

넓적다리 뒷근육 유연성 및 긴장도 평가 장치 개발 및 유효성 평가 Development of the Apparatus for the Evaluation of Hamstring Tightness and Experimental Validation of Effectiveness

*황성재^{1,2}, 유제성^{1,2}, 이정주^{1,2}, 김정윤^{1,2}, 박시복³, #김영호^{1,2}

*S. J. Hwang¹, J. S. Yoo¹, J. J. Lee¹, J. Y. Kim¹, S. B. Park², #Y. H. Kim(youngbokim@yonsei.ac.kr)¹

¹연세대학교 대학원 의공학과, ²연세의료공학연구원, ³한양대학교 재활의학과교실

Key words : Hamstring, Tightness, Flexibility, Pelvic tilting, Knee angle

1. 서론

넓적다리 뒷근육(Hamstring)은 무릎 뒤쪽 경계를 이루는 힘줄을 말하며, 내측의 반막모양근과 반힘줄모양근, 외측의 대퇴이두근의 견을 말한다. 이들 세 근육은 모두 좌골 결절에서 기시하여 경골과 비골에 삽입되기 때문에 이들 근육 사이에는 고관절과 슬관절이 위치하고 따라서 이관절 근육으로 분류된다. 두 개 관절에 걸쳐 있는 근육들은 부적절한 자세로 쉽게 긴장(tightness), 단축 또는 구축되고, 구축이 진행되면 골반의 후방 경사가 되며, 그로 인해 척추 후만증, 앉는 자세의 이상 및 보행 이상을 유발한다. 영유아에서는 넓적다리 뒷근육 긴장도를 측정하여 뇌성마비 진단에 이용되며, 운동 선수들의 넓적다리 뒷근육 긴장은 경기력 저하는 물론 스포츠 손상으로 이어지기 때문에 중요하다. 휠체어를 이용하는 장애인들은 골반 후방 경사로 인해 의자 바닥의 압력 분포에 영향을 주어 욕창 발생의 원인이 되며, 노인들에서 넓적다리 뒷근육 긴장은 슬관절과 고관절 굴곡 구축을 유발하여 걷지 못하게 만들고, 에너지 소모가 큰 보행을 하게 한다. 성장기 아동에서 근육의 구축은 성장 장애 요인이 되기도 한다[1-3].

기존의 임상적으로 넓적다리 뒷근육의 긴장도 및 유연성을 평가하기 위해서는 환자를 침대에 눕혀서 임상가의 손으로 하퇴부를 움직여 측정에 의해 넓적다리 뒷근육 긴장도 및 유연성을 평가하였다. 이는 매우 번거롭고 불편하여서 효율적인 평가가 어렵고, 또한 임상가의 주관적인 판단에 의한 진단으로 인해 정량적인 평가가 불가능하였다[4-5].

인체의 특성상 의자에 앉은 자세로 천골을 등받이에 붙여 앉게 되면 양측 고관절은 90도 굴곡된 상태가 된다. 그 후 무릎관절을 천천히 신전시키게 되면, 넓적다리 뒷근육이 신장되는데 최대 신장되는 순간에 골반이 전방으로 미끄러지게 된다. 이 순간을 감지하여 무릎관절 각도를 측정하면 넓적다리 뒷근육의 긴장도 및 유연성을 평가하는 데 유용한 정보를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 이러한 메커니즘을 이용하여 기존 방법보다 훨씬 더 간편하고 정량적으로 넓적다리 뒷근육 긴장도 및 유연성을 평가할 수 있는 장치를 개발하고 유효성을 평가하고자 한다.

2. 본론

사용자의 앉은 자세에서의 무릎관절 신전에 의한 넓적다리 최대 신장에 따른 골반 미끄러짐을 검출하기 위해 그림 1과 같은 장치를 설계하였다. 기본적으로 앉은 자세를 위해 의자 형태의 철제 프레임에 사용하였고, 사용자의 천골을 등받이에 붙여 앉도록 하여 양측 고관절의 90도 굴곡을 유지할 수 있도록 등받이 위치를 대퇴 길이에 따라 가변하도록 하였다. 또한 하퇴 길이에 따라 발판의 높낮이를 조정할 수 있도록 하였다. 발 크기에 따라 발판의 길이를 조정할 수 있게 하여 발과 발목을 최대한 고정 시킬 수 있도록 하였다. 하퇴 및 대퇴와 몸통을 각 프레임에 최대한 고정 시켜서 측정하는 동안 자세를 유지할 수 있도록 하였다.

무릎관절을 일정한 속도로 신전시키기 위해서 의자의 양측 무릎관절 부위에 속도 제어 모터(Speed control motor, DKM CO., LTD, Korea)를 적용하였다. 또한 각 무릎관절 각도를 파악하기 위해서 무릎관절이 위치하는 회전축에 회전형 엔코더(Rotary

Encoder, Autonics, Korea)를 설치하였다.

무릎관절의 90도 굴곡된 상태에서 점진적으로 신전됨에 따라 넓적다리 뒷근육의 최대 신장 시 골반의 미끄러짐을 유도하기 위해서 가이드 레일과 볼베어링으로 구성된 선형 미끄러짐 시스템(Linear sliding system)을 설계하였고, 양 측 대퇴부 및 둔부에 각각 독립적으로 적용할 수 있도록 하였다. 또한, 그림 2와 같이 리미트 스위치(Limit switch, Hanyang NUX, Korea)를 사용하여 골반의 미끄러짐을 검출하였다.

시스템은 측정이 시작되면 정해진 모터 회전 속도에 따라 무릎관절이 서서히 신전이 되고, 넓적다리 뒷근육의 긴장도 및 유연성에 따라 골반이 미끄러지게 되면 리미트 스위치 신호에 따라 모터의 회전이 정지하게 되고, 엔코더를 통해서 무릎관절 각도를 확인할 수 있게 된다(그림 3).

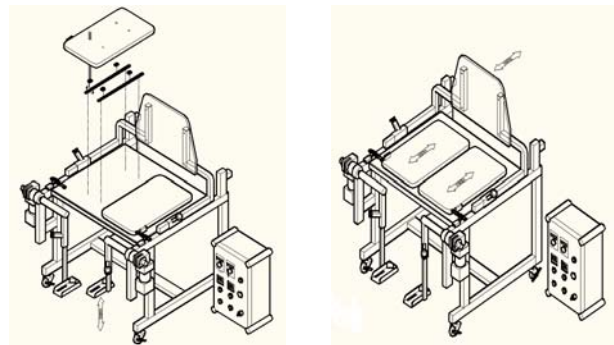


Fig. 1 Designed apparatus for the evaluation of hamstring tightness

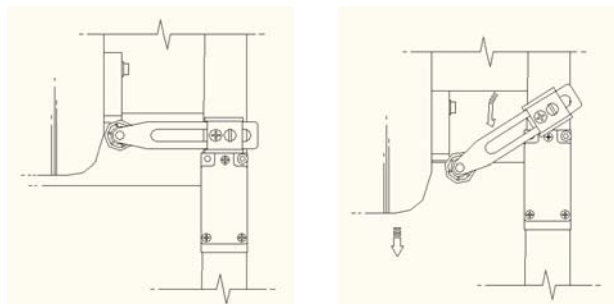


Fig. 2 Detecting of sliding by the pelvic tilting using the limit switch

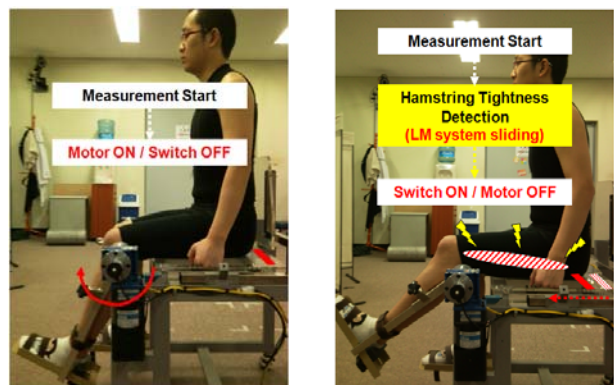


Fig. 3 Measurement algorithm of developed system

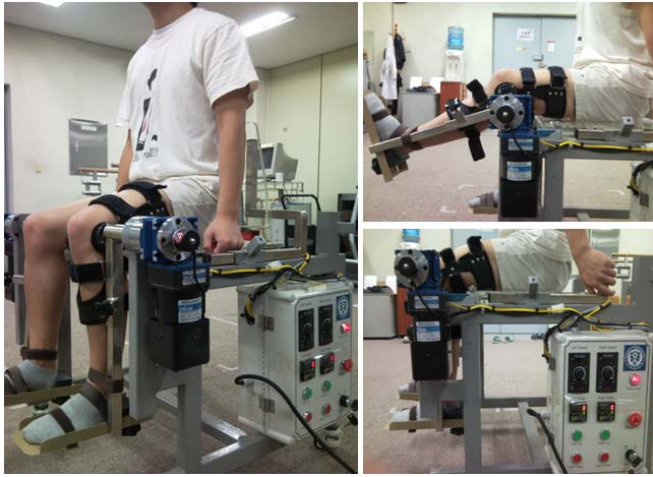


Fig. 4 Experimental validation

개발된 장치의 유효성을 확인하기 위해서 그림 4와 같이 무릎 보조기(Knee orthosis)를 이용하여 넓적다리 뒷근육 강직 환자를 모사하여 넓적다리 뒷근육의 유연성 및 긴장도를 평가하는 실험을 수행하였다. 넓적다리 뒷근육에 강직이 있다면 무릎관절 신전이 일정각도 이상 일어나지 않기 때문에 무릎보조기를 각 일정 굴곡 각도 (0도, 15도, 30도, 45도, 60도 및 90도)로 고정시켜 착용하여 넓적다리 뒷근육 강직 환자를 모사하였고, 이에 시스템에서 검출되는 무릎각도 값과 비교를 하여 유효성을 검사하였다. 3명의 피검자에 대해서 각 굴곡 각도에 따라 10번의 측정결과의 평균화하였고, 무릎보조기의 각도와 검출된 무릎관절 굴곡 각도의 상관관계를 분석하기 위해서 Pearson correlation을 구하였다.

3. 결과 및 토의

그림 5는 무릎보조기에 의해 고정된 무릎관절 굴곡 각도와 골반 미끄러짐이 검출되어 측정된 무릎관절 굴곡 각도를 비교한 결과이다. 각 각도를 비교한 결과 고정된 무릎관절 굴곡 각도가 30도 이상일 경우에는 상호 선형적인 관계를 보였으나, 고정된 무릎관절 굴곡 각도 30도보다 작을수록 검출된 무릎각도와 차이가 크게 나타났다. 이는 앉은 자세에서 정상적으로 무릎관절을 신전 시킬 시 최소 20도의 무릎관절 굴곡에서 넓적다리 뒷근육의 최대 신장이 발생됨을 알 수 있었다. 표 1의 결과는 무릎보조기의 각도와 검출된 무릎관절 각도의 상관관계이다. Pearson correlation은 0.947로 매우 높게 나타났고 이는 통계적으로 유의한 특성을 보였다. 이러한 결과를 통해 개발된 장치가 넓적다리 뒷근육의 유연성 및 긴장도를 측정하기에 적합함을 알 수 있었으며, 추가적으로 넓적다리 뒷근육의 긴장, 단축 또는 구축이 있는 환자군을 대상으로 장치를 적용해서 평가해 볼 필요가 있다.

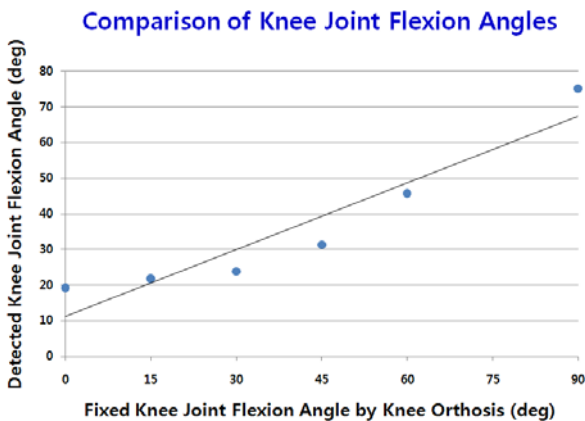


Fig. 5 Comparison of knee joint flexion angles

Table 1 Pearson correlation between fixed knee joint flexion angle by knee orthosis and detected knee joint flexion angle by the system

Correlation coefficient	
Pearson correlation	0.947**
Sig. (2-tailed)	0.004

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

4. 결론

넓적다리 뒷근육은 고관절과 슬관절의 운동을 제어하는 이관절 근육으로서 부적절한 자세로 쉽게 긴장, 단축 또는 구축이 발생하게 된다. 이러한 증상으로 척추 후만증, 앉은 자세 이상 및 보행 이상을 유발하게 된다. 영유아에서는 넓적다리 뒷근육 긴장도를 측정하여 뇌성마비 진단에 이용되며, 운동 선수들의 넓적다리 뒷근육 긴장은 경기력 저하는 물론 스포츠 손상으로 이어지기 때문에 중요하다. 기존에는 임상적으로 넓적다리 뒷근육의 긴장도 및 유연성을 평가하기 위해서 환자를 침대에 눕혀서 임상사의 손으로 하퇴부를 움직여 측정에 의해 넓적다리 뒷근육 긴장도 및 유연성을 평가하였는데, 이는 매우 번거롭고 불편하여서 효율적인 평가가 어렵고, 또한 임상사의 주관적인 판단에 의한 진단으로 인해 정량적인 평가가 불가능하였다.

본 연구에서는 이러한 기존 평가 방법을 보완하고 대체할 수 있는 새로운 넓적다리 뒷근육 유연성 및 긴장도 평가 장치를 개발하였다. 인체의 특성상 의자에 앉은 자세로 양측 고관절은 90도 굴곡한 상태로 유지한 후 무릎관절을 천천히 신전시키게 되면, 넓적다리 뒷근육이 신장되는데 최대 신장되는 순간에 골반이 전방으로 미끄러지게 된다. 이 순간을 감지하여 무릎관절 각도를 측정하는 메커니즘을 이용하여 기존 방법보다 훨씬 더 간편하고 정량적으로 넓적다리 뒷근육 긴장도 및 유연성을 평가할 수 있는 장치를 개발하고, 장치의 유효성을 확인하였다. 본 연구 결과는 재활의학 및 스포츠의학 분야에서 넓적다리 뒷근육 긴장도 및 유연성 평가의 새로운 방법으로 다양하게 적용될 수 있을 것으로 기대한다.

후기

본 연구는 문화체육관광부의 스포츠산업기술개발사업에 의거 국민체육진흥공단의 국민체육진흥기금을 지원받아 연구되었습니다. 또한 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과입니다.

참고문헌

1. Aquino, C.F., Fonseca, S.T., Goncalves, G.G., Silva, P.L., Ocarino, J.M., Mancini, M.C., "Stretching versus strength training in lengthened position in subjects with tight hamstring muscles: a randomized controlled trial," *Man Ther.*, 15(1), 26-31, 2010.
2. Ayala, F., de Baranda Andujar, P.S., "Effect of 3 different active stretch durations on hip flexion range of motion," *J Strength Cond Res.*, 24(2), 430-436, 2010.
3. Castro-Pinero, J., Chillon, P., Ortega, F.B., Montesinos, J.L., Sjostrom, M., Ruiz, J.R., "Criterion-related validity of sit-and-reach and modified sit-and-reach test for estimating hamstring flexibility in children and adolescents aged 6-17 years," *Int J Sports Med.*, 30(9), 658-62, 2009.
4. Cornbleet, S.L., Woolsey, N.B., "Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit-and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle," *Phys Ther.*, 76(8), 850-855, 1996.
5. Davis, D.S., Ashby, P.E., McCale, K.L., McQuain, J.A., Wine, J.M., "The effectiveness of 3 stretching techniques on hamstring flexibility using consistent stretching parameters," *J Strength Cond Res.*, 19(1), 27-32, 2005.