇴부위 무릎관절(Knee joint)의 신근과 굴근의 근력을 측정하였으며 세부사항은 다음과 같다. 근력(muscle strength)의 측정은 각속도 60°/sec에서 3회 반복 수행 후 그 최고치를 측정하였다. 근과위(muscle strength)의 측정은 각속도 180°/sec에서 5회 실시 후 그 중 최고치를 측정하였다.

근지구력(muscle endurance)의 측정은 각속도 240°/sec에서 25회 반복 수행으로 총일량을 측정하였다. 각 세트 사이에 30초의 휴식을 취하도록 하였으며, 피험자들이 각근력 측정시 최상의 근력발휘가 이뤄질 수 있도록 2회의 반복 수행 실시 후 5분간의 휴식을 갖고 다음 측정을 하였다.

측정시 효율적인 근력 발휘가 될 수 있도록 회전축은 대상자의 무릎 관절축과 일치하도록 조정하였으며, 반복 운동 시 대퇴부 외에 신체 다른 부위의 힘이 작용하지 못하도록 중력제거를 위해 가슴, 복부 및 대퇴부위를 조정띠(strap)를 이용하여 고정시켰다.

측정 과정은 모니터를 통하여 자신의 결과를 확인할 수 있게 해서 피험자에게 피드백이 되도록 하고 실제 측정시 모든 피험자가 최대 수행능력을 발휘할 수 있도록 실험자가 옆에서 큰 소리로 독려하며 최대운동을 유도하였다.

### 2.5 사이토카인의 측정 및 분석

본 실험의 혈청 사이토카인의 측정을 위해 처치 전, 처

치 8주 후에 12시간 공복 상태를 유지하도록 하여 실시하였다. 측정 당일 오전 9시에 D 재활병원 임상 병리실에 도착 후 30분간 안정을 취한 상태에서 피험자들의 전완 정맥에서 10ml의 정맥혈을 채혈하였다. 채취한 정맥혈은 원심분리기(Han Sin Medical Co, Inchun Korea)를 이용하여 2500rpm으로 5분간 operating 하였다. 분리된 혈청은 -100°C로 냉동 보관 후, E 의학연구소에 분석을 의뢰하였다. TNF-α와 IL-6의 분석은 R&D system (Minneapolis, Minnesota, USA)을 이용하여 효소면역 분석법(ELISA)으로 분석하였다.

### 2.6 자료처리

본 연구의 통계처리는 SPSS win(version 18.0) 통계 프로그램을 이용하였다. 평균과 표준편차를 산출하였으며, 사전 및 사후의 Delta score를 산출 하여 표기하였다. 관찰된 종속변인은 처치유무(2수준) × 처치기간(2수준)의 혼합설계로 반복측정에 의한 이원분산분석(two-way ANOVA with repeated measures)을 실시하였다. 처치기간 간, 집단 간 유의한 상호 작용이 나타날 경우 각각 Delta score에 의한 독립(independent) t 검증 및 상관(paired) t검증을 실시하였다. 모든 통계치의 유의수준은 α = .05로 설정하였다.

## 3. 결과

### 3.1 하지 근기능의 변화

#### 3.1.1 각속도 60° /sec의 근기능의 변화

8주간의 복합 운동재활 프로그램 처치에 따른 각속도 60°/sec에서의 변화는<Table 4>에 제시한 바와 같다.

(Table 4) Change of the muscle isokinetic exercise at 60° /sec according to the treatment of combined exercise rehabilitation

Variable	Group	Pre 0week(a)	Post 8weeks(b)	contrast	Delta score	F
60°/sec Extension (N/m)	C.E.R.G	179.1±13.37	192.9±16.11 <sup>†</sup>	a<b	13.8	G .287
	C.G.	173.7±17.63	174.5±16.23	a<b	.8	T 35.97 <sup>***</sup> G×T 29.00 <sup>***</sup>
60°/sec Flexion (N/m)	C.E.R.G	98.0±15.42	107.7±13.7 <sup>†</sup>	a<b	9.7	G .36
	C.G.	98.7±14.18	99.5±13.62	a>b	.8	T 17.39 <sup>**</sup> G×T 12.29 <sup>**</sup>

C.E.R.G ; Combined exercise rehabilitation group, C.G ; Control group.

Value are M±SD, <sup>†</sup>;paired t, <sup>\*\*</sup>p<.01, <sup>\*\*\*</sup>p<.001.

T ; Within subjects was significantly difference <sup>\*\*</sup>p<.01, <sup>\*\*\*</sup>p<.001.

G×T ; Significantly difference interaction effect between group and treatment duration in 2-way ANOVA with repeated <sup>\*\*</sup>p<.01, <sup>\*\*\*</sup>p<.001.

(Table 5) Change of the muscle isokinetic exercise at 180° /sec according to the treatment of combined exercise rehabilitation

Variabie	Group	Pre 0week(a)	Post 8weeks(b)	contrast	Delta score	F
180°/sec Extension (N/m)	C.E.R.G	259.4±16.09	270.0±16.07 <sup>†</sup>	a<b	10.6	G .72
	C.G.	257.6±17.43	258.8±20.04	a<b	1.2	T 11.46 <sup>**</sup> G×T 7.36 <sup>*</sup>
180°/sec Flexion (N/m)	C.E.R.G	116.6±10.13	121.7±6.96 <sup>†</sup>	a<b	5.1	G .821
	C.G.	137.8±21.42	137.3±16.15	a>b	-5	T 2.30 G×T 3.54

C.E.R.G ; Combined exercise rehabilitation group, C.G ; Control group.

Value are M±SD, <sup>†</sup>:Independent t <sup>\*</sup>p<.05, <sup>†</sup>;paired t <sup>\*\*</sup>p<.01.

T ; Within subjects was significantly difference <sup>\*\*</sup>p<.01.

G×T ; Significantly difference interaction effect between group and treatment duration in 2-way ANOVA with repeated <sup>\*</sup>p<.05.

각속도 60°/sec 조건에서 신전근 최대근력 변화는 처치경과기간(p <.001) 및 집단과 처치경과기간의 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p <.001).

복합 운동재활 집단의 상관(paired) t 검증 결과 처치 전 179.1±13.37N/m에서 8주 후 192.9±16.11N/m으로 약 13.8N/m 증가하였고 통계적으로 유의한 차가 나타났다(p <.001). 각속도 60°/sec 조건에서 굴곡근 최대근력 변화는 처치경과기간(p <.01) 및 집단과 처치경과기간의 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p <.01).

복합 운동재활 집단의 상관(paired) t 검증 결과 처치 전 98.0±15.42N/m에서 8주 후 107.7±13.7N/m으로 약 9.7N/m 증가하였고 통계적으로 유의한 차가 나타났다(p <.01).

### 3.1.2 각속도 180° /sec의 근기능의 변화

8주간의 복합 운동재활 프로그램 처치에 따른 각속도 180°/sec에서의 변화는<Table 5>에 제시한 바와 같다.

각속도 180°/sec 조건에서 신전근 평균과위의 변화는 처치경과기간(p <.01) 및 집단과 처치경과기간의 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p <.05).

복합 운동재활 집단의 상관(paired) t 검증 결과 처치 전 259.4±16.09N/m에서 8주 후 270.0±16.07N/m으로 약 10.6N/m 증가하였고 통계적으로 유의한 차가 나타났다(p <.01). 각속도 180°/sec 조건에서 굴곡근은 처치 8주 경과 후 집단 간 효과에서 독립(Independent) t 검증 결과 복합 운동재활 집단이 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p <.05).

### 3.1.3 각속도 240° /sec의 근기능의 변화

8주간의 복합 운동재활 프로그램 처치에 따른 각속도 240°/sec에서의 변화는<Table 6>에 제시한 바와 같다. 각속도 240°/sec 조건에서 신전근과 굴곡근은 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## 3.2 사이토카인의 변화

8주간의 복합 운동재활 프로그램 처치에 따른 사이토카인의 변화는 <Table 7>에 제시한 바와 같다.

TNF-a의 농도 변화는 피험자간(p <.001), 처치경과기간(p <.01) 및 집단과 처치경과기간의 상호작용효과에서 통계적으로 유의한 차이가 나타났다(p <.001).

<Table 6> Change of the muscle isokinetic exercise at 240° /sec according to the treatment of combined exercise rehabilitation

Variabile	Group	Pre 0week(a)	Post 8weeks(b)	contrast	Delta score	F
240°/sec Extension (N/m)	C.E.R.G	97.9±15.32	96.0±18.09	a>b	-1.90	G .19 T 2.68
	C.G	102.4±18.57	98.0±14.59	a>b	-4.4	G×T .46
240°/sec Flexion (N/m)	C.E.R.G	61.6±11.42	64.7±10.53	a<b	3.1	G .29 T .47
	C.G.	61.6±11.42	63.1±11.18	a<b	1.5	G×T 2.47

C.E.R.G ; Combined exercise rehabilitation group, C.G ; Control group.  
Value are M±SD

<Table 7> Change of cytokine according to the treatment of combined exercise rehabilitation

Variabile	Group	Pre 0week(a)	Post 8weeks(b)	contrast	Delta score	F
IL-6 (pg/ml)	C.E.R.G	2.51±.75	2.55±.58	a>b	.04	G .47 T .02
	C.G	2.36±.64	2.34±.48	a>b	-.02	G×T .95
TNF-α (ng/ml)	C.E.R.G	6.42±1.17	3.64±1.38* †	a<b	-2.78	G 27.60*** T 14.12**
	C.G.	6.93±1.07	7.12±.89	a<b	0.19	G×T 18.55***

C.E.R.G ; Combined exercise rehabilitation group, C.G ; Control group.  
Value are M±SD, †:Independent t \*\*\*p<.001, \*;paired t \*\*p<.01.

G ; Between subjects was significantly difference \*\*\*p<.001.

T ; Within subjects was significantly difference \*\*p<.01.

G×T ; Significantly difference interaction effect between group and treatment duration in 2-way ANOVA with repeated \*\*\*p<.001.

복합 운동재활 집단의 상관 t 검증 결과 처치 전 6.42±1.17N/m에서 8주 후 3.64±1.38N/m으로 약 -2.78 감소하였고 통계적으로 유의한 차가 나타났다(p <.01). 처치 8주 경과후 집단 간 효과에서는 독립(Independent) t 검증 결과 복합 운동재활 집단이 통제집단 보다 통계적으로 유의한 감소가 나타났다(p <.001).

IL-6의 농도 변화는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

#### 4. 논의

무릎넙다리통증증후군은 무릎관절의 과사용으로 인한 질환 중 하나로 운동재활 영역에서 많은 연구가 이뤄지고 있다. 지금까지의 알려진 무릎넙다리통증증후군의 원인은 고관절 및 대퇴사두근의 약화, 근육의 유연성 부족 및 연부조직의 과긴장 등으로 밝혀져 있으며[10], 지금까지의 재활 프로그램 역시 근기능 개선에 따른 통증 감소 및 무릎관절 안정성 확보에 초점이 맞춰져 있는게 사실이다. 여러 선행 연구들이 유산소 운동과 무산소 운동, 또는 두가지 운동을 병합한 복합 트레이닝을 통한 근기능의 변화와 무릎관절 통증의 개선을 보고해왔다[41,42]. 하지만, 무릎넙다리통증증후군은 질병 특성상 무

릎관절의 과도한 굴곡과 신전, 체중 부하에 의한 무릎관절 가동범위의 제한 등을 동반하므로, 최근의 실험연구에는 자유로운 자세로 근 저항운동이 가능한 능동적 도수 저항운동이나, 수중에서 부력 효과를 통해 무릎관절의 부담을 덜 수 있는 수중 재활운동이 대안으로 제시되고 있는 추세이다[43].

본 연구는 수중 재활운동과 운동재활이 병합된 8주간의 복합 운동재활 프로그램 처치를 통하여 일부 근기능의 개선과 통증 유발 인자인 사이토카인의 변화를 확인할 수 있었다.

등속성 운동은 회전력을 통해 근력 강화를 위한 훈련뿐 아니라 객관성있는 측정치를 제시할 수 있어 근기능의 변화를 비교할 때 널리 이용되고 있다.

Callaghan & Oldham[44]은 무릎넙다리통증증후군 환자의 90°/sec 등속도 각근력의 신전 근력이 22.4% 감소하는 것으로 보고하였고, Thomee 등[45]는 무릎넙다리통증증후군 그룹과 대조군과의 비교시 무릎넙다리통증증후군 그룹의 신전 근력이 17%나 감소 하였으며, 이는 대퇴사두근의 약화가 원인이라 하였다.

일반적으로 등속도 각근력 60°/sec은 근력을 나타내는 지표로서[46], 본 연구에서 8주간의 복합 운동재활의 적용이 각속도 60°/sec의 신전 근력과 굴곡 근력 모두 유의한 증가를 가져왔다. 선행 연구에서 박미희 등[47]은 12

주간의 저항운동 후 환측 부위의 신전 근력 증가를 보고하였고, 여성 축구선수들을 대상으로한 김태수 등[48]은 도수치료가 포함된 8주간의 재활 프로그램 적용 후 각속도 60°/sec 신전 근력에서 유의한 증가를 보고하였다. 이는 저항성 운동이 근기능 개선에 영향을 미친다 할 수 있으며, 특히 김태수 등[48]이 적용한 재활 프로그램은 도수치료가 병합된 재활 프로그램으로 능동적 도수 저항운동이 포함된 본 연구와 같이 여러 제한이 많은 무릎관절 관련 질병의 재활 프로그램으로 효과를 기대할 수 있는 의미있는 결과라 할 수 있다.

수중운동을 통한 신전근의 개선 효과에 대하여 정정옥과 김종호[43]는 무릎관절 환자를 대상으로 한 연구에서 수중운동 집단의 평균일량과 평균과위가 모두 유의한 증가를 보였다고 하였으며, 이는 대퇴사두근에 작용하는 근력이 힘과 효율성을 포함한 신장근의 구심성 수축 기능의 유의한 증가 때문이라 할 수 있다. 본 연구에서도 평균과위를 나타내는 지표인 등속성 각근력 180°/sec의 신전근의 유의한 증가를 확인 할 수 있었으며, 이러한 결과는 수중운동이 근기능 개선에 미치는 영향이 크다는 선행연구[32]와 일치한다. 수중 재활운동은 체중 부하지지에 필요한 힘의 감소를 통하여 근기능 개선은 기대할 수 있으며, 또한 수중 부력 효과로 인하여 운동 수행시 관절에 전달되는 부하를 덜 수 있어서, 이로 인한 중력의 압축힘(compression forces)없이도 무릎관절 및 하지 근력의 강화를 기대 할 수 있다[34]. 물의 저항은 수중 운동재활시 운동 수행 방향의 반대편의 저항을 유발하여 신근과 굴근의 균형있는 발달을 도모할 수 있다[49]. 하지만 본 연구의 등속성 근력 평가에서 근지구력의 지표로 널리 사용되어지는 240°/sec에서의 Total work 측정에서는 근기능의 유의한 개선 효과는 나타나지 않았다. 이러한 결과는 수중운동이 근지구력의 향상에 영향을 미친다는 최중운[33]의 연구와는 상반되는 결과이다.

근지구력의 증가를 위한 개선 요인으로는 수중운동시 스트레칭과 근력향상, 관절 가동범위의 회복, 그리고 정적, 동적 균형능력이 근지구력의 향상에 도움을 줄 수 있다[49].

근지구력은 오랜 시간 저항을 이겨내며 반복된 운동을 수행할 수 있는 근육의 능력을 말한다. 이는 반복된 운동 수행을 제한하는 요소인 피로를 견디는 능력이라 할 수 있다. 무릎뼈다리통증증후군의 질환 특성상 적용되는 운동 프로그램이 과사용으로 인한 재활운동이라는

점을 생각하면 장시간의 무리한 운동수행에 의한 피로 유발은 성공적인 재활을 위해 금기해야 할 사항 중 하나라 할 수 있다. 따라서 근지구력의 향상을 위한 프로그램으로 운동 강도 및 수중 재활운동 처치기간의 세심한 분석이 필요하며 수심의 차이에 따른 물의 저항 및 수압에 대한 단계적 연구가 필요하다 할 수 있다.

최근 운동면역학 분야에서는 과사용으로 인한 피로 및 통증의 발현은 염증성 사이토카인과 밀접한 관련이 있는 것으로 주목하고 있으며, 운동을 통한 근육의 비대 및 근기능의 강화는 인체 내 염증 유발과 관련해서 면역 체계에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다[15]. 현재 무릎뼈다리통증증후군의 만성적인 통증은 반월상 연골의 파열 및 이차적인 인대의 이완 등 류마티스 관절염이나 퇴행성관절염으로 진행되는 사례가 많고[50], 여기에는 다양한 염증 유발 인자 사이토카인이 관련되어 있다. 근본적으로 근기능 개선을 통하여 사이토카인의 변화를 확인하고자 적용한 복합 운동재활 프로그램에서 염증성 사이토카인인 IL-6는 변화를 확인 할 수 없었으며, TNF- $\alpha$ 의 수치는 8주간의 처치 후 유의한 감소를 확인할 수 있었다. 신체활동은 혈관 내 염증의 수치를 변화시키고[51], 규칙적인 운동은 항 염증성 사이토카인인 IL-6와 TNF- $\alpha$ 의 분비를 억제하는 것으로 알려져 있다. 선행연구에서는 면역 및 염증반응이 운동과 관련하여 영향을 미치는 변인으로 운동강도와 운동시간을 제시하고 있다. Pedersen 등[52]은 최대산소섭취량 60% 미만의 운동강도에서 1시간 이하의 운동은 IL-6와 TNF- $\alpha$ 를 증가 시키지 않는다고 하였다. 그러나 장시간 고강도의 운동인 마라톤의 경우는 염증성 사이토카인이 증가한다고 보고하고 있다. Das[53]는 중강도 운동과 고강도 운동을 실시한 결과 중강도 운동은 사이토카인의 증감에 변화를 보이지 않았다. 하지만 고강도 운동에서는 TNF- $\alpha$ 의 증가를 확인하였으며, 이는 고강도의 운동과 TNF- $\alpha$ 의 농도 증가의 밀접한 연관성을 확인 할 수 있는 결과이기도 하다. 운동강도와 관련해서 일회성 중강도의 운동은 염증성 사이토카인의 감소를 통한 면역력의 증가를 기대할 수 있지만, 장시간의 고강도의 운동은 면역기능의 감소를 일으킨다[54,55]. 또한 고강도의 운동 및 부적절한 운동강도에 의해 유발된 산화스트레스는 각종 대사물질과 면역계, 그리고 내부기계에 의한 활성산소의 증가를 촉진하는데[56,57], 이는 고강도의 운동이 체내 면역 체계에 여러 부작용을 유발할 수 있다는 것을 의미한다.



하지만, 양상훈[58]의 선행연구에서는 엘리트 유도 선수들을 대상으로한 고강도의 훈련이 사이토카인 TNF- $\alpha$ 의 감소에 영향을 미치는 것으로, 본 연구와는 상반된 결과를 보고하였다. 하지만, 인는 운동 상해에 따른 재활 프로그램을 적용중인 본 연구 대상자들의 근 수행력과 전문 선수 집단의 고강도 훈련 수준을 일반화하기엔 무리가 있으며, 추후 집단 특성 및 조건을 고려한 프로그램의 적용이 필요할 것으로 생각된다.

사이토카인은 일반적으로 안정시에는 매우 소량의 수준이 검출되는 것으로 알려져 있기 때문에, IL-6와 TNF- $\alpha$  등이 검출되면 이것은 대상자의 만성적 염증 상태와 고강도의 운동이 지속되어 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다[5,59]. 무릎널다리통증증후군 태권도 선수들은 과사용으로 인한 무릎관절의 만성 통증이 염증과는 밀접한 관련이 있으며, 근기능 증강을 통한 염증 지표의 감소와 무릎관절 기능과 통증 개선 효과를 기대할 수 있을 것이다.

이상의 연구 결과는 무릎널다리통증증후군 환자들의 재활 프로그램으로서 수중 재활운동과 능동적 도수 저항 운동을 병합한 복합 운동재활 프로그램이 근본적인 하지 근기능 증강 효과를 통하여 무릎관절 안정성을 회복과 만성 통증을 개선하고, 사이토카인의 감소를 확인한 점에서 생리학적 기초 자료라는데 의의가 있다고 할 수 있다. 하지만, 과학적이고 객관적인 자료를 분석하기 위해서는 세분화된 프로그램들의 조건에 따른 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 무릎널다리통증증후군 대학 태권도 선수들을 대상으로 8주간의 복합 운동재활 프로그램이 하지 근기능과 사이토카인의 변화에 어떠한 영향을 미치는지 측정 한 후, 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 하지 근기능 변인에서 각속도 60°/sec의 신전 근력과 굴곡 근력이 복합 운동재활 집단이 통제집단 보다 운동처치기간이 증가함에 따라 유의하게 증가하였으며, 각속도 180°/sec의 신전 근력은 복합 운동재활 집단이 통제집단 보다 운동처치 기간이 증가함에 따라 유의하게 증가하였다.

둘째, 사이토카인 변인에서 TNF- $\alpha$ 의 농도가 복합 운동재활 집단이 통제집단 보다 운동처치기간이 증가함에

따라 유의하게 감소하였다.

이상의 결과를 종합해 볼 때, 슬개대퇴통증 증후군 태권도 선수들에게 8주간의 복합 운동재활 프로그램이 일부 근기능의 증강과 TNF- $\alpha$ 의 개선에 효과가 있는 것으로 나타났다.

하지만 수중재활과 운동재활 프로그램의 병합 비율, 수중 재활 프로그램의 강도 및 빈도의 조건 등 더 지속적인 후속 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] Gwon-ik Ha", Prevention of Sports Injuries.". The 7th Sports, 1998.
- [2] Hyung-Cheol Kim, Yong-Jin Kim, "A Study on the Exercise Injury of Taekwondo Practitioners. Digital Fusion Composite Research", 11 (4), 415-430, 2013.
- [3] Yong-Chan Cho, Doo-yong Park, Seung-ho Park, "Analysis of physical injuries of male and female Taekwondo athletes by school class." Sport Information Technology Research 1.1, 49-60, 2006.
- [4] Yong-sun Kang, "A survey on the injury of Taekwondo athletes." Unpublished master's thesis. Kunsan National University Graduate School of Education, 2000.
- [5] Hee-Su Kyung, "Sports-related Syndrome Knee", Journal of Korean Orthopedic Sports Medicine, v.7, no.2, 75-83, October 2008.
- [6] Myoung-Su Kim, Sung-Hee Kim, Shin-ho Lee, "Effects of walking exercise for wellness convergence in the digital age - Based on physical activity -", Journal of digital Convergence , Vol. 13, No. 5, pp. 365-374, 2015.
- [7] Ozcakar, L., Kunduracoolu, B., Cetin, A., Ulkar, B., Gune, R, & Hascelikz.(2003). Comprehensive isokinetic knee measurements and tendon valuations in football players for assessing functional performance. British Journal of Sports Medicine, 37(6), 507-510.
- [8] Aminaka, N., & Gribble, P. A.(2005). A systematic Review of the effects of therapeutic taping on patellofemoral pain syndrome. J Athl Train, 40(4), 341-351.

- [9] Davies, A. P., Costa, M. L., Donnell, S. T., Glasgow, M. M., & Shepstone, L.(2000). The sulcus angle and malalignment of the extensor mechanism of the knee. *Br. J. Bone joint Surg.* 82(B), 1162-1166.
- [10] Fredericson, M., Christopher, M., & Powers.(2002). Practical Management of patellofemoral pain. *J. Sports Med.* 12, 36-38.
- [11] Sung-Min Young, Byung-Hoon Lee, Kyung-Ae Oh, & Park Jong, "The effect of carbon surface heating element applied to patients with degenerative arthritis on pain control and improvement of knee function", *Digital fusion research*, 11 (9), 247-254, 2013
- [12]. Halling, J. F., Ringholm, S., Nielsen, M. M., Overby, P., & Piilegaard, H., PGC-1 promotes exercise-induced autophagy in mouse skeletal muscle. *Physiol Rep*, 4(3), 12698, 2006.
- [13] Chan-Kyoung Jung, Jeong-Hown Youn, "The Effect of 12-Weeks Combined Training and Policosanol Supplementation Inflammatory and Maker and Leptin in Obese Women", *Journal of digital Convergence*, Vol. 13, No. 4, pp. 387-393, 2015.
- [14] Kyung-Mo Oh, "Effects of Long - term Treadmill Exercise on Bovine Blood Banking and Biochemical" Ph.D Thesis, Pukyong National University Graduate School, 2010.
- [15] Wells, C. E., Polkey, M. I., & Baker, E. H.(2015). Insulin resistance is associated with skeletal muscle weakness in COPD. *Respirology*, 18.
- [16] Jae-Chul Nah, "Exercise immunology." Seoul: Dae Kyung Books, 112-142, 2002.
- [17] Il-shin Kim, "TNF- $\alpha$  gene polymorphism found in Korean patients with acute periodontitis." *Digital fusion research* 14.1, 321-326, 2016.
- [18] Bolger, A. P., Sharma, R., Von-Haehling, S., Dohner, W., Olver, B., Rauchhaus, M., Coats, A. J., Adcock, I. M., & Anker, S. D. "Effect of interleukin-10 on the production of tumor necrosis factor-alpha by peripheral blood mononuclear cells from patients with chronic heart failure." *Am J Cardiol*, 90(4), 384-389. 2002.
- [19] Ostrowski K1, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK. Pro- and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. *J Physiol.* ( Pt 1):287-91, 1999.
- [20] Kohut ML1, McCann DA, Russell DW, Konopka DN, Cunnick JE, Franke WD, Castillo MC, Reighard AE, Vanderah E. Aerobic exercise, but not flexibility/resistance exercise, reduces serum IL-18, CRP, and IL-6 independent of beta-blockers, BMI, and psychosocial factors in older adults. *Brain Behav Immun.* 20(3):201-209, 2006.
- [21] Degens, H., & Alway, S. E. Control of muscle size during disuse, disease, and aging. *Int J Sports Med*, 27(2), 94-99, 2006.
- [22] Soon-Gi Baek, Young-Sil Min, "Effects of Using Convergence Digital Contents for High-Intensity Interval Exercise on Growth Hormone and Fatigue Elements in Middle Aged Women", *Journal of digital Convergence*, Vol. 13, No. 9, pp. 523-530, 2015.
- [23] Thomee, R., Renstrom, P., Karlsson, J., & Grimby, G. Patellofemoral pain syndrome in young women. a clinical analysis of alignment, common symptoms, and functional activity level, *Scan. J. Med. Sci. Sports.* 5, 237-244, 1995.
- [24] Young-Seok Lee, Chang-Soo Kwak, Chung-Il Lee, Tae-Gyu Kim, "Effects of lower extremity stability by kinesio taping method in elite speed skating athletes' one-leg jumping", *Journal of digital Convergence*, Vol. 13, No. 8, pp. 495-502, 2015.
- [25] Baumgartner, T. A., & Jackson, A. S. Measurement for evaluation in physical education and exercise science. 2nd ed, Dubuque, IA: Wm. c. Brown. 241, 1987.
- [26] DeVita, P. A. U. L., & Stribling, J. A. N. E. T. Lower extremity joint kinetics and energetics during backward running. *Med Sci Sports Exerc*, 23(5), 602-610, 1991.
- [27] Guhiseo, et al., *Exercise Therapy*. University Publishers, 1995.
- [28] Jae-Ung Cho, "Analytical Study on Durability due to the Load of Artificial Knee Joint", *Journal of the Korea Convergence Society*, Vol. 5, No. 2, pp. 7-11, 2014.
- [29] Kyung-Hee Kang, Hae-Chan Park, Sung-Jin

- Yoon. "Effects of aquatic exercise on the cardiopulmonary function and isokinetic function of left knee in a left - Korean Journal of Physical Education and Sports 47.2, 411-420, 2008.
- [30] Rae-jun Park, Nak-su Jung, "Aquatic exercise therapy". University Publishers, 2003.
- [31] Jae-Hoon Lee, "The Effect of Whole Body Vibration Exercise on Lower Extremity Joint in Vertical Jump." Digital fusion research 14.6, 513-518, 2016.
- [32] Yong-Seok Ji, Jae-Jong Chang, Man-gum Kim, "The Effects of 12 Weeks Exercise Program on the Muscular Function, Body Composition and Pain Degree in the Patients with Osteoarthritis" Journal of the Korean Society of Physical Education, Vol 13: 377-392, 2000.
- [33] Jong-Un Choi, "Effects of Aquatic Exercise on Isokinetic Muscle Strength and Electromyographic Response in College Taekwondo Athletes". PhD thesis, Kunsan National University. 2016.
- [34] Heyneman, C. A., & Premo, D. E. (1992). A water walkers' exercise program for the elderly. Public Health Reports, 107(2), 213.
- [35] Costa, R. A., Oliveira L M, Watanabe, S. H, Jones, A., & Natour, J.(2010). Isokinetic assessment of the hip muscles in patients with osteoarthritis of the knee. Clinics, 65(12), 1253-1259.
- [36] Ki-Hyun Kim, Tae-Gyu Kim, "Correlation between Elongated Fencing Athlete's Pant Movement and Knee Extensor Muscle Strength and Angular Velocity." Digital convergence research 12.9, 407-415, 2014.
- [37] Kisner, C., and L. A. Colby. "Resistance exercise." Therapeutic exercise foundations and techniques. 4th ed. Philadelphia: FA Davis, 68-9, 2002.
- [38] Hwan-pil An "Effects of the Exercise Rehabilitation program on GH, IGF-1 and Isokinetic Muscle Function in Taekwondo players with Patellofemoral Pain Syndrome." PhD thesis, Wonkwang National University Graduate School. 2014.
- [39] Nijs, J., Van Geel, C., & Van de Velde, B. Diagnostic value of five clinical tests in patellofemoral pain syndrome. Manual therapy, 11(1), 69-77, 2006.
- [40] Borg, Gunnar A. "Psychophysical bases of perceived exertion." Med sci sports exerc 14.5, 377-381, 1982.
- [41] Daniels & Worthingham, "Muscle Testing" Techniques of Manual Examination and Performance Testing, 2002.
- [42] Kyung-suk Choi, "Effects of combined exercise training on isokinetic muscular function of Taekwondo athlete", Journal of Life Science, Vol. 18, No. 1, 30-37.2008.
- [43] Jeon-guk Jeong, Jong-Ho Kim, "Effects of Aquatic Exercise Program Participation on Static Balance, ROM, Isokinetic Muscle Function and Joint Function Status in Patients with Knee" Journal of Korean Physical Education, 21 (3), 1005-1016(3), 1005-1016, 2012.
- [44] Callaghan, M. J., and J. A. Oldham. "Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome?." British journal of sports medicine 38.3, 295-299, 2004.
- [45] Thomee, R., Renstrom, P., Karlsson, J., & Grimby, G. Patellofemoral pain syndrome in young women. a clinical analysis of alignment, common symptoms, and functional activity level, Scan. J. Med. Sci. Sports. 5, 237-244, 1995.
- [46] Simões, L. A., Dias, J. M., Marinho, K. C., Pinto, C. L., & Britto, R. R. Relationship between functional capacity assessed by walking test and respiratory and lower limb muscle function in community-dwelling elders, Rev. Bras. Fisioter, 14(1), 24-30, 2010.
- [47] Mi-Hee Park, "Effects of 12-Week Resistance Exercise on Patients with Patellofemoral Syndrome". PhD thesis, Kyung Hee University, 2007
- [48] Tae-Soo Kim, Jung-Woong Ji, Hyuk-Choi Joo, "The effect of rehabilitation exercise on knee isokinetic function and functional score of female soccer players with patellofemoral pain syndrome". Journal of the Korean Society of Sports and Physical Education 42, 1117-1126, 2010.
- [49] Tae-Taek Lee, "Aquarobics Leadership Training

Materials." 1999.

- [50] McDANIEL, W. J., & Dameron, T. B. Untreated ruptures of the anterior cruciate ligament. A follow-up study. J Bone Joint Surg Am, 62(5), 696-705, 1980.
- [51] Geffken DF(1), Cushman M, Burke GL, Polak JF, Sakkinen PA, Tracy RP. Association between physical activity and markers of inflammation in a healthy elderly population. Am J Epidemiol. 153, 242- 250, 2001.
- [52] Pedersen, B. K., Steensberg, A., & Schjerling, P. Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. J Physiol, 536(2), 329-337, 2001.
- [53] Das, U. N. (2004). Anti-inflammatory nature of exercise. Nutrition, 20(3), 323.
- [54] Nehlsen-Cannarella, S. L., Fagoaga, O. R., Nieman, D. C., Henson, D. A., Butterworth, D. E., Schmitt, R. L., ... & Davis, J. M. Carbohydrate and the cytokine response to 2.5 h of running. Journal of Applied Physiology, 82(5), 1662-1667, 1997.
- [55] Sang-Hee Cho, Soo-Young Lee. "Effects of Squat Conjugate Movement on Knee Joint Angle on the Muscle Strength of. Journal of the Korea Convergence Society, Vol 7, No.2, pp 43-52, 2016.
- [56] Bounous, G. U. S. T. A. V. O., Sukkar, S., & Molson, J. H. The antioxidant system. Anticancer research, 23(2), 1411-1416, 2003.
- [58] Sang-Hoon Yang, "Effects of pre-season high intensity training on professional fitness, stress response and inflammatory cytokines in judo players." Exercise Science 22.3 ,249-261, 2013.
- [59] Si-Eun Kang, Jae-Hoon Shim, Sung-Dae Choung, "The Convergence Study on the Effects of Three Pelvic Floor Muscle Exercise on Thickness of Pelvic Floor Muscle and Abdominal Muscles", Journal of the Korea Convergence Society, Vol. 6, No. 7, pp. 105-111, 2016.

저자소개

안 환 필(Hwan-Pil An)

[정회원]



- 2010년 2월 : 원광대학교 교육대학원 체육교육학과 (체육교육학 석사)
- 2014년 2월 : 원광대학교 대학원 체육학과 (이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 원광대학교 강사

<관심분야> : 1, 운동생리학 2, 운동재활