

대한물리치료과학회지

Journal of Korean Physical Therapy Science
2025. 09. Vol. 32, No.3 pp. 43-54

Bakbon착용이 변형된 버드독 운동 시 못갈래근, 엉덩갈비근의 근활성도에 미치는 효과

고은경

마산대학교 물리치료과

Effect of Bakbon device on Muscle Activity of the Multifidus and Iliocostalis Lumborum during Modified Bird Dog Exercise

Eun Kyung Koh, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Masan University

Abstract

Background: The purpose of this study was to investigate the muscle activation and muscle activation ratio of the multifidus (MF) and iliocostalis lumborum (ICL) between healthy individuals and patients with chronic low back pain (CLBP) during the performance of the modified bird dog exercise (MBDE) using the Bakbon device.

Design: Cross-sectional study

Methods: The study included 30 women in their 20s, with 15 participants with chronic low back pain and 15 healthy individuals. Muscle activities were measured using surface electromyography (SEMG) while the participants performed the MBDE with Bakbon device, which is designed to help maintain proper spine alignment during the exercise.

Results: The results of the study indicated that there were no significant differences in the muscle activities and the muscle activation ratio of MF to ICL between the two groups—CLBP patients and healthy individuals—while performing the MBDE with the Bakbon device. This finding suggests that the muscle activation patterns are similar, regardless of the presence of CLBP.

Conclusion: Muscle activity and the MF/ICL activation ratio showed no significant differences between CLBP patients and healthy individuals during the

MBDE using the Bakbon device. We suggest that wearing Bakbon device to maintain spine alignment during the MBDE might be effective to activate MF in patients with CLBP.

Key words: Bakbon, Chronic low back pain, Modified bird dog exercise, Multifidus

교신저자

고은경

51217 경상남도 창원시 마산회원구 내서읍 함마대로 2640

T: 055-230-1351, E: kohpt@masan.ac.kr

I. 서론

허리 통증은 대표적인 근골격계 질환으로 약 80% 이상이 생애 주기 한 번 이상 경험하는 통증이며(일상생활 활동 교재편찬위원회, 2023), 한국인들이 가장 많이 경험하는 만성질환으로 중요한 건강 문제로 떠오르고 있다(전은영, 2013). 허리 통증은 과거부터 현재까지 지속해서 높은 유병률, 발생률, 장애생활연수(years lived with disability)를 보여 전 세계 각국의 나라들이 해결 방안을 찾기 위해 논의해왔다(Chen 등, 2022). 특히 여성의 경우 업무나 신체의 구조적 특징으로 인해 허리 통증에 취약하며, 유병률 또한 남성(39.0%)보다 여성(60.9%)이 더 높다(Bento 등, 2020). 허리 통증은 지속시간에 따라 6주 미만의 경우 급성, 12주 미만은 아급성, 12주 이상일 경우 만성 통증으로 분류한다(Shaikh M과 Östör AJ, 2015). 선행연구에 따르면 정상인과 만성 비특이성 허리 통증 환자의 건강 관련 삶의 질에는 유의미한 차이가 있으며(Járomi 등, 2021), 만성 허리 통증 환자는 다양한 인자들의 영향을 받는다(박정율, 2001).

허리 통증의 발생 원인으로는 허리 부위 근육의 약화, 물리적 스트레스, 돌기사이관절주머니인대(facet joint capsular ligaments)의 불안정성으로 인해 신체의 자동적인 반응의 지속으로 발생하는 척추의 퇴행적 단계의 결과 등으로 다양하게 나타난다(Hauser 등, 2022). 허리 부위 근육의 근력이 약화되면 코어와 척추 안정성이 떨어지면서 통증이 발생하게 되는데(윤성덕과 박기덕, 2020), 만성 허리 통증 환자는 통증으로 인한 운동 감소로 인해 허리 주위 근력이 감소하는 경향이 있어 척추 근력 약화의 개선을 최적화하는 다양한 운동에 세심한 주의를 기울여야 한다(Suh 등, 2019). 특히 허리의 중립 영역 운동 범위의 근육 안정화가 중요하며, 허리 못갈래근(multifidus)은 이 영역의 중요한 안전장치로서 기능장애 시 허리 통증과 밀접한 관련이 있다(Freeman 등, 2010). 못갈래근은 한 척추뼈의 가로돌기에서 시작하여 2~4개의 척추뼈 사이 이음부 위에 위치한 척추뼈의 가시돌기에 정지하는 근육으로 허리영치 영역에서 가장 두껍고 잘 발달되어 있다(채윤원, 2018). 못갈래근 내의 근섬유들은 짧지만 비교적 큰 단면적을 갖고 있어 척추의 바닥부에 안정성이 있는 구조적 형태로, 아래쪽 허리뼈 영역의 안정성의 2/3를 차지한다(채윤원, 2018). 또한 작은 운동 범위에서 큰 힘을 발생시킴으로써 허리의 가동성보다는 안정성을 유지하는 역할과(Shah 등, 2020) 척추의 중립을 유지하는 중요한 역할을 수행하는 근육이다(김대훈, 2021). 만성 허리 통증 환자의 80%에서 못갈래근의 위축이 나타나며(Freeman 등, 2010), 허리 부위 손상 시 위축이 매우 빠르게 발생한다(안승현, 2005). 못갈래근의 위축은 만성 허리 통증과 유의한 상관관계가 있고, 근육을 자발적으로 수축하는 능력의 감소와 연관되어 있다(Freeman 등, 2010). 또한, 허리 못갈래근의 활동 감소는 허리뼈 불안정성을 유발하며, 허리 통증 재발의 원인이 될 수 있다(Hodges 등, 2003). 못갈래근의 강화는 척추에 가해진 압력을 완화하여 만성 허리 통증 환자의 허리 통증을 감소시키며(이상진과 김영민, 2013), 허리 통증을 예방하고 허리 골반 부위의 과도한 움직임을 조절한다(Kang 등, 2023). 따라서 만성 허리 통증 환자에게 깊은 근육인 못갈래근을 강화하는 것이 필요하며(김대훈, 2021), 못갈래근을 활성화하도록 가르치는 훈련은 못갈래근 기능장애 또는 위축이 입증된 만성 허리 통증 환자에 대한 중요한 임상적 접근 방식이다(Freeman 등, 2010).

못갈래근 및 허리엉덩갈비근(iliocostalis lumborum)은 허리 안정성을 유지하기 때문에 국소 시스템이라고 하며(Kim 등, 2022), 등 편근들은 척추 안정성에 중요한 역할을 한다(Arab 등, 2019). 엉덩갈비근은 척추세움근(erector spinae)들 중 하나로 뒤쪽 몸통의 내재성 근육으로 몸통뼈대의 큰 부위에 대한 대단위 움직임을 조절하기에 적합한 구조이다(Donald A, 2018). 만성 허리 통증 환자의 경우 비정상적인 근육 활동이 나타나는데, 척추 불안정성을 극복하기 위해 정상인보다 척추세움근의 더 높은 근 활성도를 보이며, 이는 척추를 안정시켜 신체의 손상을

방지하려는 것으로 보인다(Taylor 등, 2023). 다수의 연구에서 못갈래근의 근 활성도를 알아보기 위해 표면 근전도(surface electromyography)를 사용하고 있다(Shah 등, 2020). 만성 허리 통증 환자의 못갈래근은 정상인에 비해 낮은 근 활성도가 관찰되는데, 이는 통증 회피 및 상태 악화로 인해 발생하며, 만성 허리 통증 환자는 생리학적 앞굽음을 얻기 위해 자발적으로 못갈래근을 사용하는 능력이 낮다(Danneels 등, 2002).

척추 근육의 강화는 양쪽 척추 근육의 균형 차이를 감소시키고 척추 안정성을 향상해 만성 허리 통증을 완화하는데(김대훈, 2021), 이를 강화하기 위한 다양한 허리 안정화 운동이 허리 통증의 치료 수단으로 개발되었으며, 버드독(bird dog), 컬업(curl up), 데드버그(dead bog), 슈퍼맨(superman)운동 등이 일반적으로 활용된다(Kim 등, 2016). Losavio 등(2023)은 최근 버드독 운동을 허리 통증 재발과 예방을 위한 가장 효과적인 치료적 운동으로 추천하고 있다. 버드독 운동은 허리뼈 스트레스를 증가시키지 않으면서 못갈래근의 선택적 훈련에 이상적인 운동이며(Dafkou 등, 2021), 국소 근육과 전체 근육의 동시 수축을 통해 허리 통증을 감소시킨다(Kim 등, 2022). Kim 등(2022)은 버드독 운동에서 무릎 굽힘을 추가하면 불안정한 몸통에 대해 국소 근육과 전체 근육의 근 활성도가 증가하였다고 보고하였다. 이와 같이 버드독 운동 방법이 못갈래근을 강화시키기 위한 방법으로 적용되고 있으나, 못갈래근이 약화된 만성 허리 통증 환자들에게 있어서 척추의 중립을 유지하며 운동을 수행하는 것은 매우 어려운 일이다. Bernier 등(2025)은 척추의 안정성을 향상시키기 위해 척추를 지지하는 새로운 도구의 타당도를 알아보기 위해 체간을 굽힘하는 동안 근활성도를 척추의 못갈래근, 등가장간근, 등엉덩갈비근, 배속빚근, 배바깥근 그리고 배곧은근에 측정하여 만성요통군(14명)과 대조군(18명) 간에 차이가 있는 지 알아보았다. 그 결과 복부의 근육에서 체간을 굽힘 시 복부근의 근활성도가 감소하여 통계적 유의성은 있었으나, 체간신전근에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Bakbon은 척추를 중립으로 유지하기 위해 어깨와 등뼈에 스트랩을 달아 척추 근육에 외적 피드백을 제공하는 장치이다. 또한 척추에 가해지는 전단력을 고르게 분산시켜 운동 시에 척추를 보호하는 기능을 가진다. 따라서 허리의 과도한 앞굽이와 골반이 앞기울임(anterior tilt)되는 것을 방지하도록 등뼈의 폼 움직임과 몸통의 안정성을 유지하는 기능이 있다. 그러므로 못갈래근을 효과적으로 강화시키기 위해 Bakbon을 착용하여 허리의 과도한 앞굽이를 방지하고 몸통을 고정하는 방법을 고안하였다.

선행연구들에서 허리 안정화 운동들과 근육들의 관계를 실험했지만, 만성 허리 통증 환자와 정상인에서 변형된 버드독 운동 시 못갈래근의 근 활성도를 비교한 논문이 거의 없고 또한 여성을 대상으로 한 연구도 거의 없었다. Bernier 등(2025)은 체간 굽힘 시 만성요통군과 대조군 사이에 체간 신전근에서 근활성도의 차이가 없었다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 만성 허리 통증이 있는 여성 대학생과 정상인 여성 대학생으로 두 집단을 나누어 연구 대상자들에게 Bakbon을 착용 후 변형된 버드독 운동 시 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도를 알아보려고 하였다. 본 연구의 가설은 다음과 같다. Bakbon 착용 시 만성 허리 통증군에서 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비(muscle activity ratio)가 대조군의 근 활성비와 유의한 차이가 없을 것이다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 M대학교 물리치료과에 재학 중인 20대 여성을 대상으로 하였다. 만성 허리 통증(chronic low back pain, CLBP)군은 요통기간이 3개월 이상이며, 주관적인 통증 강도(NRS)는 중등도 이하, 오스웨스트리장애지수(ODI)는 100점 만점 중 20% 이하의 최소의 장애수준을 가지는 20대 여성을 대상으로 기준으로 하였다. 15명, 대조군 15명 총 30명으로, 만성요통의 기준은 허리 통증이 3개월 이상 지속된 자이며, 다음과 같은 급성 허리 통증이 있는 자(최근 2주 내에 생긴 통증이거나 통증의 지속이 3개월 미만), 허리 통증과 방사통으로 검사 동작을 수행하기 어려운 자와 진단명이 허리뼈 척추사이원반 탈출증이나 척추전방전위증, 척추관협착증 등을 진단받은 근골격계 질환자는 대상자에서 제외하였다. 자료수집 기간은 2024년 3월 4일부터 5월 4일까지 8주간이었다. 참여한 대상자 모두에게 연구 대상자용 설명문 및 동의서를 배부하여 이 연구의 목적 및 방법을 충분히 설명한 후 자발적 참여 동의를 얻었다.

2. 연구절차

연구 대상자는 자발적 참여자들로 30명의 지원자 중 오스웨스트리 장애지수(Oswestry Disability Index, ODI)와 숫자 평가 척도(Numerical Rating Scale, NRS)를 실시하여 만성요통군과 대조군 각각 15명씩 할당하였다. 모든 참여자는 Bakbon을 착용 후 변형된 버드독 운동방법에 따라 수행하였다(Fig 1). 변형된 버드독 운동 시 상지와 골반, 엉덩관절, 무릎관절의 불필요한 움직임을 통제하고 일정한 자세를 유지하기 위해 각도 측정 애플리케이션(Angles alpha, AI Initiatives, LLC., America)을 사용하였다. 이 애플리케이션은 측정 대상자의 신체 움직임 장면을 실시간으로 스캔하고 데이터를 분석하여 움직임에 대한 관절 각도의 확인이 가능하다. 정확도를 5단계로 조절할 수 있어 변형된 버드독 운동 시 상지와 엉덩관절, 무릎 굽힘 각도를 실시간으로 관찰하고 자세를 수정하며 통제, 유지하였다.

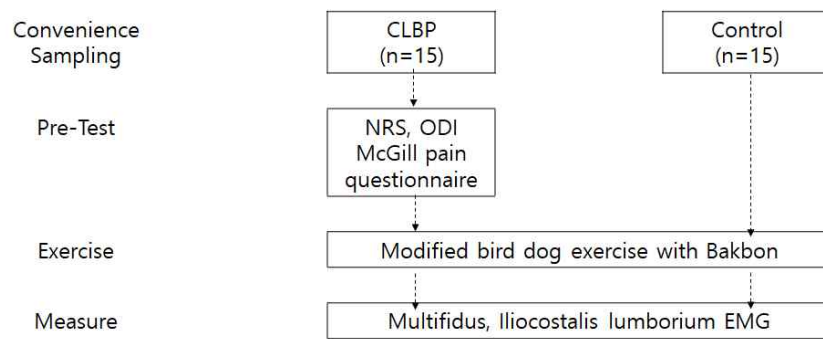


Fig 1. Study design

3. 측정 도구

1) 숫자 평가 척도(NRS)

NRS는 가장 일반적으로 사용하는 주관적인 통증 강도 척도로 0에서 10까지 11척도를 사용하고, 통증이 없는 경우 0, 매우 심한 통증인 경우 10에 해당한다(Ferreria-Valente et al., 2011). 숫자의 개념을 이해한 환자를 대상으로 사용할 수 있으며, 시각적 유사 척도(Visual Analogue Scale)에 비하여 숫자로 표시되어 있어 환자가 통증을 쉽고 빠르게 표시 가능하다(박준홍, 2022).

2) 오스웨스트리 장애지수(ODI)

ODI는 자기 기입식 설문지로 총 10개 항목에 대한 가능 정도의 점수를 0에서 5점까지 매기며, 점수가 낮을수록 장애의 정도도 낮게 나타난다. 10개의 항목에는 허리 통증의 강도, 개인위생, 물건 들기, 걷기, 앉기, 서 있기, 잠자기, 성생활, 사회 활동, 여행이 포함된다. 설문지는 총 10문항으로 구성되어 있으며 총점은 50점이다(고덕한, 2022). 본 연구에서는 총 10개의 항목 중 성생활을 제외하고 9가지의 항목만을 사용하였으며, 총 45점에서 각 문항 당 점수를 나누어 100을 곱하여 최종 점수를 도출하였다.

3) 통증 설문지

만성요통에 속하는 대상자의 통증 부위를 검사하기 위해 사전에 설문조사를 진행하였다. McGill 통증 설문지(McGill pain questionnaire)는 통증을 자세히 표현하기 위해 설문자가 직접 인체 그림에 표시하도록 하고, 통증의 양상을 감각, 감정, 평가, 기타의 4개로 분류하여 증상을 나열하며 강도까지 나타낼 수 있도록 하는 통증 평가 도구이다(박준홍, 2022). 해당 설문지에는 대상자가 직접 통증 부위를 표시할 수 있도록 McGill 통증 설문지와

동일한 방법으로 인체 사진을 첨부하여 통증 부위를 직접 표시하도록 하며, 설문지에는 대상자의 통증 발생일 및 인구 통계 자료에 대한 내용을 포함하였다.

4) 근전도 검사(EMG)

(1) 근 활성화 측정 및 방법

본 연구에서는 변형된 버드독 운동 시 못갈래근, 허리엉덩갈비근의 근 활성도를 측정하기 위해 표면 근전도 시스템(Myosystem 1400A, Noraxon Inc, USA)을 사용하였다. 피부의 저항으로 발생하는 오차를 최소화하기 위해 전극 부착 부위의 털을 제거한 후 알코올 솜을 사용하여 피부 표면을 깨끗하게 닦아주었다(Kim과 Park, 2020). 전극은 근섬유 방향과 평행하도록 전극 간 거리를 2cm 간격으로 하여 부착하였다(김소영 등, 2014). 전극의 부착 부위는 SENIAM(Surface electromyography for the non-invasive assessment of muscle)의 가이드 라인을 참고하여 양측의 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 최대 근수축 유도 시 육안으로 보이는 근육의 중심부를 확인하고, 근육의 수축과 이완에 따라 가장 두드러진 근육의 힘살에 전극을 부착하였다(권유정 등, 2012). 양측의 근전도 신호에서대조군에서는 비우세 쪽의 척추근육인 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근전도의 값을 데이터로 사용하였고 만성요통군에서는 통증이 없는 쪽의 척추근육인 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근전도의 값을 사용하였다. 못갈래근은 위뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine, PSIS)와 L1과 L2의 가시돌기 중간지점을 이은 선상에서 L5 가시돌기 수준(정중선에서 약 2~3cm 거리의 가쪽)에 부착하였다. 허리엉덩갈비근은 PSIS와 아래쪽 갈비뼈의 가장 낮은 지점을 이은 선상에서 L2 수준으로 손가락 한 개 너비 내측으로 부착하였다. 근전도 신호를 수집을 위해서 대역통과필터(band pass filter) 20-400Hz, 표본추출률(sampling rate) 1,500Hz로 설정하였다. 결과를 분석하기 위해 실효 평균값(root mean square, RMS)을 사용하였다. 근전도 신호는 변형된 버드독 운동을 진행하는 동안 12초간 근 활성도를 3회 반복 측정하고(Kim 등, 2022; Losavio 등, 2023), 앞과 뒤 각 1초씩을 제외하여 중간 10초간의 데이터만을 사용하였다.

(2) 근전도 신호의 표준화

못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도를 표준화하기 위해 도수 근력 검사(Manual muscle test)를 하여 최대 등척성 수축 시 발생하는 각 근육의 활성도를 RMS로 처리하여 %MVIC(Maximum voluntary isometric contraction)를 구하여 본 연구에서 사용하였다. Brown과 Avers(2018)에서 제시한 도수 근력 검사의 방법을 참고하여 못갈래근은 엎드린 자세에서 검사자가 한쪽 손은 골반에 다른 쪽 손은 반대 쪽 어깨뼈에 고정하여 반대 쪽으로 대상자가 체간을 회전시키도록 하였다. 허리엉덩갈비근은 엎드린 자세에서 검사자가 대상자의 다리를 고정하고 대상자가 몸통을 뒤쪽으로 들어 올리도록 하였다. 12초간 2회 반복 측정하고, 앞과 뒤 각 1초씩을 제외하여 중간 10초간의 값만을 사용하였다. 근전도 검사를 통해 얻은 신호를 정량화하는 방법으로 RMS를 사용하여 실효 평균값 처리하였다. 검사 동작을 수행하며 근전도의 RMS 값을 측정하고 측정된 RMS 값을 MVIC 값으로 각각 나누어 0~100%의 범위를 갖는 %MVIC의 값을 얻어 본 연구에서 사용하였다(Shah 등, 2020). 대상자는 근 피로도를 최소화하기 위하여 각 측정 사이에 3분간 휴식 시간을 가졌다. 측정 시 전극의 부착은 앞과같이 하였다.

(3) 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성화비(MF/IC ratio)

못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성화비는 허리엉덩갈비근의 근활성도를 기준값으로 하여 못갈래근의 근활성도를 백분율(%)로 계산하였다.

5) Bakbon(BAKBÖN LLC, America)

척추 교정 장치인 백본(Bakbon)은 자세 교정 도구로 가벼운 EVA 소재로 제작되었으며, 정적, 동적인 운동을

할 때 척추 중립을 유지할 수 있도록 도움을 준다. 변형된 버드독 시 조절되지 않는 몸통의 정렬을 맞추고 허리뼈의 과다 펴(hyperextension)와 연관된 골반 앞 기울임을 방지하기 위해 Bakbon을 사용하였다(Fig 2).



Fig 2. Bakbon

4. 운동방법

실험 전 모든 대상자에게 변형된 버드독 운동에 대하여 명확하게 설명하고 약 20분간 자세 교육을 시행하였다(Kim 등, 2022). 근육의 피로 누적이 근 활성도에 영향을 주는 것을 최소화하기 위해 자세 교육 후 15분간 휴식을 취하였다(Kim 등, 2022). 대상자는 Bakbon을 착용 후 실험 시작 시 네 발자세에서 시작하여, 요통이 있는 쪽의 다리와 반대 측 팔을 지면과 나란하게 들어 올리고 몸통이 회전하지 않도록 정렬을 유지하여 지면을 향하도록 하며, 양손은 중립 자세를 유지하였다. 이때 무릎 90° 굽힘을 유지하도록 하였다. 양측에 허리 통증이 있을 때 통증이 더 많은 쪽 다리를 기준으로 들어 올리며(Kim 등, 2022), 대조군은 우세 다리를 기준으로 들어 올렸다(Fig 3). 몸통과 상지, 들어 올린 측의 엉덩관절이 일직선으로 지면과 평행하도록 각도 측정을 하는 동시에 구두로 통제하였다. 모든 측정을 위한 유지 자세는 구두 명령과 각도 측정 애플리케이션(Angles alpha)을 사용하였으며, 골반이 회전하지 않도록 주의하였다. 대상자는 근 피로도를 최소화하기 위해서 각 측정 사이에 3분간 휴식을 취하였다.

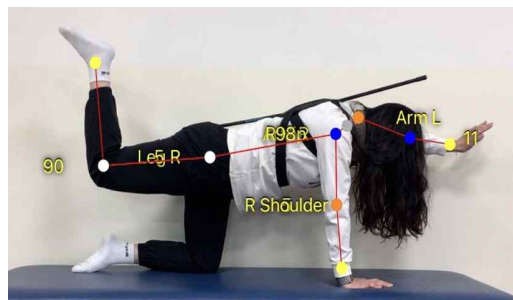


Fig 3. MBDE with Bakbon (modified bird dog exercise)

5. 분석 방법

수집된 자료는 윈도우용 SPSS ver. 21.0을 이용하여 분석하였다. 대상자의 동질성 검정 시 Levene's test를 이용하여 등분산 검사를 실시하였다. 측정된 변수들의 정규분포를 확인하기 위해 샤피로-윌크(Shapiro-wilk) 검정을 실시한 결과 뭇갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도는 정규성이 확인되었다($p > .05$). 두 그룹 간 근 활성도의 차이를 알아보기 위해 독립 t -검정을 실시하였고, 뭇갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비는 비정규성이 확인되어($p < .05$), Mann-Whitney U 검정을 시행하였다. 통계적 유의성을 검정하기 위한 유의수준 $\alpha = .05$ 로 하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 30명 중 만성요통군은 15명이었고, 대조군은 15명이었다. 평균 나이는 만성요통군에서 21.20 ± 3.39 세, 대조군은 21.60 ± 2.85 세이며, 평균 신장은 만성요통군에서 162.67 ± 5.08 cm, 대조군은 165.40 ± 6.05 cm이었다. 평균 체중은 만성요통군에서 54.87 ± 9.30 kg, 대조군은 59.33 ± 7.93 kg이었다. 만성요통군의 NRS는 4.07 ± 1.44 점이었고, ODI는 13.79 ± 5.13 점 이었다. 대상자의 동질성 검정 시 Levene's test를 이용하여 등분산 검사를 실시하였고 동질성을 만족하였다($p > .05$)(Table 1).

Table 1. Homogeneity of general characteristics and dependent variables ($N=30$)

Variables	CLBP ($n_1=15$)	Control ($n_2=15$)	t/χ^2	p
Age(year)	$21.20 \pm 3.39^\dagger$	21.60 ± 2.85	-0.350^c	0.729
Height(cm)	162.67 ± 5.08	165.40 ± 6.05	-1.341^c	0.191
Weight(kg)	54.87 ± 9.30	59.33 ± 7.93	-1.415^c	0.168
BMI ^f (kg/m ²)	20.82 ± 4.07	21.72 ± 2.84	-0.701^d	0.490
NRS ^a	4.07 ± 1.44			
ODI ^b (%)	13.79 ± 5.13			
Duration of LBP ^e (mo.)	54.40 ± 44.20			

^aNumerical rating scale, ^bOswestry Disability Index, ^cIndependent t-test, ^dMann-Whitney U test, ^elow back pain, ^fBody mass index, [†]mean±standard deviation

2. 변형된 버드독 운동 시 두 그룹 간의 근 활성도와 근 활성비

각 집단의 허리엉덩갈비근의 근 활성도는 만성요통군에서 85.47 ± 12.20 (%MVIC), 대조군은 82.33 ± 11.88 (%MVIC)이었고, 못갈래근의 근 활성도는 만성요통군에서 84.92 ± 15.54 (%MVIC), 대조군은 88.06 ± 10.46 (%MVIC)이었다. 각 집단의 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비는 만성요통군은 1.00 ± 0.13 , 대조군은 1.08 ± 0.07 이었고, 두 그룹에서 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도와 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비에는 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison of changes in variables between the groups ($N=30$)

Variables	CLBP ($n_1=15$)	Control ($n_2=15$)	t/z	p
IC ^{a,c} (%MVIC)	$85.47 \pm 12.20^\dagger$	82.33 ± 11.88	0.715	0.480
MF ^{b,c} (%MVIC)	84.92 ± 15.54	88.06 ± 10.46	-0.651	0.520
MF/IC ^{d,e}	1.00 ± 0.13	1.08 ± 0.07	-1.887	0.061

^ailiocostalis lumborum, ^bmultifidus, ^cIndependent t-test, ^dmultifidus/iliocostalis lumborum ratio, ^eMann-Whitney U test, [†]mean±standard deviation

IV. 고찰

본 논문은 만성요통군과 대조군에서 허리의 근육 중 허리엉덩갈비근과 못갈래근의 근활성도 그리고 못가래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비를 Bakbon을 착용하여 변형된 버드독 운동 시 비교하고자 하였다. 그 결과 만성요통군에서 허리엉덩갈비근의 근활성도는 대조군에 비해 3.13(%MVIC) 높았고, 못갈래근은 3.14(%MVIC) 낮았다. 또, 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근활성비는 만성요통군에서 근활성비가 낮게 나왔다. Bakbon을 착용하여 못갈래근의 상대적 근활성비가 두 군 간에 통계적으로 유의하지 않았음($p>.06$)으로 만성요통대상자에게 Bakbon을 착용한 변형된 버드독 운동은 허리안정화 운동으로 추천될 수 있다.

여러 논문들에서 만성 허리 통증 환자는 척추세움근이 비정상적으로 활성화되어 있어 엉덩갈비근의 근 활성도가 증가하는 반면, 못갈래근의 근 활성도는 감소한다고 하였다(Taylor 등, 2023; Danneels 등, 2002). 이현옥(2010)의 연구에서는 건강한 성인 남성을 대상으로 네발자세에서 오른쪽 팔 들기, 왼쪽 다리 들기, 오른쪽 팔과 왼쪽 다리를 교차로 들기로 구성된 3가지 운동을 실시하였다. 운동의 난이도가 올라갈수록 몸통의 근 활성도가 올라갔으며, 못갈래근의 근 활성도는 다리를 든 쪽에서 50.21%, 반대 측에서 26.48%로 다리를 들어 올린 쪽의 못갈래근에서 반대 측에 비해 상대적으로 높은 근 활성도를 나타냈다. 이는 네발자세에서 팔과 다리를 각각 들어 올린 운동보다 팔과 다리를 교차로 들었을 때 못갈래근의 근 활성도가 가장 높아짐을 의미한다. 또한, 다리를 들어 올린 쪽의 못갈래근이 반대 측 못갈래근보다 더 높은 근 활성도를 보여준 Masaki 등(2015)의 결과와 일치한다. 이현옥(2010)은 불균형한 팔다리의 움직임으로 인해 하중이 가해져 근육의 신장 수용기에 많은 피드백을 주게 되어 척추의 안정성을 유지하기 위해서 나타나는 결과라고 제시하였다.

Masaki 등(2015)은 건강한 대상자에게 다양한 자세로 변형된 버드독 운동을 실시하여 못갈래근, 척추세움근의 근 활성도와 못갈래근/척추세움근의 근 활성비를 표면 근전도를 사용하여 못갈래근을 선택적으로 강화시키는 효과적인 방법을 알아보려 하였다. 그 방법으로 어깨관절 및 엉덩관절의 각도에 변화를 준 자세와 동일한 자세에서 중량을 추가한 방법으로 크게 두 가지의 변형된 버드독 운동으로 어깨관절 180°굽힘과 엉덩관절 0°편, 어깨관절 90° 벌림과 엉덩관절 0° 편, 어깨관절 180° 굽힘과 엉덩관절 최대 벌림, 어깨관절 90° 벌림과 엉덩관절 최대 벌림, 손목과 발목에 중량 벨트 착용한 변형된 버드독 운동으로 실험을 진행하였다. 그 결과 기존의 버드독 운동과 비교해 보면 어깨관절 90°벌림과 엉덩관절 최대 벌림 자세로 변형된 버드독 운동에서 상지를 들어 올린 측 못갈래근의 근 활성도가 11.3 ± 3.8 (%MVC)로 가장 낮게 나타났고 하지를 들어 올린 측 못갈래근의 근 활성도는 33.1 ± 8.0 (%MVC)로 가장 높게 나타났다. 이는 엉덩관절 벌림이 하지를 들어 올린 측에서는 동측 척추의 회전모멘트를 증가시켜 반대 방향으로 회전하여 균형을 잡으려는 동측 못갈래근의 근 활성도를 높였다. 또한 상지를 들어 올린 측에서는 척추의 굽힘모멘트가 감소되어 척추 편근으로 작용하는 상지를 들어 올린 측의 못갈래근의 근 활성도는 감소하게 된다. 상지와 하지에 중량을 추가한 변형된 버드독 운동은 상지를 들어 올린 측과 하지를 들어 올린 측 모두에서 못갈래근과 척추세움근의 근 활성도가 높아졌고 못갈래근/척추세움근의 근 활성비는 감소되었다. 상지에서 어깨관절의 각도 변화는 상지를 들어 올린 측과 하지를 들어 올린 측 못갈래근의 근 활성도에 영향을 미치지 않아 연구의 목적인 못갈래근의 선택적 강화 방법으로는 중량을 추가한 방법과 어깨관절의 각도 변화는 적합하지 않다고 제시하였다. 따라서 버드독 운동 시 하지에 엉덩관절 벌림과 같은 난이도를 추가한다면 못갈래근을 선택적으로 강화하는데 더욱 효과적일 것이다.

Kim 등(2022)의 만성 허리 통증을 가지고 있는 남성 13명을 대상으로 진행한 무릎관절 각도에 따른 버드독 운동 연구에서 만성 허리 통증이 있는 사람에게 못갈래근의 선택적 강화는 재활에 필수적임을 강조하였고,

무릎관절을 90° 굽힘 한 버드독 운동은 만성 허리 통증 환자에게 다리를 들어 올린 측과 지지하는 다리 측의 근육 활동을 향상시키기 위한 대체 허리 안정화 운동으로 권장된다고 하였다. Kim 등(2022)의 연구 결과에 따르면 버드독 운동을 시행한 집단보다 무릎관절을 90° 굽힘 한 버드독 운동을 시행한 집단에서 다리를 들어 올린 측의 엉덩갈비근($p=.021$), 못갈래근($p=.009$), 배속빗근($p=.021$)과 지지하는 다리 측의 배바깥빗근($p=.001$), 못갈래근($p=.009$)에서 유의한 효과가 나타났다($p < .05$). 또한 다리를 들어 올린 측의 못갈래근/엉덩갈비근의 근 활성도 비율에서는 유의한 차이가 없었으나 다리를 지지하는 측에서 못갈래근/엉덩갈비근($p=.028$)의 근 활성비는 버드독 운동보다 무릎을 90° 굽힘 한 버드독 운동에서 더 높은 근 활성도가 나타났다. 위의 결과를 통해 만성 허리 통증 환자에게 복잡한 조건에서 운동을 수행할 때 다리를 들어 올린 측과 지지하는 다리 측 양쪽의 못갈래근에서 근 활성도가 증가함을 알 수 있었다. 이에 따라 본 연구에서는 허리 통증 환자들에게 못갈래근을 활성화시키기 위해 무릎관절을 90° 굽힘 하여 다리의 복잡성을 추가한 버드독 운동을 시행하였다. Kim 등(2022)의 연구에서는 NRS가 12.8 ± 7.6 , ODI가 2.7 ± 1.4 인 허리 통증을 가진 30대 남성들을 대상으로 실험하였지만, 본 연구에서 대상자는 20대 정상 여성들로 NRS는 4.07 ± 1.44 점, ODI는 13.79 ± 5.13 점인 허리 통증 대상자들을 선정해 연구를 진행한 점에서 차이가 있다. Kim 등(2022)은 무릎관절을 90° 굽힘 한 버드독 운동에서 다리의 운동 복잡성 증가로 인해 과도한 몸통 회전이 일어난다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 변형된 버드독 운동 시 몸통 정렬을 유지하였을 때의 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도를 알아보기 위해서 척추의 가시돌기를 기준으로 Bakbon을 착용하여 운동을 진행하였다.

선행연구들에서는 못갈래근의 근 활동이 약 70% 미만으로 나타났으나, 본 연구에서는 각각 84.92%, 88.06%로 상당히 높은 못갈래근의 활동을 보였다. 이는 본 연구의 대상자들이 무릎을 90° 굽힘 한 운동에서는 균형을 유지하기가 어려워 몸통 근육의 활동이 더욱 증가함으로 보인다. 실험 결과, 본 연구에서 못갈래근의 활동은 만성요통군에 비해 대조군에서 상대적으로 높은 못갈래근의 활동이 나타났지만 유의한 차이는 없었다. Danneels 등(2002)의 연구에서 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근활성도를 세 가지의 다른 형태의 운동에서 동원양상을 비교해 본 결과 만성요통군과 대조군에서의 허리안정화 운동 시에는 두 군 간에 유의한 차이가 없었고, 협응운동과 근육강화운동에서 두 군 간에 유의한 차이가 있었다.

본 연구에서 실시한 변형된 버드독 운동은 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비에 유의한 차이가 없기 때문에 못갈래근의 선택적 운동에 도움을 주기는 어려울 것이라 사료된다. 하지만 이는 허리엉덩갈비근과의 동시 수축을 진행하면서 국소 근육과 표면 근육의 활성 증가로 허리 안정화를 이루는 허리 주변 근육의 강화에 도움을 줄 것으로 사료된다. 또한, 못갈래근의 표면 근전도를 측정하는 것에는 논란의 여지가 있는데, Arokoski 등(1999)의 연구에서 L5에 위치한 못갈래근을 대상으로 근육 내 근전도와 표면 근전도를 비교하였을 때 L5 위치의 못갈래근의 %MVC의 상관계수가 .950으로 높은 상관성을 보였다. 따라서 본 연구에서는 못갈래근의 근 활성도를 알아보기 위해 L5 수준에 위치한 못갈래근에 표면 근전도를 사용하였다. American College of Sports Medicine (2009)은 근력 강화를 위해서는 1RM(repetition maximal)의 MVC 60~100% 정도에서 훈련하는 것을 추천하는데, 본 연구의 운동 자세는 양측 못갈래근의 근 활성도가 높기 때문에 만성 허리 통증 환자를 대상으로 못갈래근의 근력 강화 목적으로 사용할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 난이도를 조절한 다양한 버드독 운동을 연구한다면 환자의 상황을 고려한 못갈래근의 강화 지침을 제공하여 효과적인 치료가 가능할 것이라 사료된다.

본 연구의 제한점은 만성요통군의 동질성을 유지하기 위한 연구의 요구로 인해 20대 여성만 대상자에 포함시켜 표본의 크기가 작았고, 평균 ODI가 13.79 ± 5.13 점이었으므로 장애 수준이 낮은 만성 허리 통증 환자에게만 제한적으로 일반화될 수 있다. 또한, 운동 중 허리 척추 앞굽음의 각도를 정확하게 측정하지 못하였고, 표면 근전

도의 측정은 측정자의 숙련도에 영향을 받아 결과에 변화를 줄 수 있으며, 못갈래근의 근전도 측정으로 표면 근전도를 사용하였기 때문에 혼선(crosstalk)이 신호에서 감지될 수 있으므로 오차를 줄이기 위해서는 검사자의 경험과 근육 내 근전도의 사용으로 더욱 정확한 측정이 가능할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 척추 교정 장치인 Bakbon을 착용하고 변형된 버드독 운동을 실시하는 동안 만성요통군과 대조군의 못갈래근과 허리엉덩갈비근의 근 활성도와 못갈래근/허리엉덩갈비근의 근 활성비에 대해 알아보고자 하였다. 그 결과, Bakbon을 착용한 변형된 버드독 운동 시 만성요통군과 대조군 간의 근 활성도와 근 활성비에는 유의한 차이가 없었다. 이는 만성 허리 통증 환자에서 보일 수 있는 골반의 앞쪽 경사를 Bakbon의 지지로 인해 앞쪽 경사를 조절하는 못갈래근의 근육의 불균형을 해소하였기 때문이라 사료된다. 향후 허리 척추 앞굽음의 각도를 측정하여 각도에 따른 근 활성도와 근 활성비를 알아보는 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 고덕한. 윌리엄스 운동과 맥킨지 운동이 만성 요통 환자의 통증 정도와 오스웨스트리 장애 지수에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지. 2022;40(3):170-178.
- 권유정, 박수진, 김경. 열린사슬운동과 닫힌사슬운동이 정상성인의 하지근활성도에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2012;7(2):173-182.
- 김대훈. 요부 안정화운동이 만성허리 통증환자의 다열근 단면적, 정적자세조절, 통증에 미치는 영향. 융합정보논문지. 2021;11(10):223-229.
- 김소영, 김선엽, 장현정. 도수적 자세교정이 슬링을 이용한 교각운동 시 체간과 하지 근육의 근활성도에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지. 2014;21(3):38-44.
- 박준홍. 환자와 의료진의 소통을 위한 UX/UI 개선에 관한 연구. 한국디자인리서치. 2022;7(3):333-350.
- 안승헌. 만성허리 통증환자의 치료적 접근. 코칭능력개발지. 2005;7(3):3-13.
- 윤성덕, 박기덕. 코어 근육이 요통에 미치는 영향에 관한 문헌 연구. 한국체육과학회지. 2020;29(6):1217-1230.
- 이상진, 김영민. 요부안정화운동과 병행한 둔근운동이 요부불안정성을 가진 만성허리 통증환자의 요부안정성에 미치는 영향. 대한물리의학회지. 2013;8(1):29-39.
- 이현욱. 네발기기 자세에서 실시하는 안정화 운동에 따른 체간 근육의 활성도. 대한물리치료학회지. 2010;22(5): 33-38.
- 전은영. 허리 통증이 있는 여성을 위한 수지요법과 요부강화 운동 프로그램 적용효과. 동서간호학연구지. 2013;19(2):63-70.
- 채운원. 뉴만의 kinesiology: 근육뼈대계통의기능해부학및운동학(3판). 범문에듀케이션. 2018.
- American College of Sports Medicine. American college of sports medicine position stand: Progression models in resistance training for healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2009;41(3):687-708.

- Arab AM, Soleimanifar M, Nourbakhsh MR. Relationship between hip extensor strength and back extensor length in patients with low back pain: A cross-sectional study. *J Manipulative Physiol Ther.* 2019;42(2):125–131.
- Arokoski JP, Kankaanpää M, Airaksinen O. Back and hip extensor muscle function during therapeutic exercises. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(7):842–850.
- Bento TPF, Genebra CVDS, Maciel NM, et al. Low back pain and some associated factors: Is there any difference between genders?. *Braz J Phys Ther.* 2020;24(1):79–87.
- Bernier E, Mithani Adi, Aoude A, et al. Feasibility of a novel back support device to improve spine stability and muscular activity during trunk flexion: A prospective cross-sectional study with healthy controls and low back pain subjects – preliminary. *Clin Biomech.* 2025;122:106414.
- Brown M, Avers D. Daniels and worthingham's muscle testing: Techniques of manual examination and performance testing (10th ed.). Saunders. 2018.
- Chen S, Chen M, Xiao G. Global, regional and national burden of low back pain 1990–2019: A systematic analysis of the global burden of disease study. *J Orthop Translat.* 2021;10(32):49–58.
- Dafkou K, Kellis E, Sahinis C. Lumbar multifidus muscle thickness during graded quadruped and prone exercises. *Int J Exerc Sci.* 2021;14(7):101–112.
- Danneels LA, Coorevits PL, Cools AM, et al. Differences in electromyographic activity in the multifidus muscle and the iliocostalis lumborum between healthy subjects and patients with sub-acute and chronic low back pain. *Eur Spine J.* 2002;11(1):13–19.
- Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain.* 2011;152(10): 2399–2404.
- Freeman MD, Woodham MA, Woodham AW. The role of the lumbar multifidus in chronic low back pain: A review. *PM R.* 2010;2(2):142–146.
- Hauser RA, Matias D, Woldin BA, et al. Lumbar instability as an etiology of low back pain and its treatment by prolotherapy: A review. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2022;35(4):701–712.
- Hodges PW, Moseley GL. Pain and motor control of the lumbopelvic region: Effect and possible mechanisms. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13(4):361–370.
- Járomi M, Szilágyi B, Makai, A. Assessment of health-related quality of life and patient's knowledge in chronic non-specific low back pain. *BMC Public Health.* 2021;21(Suppl 1):1–8.
- Kang NG, Jeong WJ, Oh JS. The Effects of hip joint movement on the lumbo-pelvic muscle activities and pelvic rotation during four-point kneeling arm and leg lift exercise in healthy subjects. *Phys Ther Korea.* 2023;30(2):144–151.
- Kim CR, Park DK, Ryu JS. Electromyographic changes in trunk muscles during graded lumbar stabilization exercises. *PM&R.* 2016;8(10):979–989.
- Kim KH, Lee CH, Baik SM. et al. Can Knee Joint Flexion Position of the Raised Lower Limb Affect Trunk Muscle Activation During Bird Dog Exercise in Subjects With Chronic Low Back Pain?. *Phys Ther Korea.* 2022;29(1):79–86.
- Losavio R, Contemori S, Biscarini A. Electromyographic and stabilometric analysis of the static and dy-

- namic “Standing Bird Dog” exercise. *Sports*, 2023;11(6):119.
- Masaki M, Tateuchi H, Tsukagoshi R, et al. Electromyographic analysis of training to selectively strengthen the lumbar multifidus muscle: effects of different lifting directions and weight loading of the extremities during quadruped upper and lower extremity lifts. *J Manipulative Physiol Ther*. 2015;38(2):138–144.
- Shah J, Tanwar T, Veqar Z. Effect of increased lumbar lordosis on lumbar multifidus and longissimus thoracis activation during quadruped exercise in patients with chronic low back pain: An EMG study. *J Appl Biomech*. 2020; 36(6):436–443.
- Shaikh M, Östör AJ. Evaluating the patient with low back pain. *Practitioner*. 2015;259(1788):21–24, 2–3.
- Suh JH, Kim H, Ryu JS. The effect of lumbar stabilization and walking exercises on chronic low back pain: A randomized controlled trial. *Medicine*. 2019;98(26):e16173.
- Taylor EW, Ugbole UC, Dutheil F. Erector spinae muscle activation during forward movement in individuals with or without chronic lower back pain: A systematic review and meta-analysis. *Arch Rehabil Res Clin Transl*, 2023;5(3):100280.
-