

무릎손상 엘리트 배구선수에 관절가동운동이 무릎통증, 등속성 근력, 근긴장도, 근경직 개선에 미치는 효과

왕중산¹, 안호정², 김용연^{2*}

¹호원대학교 물리치료학과, ²동남보건대학교 물리치료과

Effect of joint mobilization on improvement of knee pain, isokinetic strength, muscle tone, muscle stiffness in an elite volleyball player with knee injury

Joong-San Wang¹, Ho-Jung An², Yong-Youn Kim^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Howon University

²Department of Physical Therapy, Dongnam Health University

요 약 본 연구는 무릎손상 엘리트 배구선수에 관절가동운동이 무릎통증, 등속성근력, 근긴장도, 근경직에 미치는 효과를 확인한 사례연구이다. 사례자는 왼쪽 무릎관절에 연골결손과 수술경험이 있고 평소 지속적인 통증과 운동 시 통증을 호소하였다. 연구기간은 2015년 8월 5일부터 12월 24일이며, 왼쪽 무릎관절에 관절가동운동을 1일 1회 15분씩 총 8회 적용하였다. 연구의 측정은 시각적사상척도를 이용하여 무릎통증, 등속성 근력측정장비를 사용하여 넵다리네갈래근과 넵다리뒤근육 동심성 최대회전력, 근긴장도측정장비를 사용하여 손상쪽 넵다리곧은근, 안쪽넓은근, 가쪽넓은근의 근긴장도와 근경직을 중재 전과 중재 후 실시하였다. 연구 결과, 단기간 관절가동운동이 손상 쪽 무릎통증 감소, 양쪽 넵다리네갈래근과 넵다리뒤근육 동심성 최대회전력의 증가, 손상 쪽 넵다리네갈래근의 근경직 증가에 긍정적인 효과가 있었다. 특히 손상 쪽 넵다리네갈래근의 경우 관절가동운동 횟수가 증가할수록 동심성 최대회전력이 크게 증가되어 손상 쪽과 정상 쪽 다리의 동심성 최대회전력의 차이가 크게 감소되었다. 하지만 손상 쪽 넵다리뒤근육/넵다리네갈래근의 근력 비율의 개선에는 효과가 없었다. 본 연구를 통해 엘리트 배구선수에 무릎통증, 등속성 근력, 근경직 개선을 위해 단기간에 관절가동운동이 효과적인 중재방법이 될 수 있지만 적절한 근력비율을 위해 트레이닝을 함께 실시할 필요가 있겠다.

Abstract This case study identified the effects of joint mobilization on knee pain, isokinetic strength, muscle tone, and muscle stiffness in an elite volleyball player with a knee injury. The subject had experienced cartilage defects of the left knee joint and underwent surgery to correct the condition. The patient complained of continuous pain in the left knee joint in daily life in addition to pain during exercise. The study was conducted from August 5 to 12, 2015 and joint mobilization was applied to the left knee joint for 15 minutes once a day for 8 days. Knee pain was measured using a visual analogue scale, and the concentric peak torque of the quadriceps and hamstring muscles was measured using an isokinetic muscular strength measurement device. The muscle tone and stiffness of the rectus femoris muscle, vastus medialis, and vastus lateralis on the injured side were measured using a myotonometer. All the measurements were conducted before and after the intervention. Joint mobilization was effective in reducing knee pain on the injured side, increasing the concentric peak torque of the quadriceps and hamstring muscles on both sides, and increasing the muscle stiffness of the quadriceps muscle on the injured side. Concentric peak torque of the quadriceps muscle on the injured side increased a great deal as the number of joint mobilizations was increased, largely diminishing the difference in concentric peak torque between the normal side and injured side. On the other hand, joint mobilization was ineffective in improving the hamstring to quadriceps strength ratio on the injured side. While this study suggests that joint mobilization can be an effective intervention to improve the knee pain, isokinetic strength, and muscle stiffness of elite volleyball players, it should be performed alongside training for an appropriate strength ratio

Keywords : Isokinetic Strength, Joint Mobilization, Muscle Stiffness, Muscle Tone, Volleyball Player

*Corresponding Author : Yong-Youn Kim(Dongnam Health Univ.)

Tel: +82-10-8724-9783 email: y2kim@hanmail.net

Received April 25, 2016

Accepted July 7, 2016

Revised (1st May 24, 2016, 2nd June 7, 2016)

Published July 31, 2016

1. 서론

무릎손상(Knee injury)은 배구선수들에 가장 빈번히 발생하는 신체부위이다[1]. 점프를 많이 하는 엘리트 운동선수들은 종목의 특성상 다리 근육육들의 속도와 힘을 매우 필요로 한다[2]. 배구선수의 경우 종목의 특성상 많은 양의 점프를 필요로 하며, 이로 인해 40% 이상이 과사용 손상(overuse injuries)으로 무릎통증(knee pain)이 나타난다[1]. 무릎의 안정성은 물렁조직 제한(soft tissue constraints)을 바탕으로 이루어지는데[3] 무릎통증의 발생은 다리근력을 감소시키는 위험요인으로 작용한다[4]. 엘리트 배구선수에게 다리근력은 매우 중요한 요소이기 때문에[2,5] 만성적인 과사용 손상(chronic overuse injury)으로 발생하는 통증은 훈련과 경기력을 감소시키는 부정적 요인이 될 수 있다. 최근 선행연구들에서 운동선수의 무릎관절 재활에 등속성 근력평가(Isokinetic strength evaluation)를 이용한 넙다리뒤근육/넙다리내갈래근의 근력 비율(strength ratio: Hcon/Qcon, HQR)의 균형이 강조되고 있다[6,7]. 만약 운동선수들에게서 HQR이 60% 보다 낮을 경우 다리근력의 불균형으로 무릎손상의 위험이 증가될 수 있는 것으로 제시되고 있다[6].

다리 경직(lower extremity stiffness) 또한 신체 동작 수행 및 손상에 영향을 미치는 요소로[8] 다리 경직의 증가는 속도 및 점프 높이와 연관이 있지만, 너무 강하거나 혹은 너무 낮은 근경직(muscle stiffness)은 반대로 손상을 유발할 수 있으므로[8] 적절한 근경직을 유지할 수 있는 선수관리가 필요하다.

하지만 무릎손상이 있는 배구선수의 재활치료에 있어서 다리 근긴장도(muscle tone) 및 근경직과 함께 무릎통증과 HQR 균형 변화를 함께 확인한 연구가 매우 부족한 실정으로 새로운 연구접근이 필요하겠다.

최근 임상에서 관절통증과 가동성 개선을 위해 사용되고 있는 물리치료 중재방법 중 관절가동운동(joint mobilization)은 신체관절들의 관절가동범위(range of motion, ROM), 통증, 신체적 기능개선에 매우 효과적인 치료방법으로 사용되고 있다[9-11]. 본 연구에서 적용하는 메이틀랜드 관절가동운동 기술(maitland mobilization technique)의 경우 국제적으로 많이 활용되고 있는 정형도수치료(Orthopedic Manual Therapy)로 환자의 통증과 ROM의 정도에 따라 치료등급을 세분화하여 정확한 치료를 적용할 수 있는 장점을 가진다[9].

이에 본 연구는 만성무릎통증으로 무릎수술경험이 있는 20대 남자 엘리트배구선수 1인을 대상으로 단기간 무릎관절 관절가동운동이 무릎통증, 등속성 근력, 근긴장도, 근경직의 변화에 미치는 효과를 확인하여 엘리트 배구선수들의 재활에 필요한 스포츠물리치료 중재방법을 제시하고자 하는 사례연구이다.

2. 연구방법

2.1 연구대상

본 연구는 한국배구연맹에 소속되어 있는 남자 프로 배구선수 중 자기공명영상(magnetic resonance imaging) 촬영을 통해 의료적으로 왼쪽 무릎넙다리관절(patellofemoral joint)과 정강넙다리관절(tibiofemoral joint)의 연골결손(articular cartilage defect)을 진단받은 24세 남성 1인을 대상으로 2015년 9월에 실시된 사례연구이다. 연구대상자는 과거 왼쪽 무릎관절의 지속적인 통증으로 인해 2011년 11월에 외과적으로 왼쪽 무릎관절연골판 수술을 받은 경험이 있다.

현재 연구대상자는 무릎에 지속적인 통증과 함께 운동경기에 지장을 호소하였다. 최근 통증이 더욱 심해졌지만, 약물, 주사와 같은 의료적 중재를 받고 있지 않고 소속 구단에서 스포츠트레이너로부터 재활트레이닝만을 실시하고 있었다. 연구대상자의 주 호소는 평소 지속적인 통증과 운동 시 점프와 러닝 동작에서 통증이 증가되는 양상을 호소하였고, 이학적 검사(physical examination) 시 무릎 펌과 무릎뼈 압박(patella compression)에서 통증이 증가되었다. 연구대상자의 일반적 특성으로 키는 199cm, 체중은 92kg이었다. 본 연구를 실시하기에 앞서 연구대상자에게 연구목적을 충분히 설명하고 동의를 얻어 실시하였으며, 모든 측정과 중재는 연구대상자의 소속구단에서 진행되었다. 모든 중재는 물리치료경력 10년 이상으로 메이틀랜드 Level IIa 이상을 이수한 1인이 실시하였다.

2.2 측정 방법

2.2.1 무릎통증

무릎통증은 시각적 사상척도(visual analogue scale, VAS)를 이용하여 평가하였다[12]. VAS는 10cm 수평선에 통증이 전혀 없는 상태인 0부터 10까지 표기되어 있고 연구대상자가 자가 기입방식으로 자신의 통증정도를

표시하도록 하였다. 이 검사는 측정자간 신뢰도는 0.97이다[12].

2.2.2 등속성 근력

등속성 근력(isokinetic strength)은 HUMAC NORM (CSMI, U.S.A)를 사용하여 손상 쪽과 정상 쪽 다리의 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육 동심성 최대회전력(quadriceps and hamstring muscles concentric peak torque)을 각속도(angular velocity) 60°/sec에서 측정하였다[6,13]. 측정 시 관절압박으로 발생할 수 있는 통증을 최소화하기 위해 손상 쪽과 정상 쪽 다리에 1회씩 실시하였다. 평균값을 데이터로 사용하였다.



Fig. 1. Myoton®PRO

2.2.3 근긴장도와 근경직

넙다리곧은근(rectus femoris muscle, RF), 안쪽넓은근(vastus medialis, VM), 가쪽넓은근(vastus lateralis, VL)은 무릎펴 동작에 관여하는 주요 근육들로[14] 본 연구에서는 이들 근육의 근긴장도와 근경직을 측정하였다.

근긴장도와 근경직은 Myoton®PRO(MyotonAS, Estonia)를 사용하여 연구대상자의 양쪽 RF, VM, VL을 측정하였다[Figure 1].

최근 이 장비는 근골격계 및 신경계 손상환자의 근긴장도와 근경직 측정에 많이 활용되고 있고[15,16], 넙다리네갈래근의 근긴장도, 탄력, 근경직의 측정 시 높은 신뢰성이 있는 장비이다[17]. 측정은 각각의 근육들에 2회 실시하여 평균값을 데이터로 사용하였다.

2.3 중재 방법

중재 방법은 메이틀랜드 정형도수치료의 무릎관절 관절가동운동을 이용하여 2015년 8월 5일부터 12일까지 1일 1회 15분씩 총 8회 실시하였다.

관절가동운동은 바로누운자세에서 무릎관절에 생리

적 복합 동작(physiological combined movements)인 펌/벌림(extension/abduction), 펌/모음(extension/adduction)을 등급 IV(grade IV)로 벽-모서리(wall-coner)에서 흔들기 기술(oscillation technique)과 앞뒤가동운동(aetero-posterior(AP) mobilization)을 적용하였다. 등급 IV로 무릎뼈 당김(distract)과 무릎넙다리돌림(patellofemoral rotation)을 적용하였다[9]. 중재는 30초씩 3세트(set)[11], 각각의 세트 사이 휴식시간은 30초로 실시하였다[18].

2.4 자료분석

본 연구의 중재효과를 확인하기 위해 측정항목들을 연구 전, 관절가동운동 4회 후와 8회 후로 총 3회 측정하여 손상 쪽과 정상 쪽 무릎통증, 등속성 근력, 근긴장도, 근경직의 변화를 비교·분석하였다. 본 연구에서 수집된 모든 자료는 부호화하여 통계처리 프로그램 SPSS ver. 21.0의 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였다.

3. 연구결과

3.1 무릎통증의 변화

사례자의 무릎통증은 연구 전 측정 시 6점에서 8회 관절가동운동을 실시 후 1점으로 감소하였고 관절가동운동 횟수가 증가할수록 무릎통증이 감소되었다[Table 1].

3.2 등속성 근력의 변화

관절가동운동을 실시 후 사례자의 넙다리네갈래근과 넙다리뒤근육의 동심성 최대회전력은 손상 쪽과 정상 쪽 다리 모두에서 증가되었다.

특히 손상 쪽 넙다리네갈래근의 경우 관절가동운동 횟수가 증가할수록 동심성 최대회전력이 크게 증가되어 손상 쪽과 정상 쪽 다리의 동심성 최대회전력의 차이가 크게 감소되는 특징을 보였다. 하지만 HQR에서 정상 쪽은 66~69% 사이의 일정한 비율을 보인 것과는 대조적으로 손상 쪽의 경우 연구전 88%, 4회 관절가동운동 후 101%, 8회 관절가동운동 후 81%로 매우 불규칙한 양상을 보였다[Table 2].

Table 1. Change of knee pain

Variable	Pre	4	8
Visual analog scale(score)	6	3	1

Table 2. Change of isokinetic strength

Variable			Pre	4	8
Quadriceps Peak torque	Injury side(60°/sec)		134	170	195
	Normal side(60°/sec)		209	254	231
	Deficit(%)		36	33	15
Hamstring Peak torque	Injury side(60°/sec)		118	171	157
	Normal side(60°/sec)		138	175	153
	Deficit(%)		15	2	-3
HQR	Injury side(%)		88	101	81
	Normal side(%)		66	69	66

HQR: quadriceps and hamstring muscles concentric peak torque at 60°

Table 3. Change of muscle tone and muscle stiffness

Variable			Pre	4	8
Rectus femoris muscle	Muscle tone (Hz)	Injury side	16.20±.00	16.50±.42	17.10±.00
		Normal side	16.80±.00	16.90±.14	17.05±.35
	Stiffness (N/m)	Injury side	305.00±.00	323.50±9.19	328.50±6.36
		Normal side	331.00±8.48	332.00±7.07	337.50±9.19
Vastus lateralis muscle	Muscle tone (Hz)	Injury side	15.05±.07	15.50±.84	14.85±.63
		Normal side	15.30±.42	15.50±.42	15.20±.56
	Stiffness (N/m)	Injury side	271.50±12.02	305.00±24.04	302.50±12.02
		Normal side	278.00±1.41	300.00±8.48	304.00±19.79
Vastus medialis muscles	Muscle tone (Hz)	Injury side	13.15±.21	14.80±.14	14.45±.21
		Normal side	15.35±.07	15.55±.07	14.50±.42
	Stiffness (N/m)	Injury side	221.50±10.60	290.00±2.82	287.50±0.70
		Normal side	293.00±4.24	301.50±6.36	296.50±3.53

Mean ± SD

3.3 근긴장도와 근경직의 변화

관절가동운동을 실시 후 사례자의 RF는 정상 쪽과 손상 쪽 근긴장도와 근경직이 모두 증가하였고, VL은 정상 쪽과 손상 쪽 모두 근긴장도가 감소한 반면 근경직은 증가되었으며, VM은 손상 쪽 근긴장도와 근경직이 증가된 모습을 보였다[Table 3].

4. 논의

무릎의 생체역학적 기능은 다리의 다른 관절들과 함께 상호작용을 통해 동작을 수행하기 때문에 다른 관절들에 대해 독립적 움직임이 일어나기 어려운 특징을 가진다[3]. 배구선수의 경우 무릎통증은 만성적인 과사용 손상과 연관이 있지만[1] 훈련과 경기를 중단할 수 없기 때문에 적절한 중재를 통한 지속적인 신체관리가 무엇보다

다 중요하다. 이에 본 연구는 무릎손상 엘리트 배구선수 1인을 대상으로 무릎관절 가동운동이 무릎통증, 등속성 근력, 근긴장도와 근경직 개선에 미치는 효과를 확인하기 위해 실시된 사례연구이다.

본 연구에서 연구대상자의 무릎통증은 연구전과 비교하여 관절가동운동 후 VAS가 6점에서 1점으로 감소하여 통증개선에 매우 긍정적인 변화가 있었다. 무릎은 신체활동 중 압박힘(compression forces)이 증가되는데[3] 과도한 압박력의 증가는 무릎관절장애(knee joint disorder)의 원인이 될 수 있다. 본 연구는 통증개선을 위한 관절가동운동의 요소로 무릎뼈 당김의 적용이 무릎관절 압박힘을 감소시켜 통증개선에 효과가 있었을 것이다.

Moss 등[10]은 퇴행성무릎관절 통증환자의 앞뒤가동운동이 통증감소에 효과가 있었다고 하여 본 연구의 결과를 지지한다. 특히 본 연구에서는 특이적으로 무릎관절의 벽-모서리에서 흔들 기술을 포함한 관절가동운동

[9]을 적용한 점이 무릎관절 내 관절수용기(joint receptor)를 보다 효과적으로 자극하여 엘리트 배구선수의 무릎통증 감소에 긍정적인 효과를 보인 것으로 생각된다.

배구선수의 경우 선수수준에 따라서 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력이 다르며, 수준이 높을수록 이 근육들에 동심성 최대회전력이 더 높은 특징을 보인다[19]. 배구선수들의 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력을 확인한 선행연구들에서 Bamaç 등[20]은 엘리트 배구선수의 60°/sec에서 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력은 247.3±6이고, 넵다리뒤근육 동심성 최대회전력은 127.4±4, HQR은 46±41%라고 보고하였다. Hadzic 등[19]은 국제수준 배구선수들의 60°/sec에서 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력이 왼쪽 232.3±50.2, 오른쪽 246.5±68.5이고, 넵다리뒤근육 동심성 최대회전력은 왼쪽 146.0±20.8, 오른쪽 158.8±32.2이며, HQR의 경우 왼쪽 0.64±0.07, 오른쪽 0.66±0.10을 보인다고 제시하였다.

본 연구에서 연구 전 손상 쪽의 동심성 최대회전력의 경우 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근 모두 선행연구들[19,20]의 결과보다 낮은 수준이었다. 특히 넵다리네갈래근의 동심성 최대회전력의 경우 정상 쪽과 손상 쪽의 차이가 36%로 매우 큰 차이를 보였다. HQR의 경우 정상 쪽이 66%인 것과 비교하여 손상 쪽에서 88%로 나타난 것은 손상 쪽 무릎통증으로 펌근력(knee extension strength)을 충분히 사용하지 못하여 HQR에 불균형이 초래된 것을 확인할 수 있었다.

하지만 무릎관절에 관절가동운동을 4회 적용 후 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력이 가장 크게 증가하였고, 8회 적용 후 정상 쪽과 손상 쪽 넵다리네갈래근의 동심성 최대회전력의 차이가 15%로 크게 개선되어 관절가동운동을 지속적으로 받을 경우 근력 개선에 도움이 될 수 있음을 알 수 있었다. 이러한 결과는 통증강도와 근력감소는 양의 상관관계가 있기 때문에[4] 연구 전 사례자의 무릎통증으로 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근에 동심성 최대회전력이 낮았지만, 관절가동운동을 통한 무릎통증 개선이 등속성 근력 증가에 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석할 수 있겠다.

하지만 HQR의 경우 정상 쪽은 66~69% 사이로 일정한 비율을 보인 것과는 달리 손상 쪽에서는 연구 전 88%, 관절가동운동을 4회 적용 후 101%, 관절가동운동

을 8회 적용 후 81%로 나타나 선행연구들[19,20]과 비교하여 높은 비율을 계속해서 보였다. 이러한 결과는 무릎통증 개선과 함께 넵다리뒤근육과 넵다리네갈래근 동심성 최대회전력이 증가되었지만 정상 쪽과 비교하여 부족한 넵다리네갈래근의 동심성 최대회전력이 HQR 개선에 도움이 되지 않음을 의미하는 결과이다.

따라서 엘리트 배구선수의 관리를 위한 중재방법으로써 무릎통증 개선을 위한 관절가동운동과 함께 근력 불균형을 개선시키기 위한 트레이닝을 함께 적용되는 것이 선수관리에 보다 좋은 결과를 가져올 수 있을 것이다.

메타분석의 연구[21]에서도 다양한 무릎관절의 치료 방법들에서 근력운동 또는 운동치료와 관절가동운동을 결합하여 실시하는 것이 통증개선에 보다 효과적인 것으로 보고되고 있다. 선행연구의 결과는 엘리트 배구선수의 경우 소속 팀 트레이너와 물리치료사들의 팀 접근(team approach)으로써 융복합 치료(combined therapy)의 중요성이 강조되는 부분이라고 할 수 있다.

또한 본 연구에서는 사례자의 양쪽 RF, VM, VL의 근긴장도와 근경직의 변화를 확인하였다.

연구 전 측정 시 손상 쪽 RF, VM, VL의 근긴장도와 근경직이 정상 쪽과 비교하여 낮은 특징을 보였다. 관절가동운동 후 RF는 정상 쪽과 손상 쪽 모두에서 근긴장도와 근경직은 증가하였고, VL과 VM의 근경직은 증가되었다.

이러한 결과는 손상 쪽 무릎에 관절가동운동이 손상 쪽과 정상 쪽 모두의 근긴장도와 근경직의 변화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 의미하는 결과로 해석할 수 있겠다.

앞에서 언급한 바와 같이 너무 낮거나 높은 근경직은 신체손상으로 작용할 수 있다[8]. 하지만 본 연구에서 손상 쪽 근육들에 증가된 근경직은 무릎 재손상의 위험을 감소시키고 경기력을 향상시키는데 도움이 될 것으로 기대한다.

선행연구에서 Wang 등[13]은 남녀 운동선수의 이완 상태에서 VL 근경직은 남성 364.4±52.0N/m, 여성 270.3±33.3N/m이라고 제시하여 본 연구의 사례자의 무릎통증 관리와 함께 꾸준한 근력운동을 함께 실시하여 양쪽다리에 균형있는 근경직의 증가가 필요하겠다. 현재 근긴장도와 근경직과 관련된 선행연구가 매우 부족하여 보다 다양한 비교에 제한이 있지만 본 연구결과를 선수관리를 위한 새로운 기초자료로 활용이 가능할 것이다.

본 연구에서 사용한 근긴장도와 근경직의 측정은 신체 부정렬(malalignment)[15]과 신경손상[16] 시 근긴장도와 근경직을 짧은 시간에 간편하게 측정할 수 있는 장점이 있으므로 지속적인 연구를 통해 배구선수의 다양한 신체부위의 근긴장도와 근경직을 분석한다면 보다 간편한 방법 선수관리의 방법이 될 수 있을 것으로 제안한다.

유사 연구들에서도 무릎넙다리 통증증후군(patellofemoral pain syndrome)이 있을 경우 VM과 VL의 근활성도(muscle activity)가 감소하는 것으로 알려져 있다 [16,22]. Jang과 Han[22]은 무릎넙다리통증증후군을 가진 운동선수들을 대상으로 관절가동운동을 포함한 운동 프로그램과 신경근자극치료가 등척수축(isometric contraction) 시 RF, VM, VL의 근활성도가 증가되었다고 보고하였다.

따라서 본 연구에서 무릎통증의 감소와 함께 등속성 근력과 근경직의 증가가 근활성도 증가에도 도움이 될 수 있을 것으로 생각하며 이후 연구에서는 근활성도를 함께 확인해볼 필요가 있겠다.

본 연구에서 적용한 관절가동운동 외에도 통증개선을 위한 중재방법으로써 전기치료를 활용한 경피신경전기 자극치료는 근피로[23], 근육통증과 등속성 근력 개선 [24], 균형능력 개선[25]에 효과가 있다고 제시하고 있다. 또한 테이핑을 활용하는 방법도 통증감소, 관절가동 범위와 유연성 증가에 효과가 있으므로[26-28] 본 연구에서 적용한 관절가동운동과 함께 전기자극치료와 테이핑을 함께 적용할 경우 보다 효과적인 중재효과를 기대해볼 수 있을 것으로 예상된다.

지금까지 무릎통증이 있는 엘리트 배구선수에게 단기간에 무릎통증, 등속성 근력, 근긴장도, 근경직 개선을 위해 생리적 움직임과 액세서리동작을 이용한 관절가동운동이 긍정적으로 효과가 있지만, 보다 개선된 HQR을 위해서는 적절한 트레이닝 함께 적용될 필요가 있음을 알 수 있었다.

본 연구는 남성 엘리트 배구선수 1인을 대상으로 하였기 때문에 모든 배구선수에게 일반화할 수 없는 제한점이 있지만, 높은 연봉을 받는 엘리트 배구선수의 무릎 재활에 새로운 관절가동운동의 접근법과 넙다리내갈래근의 근긴장도와 근경직을 새롭게 제시한데 의의가 있다.

스포츠 선수들의 경우 훈련과 경기를 중단할 수 없기 때문에 이들의 운동수행능력 향상과 스포츠 재활에 중요한 업무를 담당하는 스포츠 트레이너[26]와 스포츠물리

치료사의 경우 단기목표와 장기목표를 설정이 매우 중요하며 본 사례연구의 결과를 활용한다면 효과적인 선수관리에 도움이 될 것으로 기대한다.

5. 결론

본 연구는 무릎손상 엘리트 배구선수 1인을 대상으로 실시된 단일사례연구로 무릎관절의 관절가동운동이 단기간에 무릎통증, 등속성 근력, 넙다리내갈래근의 근긴장도와 근경직 개선을 위한 중재방법으로 활용이 가능하며, 적절한 HQR을 위해 트레이닝이 함께 적용될 필요성을 확인하였다.

References

- [1] A. Ferretti, P. Papandrea, F. "Conteduca. Knee injuries in Volleyball", *Sports Med*, Vol. 10, No. 2, pp. 132-138, 1990.
DOI: <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-199010020-00006>
- [2] O. B. Lian, L. Engebretsen, R. Bahr, "Prevalence of Jumper's Knee Among Elite Athletes From Different Sports: A Cross-sectional Study", *Am J Sports Med*, Vol. 33, No. 4, pp. 561-567, 2005.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0363546504270454>
- [3] D. A. Neumann, *Kinesiology of the Musculoskeletal System: Foundations for rehabilitation*(2th ed). pp.520-572, St Louis, Mosby, 2010.
- [4] M. Henriksen, S. Rosager, J. Aaboe, T. Graven-Nielsen, H. Bliddal, "Experimental Knee Pain Reduces Muscle Strength", *J Pain*, Vol. 12, No. 4, pp. 460-467, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpain.2010.10.004>
- [5] J. M. Sheppard, J. B. Cronin, T. J. Gabbett, M. R. McGuigan, N. Etxebarria, et al., "Relative importance of Strength, Power, and Anthropometric Measures to Jump Performance of Elite Volleyball Players", *J Strength Cond Res*, Vol. 22, No. 3, pp. 758-765, 2008.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e31816a8440>
- [6] D. Kim, J. G. Hong, "Hamstring to Quadriceps Strength Ratio and Noncontact Leg Injuries: a prospective study during one season", *Isokinetics Exercise Sci*, Vol. 19, No. 1, pp. 1-6, 2011.
- [7] E. Dervisevic, V. Hadzic, "Quadriceps and Hamstrings Strength in Team Sports: Basketball, Football and Volleyball", *Isokinetics Exercise Sci*, Vol. 20, No. 4, pp. 293-300, 2012.
- [8] R. J. Butler, H. P. Crowell, I. M. Davis, "Lower Extremity Stiffness: Implications for Performance and Injury", *Clin Biomech*, Vol. 8, No. 6, pp. 511-517, 2003.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033\(03\)00071-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0268-0033(03)00071-8)
- [9] E. Hengenveld, K. Banks, Maitland's Peripheral

- Manipulation: Management of Neuromusculoskeletal Disorders Volume Two. 5th ed. p.450-511, Churchill livingstone: elsevier, 2014.
- [10] P. Moss, K. Sluka, A. Wright, "The Initial Effects of Knee Joint Mobilization on Osteoarthritic Hyperalgesia", *Man Ther*, Vol. 12, No. 2, pp. 109-118, 2007.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2006.02.009>
- [11] H. K. Yeo, A. Wright, "Hypoalgesic Effect of a Passive Accessory Mobilisation Technique in Patients with Lateral Ankle Pain", *Man Ther*, Vol. 16, No. 4, pp. 373-377, 2011.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2011.01.001>
- [12] P. E. Bijur, W. Silver, J. Gallagher, "Reliability of the Visual Analogue Scale for Measurement of Acute pain", *Acad Emerg Med*, Vol. 8, No. 12, pp. 1153-1157, 2001.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x>
- [13] D. Wang, G. De Vito, M. Ditroilo, D. T. Fong, E. Delahunt, "A Comparison of Muscle Stiffness and Musculoarticular Stiffness of the Knee Joint in Young Athletic Males and Females", *J Electromyogr Kinesiol*, Vol. 25, No. 3, pp. 495-500, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2015.03.003>
- [14] LD, Duffell, H. Dharni, P. H. Strutton, A. H. McGregor, "Electromyographic Activity of the Quadriceps Components during the Final Degrees of Knee Extension", *J Back Musculoskelet Rehabil*, Vol. 24, No. 4, pp. 215-23, 2011.
- [15] G. M. Um, J. S. Wang, S. E. Park, "An analysis on Muscle Tone of Lower Limb Muscles on Flexible Flat Foot", *J Phys Ther Sci*, Vol. 27, No. 10, pp. 3089-3092, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.27.3089>
- [16] J. S. Wang, S. B. Lee, S. H. Moon, "The Immediate Effect of PNF Pattern on Muscle Tone and Muscle Stiffness in Chronic Stroke Patient", *J Phys Ther Sci*, Vol. 28, No. 3, pp. 967-970, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1589/jpts.28.967>
- [17] L. Aird, D. Samuel, M. Stokes, "Quadriceps Muscle Tone, Elasticity and Stiffness in Older Males: Reliability and Symmetry using the MyotonPRO", *Arch Gerontol Geriatr*, Vol. 55, No. 2, pp. e31-e39, 2012.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.archger.2012.03.005>
- [18] L. M. Teixeira, T. Pires, R. D. Silva, M. A. de Resende, "Immediate Effect of a Single Anteroposterior Talus Mobilization on Dorsiflexion Range of Motion in Participants with Orthopedic Dysfunction of the Ankle and Foot", *J Manipulative Physiol Ther*, Vol. 36, No. 3, pp. 369-375, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2013.06.003>
- [19] V. Hadzic, T. Sattler, G. Markovic, M. Veselko, E. Dervisevic, "The Isokinetic Strength Profile of Quadriceps and Hamstrings in Elite Volleyball Players", *Isokinetics and Exercise Science* Vol. 18, No. 1, pp. 31-37, 2010.
- [20] B. Bamaç, T. Çolak, A. Özbek A, S. Colak, Y. Cinel, O. Yenigun, "Isokinetic Performance in Elite Volleyball and Basketball Players", *Kinesiology*, Vol. 40, No. 2, pp. 182-188, 2008.
- [21] M. J. Jansen, W. Viechtbauer, A. F. Lenssen, "Strength Training Alone, Exercise Therapy Alone, and Exercise Therapy with Passive Manual Mobilisation each reduce Pain and Disability in People with Knee Osteoarthritis: A Systematic Review", *J Physiother*, Vol. 57, No. 1, pp. 11-20, 2011.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70002-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70002-9)
- [22] I. L. Hwang, H. K. Lee, B. S. Heo, Y. J. Kim, "The Effect of the Patellofemoral Pain Syndrome on emg Activity during Step up Exercise", *Journal of Fisheries and Marine Sciences Education*, Vol. 27, No. 1, pp. 63-73, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE.2015.27.1.63>
- [23] J. H. Jang, S. W. Han, "Effect of Muscle Activity of Quadriceps on Rehabilitation Exercise in Patients with Patellofemoral Pain Syndrome", *Journal of Coaching Development*, Vol. 13, No. 3, pp. 97-104, 2011.
- [24] H. Y. Cho, S. H. Lee, T. S. In, S. H. Kang, D. Y. Lee, et al., "Effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation(TENS) on the Changes of Postural Balance and Muscle Contraction following Muscle Fatigue", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 11, No. 11, pp. 4418-4426, 2010.
- [25] K. J. Kim, C. Lee, B. O. Jung, H.S. Bang, "The Study was to Investigate the Spontaneous therapy, TENS and Ice therapy of Biceps brachii after Induction of DOMS", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 10, No. 12, pp. 3902-3909, 2009.
- [26] H. G. Kim, W. S. Shin, "Changes in Postural Sway according to the Method of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 14, No. 3, pp. 1207-1212, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.3.1207>
- [27] H. L. Ro, "Effects of Taping Therapy and Passive Range of Motion Exercises on Shoulder joint, Hand dexterity in Elderly", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 11, No. 7, pp. 2468-2474, 2010.
- [28] M. C. Park, E. Y. Kim, M. S. Ha, "Effects of Taping Therapy by Methods on Back Pain and Muscle Flexibility of Bus Drivers's", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 11, No. 11, pp. 4367-4373, 2010.
- [29] J. N. Lee, C. G. Lim, "Effects of Scapular Taping on Muscle Activity, Pain, Range of Motion and Proprioception in Subacute Stroke Patients", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 11, No. 11, pp. 4367-4373, 2010.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2013.14.11.5689>
- [30] M. Kale, A. Asci, C. Bayrak, C. Acikada, "Relationships among Jumping Performances and Sprint Parameters during Maximum Speed phase in Sprinters", *Journal of Strength and Conditioning Research*, Vol. 23, No. 8, pp. 2272-2279, 2009.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b3e182>

왕 중 산(Joong-San Wang)

[정회원]



- 2005년 2월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2015년 2월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학박사)
- 2013년 9월 ~ 2016년 2월 : 여주대학교 물리치료과 교수
- 2016년 3월 ~ 현재 : 호원대학교 물리치료학과 교수

<관심분야>

심폐물리치료학, 근골격계운동치료학, 전기치료학

안 호 정(Ho-Jung An)

[정회원]



- 2004년 2월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학석사)
- 2009년 8월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학박사)
- 2007년 3월 ~ 2013년 2월 : 대원대학교 물리치료과 교수
- 2013년 3월 ~ 현재 : 동남보건대학교 물리치료과 교수

<관심분야>

근골격계물리치료학

김 용 연(Yong-Youn Kim)

[정회원]



- 2010년 8월 : 단국대학교 스포츠의학과 (이학석사)
- 2016년 2월 : 용인대학교 물리치료학과 (물리치료학박사)
- 2016년 6월 ~ 현재 : 동남보건대학교 물리치료과 교수

<관심분야>

스포츠물리치료학