

탄성밴드운동과 스트레칭을 이용한 교정운동프로그램이 내반슬 대학생들의 무릎간 간격, Q-각 및 족압의 변화에 미치는 영향

유병규¹, 김은혜^{2*}

¹신구대학교 물리치료과, ²고려대학교 보건과학대학 보건과학연구소

The effects of the correction exercise program combined with stretching and elastic band exercise on femoral intercondylar distance, Q-angle, plantar pressure in undergraduate with genu varum

Byong-Kyu Yu¹, Eun-Hye Kim^{2*}

¹Department of Physical Therapy, Shingu College

²Health Sciences Research Institute, College of Health Sciences, Korea University

요약 본 연구는 탄성밴드운동과 스트레칭을 이용한 내반슬 교정운동프로그램이 내반슬 대학생의 무릎간 간격, Q-각, 족압에 미치는 영향에 대해 알아보는데 그 목적이 있다. 총 30명의 내반슬 대학생을 대상으로 실험군과 대조군을 각각 15명씩 무작위 선정하여 실험군은 6주 동안 스트레칭과 탄성밴드를 이용한 교정 운동 프로그램을 실시하였고, 대조군은 일상생활을 유지하게 하였다. 중재 전·후 무릎사이 간격과 Q-각의 변화를 알아보기 위해서 computed radiography X-ray를, 족압 분포 변화를 확인하기 위해 RSscan을 사용하여 족압 분포를 측정하였다. 6주간의 교정운동프로그램 실시한 결과, 중재 전보다 중재 후 무릎간 간격이 유의하게 감소하였고, Q-각은 유의하게 증가하였다. 족압 분포는 중재 후에 2-5 지골과 1, 2, 3 중족골 족압이 증가하였으며, 4, 5 중족골 족압은 유의하게 감소하였다 ($p < .05$). 이러한 결과를 바탕으로 본 연구에서 실시한 내반슬 교정운동프로그램이 신체의 정렬과 족압 분포도의 배열을 맞추는데 효과가 있으며, 이를 통해 내반슬 변형자에게 긍정적인 효과가 있음을 확인하였다.

Abstract The aim of this study is to identify the effects of the correction exercise program on femoral intercondylar distance, Q-angle and plantar pressure in undergraduate with genu varum. A experimental study with a randomized controlled trial design was used. Thirty subjects with genu varum were allocated in two groups: the experimental group (n=15) or the control group (n=15). The experimental group conducted correction exercise program for 30 minutes a day, 5 times a week, for 6 weeks, while the control group did not perform any exercise. The correction exercise program group showed a significant decreased femoral intercondylar distance, plantar pressure of M 4, M 5 (Metatarsal 4, 5). Also the correction exercise program group significantly increased Q-angle, plantar pressure of Toe 2-5 and M 1, M 2, M 3 (Metatarsal 1, 2, 3) (Rt, Lt) ($p < .05$). Thus, we suggested that the correction exercise program may be suitable intervention to improve normal alignment in undergraduate with genu varum.

Key Words : Exercise program, Femoral intercondylar distance, Genu varum, Plantar pressure Q-angle

1. 서론

현대인들에게 외적인 아름다움의 추구는 이미지 상승

이상의 의미를 지닌다 [1]. 바른 자세는 외적 아름다움뿐만 아니라, 신체성장, 운동능력 등에 영향을 미쳐 건강상으로도 중요한 가치를 지닌다. 특히 인간의 자세는 척추

본 논문은 2014년 신구대학교 교육역량강화사업 연구지원을 받아 수행하였음.

*Corresponding Author : Eun-Hye Kim (Korea Univ.)

Tel: +82-2-940-2830 email: ehsky@koreauniv.ac.kr

Received November 17, 2014

Revised (1st December 16, 2014, 2nd December 29, 2014)

Accepted March 12, 2015

Published March 31, 2015

와 하지를 중심으로 발달하며 구성되는데, 하지의 정렬은 체중의 지지와 보행에 결정적인 역할을 한다 [2]. 정상적인 자세에서 길항 근육군의 균형은 중요한 요소이며, 근육사이의 근력과 길이의 기능적 조화는 관절의 안정화에 영향을 준다. 그러나 고관절, 슬관절, 족관절과 연결된 연부조직의 약화와 단축으로 인한 근육 간 균형의 부족은 신체 역학적 (Biomechanical) 변화를 일으켜 골격의 자세를 손상시키고, 관절에 과부하나 근육의 기계적 효율에 영향을 미치게 되어 관절 안정화에 혼란을 주며, 이는 급, 만성 하지 손상의 위험요소로 작용할 수 있다 [3-5]. 내반슬은 바로 섰을 때 무릎간이 정상 간격보다 더 크며, 무릎이 서로 붙지 않고 휘어진 다리를 말한다 [6]. 내반슬의 단계는 발목의 내과골을 서로 밀착시킨 후 양측 무릎간의 거리를 측정했을 때 2.5 cm 이하는 grade I, 2.5 - 5 cm 는 grade II, 5 cm - 7.5 cm 는 grade III, 7.5 cm 이상은 grade IV 로 규정하고 있다 [7]. 내반슬 교정과 관련하여 내반슬이 심할수록 교정의 어려움이 많은 것으로 알려져 있으며, 양측 무릎간의 거리가 5 cm 이하의 경우는 스트레칭으로 교정가능성이 있으나, 5 cm 이상인 경우는 수술적 치료의 대상이라고 알려져 있다 [8,9]. 그러나 내반슬의 수술적 접근은 많은 합병증의 위험이 따른다고 보고되고 있다. King Martinez 등은 내반슬 환자를 대상으로 한 수술적 치료환자 중 53 %에서 합병증이 발생함을 보고하였으며 [10], Shtarke 또한 교정수술 후 발생하는 많은 합병증에 대해 보고한 바 있다 [11]. 이러한 의미에서 내반슬의 비수술적 접근은 매우 중요한 부분이라 할 수 있다.

내반슬일 경우 슬개골이 내측편위 됨으로 대퇴골의 내측회전이 일어나고 [12], 긴장력이 증가되어있는 내회전근과 비교하여 외회전근은 상대적으로 운동량이 적게 되어 근력이 약화됨으로 인해 대퇴골이 내편향된다 [5, 13, 14]. 이를 보상하기 위해 경골의 외회전 변형과 내반족이 유발되며, 이에 따라 대퇴골과 경골이 이루는 각이 커져 다리 사이의 간격이 더 벌어지게 된다 [13]. 이렇듯 신체 정렬 중 어느 하나의 어긋남은 인체의 골격과 균형에 영향을 미치게 된다 [14]. 그러므로 구조적 문제가 아닌 근육 불균형으로 발생한 내반슬을 교정하기 위한 운동프로그램은 슬관절 뿐만 아니라 고관절, 족관절 각 관절과 기능에 영향을 주는 동적 안정화에 기여하는 근육을 강화시켜야한다.

탄성밴드운동은 밴드의 탄성을 이용하여 관절의 가동

범위 내에서 적절한 저항을 적용할 수 있는 운동방법으로서 임상에서 널리 이용되고 있다 [15]. 탄성밴드운동은 근력증강 뿐만 아니라 근육의 고유수용감각을 자극하여 관절의 위치와 움직임의 정보를 대뇌에 전달함으로써 올바른 자세유지와 신체 균형에 긍정적 영향을 준다고 하였다 [16]. 또한 스트레칭은 근육의 전 관절가동범위에 걸쳐 움직일 수 있는 능력인 유연성을 증가 시킬 뿐 아니라 근육의 긴장을 풀어주고 이완을 향상시켜 관절의 균형과 협응을 증가시킨다 [17]. 이를 바탕으로 탄성밴드운동과 스트레칭은 내반슬의 원인이 될 수 있는 근육의 불균형을 완화시켜 자세교정과 기능적 움직임에 효과적인 운동방법이 될 수 있다고 생각된다. 여러 가지 원인으로 인한 뼈 자체의 변형으로 내반슬이 발생한 경우 대부분 수술이 시행되어 왔으나, 최근 뼈의 변형이 아닌 하지관절 근육의 불균형으로 인해 생긴 내반슬의 경우 비수술적 운동을 통한 내반슬 치료술이 제시되고 있다 [7,18,19]. 그러나 내반슬 변형자에게 탄성밴드운동과 스트레칭을 결합한 교정운동프로그램을 적용하였을 때 무릎간 간격, Q-각과 족압의 분포 변화의 관계를 밝힌 연구는 미비한 수준이다. 이에 본 연구에서는 탄성밴드를 이용한 근력강화 운동과 스트레칭을 결합한 교정운동프로그램적용이 내반슬 대학생들의 무릎간 간격, Q-각, 족압의 변화에 미치는 효과를 검증, 확인함으로써 내반슬에 대한 효과적 교정운동방법을 제시하고 내반슬의 예방과 치료를 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 연구설계

본 연구는 교정운동프로그램적용이 내반슬 대학생의 무릎간 간격, Q-각, 족압의 변화에 미치는 효과를 파악하고자 시도된 무작위 대조군 전후 실험연구이다.

2.2 연구대상

이 연구는 S 대학교 생명윤리심의위원회 심의 (IRB-2014-023)를 통과하였다. 연구 대상은 경기도에 소재한 S 대학에 재학 중인 학생 중 방사선검사에서 내측 대퇴골 상과 간격이 5-7.5 cm 인 30명을 대상으로 하였다. 본 연구의 표본크기는 G*power program 3 을 이용하여 효과크기 0.8, 유의수준 .05, 검정력 .8 로 계산한 결

과 표본수는 그룹별로 15명 총 30명으로 산출되었으며, Random allocation software 2.0 를 사용하여 실험군과 대조군으로 무작위 배치하였다. 모집된 연구대상은 실험군 17명 대조군 18명이었으나 실험군에서 2명, 대조군에서 3명이 개인적 사정으로 교정운동프로그램 중 중도탈락 하였다. 보행에 영향을 주는 외과적 수술 병력이나 신경학적 병력이 있는 경우와 내반슬로 인하여 보조기등 특별한 치료를 받은 경험이 있는 자는 실험군에서 제외시켰다.

2.3 연구절차

실험 전 연구 목적과 절차를 설명하고 모든 대상자에게 연구 참여 동의서에 서명을 받은 후 실험군과 대조군에게 일반적 특성 수집을 위한 설문을 실시하였다. 내반슬 교정운동프로그램은 임상에서 내반슬 교정에 대한 교육을 담당하고 있는 2명의 숙련된 물리치료사의 진행 하에 일 30분 씩 주 5회, 총 6주간 실시하였으며, 운동강도는 주관적 운동강도인 RPE (Rating of perceived exertion)를 사용 “힘들다 (15)” 수준으로 실시하였다. 내반슬 교정운동프로그램의 자세한 내용은 [Table 1] 에 기술하였다. 중재 전 · 후로 무릎간 간격과 Q-각, 보행 시 족압의 최대압력을 측정하였으며 측정오차를 줄이기 위해 전 · 후 동일한 검사자, 동일한 장소에서 실시하였고 모두 맹검된 상태에서 시행하였다. 모든 실험 절차가 끝난 후 대조군에게도 교정운동프로그램 개설 시간을 공지하고 교정운동프로그램을 제공하여, 윤리적 공정성을 고려하였으며, 대상자 모두에게 내반슬 운동프로그램에 대한 상담과 세라밴드, 키네시오 테이프를 제공하였다.

[Table 1] Correction exercise program combined with stretching and elastic band exercise

| Item | Content | Time (min) | Sec/Rep/Set |
|-----------------------|--|------------|-------------|
| Stretching | <ul style="list-style-type: none"> • Hamstring • Tibialis anterior • Gastrocnemius • Hip adductor • Anterior capsular ligament • Tensor fascia latae | 15 | 10/10/3 |
| Elastic Band Exercise | <ul style="list-style-type: none"> • Hip external rotator • Gluteus maximus • Quadriceps • Rectus femoris • Sartorius • Lunge | 15 | 10/10/3 |

2.4 측정도구

2.4.1 무릎간 간격

중재 전 · 후의 내반슬 변형자의 무릎간 간격을 측정하기 위하여 대상자로 정면을 향하도록 한 위치에서 양측발목의 경골내과를 닿게 하였고, 하지 전체에 대한 전면 기립방사선 검사 (Standing orthoroentgenogram)를 시행한 후, π view program의 caliper를 통해 과간 거리를 측정하였다.

2.4.2 Q-각

내반슬 변형자의 Q-각을 측정하기 위하여 방사선촬영시 다리는 고관절 넓이로 벌린 상태에서 슬개골이 전면을 향하게 하여 촬영한 후, 전상장골극 (ASIS)에서 슬개골 중양을 연결하는 선과 경골조면에서 슬개골 중양을 연결하는 선에 의해 이루어지는 각을 측정하였다.

2.4.3 족압 측정

내반슬 변형자의 중재 전 · 후 족저 최대압력 (Max pressure)분포차이를 측정하기 위하여, 평소 걷는 패턴으로 2 m 를 걸어 보행시 입각기 동안 가해지는 족저 최대압력을 RS-scan (RS-scan system, RS scan LTD., German)을 이용하여 측정하였다. 족저 최대압력은 보행시 지면에 접촉되는 10개의 족저 영역의 1cmX1cm 의 단위면적당 미치는 힘으로, 측정단위는 N/cm² 이며, 10개의 족저 영역은 각각 Toe 1 (Toe 1), Toe 2-5 (Toe 2-5), M 1 (Metatarsal 1), M 2 (Metatarsal 2), M 3 (Metatarsal 3), M 4 (Metatarsal 4), M 5 (Metatarsal 5), MF (Midfoot), HM (Heel medial), HL (Heel lateral)로 나누어져 있다. 보행시 압력분포의 산출은 RS-scan system 내의 프로그램인 footscan 7 gait 2nd generation 을 이용하였다. 측정은 왼쪽 발 측정 후, 오른쪽 발 순으로 진행하였다.

2.5 자료분석 및 통계방법

본 연구의 모든 통계 분석은 SPSS ver.15.0을 이용하였다. 두 군 간의 동질성을 비교하기 위해 T-test를 실시하였으며, 두 그룹이 소 표본이므로 데이터의 정규성 검증을 위해 Shapiro-Wilks test을 사용하였다. 정규성 검정을 실시한 결과 모두 정규분포를 따르고 있지 않아 중재 전 · 후 그룹 간 내반슬 변형자의 무릎간 간격, Q-각과 보행 시 족저 압력분포에 미치는 효과를 검증하기 위

해 비모수 검정인 Mann-Whitney U test를 실시하였고, 그룹 내 운동 전·후의 효과를 검증하기 위해 Wilconxon's signed-rank test를 실시하였다. 또한 무릎간 간격 변화와 Q-각 변화 값의 상관관계를 알아보기 위해 pearson correlation analysis를 실시하였다. 본 연구 자료의 모든 통계학적 유의수준(α)은 0.05 이하로 하였다.

3. 연구결과

3.1 연구대상의 특성

본 연구에 참여한 연구대상자의 일반적인 특징은 [Table 2]와 같다. 내반슬 교정운동프로그램 참여 그룹의 대상자는 15명으로 연령은 평균 22.7±1.7세, 신장은 평균 170.2±7.0 cm, 체중은 평균 60.13±8.5 kg이었다. 대조군은 15명으로 연령은 평균 23.26±1.8세, 신장은 평균 170.9±7.7 cm, 체중은 평균 61.53±9.1 kg이었다. 실험군과 대조군의 중재 전 그룹 간 연령, 신장, 체중에서 유의한 차이는 없었다 ($p>.05$) [Table 2].

[Table 2] General characteristics of the participants

| | Exercise group (n=15) | Control group (n=15) | p value |
|-------------|--------------------------|-------------------------|---------|
| Age (years) | 22.7 ± 1.7 | 23.26 ± 1.8 | .61 |
| Height (cm) | 170.2 ± 7.0 | 170.9 ± 7.7 | .62 |
| Weight (kg) | 60.13 ± 8.5 | 61.53±9.1 | .76 |

3.2 무릎간 간격 변화

내반슬 교정운동프로그램군과 대조군의 중재 전 무릎간 간격은 두 그룹 간 유의한 차이가 없었으나, 중재 후 내반슬 교정운동프로그램군과 대조군 간에 무릎간 간격은 프로그램 시행 전 5.6±0.4 cm에서 프로그램 시행 6주 후 4.3±0.9 cm로 23 % 감소하며, 유의한 차이를 나타낸 반면 ($p<.05$), 대조군은 시행 전 5.5±0.3 cm에서 시행 6주 후 5.4±0.5 cm로 1.09 % 감소하였으나, 유의한 차이는 없었다 ($p>.05$) [Table 3].

[Table 3] Changes in femoral intercondylar distance

| | Exercise group | Control group | p value |
|-------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| Pre | 5.6 ± 0.4 | 5.5 ± 0.3 | 0.512 |
| Post | 4.3 ± 0.9* # | 5.4 ± 0.5 | 0.000 |
| Changes (%) | 1.29 ± 0.7 (-23.0 %) | 0.06 ± 0.3 (-1.09 %) | |
| p value | 0.001 | 0.672 | |

Values are expressed as the Mean ± standard deviation.

* means a significant difference compared to the pre-value within a group.

means a significant difference compared to the control group.

3.3 Q-각 의 변화

내반슬 교정운동프로그램군과 대조군의 중재 적용 전 오른쪽 왼쪽 Q-각 모두 유의한 차이가 없었으나, 중재 후 내반슬 교정운동프로그램군의 오른쪽 Q-각 값이 10.7±1.5°에서 12.4±1.0°, 왼쪽 Q-각 값은 10.9±0.7°에서 12.4±1.1°로 각각 15.4 %, 12.8 % 증가하여, 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$) 대조군은 오른쪽 Q-각 값이 10.8±0.8°에서 11.1±0.8°로, 왼쪽 Q-각 값은 10.9±0.5°에서 11.1±1.0°로 각각 2.9 %, 1.8 % 증가하였으나, 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p>.05$). 또한 내반슬 교정운동프로그램군의 경우 중재 전과 비교하여 오른쪽, 왼쪽 Q-각이 통계적으로 유의하게 증가한 것에 반해 ($p<.05$), 대조군은 중재전과 비교하여 오른쪽, 왼쪽 Q-각 모두에서 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p>.05$) [Table 4].

[Table 4] Changes in Q-angle

| | | Exercise group | Control group | p value |
|--------|-------------|---------------------|--------------------|---------|
| Rt (°) | Pre | 10.7 ± 1.5 | 10.8 ± 0.8 | 0.624 |
| | Post | 12.4 ± 1.0* # | 11.1 ± 0.8 | 0.000 |
| | Changes (%) | 1.65 ± 1.5 (15.4 %) | 0.31 ± 1.0 (2.9 %) | |
| | p value | .004 | .208 | |
| Lt (°) | Pre | 10.9 ± 0.7 | 10.9 ± 0.5 | 1.000 |
| | Post | 12.4 ± 1.1* # | 11.1 ± 1.0 | 0.002 |
| | Changes (%) | 1.40 ± 1.5 (12.8 %) | 0.2 ± 1.1 (1.8 %) | |
| | p value | .008 | .889 | |

Values are expressed as the Mean ± standard deviation.

* means a significant difference compared to the pre-value within a group.

means a significant difference compared to the control group.

3.4 무릎간 간격변화와 Q-각의 변화의 상관관계

6주간의 중재 후, 무릎간 간격변화와 오른쪽, 왼쪽 Q-각의 변화는 통계적으로 유의한 상관관계를 보였으며, 상관계수(r)는 각각 0.942와 0.842로 상관관계가 매우 높게 나타났다 ($p<.05$) [Table 5].

[Table 5] Pearson correlation coefficients between change of Q-angle and change of the femoral intercondylar distance

| | r | p |
|---|-------|------|
| Change of Rt Q-angle VS Change of the femoral intercondylar distance | 0.942 | .000 |
| Change of Lt Q-angle VS Change of the femoral intercondylar distance | 0.848 | .000 |

3.5 발의 구간별 족저 최대압력 변화

내반슬 교정운동프로그램군과 대조군의 중재 적용 전 구간별 족저 최대압력 값은 오른쪽 왼쪽 모두 유의한 차이가 없었으나, 중재 후에는 내반슬 교정운동프로그램군과 대조군 간에 오른쪽, 왼쪽 Toe 2-5, M 1, M 2, M 3,

M 4, M 5의 족저 최대압력 값에서 유의한 차이를 보였으며 ($p<.05$), 내반슬 교정운동프로그램군내 전·후 비교에도 Toe 2-5, M 1, M 2, M 3, M 4, M 5의 족저 최대압력 값에서 유의한 차이를 보였다 ($p<.05$). 중재 전 오른쪽 Toe 2-5, M 1, M 2, M 3의 족저 최대압력 값은 $2.6\pm 0.1, 4.3 \pm 0.5, 9.3 \pm 0.8, 13.8\pm 1.4$ N/cm² 에서 중재 후 $3.4\pm 0.8, 5.6\pm 0.8, 11.9\pm 1.5, 17.7\pm 1.6$ N/cm² 로 각각 26.9, 30.2, 27.9, 27.5 % 증가하였고 중재 전 왼쪽 Toe 2-5, M 1, M 2, M 3의 족저 최대압력 값은 $2.3\pm 0.1, 4.8 \pm 1.4, 8.7\pm 0.7, 13.8\pm 2.3$ N/cm² 에서 중재 후 $3.2\pm 0.5, 6.3\pm 1.2, 11.6\pm 1.1, 17.1\pm 2.1$ N/cm² 로 각각 34.7, 29.1, 33.3, 23.9 % 증가하며, 유의한 차이를 보였다. 오른쪽 M 4, M 5의 족저 최대압력 값은 $16.9\pm 1.2, 10.4\pm 1.1$ N/cm² 에서 $13.2\pm 2.1, 6.5\pm 1.4$ N/cm² 로 각각 21.8 %, 37.5 % 감소하였고, 왼쪽은 $16.7\pm 2.1, 8.8\pm 1.9$ N/cm² 에서 $13.4\pm 2.7, 6.3\pm 1.4$ N/cm²로 각각 19.7 %, 28.4 % 감소하며, 유의한 차이를 보였다 ($p<.05$). MF, HM, HL의 족저 최대압력 값은 내반슬 교정운동프로그램 시행 후 그룹 간 유의한 차이를 보이지 않았으며, 그룹내 전·후 비교에도 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군은 중재전과 비교하여 오른쪽, 왼쪽 모든 구간의 족저 최대압력 모두에서 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p>.05$) [Table 6].

[Table 6] Distribution of plantar pressures (N/cm²) for different foot segments

| | | Rt | | | LT | | |
|---------|---------|-----------------------|------------------|---------|-----------------------|------------------|---------|
| | | Exercise group | Control group | p value | Exercise group | Control group | p value |
| Toe 1 | Pre | 4.7±0.2 | 4.6±0.9 | 0.392 | 5.8±0.97 | 5.7±1.0 | 0.708 |
| | Post | 4.3±1.2 | 4.4±0.5 | 0.739 | 5.2±1.4 | 5.9±1.0 | 0.14 |
| | Changes | 0.4±1.3 (8.5%) | 0.2±1.1 (-4.3%) | | 0.6±1.8 (-10.3%) | 0.1±1.3 (1.7%) | |
| | p value | 0.233 | 0.289 | | 0.280 | 0.416 | |
| Toe 2-5 | Pre | 2.6±0.1 | 2.9±0.4 | 0.068 | 2.3±0.1 | 2.4±0.1 | 0.653 |
| | Post | 3.4±0.8 ^{*#} | 2.6±0.3 | 0.006 | 3.2±0.5 ^{*#} | 2.5±0.2 | 0.000 |
| | Changes | 0.7±0.8 (26.9%) | 0.2±0.5 (-6.8 %) | | 0.8±0.5 (34.7%) | 0.1±0.6 (4.1%) | |
| | p value | 0.008 | 0.109 | | 0.001 | 0.092 | |
| M1 | Pre | 4.3±0.5 | 4.5±0.6 | 0.348 | 4.8±1.4 | 4.9±1.5 | 0.884 |
| | Post | 5.6±0.8 [#] | 4.3±0.5 | 0.000 | 6.3±1.2 [#] | 5.0±1.5 | 0.021 |
| | Changes | 1.3±1.1 (30.2%) | 0.2±0.6 (-4.4%) | | 1.4±2.1 (29.1%) | 0.06±0.7 (0.01%) | |
| | p value | 0.003 | 0.176 | | 0.021 | 0.893 | |
| M2 | Pre | 9.3±0.8 | 9.9±1.6 | 0.169 | 8.7±0.7 | 9.1±0.8 | 0.156 |
| | Post | 11.9±1.5 [#] | 9.5±0.6 | 0.000 | 11.6±1.1 [#] | 9.1±1.2 | 0.000 |
| | Changes | 2.6±1.5 (27.9%) | 0.3±1.3 (-3.0 %) | | 2.9±1.7 (33.3%) | 0.2±1.3 (2.1%) | |
| | p value | 0.001 | 0.249 | | 0.001 | 0.959 | |
| M3 | Pre | 13.8±1.4 | 14.2±1.5 | 0.519 | 13.8±2.3 | 13.7±2.3 | 0.803 |
| | Post | 17.7±1.6 [#] | 14.5±1.5 | 0.000 | 17.1±2.1 [#] | 13.5±1.8 | 0.000 |
| | Changes | 3.8±1.6 (27.5%) | 0.4±1.8 (2.81%) | | 3.3±2.9 (23.9 %) | 0.1±2.7 (0.7%) | |
| | p value | 0.001 | 0.530 | | 0.002 | 0.475 | |
| M4 | Pre | 16.9±1.2 | 17.0±1.1 | 0.950 | 16.7±2.1 | 17.2±1.8 | 0.533 |
| | Post | 13.2±2.1 [#] | 17.2±1.4 | 0.000 | 13.4±2.7 [#] | 17.3±1.4 | 0.000 |
| | Changes | 3.7±1.7 (-21.8%) | 0.4±0.9 (2.3%) | | 3.3±2.6 (-19.7%) | 0.3±1.3 (1.7%) | |
| | p value | 0.001 | 0.314 | | 0.001 | 0.888 | |

| | | | | | | | |
|----|---------|------------------|-----------------|-------|------------------|-----------------|-------|
| M5 | Pre | 10.4±1.1 | 10.2±1.2 | 0.465 | 8.8±1.9 | 9.5±0.7 | 0.491 |
| | Post | 6.5±1.4*# | 10.9±1.4 | 0.000 | 6.3±1.4*# | 9.6±0.8 | 0.000 |
| | Changes | 3.9±1.5 (-37.5%) | 0.7±1.7 (6.8%) | | 2.5±2.3 (-28.4%) | 0.1±1.4 (1.0%) | |
| | p value | 0.001 | 0.168 | | 0.005 | 0.345 | |
| MF | Pre | 3.3±0.5 | 3.6±0.6 | 0.145 | 3.5±0.6 | 4.0±0.7 | 0.076 |
| | Post | 3.7±0.8 | 3.5±0.7 | 0.453 | 3.8±0.7 | 4.1±1.0 | 0.454 |
| | Changes | 0.3±0.9 (9%) | 0.1±0.9 (-2.7%) | | 0.2±0.6 (5.7%) | 0.3±2.2 (0.75%) | |
| | p value | 0.102 | 0.722 | | 0.168 | 0.553 | |
| HM | Pre | 10.5±1.3 | 11.0±2.3 | 0.835 | 10.8±1.7 | 11.1±1.0 | 0.280 |
| | Post | 10.3±2.7 | 11.4±1.5 | 0.506 | 11.1±1.3 | 11.0±1.6 | 0.692 |
| | Changes | 0.2±2.6 (-1.9%) | 0.6±2.8 (5.4%) | | 0.3±2.1 (-2.7%) | 0.5±2.4 (-4.5%) | |
| | p value | 0.451 | 0.328 | | 0.629 | 0.955 | |
| HL | Pre | 11.4±1.1 | 11.9±2.1 | 0.648 | 10.9±0.8 | 11.5±1.6 | 0.950 |
| | Post | 10.4±1.8 | 11.6±1.3 | 0.058 | 11.0±1.0 | 11.2±0.9 | 0.325 |
| | Changes | 0.9±2.3 (7.8%) | 0.1±2.1 (-0.8%) | | 0.1±1.2 (0.9%) | 0.3±1.8 (-2.6%) | |
| | p value | 0.263 | 0.594 | | 0.726 | 0.570 | |

Values are expressed as the Mean ± standard deviation.

* means a significant difference compared to the pre-value within a group.

means a significant difference compared to the control group.

4. 논의

본 연구에서는 내반슬 30명을 대상으로 6주간 탄성밴드운동과 스트레칭이 결합된 교정운동프로그램을 적용한 교정운동프로그램군과 운동프로그램을 적용하지 않은 대조군을 비교 검증하였다. 교정 효과를 확인하기 위하여 무릎간 간격, Q-각, 족압의 분포 변화를 측정하였다.

교정운동프로그램실현군의 무릎간 간격은 교정운동프로그램 적용 전에 비해 5.6 ± 0.4 cm에서 4.3 ± 0.9 cm으로 간격이 좁아져 23 % 감소하면서 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. Han의 연구에서는 내반슬 하지 변형자에게 스트레칭, 탄성밴드를 12주간 실시한 결과 무릎간 간격이 감소함을 확인하였고 [7], Kwon의 연구에서는 8주간의 탄성 밴드운동이 내반슬 성인 여성의 무릎간 간격을 감소시킴을 확인하였다 [19]. 본 연구에서 교정운동프로그램을 6주 참여한 경우 무릎간 간격이 유의하게 감소하였으며, 이는 Han과 Kwon의 연구 결과와 일치한다. 본 연구는 이전 연구들의 비해 더 짧은 운동프로그램을 시행에 했음에도 유사한 결과를 도출할 수 있었다. 이는 이전 연구들이 주 3회 운동프로그램을 시행한 것과 달리 본 연구에서 시행한 운동프로그램은 주 5회 시행함으로 더 빠른 경과를 보였을 가능성이 있다.

교정운동프로그램군에서 Q-각 값은 오른쪽 $10.7 \pm 1.5^\circ$ 에서 $12.4 \pm 1.0^\circ$ 로 왼쪽 $10.9 \pm 0.7^\circ$ 에서 $12.4 \pm 1.1^\circ$ 로 교정운동프로그램 적용 전에 비해 각각 15.4 %, 12.8 % 증가하며 유의한 차이를 보였다. Q-각은 전상장골극(ASIS)과 슬개골의 중양을 이은선과 슬개골의 중양과 경

골조면을 이은 선 사이의 각도를 말하며, Q-각은 무릎에 대한 대퇴사두근의 상대적 외측 당김을 측정할 수 있는 임상지표이다 [20,21]. 또한 여러 연구에서는 Q-각으로 골반의 위치, 고관절의 회전, 경골의 염전, 슬개골의 위치, 발의 위치를 복합적으로 측정할 수 있다고 제안하고 있다 [22,23]. 이 각도가 정상 범위일 때 하중이 동일하게 무릎간의 외측과 내측으로 나뉘게 된다. Q-각에 대한 정상범위는 학자들마다 의견의 차이를 보이고 있지만 Aglietti의 보고에 의하면 정상 성인의 경우 남성이 14° , 여성이 17° 라고 언급하고 있다 [24]. 내반슬이 있는 경우 Q-각 값은 감소하게 되며, 이로 인해 관절에 작용하는 불안정한 하중과 힘의 분배로 무릎간의 안쪽의 마모 또는 소모가 일어나게 된다 [25]. 본 연구에서 Q-각은 교정운동프로그램 실시 전에는 정상 범위보다 감소되어 있었으며, 교정운동프로그램을 실시한 결과 Q-각 값이 증가한 양상을 보였다. 이는 교정운동프로그램 실시 후 오른쪽, 왼쪽 Q-각이 각각, 18.85° 에서 17.65° , 19.12° 에서 18.11° 로 오히려 감소한 Han의 연구와 상반된 결과이지만 [7], 선행연구와 본 연구 모두 비정상 범위의 Q-각에서 정상범위로 가까워진 경향은 보인 결과를 미루어볼 때, 교정운동프로그램이 하지정렬에 있어 긍정적인 영향을 주었다고 사료된다. 그러나 무릎정렬의 지표로서의 타당성을 확립하기위해 Q-각에 대한 지속적인 연구가 필요하다고 생각된다.

또한 본 연구에서는 Q-각의 변화와 무릎간 간격 변화의 상관성을 검증한 결과, Q-각이 정상범위로 증가할수록 무릎간 간격이 작아짐을 확인하였다. 본 교정운동프

로그램에 포함되어 있는 대퇴사두근은 무릎간 신전시 슬개골의 힘의 변환축으로 활동 하는 근육으로서, 대퇴골로 전달되는 힘의 크기와 각도는 대퇴사두근의 작용력에 의해 좌우되게 된다. 대퇴사두근의 약화는 축의 변화를 가져오고 이로 인해 하지정렬에 문제를 가져올 수 있다 [4,26,27]. R marks는 내반슬 유무에 따른 대퇴사두근의 활성화를 비교 분석하였고 내반슬인 경우 무릎정렬이 정상인 피험자에 비해 대퇴사두근의 활성화가 감소됨을 확인하였다 [28]. 그러므로 대퇴사두근의 근력강화는 변환축을 회복하고 하지정렬을 정상화 시키는데 주 역할을 했으리라 추측할 수 있다.

최대압력은 보행시 지면에서 발로 전해지는 부하력 (Loading response)을 나타낸다. 발의 구간은 Toe 1, M 1, M 2, M 3의 경우 전족부의 내측을, M 4, M 5은 전족부의 외측을, MF는 중족부를 의미하며, HM과 HL은 각각 후족부의 내측과 외측을 의미한다. 본 연구에서 교정운동프로그램을 적용한 결과, 적용 전에 비해 발바닥 전족부의 내측인 M 1, M 2와 M 3는 족압이 증가한 반면 발바닥 전족부의 외측인 M 4, M 5의 족압은 유의하게 감소하였다. Braz는 Q-각이 정상각보다 작을 경우 발바닥의 외측의 족압이 증가함을 보고한바 있다. 특히 발바닥을 전족부, 중족부, 후족부로 나누었을때, 중족부와 후족부의 족압에서 족압의 증가는 보이지 않았으며, 전족부에서의 외측 족압만이 증가하였다 [29]. 이는 Q-각 값이 정상범위보다 작을 경우 발의 내반을 유발해 보행시 발의 외측, 그 중에서 전족부에 족압이 증가할 수 있다는 것을 시사한다. 본 연구에서도 교정운동프로그램 적용 후 중족부(MF)와 후족부 (MF, LF)는 유의한 차이를 보이지 않았지만, 전족부의 족압에서는 내측의 족압은 유의하게 증가하였고, 외측의 족압은 유의하게 감소하였다.

D' Amicro의 연구에 따르면 족관절의 움직임은 대퇴사두근각에 영향을 준다고 하였으며 [30], Solberg는 족관절의 이상이 내반슬을 유발할 수 있다고 보았다 [5]. 본 연구에서 적용한 교정운동프로그램에서 족관절과 관련한 근육은 비복근과 전경골근이다. 비복근은 족저굴곡과 무릎간 굴곡보조를 하는 근으로 단축시 요족을 유발시킬 수 있다. 요족일 경우 내반, 전족부의 내전을 유발시킨다 [31]. 전경골근은 족관절의 배측굴곡과 내반에 관여하는 근육으로서 이 근육의 단축은 발의 내반을 유발시키고, 이로 인해 발의 외측으로 비정상적인 하중이 가게 된다 [32]. 결과적으로 비복근과 전경골근의 단축은 발에 비정

상적 압력분포를 일으키게 되고 이들의 보상작용으로 무릎관절과 고관절 영향을 미치게 되는 것이다. 본 운동프로그램에서 진행한 비복근과 전경골근의 스트레칭은 이 두 근육의 단축을 완화시킴으로 발의 내반의 정도를 감소시켰고, 전족부 외측의 압력 편중을 완화시켰으리라 추측된다. 그러나 진행기간 중 연구대상자들의 신체, 사회, 환경적 요인이 제3의 변수로 개입되는 것을 완전하게 통제하지 못하였다. 따라서 본 연구는 내반슬 대학생 대상으로 하여 본 연구와 동일한 중재를 시행한 후에도 같은 효과가 나타날 것이라고 확인하기에는 무리가 있으리라 생각되며, 본 연구 결과를 모든 내반슬 변형자에게 적용하기는 제한이 따르리라 사료된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 교정운동프로그램이 내반슬 대학생의 무릎간 간격, Q-각, 족압의 변화에 미치는 영향을 규명하고자 하고자 시도된 무작위 대조군 연구이다. 내반슬 교정운동프로그램중재 전 · 후 차이를 비교한 결과 무릎간 간격과 전족부 외측 (M 4, M 5) 족저 최대압력은 감소하였고, Q-각과 2-5 지골 (Toe 2-5) 및 전족부 내측 (M 1, M 2, M 3) 족저 최대압력은 증가하였다. 위의 연구결과들을 종합해 볼 때 본 연구는 탄성밴드운동이 약화된 근육들을 강화시키고 스트레칭을 통해 단축된 근육을 완화시켜 줌으로써 내반슬 변형자의 무릎 및 족압 분포 교정에 효과적인 운동방법으로 적용할 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 내반슬 변형자들의 바른 신체적 정렬 자세와 움직임을 만들어 주기 위해서 외과적 수술외에도 임상적 추론 및 결정에 의한 교정 중재운동과 같은 근거중심 치료 가능성을 제시한 점에서 본 연구의 의미가 크다고 하겠다. 또한 본 연구결과를 바탕으로 쉽고 간단하게 적용할 수 있는 교정운동프로그램을 임상과 일상생활에 적용함으로써 내반슬을 효과적으로 관리하고 올바른 신체정렬을 지키기 위한 예방적 중재로 활용할 수 있으리라 사료된다.

추후 연구에서는 교정프로그램의 효과를 입증하기 위해서 충분한 표본수를 확보하고 일상생활 사건등과 같은 결과지표에 영향을 줄 수 있는 요인들을 통제한 반복연구가 필요하며, 본 연구에서 제시한 내반슬 교정프로그램 외에 내반슬 교정프로그램으로 검증된 다른 프로그램

과 비교 분석하여 더욱 효과적인 방법이 무엇인지 규명하는 연구가 필요하다.

References

- [1] H. Dittmar, B. Lloyd, S. Dugan, E. Halliwell, N. Jacobs, H. Cramer, "The "Body Beautiful": English adolescents' images of ideal bodies", *Sex Roles*, Vol. 42, No. 9-10, pp. 887-915, 2000
DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007050517432>
- [2] R.W. HSU, S. HIMENO, M.B. COVENTRY, E.Y. CHAO, "Normal axial alignment of the lower extremity and load-bearing distribution at the knee", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 255, pp. 215-227, 1990
- [3] T. Hortobágyi, L. Westerkamp, S. Beam, J. Moody, J. Garry, D. Holbert, P. DeVita, "Altered hamstring-quadriciceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis", *Clinical Biomechanics*, Vol. 20, No. 1, pp. 97-104, 2005
- [4] L. Sharma, "The role of varus and valgus alignment in knee osteoarthritis", *Arthritis & Rheumatism*, Vol. 56, No. 4, pp. 1044-1047, 2007
DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/art.22514>
- [5] G. Solberg, "Postural Disorders and Musculoskeletal Dysfunction", Editorial Churchill Livingstone, 2008
- [6] L.A. Greenberg, A.A. Swartz, "Genu varum and genu valgum: another look", *American Journal of Diseases of Children*, Vol. 121, No. 3, pp. 219-221, 1971
- [7] S. M. Han, K. K. Lee, S. Ha, J. H. Sohn, "The Effects of Correction Exercise on Hip joint angle, Q-angle, and the Distance between Knees of Genu Varum Patients", *The official journal of the Korean association of certified exercise professionals*, Vol. 13, No. 1, pp. 83-90, 2011
- [8] E.D. Delgado, P.L. Schoenecker, M.M. Rich, A.M. Capelli, "Treatment of severe torsional malalignment syndrome", *Journal of Pediatric Orthopaedics*, Vol. 16, No. 4, pp. 484-488, 1996
- [9] T.F. Kling Jr, R.N. Hensinger, "Angular and torsional deformities of the lower limbs in children", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 176, pp. 136-147, 1983
- [10] A. King-Martinez, A. Cuellar-Avaroma, J. Perez-Correa, R. Torres-Gonzalez, U. Guevara-Lopez, "High tibial dome osteotomy complications in genu varum patients", *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, Vol. 45, No. 2, pp. 111-116, 2007
- [11] H. Shtarker, G. Volpin, J. Stoloro, A. Kaushansky, M. Samchukov, "Correction of combined angular and rotational deformities by the Ilizarov method", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 402, pp. 184-195, 2002
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/00003086-200209000-00017>
- [12] M. Frotscher, W. Kahle, W. Platzer, H. Leonhardt, *Color Atlas of Human Anatomy: Vol. 1, Locomotor System*, Thieme, 2008
- [13] F. Kendall, E. McCreary, P. Provance, M. Rodgers, W. Romani, 2005. *Muscles, Testing and Function With Posture and Pain*. Williams & Wilkins, Baltimore.
- [14] N. Hamilton, K. Luttgens, W. Weimar, *Scientific Basis of Human Motion*, 2002
- [15] C.J. Hughes, K. Hurd, A. Jones, S. Sprigle, "Resistance properties of Thera-Band® tubing during shoulder abduction exercise", *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 29, No. 7, pp. 413-420, 1999
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1999.29.7.413>
- [16] P. Page, T.S. Ellenbecker, *The scientific and clinical application of elastic resistance*, Human Kinetics Europe Ltd, 2002
- [17] C. Kisner, L.A. Colby, *Therapeutic exercise: foundations and techniques*, FA Davis, 2012
- [18] J. Beaudreuil, S. Bendaya, M. Faucher, E. Coudrey, P. Ribinik, M. Revel, F. Rannou, "Clinical practice guidelines for rest orthosis, knee sleeves, and unloading knee braces in knee osteoarthritis", *Joint Bone Spine*, Vol. 76, No. 6, pp. 629-636, 2009
- [19] S. Y. Kwon, J. H. Jung, J. H. Yang, "Effects of Elastic Band Exercise for 8 weeks on Interval of Knee joint, Foot Pressure and Pain for Adult Women with Genu Varum according to surface", *Korean Journal of Sports Science*, Vol. 22, No. 3, pp. 1109-1119, 2013
- [20] M. Fredericson, K. Yoon, "Physical examination and patellofemoral pain syndrome", *American journal of physical medicine & rehabilitation*, Vol. 85, No. 3, pp. 234-243, 2006
DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/01.phm.0000200390.67408.f0>
- [21] K.J. Pantano, S.C. White, L.A. Gilchrist, J. Leddy, "Differences in peak knee valgus angles between individuals with high and low Q-angles during a single limb squat", *Clinical Biomechanics*, Vol. 20, No. 9, pp. 966-972, 2005
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.05.008>
- [22] L.S.R. Jonson, M.T. Gross, "Intraexaminer reliability,

- interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen", *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 25, No. 4, pp. 253-263, 1997
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.1997.25.4.253>
- [23] C.M. Powers, "The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective", *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, Vol. 33, No. 11, pp. 639-646, 2003
DOI: <http://dx.doi.org/10.2519/jospt.2003.33.11.639>
- [24] P. AGLIETTI, J.N. INSALL, G. Cerulli, "Patellar pain and incongruence: I: Measurements of incongruence", *Clinical Orthopaedics and Related Research*, Vol. 176, pp. 217-224, 1983
- [25] R. Biedert, K. Warnke, "Correlation between the Q-angle and the patella position: a clinical and axial computed tomography evaluation", *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, Vol. 121, No. 6, pp. 346-349, 2001
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s004020000239>
- [26] L. Sharma, D.D. Dunlop, S. Cahue, J. Song, K. W. Hayes, "Quadriceps strength and osteoarthritis progression in malaligned and lax knees", *Annals of Internal Medicine*, Vol. 138, No. 8, pp. 613-619, 2003
- [27] C. H. Bae, Y. W. Jung, D. W. Lee, S. H. Cho, "The Effect of Sling Exercise on Muscular Strength and Range of Motion in Female Patients who Received Total Knee Replacement", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol. 15, No. 7, pp. 4395-4403, 2014
- [28] R. Marks, J. Percy, J. Semple, S. Kumar, "Quadriceps femoris activation changes in genu varum: a possible biomechanical factor in the pathogenesis of osteoarthritis", *Journal of theoretical biology*, Vol. 170, No. 3, pp. 283-289, 1994
DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jtbi.1994.1189>
- [29] R.G. Braz, G.A. Carvalho, "Relationship between quadriceps angle (Q) and plantar pressure distribution in football players", *Brazilian Journal of Physical Therapy*, Vol. 14, No. 4, pp. 296-302, 2010
DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-35552010005000020>
- [30] J. D'Amico, M. Rubin, "The influence of foot orthoses on the quadriceps angle", *Journal of the American Pediatric Medical Association*, Vol. 76, No. 6, pp. 337, 1986
- [31] A.H. Franco, "Pes Cavus and Pes Planus Analyses and Treatment", *Physical Therapy*, Vol. 67, No. 5, pp. 688-694, 1987
- [32] J. Korda, G.P. Bálint, "When to consult the podiatrist",

Best Practice & Research Clinical Rheumatology, Vol. 18, No. 4, pp. 587-611, 2004

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.berh.2004.04.002>

유 병 규(Byong-Kyu Yu)

[정회원]



- 1995년 2월 : 고려대학교 교육대학원 체육교육학과 (교육학석사)
- 2001년 8월 : 고려대학교 일반대학원 체육학과 (이학박사)
- 1984년 7월 ~ 1996년 2월 : 연세의료원 신촌세브란스 재활병원 물리치료팀장
- 1996년 3월 ~ 현재 : 신구대학교 물리치료과 부교수

<관심분야>

운동치료학, 스포츠물리치료학

김 은 혜(Eun-Hye Kim)

[정회원]



- 2010년 2월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 (보건과학석사)
- 2014년 8월 : 고려대학교 일반대학원 보건과학과 (이학박사)
- 2014년 8월 ~ 현재 : 고려대학교 보건과학대학 보건과학연구소 연구교수

<관심분야>

물리치료학, 전기광선치료학