

누운 자세에서의 자전거 운동 시 하지 근활성도 분석

Analysis of Lower-Limbs Muscle Activity during Cycle Exercise in Spine Position

신선혜*, 유 미, 조광수, 정호춘, 홍정표, 홍철운, 권대규
S. H. Shin, M. Yu, K. S. Cho, H. C. Jeong, J. P. Hong, C. W. Hong, T. K. Kwon

요 약

본 연구에서는 입원 또는 재활 초기단계에 환자가 이동하지 않고 침대에 누운 상태에서 자전거 운동이 가능한 하지 재활 훈련 시스템을 개발하였으며, 정상 성인을 대상으로 침대에 누운 자세에서 다양한 조건에서의 자전거 운동 시의 하지 근 활성도를 비교·분석하고자 하였다. 피험자는 근 골격계나 신경근육계 병력이 없는 20대~60대 사이의 건강한 성인 남녀 42명을 대상으로 하였으며, 운동 모드, 부하, 속도에 따른 자전거 운동 시 오른쪽 하지의 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근, 내측 비복근, 가자미근의 근 활성도를 측정하였다. 그 결과, 부하를 1과 5단계로 제공하였을 때보다 10단계로 제공하였을 때 내측 비복근의 근활성이 높아짐을 보였다. 또한, 속도가 증가할수록 내측 비복근을 제외한 모든 근육에서 근활성도가 감소하는 결과를 보였다. 즉, 운동 조건에 따라 크게 활성화되는 근육들이 각기 달랐으며, 이러한 결과는 침상에 누워 재활 훈련이 가능한 자전거 시스템 개발을 위한 기초 자료로써 활용될 것이다.

ABSTRACT

This research was to develop the cycling system of lower limbs for rehabilitation during cycle exercise in supine position. Also we analyzed the muscular activity of lower-limbs at various exercise conditions according to exercise mode, load, velocity. 42 healthy subjects(ages 20-60 years) were participated. We measured the muscular activities of right lower limb muscle in rectus femoris, biceps femoris, tibialis anterior, medial gastrocnemius, soleus. Results, medial gastrocnemius shows high value on load 10 stage than load 1 and 5 stage. And all muscular activity except medial gastrocnemius was decreased as increase of velocity. We have found that there is a difference of lower limbs activity depending on exercise mode and method. This study could be applied to reference data to develop cycle system of lower limbs for rehabilitation.

Keyword : Cycle Pedaling, Muscle Activity, Rehabilittion Exercise, Spine position, Lower-limb

접 수 일 : 2015.10.12
 심사완료일 : 2015.11.24
 게재확정일 : 2015.11.25
 *신선혜 : 전북대학교 헬스케어공학과 박사과정
 shshin02@jbnu.ac.kr (주저자)
 유 미 : 전북대학교 R&D전략센터
 yumi@jbnu.ac.kr (공동저자)
 조광수 : 전북대학교 산업디자인과
 thinkkwang@lycos.co.kr (공동저자)
 정호춘 : (주)싸이버메딕
 jeonghc@cybermedic.co.kr (공동저자)
 홍정표: 전북대학교 산업디자인과

1. 서 론

2014년 65세 이상 고령 인구는 전체 인구 중 12.7%를 차지하며, 2024년에는 19.0%, 2034년에는

hongjpl@hanmail.net (공동저자)
 홍철운 : 전북대학교 바이오메디컬공학부 교수
 cuhong@jbnu.ac.kr (공동저자)
 권대규 : 전북대학교 바이오메디컬공학부 교수
 kwon10@jbnu.ac.kr (교신저자)
 ※ 이 논문은 2014년 지식경제기술혁신사업(기술료지원사업)의 지원을 받아 연구되었음.(10048880)

27.6%로 계속 늘어나고 있으며, 고령화 사회가 진행됨에 따라 질병 예방, 재활에 대한 관심 역시 높아지고 있다[1]. 특히, 진단 및 치료용 의료기기보다는 지속적인 건강관리 및 유지를 위한 트레이닝이나 재활을 위한 기기들에 대한 관심이 증가하고 있으며[2], 그 중 자전거 운동기기는 실외뿐만 아니라 실내에서도 간편하게 운동 가능하여 널리 사용되어지고 있다.

자전거 운동은 유산소 운동으로써 심폐능력의 향상 효과와 하지 근력 증진 효과, 골다공증 예방 등 여러 복합적인 운동 효과를 가지고 있어 많은 사람들의 운동방법으로 적용되어지고 있으며, 이러한 효과에 대한 다양한 연구가 진행되어져 왔다[3,4,5].

성락민은 자전거 운동이 폐경기 여성의 건강관련 요인과 삶의 질에 미치는 효과에 대한 연구에서 자전거 운동이 긍정적인 효과를 미치는 것을 입증하였으며[6], 박태영 등은 고정식 상-하지 자전거를 이용한 고강도의 유산소 운동이 성인 편마비 환자의 근육량 증가에 효과적인 치료가 될 수 있음을 입증하였다[7]. 또한, Neiko 등은 심부전 노인 환자에서 기기 보조를 통한 자전거 운동이 환자의 운동 능력과 혈관 내피세포의 기능에 긍정적인 효과를 미치는 것을 증명하였다[8]. 이밖에도 단순히 하지 근력 증진 효과만 주었던 자전거 운동기에서 벗어나 전신운동이나 자세균형 증진과 같은 다양한 효과를 제공하기 위하여 다양한 제품들이 개발되었고, 이에 따른 효과를 입증하기 위한 연구가 진행되고 있다.

김기진 등은 전신운동 효과와 상·하체의 근육강화를 위하여 자전거 안장부가 좌우로 흔들리는 운동기구를 개발하였으며, 기존의 고정형 자전거와의 비교 실험을 통해 안장의 좌우 흔들림형 자전거에 리그미터로 운동하였을 때 근 활성화뿐만 아니라 생리적 운동 강도가 높아짐을 증명하였다[9]. 또한, 홍철운 등은 자세와 균형을 조절할 수 있는 자전거를 구현하고자 좌, 우 페달의 길이를 다르게 하였으며, 페달 길이가 짧은 쪽의 하지 근육이 반대 근육보다 근 활성화가 크게 증가한 것을 입증하였다[10].

최근에는 환자가 어느 정도 회복해야 실시할 수 있었던 기존 재활의 개념을 탈피하여 입원과 동시에 침대에서부터 재활을 시작할 수 있도록 제작된 자전거 운동기들이 개발되고 있다. 특히, 침대 위에 올려놓고 자전거 페달을 돌리는 것과 유사한 형태의 운동을 제공하는 침대용 사이클링 시스템과 침대의 하단부에 자전거 페달을 부착하고 침대에 경사를 주어 기울임 상태에서 사이클링이 가능한

경사침대를 이용한 재활 훈련 시스템이 개발되었으며, 연구가 진행되고 있다[11, 12]. 하지만 이러한 훈련 시스템은 심각한 하지 근 손상 환자나 장시간 누워서 생활해야 하는 중증환자들의 경우 침상에서 이동해야 하는 불편함이 있으며, 이동기기 사용 시 고정이 잘 되지 않는다는 단점이 있다. 하지 근 손상 환자나 장시간 누워 있는 중증환자의 경우 움직임에 제한이 있기 때문에 지속적인 재활을 하지 않을 경우 근육 사용이 저하되고 관절 모멘트가 감소하게 되고 결국 하지의 움직임이 점차 퇴화된다.

따라서, 본 연구에서는 하지 근 손상 환자나 스스로 운동할 수 없는 중증환자를 위하여 입원 초기 또는 재활 초기단계에 환자가 이동하지 않고 침대에 누운 자세에서 자전거 운동이 가능한 하지 재활 훈련 시스템을 개발하였다. 또한, 시제품 개발에 대한 기초 평가를 위하여 정상 성인을 대상으로 침대에 누운 자세에서 운동 모드, 부하, 속도에 따른 자전거 운동 시 하지 근 활성도를 비교·분석하고자 하였다.

2. 시스템 구성 및 실험방법

2.1 시스템 구성

본 연구에서는 침대형 자전거 시스템을 이용하여 다양한 조건에 따른 하지 근육의 활성도를 측정하였다. Fig. 1은 본 연구에서 개발된 침대형 자전거 시스템으로, 침대에서 이동할 수 없는 환자를 대상으로 하지 관절 및 근육 기능 회복을 위한 재활 훈련기기이다. 본 기기는 이동 가능한 형태로 제작되어 환자들이 침대를 이동하지 않고 운동이 가능하게 하며, 침대와 사용자의 신체 사이즈와 상관없이 이용 가능하도록 높이 조절이 가능하게 제작되었다. 또한, 사용자의 상태에 맞는 효과적인 재활 운동을 지원하기 위하여 사용자의 의지로 구동되는 능동과 모터 구동에 의한 수동모드의 전환이 가능하며, 운동 부하, 속도, 방향 등의 선택적 운동이 가능하도록 개발되었다.

하지 근육의 활성도를 분석하기 위하여 Bagnoli EMG System(Delsys, USA)을 사용하였고, 근전도 측정을 위한 표면 전극은 이차 차분 검파(Double differential detection) 방식인 DE-3.1센서(Delsys, USA)를 사용하였다. 샘플링 주파수(sampling rate)는 1000Hz로 설정하였으며, 주파수 대역폭은 Bagnoli EMG System의 측정 주파수 대역 필터인 6-400 Hz로 하였다. 또한, 분석방식으로는 RMS(root mean square)를 사용하였다.

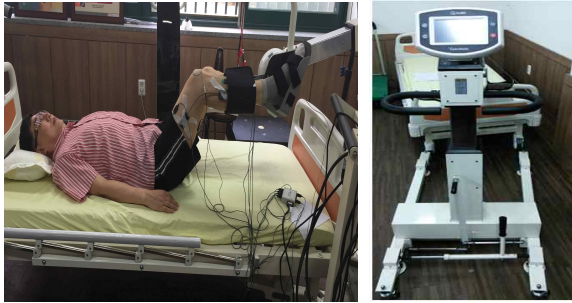


그림 1. 침대형 자전거 시스템

2.2 실험방법

본 연구에서는 근골격계나 신경근육계 병력이 없으며, 본 기기를 통해 운동한 경력이 없는 20대~60대 사이의 건강한 성인 남녀 42명을 대상으로 하였으며, 실험에 앞서 피험자들에게 본 실험에 대한 목적과 위험에 대하여 충분히 설명한 후 참가에 대한 동의를 얻었다. 실험은 3가지 조건에서의 자전거 운동 시 하지 근 활성도를 측정·분석하였으며, 실험 조건에서 운동모드는 사용자가 스스로 페달을 구동시키는 능동모드(active mode)와 모터 구동에 의한 수동모드(passive mode)으로 나뉘어진다. 또한, 수동모드의 조건에서 회전 속도에 따른 근 활성도를 비교하기 위하여 20, 30, 40 rpm으로 속도를 제어하였으며, 능동모드에서는 운동 부하에 따른 비교를 위하여 1, 5, 10 단계에서 실험을 진행하였다. 부하는 1단계에서부터 0.5 kg씩 증가되며, 즉 1단계는 0.5 kg, 5단계는 2.5 kg, 10단계는 5 kg의 부하를 제공하였다.

피험자들은 각 조건마다 2분 동안 자전거 운동을 실시하였으며, 근 활성도는 자전거 운동 시작 후 1분 경과한 시점에서 30초를 측정하였다. 각 조건 사이에는 3분의 휴식을 제공하였으며, 실험 순서는 무작위로 진행하였다. 또한, 근 활성도 측정을 위하여 그림 2와 같이 오른쪽 하지의 대퇴직근(Rectus Femoris; RF), 대퇴이두근(Biceps Femoris; BF), 전경골근(Tibialis Anterior; TA), 내측 비복근(Medial Gastrocnemius; MG), 가자미근(Soleus; SOL)에 근전도 전극을 부착하였다.

2.3 자료분석

본 연구의 통계처리는 SPSS PASW statistics 18(SPSS Inc., USA) 통계프로그램을 사용하였다. 모든 결과는 Kolmogorov-Smirnov 검정을 통해 정

규성 검정을 하였으며, 각 조건에 따른 근 활성도를 비교하기 위하여 대응표본 T 검정을 실시하였다. 또한 각 근육에 대한 운동 조건 별 차이를 비교하기 위하여 RM-ANOVA(repeated measures ANOVA)를 이용하였으며, 통계학적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 하였다.



그림 2. 측정근육

3. 결 과

Fig. 3-5는 각 조건에 따른 하지 근육의 근 활성도 차이를 나타낸 그래프로, X축은 측정 근육을 나타내며 Y축은 근전도의 RMS값을 나타낸다. Fig. 3은 능동모드에서 자전거 운동 시 운동 부하에 따른 하지 근육의 활성도를 나타낸 것으로, 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근의 경우 운동 부하에 따른 근 활성에 차이를 보이지 않았으나, 내측 비복근의 경우 부하 1 단계와 5단계에 비하여 10단계의 높은 강도에서 근 활성도가 유의하게 높아졌으며, 가자미근의 경우 부하 10 단계에서 유의하게 낮아지는 결과를 보였다($p < 0.05$).

Fig. 4는 수동모드에서 자전거 운동 시 속도에 따른 하지 근육의 활성도를 비교한 결과로, 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근, 가자미근에서 운동 속도가 증가할수록 근 활성도가 유의하게 낮아지는 반면, 내측 비복근의 경우 운동 속도가 증가할수록 근 활성도가 유의하게 높아지는 결과를 보였다($p < 0.05$). Fig. 5는 운동 모드에 따른 하지 근육의 활성도를 나타낸 결과로, 모든 근육에서 수동모드 보다 능동모드에서 자전거 운동 시 근 활성도가 유의하게 높은 결과를 보였다($p < 0.05$).

Table 1은 각 조건에 따른 하지 근육의 근 활성도 결과를 나타낸 표로, 가로축은 실험 조건을 나타내며 세로축은 근전도의 RMS값을 나타낸다. 그 결과 모든 하지 근육에서 다양한 조건에 대하여 유의

한 차이를 보이고 있다.

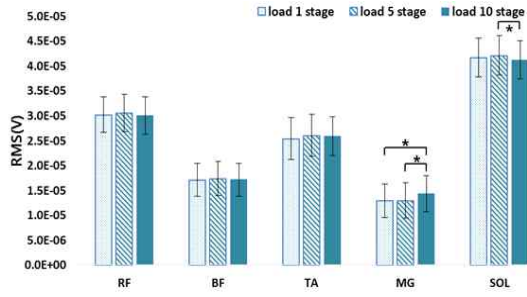


그림 3. 능동모드에서 자전거 운동 시 부하에 따른 하지 근 활성화(* p<0.05)

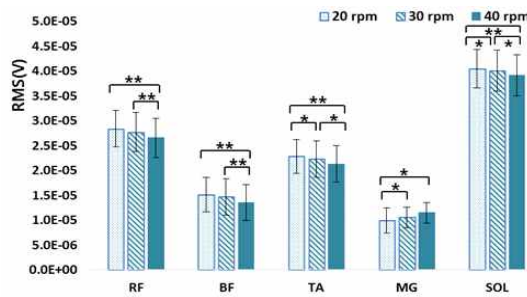


그림 4. 수동모드에서 자전거 운동 시 속도에 따른 하지 근 활성화(*p<0.05, **p<0.001)

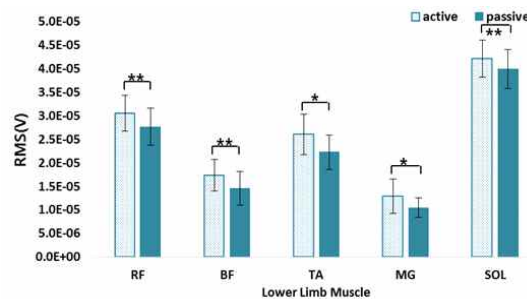


그림 5. 운동 모드에 따른 하지 근 활성화 (* p<0.05, ** p<0.001)

대퇴직근과 대퇴이두근, 전경골근, 가지미근의 경우, 능동모드에서 부하를 5단계로 자전거 운동 시 가장 높은 근 활성도를 나타냈으며(RF; 3.06E-05, BF; 1.74E-05, TA; 2.60E-05, SOL; 4.21E-05), 수동 모드에서는 속도 40 rpm에서 가장 낮은 근활성도를 보였다(RF; 2.65E-05, BF; 1.35E-05, TA; 2.13E-05, SOL; 3.90E-05). 반면, 내측 비복근은 부하 10단계를 제공한 능동모드에서 근 활성도가 가장 높았으며(1.44E-05), 속도 20 rpm의 수동모드에서 가장 낮은 근활성도(0.99E-05)를 보였다.

4. 고찰

자전거 운동은 일반적으로 스포츠 중목, 산악, 일반인들의 체력 증진, 환자의 재활 등 다양한 목적으로 사용되며, 운동 검사 방법 중 하나로도 사용되고 있다. 즉, 자전거의 형태와 기능들이 모두 다르기 때문에 다양한 제품과 많은 선행 연구가 이루어졌다. 본 연구에서는 다양한 목적의 자전거 중 환자의 재활을 위한 자전거만을 다루며, 재활용 자전거는 대표적으로 고정된 좌식형 전동 자전거와 자전거 페달만을 구비하여 바닥이나 책상에 놓고 상지와 하지의 운동이 가능한 상하지 운동기로 나누어진다. 기존의 연구들은 좌식형 전동 자전거를 바탕으로 페달 구동에 있어 슬관절 각도, 안장 높이, 페달 구동 속도에 따른 하지 근 활성화도나 산소소모량, 생리학 적 피로도, 대사변인 등에 대한 연구가 진행되었다[6-8,10,13]. 하지만, 이러한 좌식형 전동 자전거는 환자가 침상에서 이동을 해야 하며, 신체에 심각한 손상으로 앓거나 이동에 제한이 있는 환자들은 사용할 수 없다는 단점이 있다.

본 연구에서는 입원 초기 또는 재활 초기단계에 환자가 이동하지 않고 침대에 누운 상태에서 자전거 운동이 가능한 하지 재활 훈련 시스템을 개발하였으며, 정상 성인을 대상으로 침대에 누운 상태에서 운동 모드(수동/능동), 수동 모드에서 운동 속도(20, 30, 40 rpm), 능동 모드에서 운동 부하(1, 5, 10 단계)의 조건에 따른 자전거 운동 시 대퇴직근, 대퇴이두근, 전경골근, 내측 비복근, 가지미근의 근 활성도를 측정·분석하였다. 그 결과, 사용자가 직접 자전거 운동을 하는 능동모드의 경우, 부하를 1과 5단계로 제공하였을 때보다 10단계로 제공하였을 때 내측 비복근의 근활성이 높아짐을 보였다. 반면 가지미근은 반대의 결과를 보였으며, 대퇴직근과 대퇴이두근, 전경골근은 부하에 따른 근 활성화도의 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과에서 피험자들은 부하가 증가하였을 때 페달을 돌리는데 있어 대퇴부보다 하퇴부의 근육을 사용하며, 페달을 앞으로 밀기 위한 족저굴곡 동작 시 비복근을 더 많이 사용하는 것으로 사료된다. 반면, 가지미근의 경우 발뒤꿈치가 페달에 닿게 된 상태에서 진행되기 때문에 족관절의 작동을 제한하였기 때문에 가지미근의 활동이 감소하였을 것이라 판단된다[14-15]

수동모드의 경우에는 속도가 증가할수록 내측 비복근을 제외한 모든 근육에서 근활성도가 감소하는 결과를 보였는데, 이러한 결과는 능동모드 시 속도가 증가할수록 대퇴직근, 비복근의 근 활성화도가 증

가하는 결과를 보였다.

표 1. 각 조건에 따른 하지 근 활성도

	Active Mode(RMS(V))			Passive Mode(RMS(V))			p-value
	load 1 stage	load 5 stage	load 10 stage	rpm 20	rpm 30	rpm 40	
RF	3.02E-05 ±3.59E-06	3.06E-05 ±3.75E-06	3.00E-05 ±3.78E-06	2.83E-05 ±3.67E-06	2.76E-05 ±3.93E-06	2.65E-05 ±3.71E-06	**0.00
BF	1.71E-05 ±3.33E-06	1.74E-05 ±3.41E-06	1.72E-05 ±3.29E-06	1.51E-05 ±3.44E-06	1.46E-05 ±3.61E-06	1.35E-05 ±3.28E-06	**0.00
TA	2.54E-05 ±4.17E-06	2.60E-05 ±4.26E-06	2.59E-05 ±3.95E-06	2.28E-05 ±3.39E-06	2.23E-05 ±3.69E-06	2.13E-05 ±3.46E-06	**0.00
MG	1.29E-05 ±3.35E-06	1.30E-05 ±3.61E-06	1.44E-05 ±3.61E-06	9.88E-06 ±2.50E-06	1.05E-05 ±2.08E-06	1.15E-05 ±3.15E-06	*.001
SOL	4.17E-05 ±3.87E-06	4.21E-05 ±3.96E-06	4.12E-05 ±3.88E-06	4.04E-05 ±3.82E-06	4.00E-05 ±4.13E-06	3.90E-05 ±3.95E-06	**0.00

진행된 수동모드에서는 사용자가 빠르게 회전되는 모터에 의해 타의적으로 근 수축이 진행되는 데 있어 인체가 근 수축 타이밍을 맞추기 어려워 근육이 활성화됨에 제약이 발생하기 때문에 속도가 증가할수록 근 활성도가 낮아지는 경향이 나타나는 것으로 보이며, 또한 기존의 연구들에서는 앉은 자세에서 능동 모드로 자전거 운동을 하였지만 본 연구에서는 누운 자세에서 수동 모드로 자전거 운동을 하였다는 차이가 있었다[16]. 이러한 결과를 바탕으로 누운 자세에서는 페달을 구동하는데 있어 앉은 자세와 다른 차이를 보임을 제시할 수 있다. 수동과 능동모드에 대한 근육 활성도를 비교한 결과, 능동모드의 자전거 운동에서 근 활성도가 더 높게 나타났으며 이는 근육이 타의적 수축보다 자의적 수축을 진행하는데 근 활성을 위한 근 반응성에서 더 높은 효율을 나타내기 때문이라 판단된다. 본 연구 결과는 기존의 좌식형 자전거의 선행 연구결과와 차이를 보이며, 이는 누운 자세에서의 자전거 운동은 중력에 대한 대퇴부 힘의 방향이 앉은 자세와 다른 양상으로 사용되기 때문이라 사료된다.

5. 결론

본 연구는 정상 성인을 대상으로 침대에 누운 자세에서 운동 모드, 부하, 속도에 따른 자전거 운동 시의 하지 근 활성도를 비교·분석하고자 하였다.

그 결과, 부하를 1과 5단계로 제공하였을 때보다 10단계로 제공하였을 때 내측 비복근의 근활성이 높아짐을 보였다. 또한, 속도가 증가할수록 내측 비복근을 제외한 모든 근육에서 근활성도가 감소하는 결과를 보였는데, 이러한 결과는 능동 운동 시 속도

가 증가할수록 대퇴직근, 비복근의 근 활성도가 증가하는 결과를 보였다. 이는 본 연구의 운동 자세에 따른 차이로 중력에 대항하는 근육의 방향이 달라지기 때문이라 사료된다. 본 연구는 누운 상태에서 하지 근육만을 측정하였으며, 하복부 근육이나 엉덩근의 수축 양상에 대한 연구는 진행되지 않았으며, 실제 자전거 훈련 시 산소 소모량이나 대사변인에 대한 효과를 밝히지 않은 한계가 있다. 따라서, 추후 연구에서는 실제 환자를 대상으로 누운 자세에서의 자전거 구동에 대한 다양한 근육 수축 양상을 분석을 진행할 것이다.

참고 문헌

- [1] 통계청, “고령자 통계”, 2014.
- [2] 유미, 김재준, 박찬희, 박용근, 권대규, “싸이클형 보조기구가 장착된 하지 운동 시스템 개발”, 한국정밀공학회 2011년도 춘계학술대회 논문집, pp. 1429-1430, 2011.
- [3] W. S. Jang, S. M. Kim, S. H. Kang and N. H. Kim, “A study of relationship between EMG activation of thigh muscle(Rectus Femoris, Vastus Iateralis Muscles) and knee angle during bicycle exercise”, Journal of the institute of electronics engineers of Korea, vol. 46, no. 4, pp. 77-83, 2009.
- [4] 임경춘, 김증임, 채영란, “지역거주 노인의 근골격계 기능향상 신체활동에 관한 문헌 고찰연구”, 여성건강간호학회지, vol. 20, no. 4, pp. 297-308, 2014.
- [5] Thistle, H. G., Hislop, H. J., Moffroid, M. T. & Lowman, E. W., “Isokinetic contraction; a new concept of resistive exercise”, Arch. Phys.

Med. Rehabil., no. 48, pp. 279-282, 1967.

[6] 성락민, “자전거 운동이 폐경기 여성의 건강관련 요인과 삶의 질에 미치는 효과”, 한국발육발달학회지, vol. 17, no. 4, pp. 281-286, 2009.

[7] 박태용, 차용준, “고정식 상-하지 자전거에서의 유산소 운동이 성인 편마비 환자의 체성분에 미치는 영향”, 재활복지, vol. 18, no. 3, pp. 323-334, 2014.

[8] Neiko Ozasa, Takeshi Morimoto, Bingyuan Bao, “Effects of Machine-Assisted Cycling on Exercise Capacity and Endothelial Function in Elderly Patients With Heart Failure”, Journal of the Japanese Circulation Society, vol. 76, 2012.

[9] 김기진, 박상범, 안나영, 장덕찬, 이소정, “안장의 좌우 흔들림형 자전거 에르고미터 운동시 근 활성도, 생리적 변인 및 체표면 온도의 변화”, 한국생활환경학회지, vol. 20, no. 7, pp. 868-877, 2013.

[10] 홍철운, 강형섭, 김기범, “헬스케어용 실내 자전거 운동에 의한 호흡가스 분석”, 대한의용생체공학회, vol. 30, pp. 147-152, 2009.

[11] S. Y. Park, S. Y. Lee, H. C. Kang, and S. M. Kim, “EMG analysis of lower limb muscle activation pattern during pedaling: Experiments and computer simulations”, International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 13, no. 4, pp. 601-608, 2012.

[12] M. Yu, S. Y. Lee, Y. J. Piao, K. Kim, G. Y. Jeong, J. J. Kim and T. K. Kwon, “Characteristic analysis of lower limbs Muscles in young normal adults on a tilting bed using an unstable platform”, Journal of the Korean Society of Precision Engineering, vol. 28, no. 2, pp. 1425-1433, 2011.

[13] 윤창진, 채원식, 강년주, “에르고미터 운동 시 근활성도와 생리학적 피로도 비교 분석”, Korean Journal of Sport Biomechanics, vol. 20, no. 3, pp. 303-310, 2010.

[14] 전재완, 주기찬, “자전거 페달링 방식이 하지근 동원양상과 대사변인에 미치는 영향”, 응용과학연구, vol. 5, no. 1, pp. 47-62, 1996.

[15] Ericson, M., “On the biomechanics of cycling. A study of joint and muscle load during exercise on the bicycle ergometer”, Scand. J. Rehabil. Med. Suppl., vol. 16, pp. 1-43, 1986.

[16] 서정우, 최진승, 강동원, 배재혁, 탁계래, “사이클 페달링 시 안장높이에 따른 하지관절 각도와 근육활성화의 상관관계”, 한국운동역학회지, vol. 22, no. 3, pp 357-363, 2012.



신 선혜

2011년 2월 전북대학교 생체정보공학부 졸업 (학사)
 2013년 2월 전북대학교 헬스케어공학과 졸업 (공학석사)
 2015년 03월- 현재 전북대학교 헬스케어공학과 박사과정

관심분야 : 재활공학, 헬스케어



유 미

2005년 2월 전북대학교 의용생체공학과 석사 졸업
 2009년 8월- 전북대학교 의용생체공학과 박사 졸업
 2010년5월~2012년11월 - (사)CAMTIC 연구개발실 전임연구원
 2012년 11월~현재 - 전북대학교 산학협력단 R & B D 전략 센터 R&D기획원

관심분야 : 재활기기



조 광수

2001년 2월 전북대학교 대학원 산업디자인과 석사
 2005년 8월 - 전북대학교 디자인제조공학과 박사
 2006년 9월 - 현재 전북대학교 산업디자인학과 부교수

관심분야 : 디자인

정 호 춘



1997년 2월 원광대학교 전자공학과 학사 졸업
1999년 2월 원광대학교 전자공학과 석사 졸업
2004년 8월 원광대학교 전자공학과 박사 졸업
1999년 현재 (주)사이버메딕 대표이사 재직 중

관심분야 : 재활공학, 헬스케어 및 웰니스기기

홍 철 운



1989년 2월 전북대학교 물리학과 졸업 (학사)
1995년 2월 일본 오사카대학 졸업 (공학석사)
1998년 2월 일본 JAIST 졸업 (공학박사)
2002년 10월 - 현재 전북대학교 바이오메디컬공학부 교수

관심분야 : 재활공학, 생체물리, 센서공학

홍 정 표



1989년 중앙대학교 공예학과 졸업 석사
2003년 7월 - Chiba University (Japan) 박사학위
1991년 9월 - 현재 전북대학교 산업디자인과 교수

관심분야 : 디자인

권 대 규



1993년 2월 전북대학교 기계공학과 졸업 (학사)
1995년 2월 전북대학교 기계공학과 졸업 (석사)
1999년 2월 일본 동북대학교 기계전자공학과 졸업 (박사)
2004년 3월 - 현재 전북대학교 바이오메디컬공학부 교수

관심분야 : 바이오메카트로닉스, 재활공학, 생체역학, 웰니스, 스포츠과학