

## 건강한 성인에서 기계승마 운동 동안의 심폐 반응

### Cardiopulmonary Response during Mechanical Horseback

### Riding Exercise in Healthy Adult

부승현\*, 노세웅, 이은선, 주민철

S. H. Boo, S. E. Noh, E. S. Lee, M. C. Joo

#### 요 약

본 논문에서는 건강한 성인 26명(남자 14명, 여자 12명)을 대상으로 기계승마의 적용을 통한 심폐기능의 변화 및 그에 따른 운동 강도를 정량적으로 측정하여, 기계식 승마 치료의 임상 적용가능성과 유효성을 추정하였다. 기계승마 장비인 JOBA® (Panasonic Electric Works, Osaka, Japan)을 이용하였고, 운동의 강도는 level 2 (0.73 Hz)에서 4 (0.9 Hz), 6 (1.03 Hz), 8 (1.2 Hz), 9 (1.3 Hz)까지 증가시키고, 각각의 level에서 3분간 유지하였다. 운동 중 참여자의 심폐 반응은 호흡가스분석 시스템(TruOne 2400, Parvo Medics, USA)과 운동부하검사 시스템(Q Stress, Cardiac Science, USA)을 이용하여 심박수, 혈압, 최대산소소모량(VO2max)을 측정하였다. 또한 기계승마를 통해 유발되는 유산소 운동 강도를 평가하기 위해 대사당량(MET)을 측정하고, 예비심박수율(%HRR), 최대심박수율(%peak HR)과 칼로리소모량을 계산하였다. 그 결과는 SPSS 18.0 프로그램을 이용해 분석하였으며, 건강한 성인에서 간단한 사전 교육 후 15분간의 JOBA®를 이용한 기계식 승마 치료시 중등도의 운동 강도에 도달할 수 있는 것으로 평가되었다.

#### ABSTRACT

In this paper, we evaluate the effectiveness of mechanical horseback riding exercise training for cardiopulmonary responses in 26 healthy adults (male 14, female 12) and suggest its clinical applicability. Exercise was performed using a mechanical horseback riding machine, JOBA® (Panasonic Electric Works, Osaka, Japan) and riding movement speed was increased from level 2 (0.73Hz), to 4 (0.9Hz), to 6 (1.03Hz), to 8 (1.2Hz), to 9 (1.3Hz) and maintained 3minutes in each level. Heart rate, blood pressure, maximum oxygen consumption (VO2max) were measured by respiratory gas analysis system (TruOne 2400, Parvo Medics, USA) and exercise tolerance test system(Q Stress, Cardiac Science, USA). To measure exercise intensity, metabolic equivalent (MET) were measured and percent of Heart rate reserve (%HRR), percent of peak heart rate (%peak HR) and calorie consumption were calculated. The results were analysed by SPSS 18.0. We found that the exercise intensity of mechanical horseback riding exercise using JOBA® for 15 minutes is moderate in healthy adult who received pre-training.

**Keyword** : Horseback riding therapy, Aerobic exercise, Maximum oxygen consumption, Heart rate, Blood pressure

접 수 일 : 2016.10.05

심사완료일 : 2016.10.15

게재확정일 : 2016.10.17

\* 부승현 : 원광대학교병원 재활의학과 전공의

boottibootti@hanmail.net (주저자)

주민철 : 원광대학교병원 재활의학과 주임교수

전북권역 심뇌혈관센터 원광의과학연구소

jmc77@hanmail.net (공동저자)

노세웅 : 원광대학교병원 재활의학과 조교수

전북권역 심뇌혈관센터 심뇌재활센터장  
원광의과학연구소

wusuman@hanmail.net (교신저자)

이은선 : 원광대학교병원 재활의학과 전공의

dmstjs0802@naver.com (교신저자)

※ 이 논문은 2016학년도 원광대학교의 교비지원에 의해 수행됨.

## 1. 서론

심장질환자에서 심장재활 및 이차예방 프로그램은 재발방지와 예후의 개선을 위해 강력하게 권유되고 있다[1]. 현재의 심장재활은 노작계(Ergometer)나 답차(Treadmil)에 국한되어 시행되는 것이 대부분이다. 그러나 상당수의 심장재활 대상 환자에서 무릎의 퇴행성관절염이나 이상근증후군(Piriformis syndrome), 좌골신경통(Sciatica), 오십견 등의 상하지 근골격계 질환이 흔하고, 하지의 말초혈관질환 등으로 오래 걸을 수 없는 환자에서는 시행하기 어려운 실정이다. 따라서 본 저자들은 다양한 장점을 가지고 있는 승마 활동을 통한 유산소 운동을 심장재활치료에 적용해 볼 수 있을 것으로 생각하였다.

현재 승마치료(Hippotherapy)는 근력 강화와 스트레칭 효과가 있고 균형 훈련에 주로 도움이 되는 것으로 널리 알려져 있고[2], 환자 및 보호자의 정신적인 면에도 긍정적인 효과를 보인다고 보고되어 [3], 현재 뇌성마비, 소아마비 등 주로 소아환자의 재활치료 등에 널리 적용이 되고 있다. 또한 최근 Marie-Francosie 등[4] 에 의해 승마활동의 유산소 운동 효과에 대한 보고가 있었고, Claudia 등[5] 에 의해서는 유방암 환자의 심폐기능 및 순환기계 기능 향상에도 효과가 있다고 보고 된 바 있었다.

그러나 실제 승마를 위해서는 말이 준비된 공간으로 환자가 이동해야 하는 점과 높은 제반 관리 비용 등에 의한 한계로 인해 심장재활 환자의 치료적 접근성이 떨어지고 또한 낙상의 위험도 배제할 수 없기에 실제의 승마보다 기계승마의 임상 적용이 보다 더 현실적일 것으로 생각하였다. 이를 위해서는 기계승마의 유효성, 유용성에 대한 기초연구를 통해 임상 적용의 실현 가능성에 대한 판단이 필요할 것으로 생각하였다.

이에 본 연구에서는 널리 시판되는 기계승마장치인 JOBA<sup>®</sup>를 이용하여 건강한 성인에서의 기계승마에 따른 심폐 반응 변화를 관찰하고 심장 재활치료에 사용되는 지표 등을 정량적으로 측정함으로써, 미국스포츠의학회 분류기준(American College of Sports Medicine classification)에 따른 운동의 강도를 평가하여 이를 통해 심장재활프로그램 등 실제 임상에서의 적용가능성을 추정해 보고자 하였다.

## 2. 본론

### 2.1 연구 대상 및 방법

#### 2.1.1 연구 대상

신경학적 또는 심장호흡기계 관련 질환이 없는 건강한 성인 남녀 26명을 대상으로 하였고, 연구를 수행할 수 없는 수준의 정신과적 질환이 있는 자 및 병적 골절, 척추 전위증, 척추 불안정성 등의 근골격계 질환이 있는 자 등 기계승마 운동 수행에 있어서 안정상의 문제가 있는 자를 제외하였다.

#### 2.1.2 연구 방법

기계승마 장비는 JOBA<sup>®</sup> (Panasonic Electric Works, Osaka, Japan)을 이용하였다 (Fig. 1). 운동에 따른 심폐기능의 변화와 운동의 강도를 측정하기 위해 호흡가스분석 시스템(TruOne 2400, Parvo Medics, USA)과 운동부하검사 시스템(Q Stress, Cardiac Science, USA)을 이용하였다 (Fig. 2).



그림 1. 기계승마장치 JOBA<sup>®</sup>  
Fig. 1. Mechanical horseback riding machine. JOBA<sup>®</sup> (Panasonic electric works, osaka, japan)

대상자들은 기계승마운동 전에 제작사에서 배포한 교육 비디오 영상 시청 후 숙련된 치료사에 의한 사전 기계승마운동 훈련을 40분간 받았다. 교육 내용은 기계승마 시의 올바른 자세와, 승마기계의 전후좌우 움직임에 맞추어 체간 근육(Core muscle)을 능동적으로 수축하여 요추부를 굴곡, 신전하며, 고관절 내전근은 지속적으로 수축하도록 하여 안장에서 하체가 이탈하지 않게 하면서, 머리와 상체는 흔들리지 않게 고정하고 골반을 움직이는 동작을 시행하도록 하였다.

승마기계가 전후좌우로 이동하는 움직임의 속도를 진동수(Hz)로 나타내었고, 프로토콜은 승마기계의 운동속도를 수동식 조절모드를 이용하여 단계를 점진적으로 증가키는 방법을 이용하였다. 운동의 속도는 level 2 (0.73 Hz)에서 4 (0.9 Hz), 6 (1.03 Hz), 8 (1.2 Hz), 9 (1.3 Hz)까지 증가시키고, 각 level에

서 3분간 유지하였다 (Table 1).

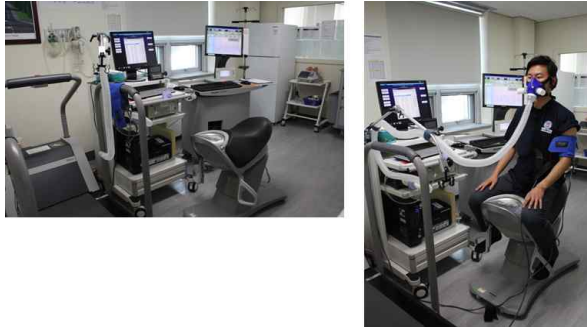


그림 2. 호흡가스분석 및 운동부하검사 시스템  
 Fig. 2. Respiratory gas analysis system (TruOne 2400, Parvo medics, USA) and exercise tolerance test system(Q Stress, cardiac science, USA)

심폐 반응(Cardiopulmonary response) 평가는 대상자들의 휴식기와 운동 중의 심박수와 혈압을 측정하여 그 변화를 관찰하였고, 기계승마를 하는 동안의 심박수와 혈압, 최대산소소모량(maximum oxygen consumption, VO<sub>2</sub>max)을 측정하였다.

운동 강도(Exercise intensity) 평가는 대사당량 (metabolic equivalent, MET)을 측정하고, 예비심박수율 (percent of heart rate reserve, %HRR)(1), 최대예측심박수율(percent of peak heart rate, %peak HR)(2), 체중과 운동시간을 고려하여 칼로리 소모량(3)을 계산하였다.

$$\text{Mean\%HRR} = (\text{HR}_{\text{peak}} - \text{HR}_{\text{resting}}) / (\text{HR}_{\text{predicted peak}} - \text{HR}_{\text{resting}}) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Mean\%peak HR} = (\text{HR}_{\text{peak}} / \text{HR}_{\text{predicted peak}}) \times 100 \quad (2)$$

$$\text{Calories(Kcal)} = \text{METs} \times \text{weight(kg)} \times \text{time(hours)} \quad (3)$$

2.1.3 통계 분석

통계학적인 분석은 SPSS 18.0을 사용하였으며 대상의 일반적 특성과 측정된 지표의 평균과 표준편차를 계산하였다.

2.2 결과

2.2.1 연구대상의 일반적 특징

연구 대상자는 총 26명으로 성별 분포는 남자 14명, 여자 12명 이었고, 연령분포는 23세부터 57세까지로 평균 연령은 29.58 ± 8.0세였으며 이들의 평균 체중은 64.00 ± 11.87kg이었다 (Table 2).

표 1. JOBA®의 단계에 따른 운동강도  
 Table 1. Exercise protocol according to stage of JOBA®

Stage	Level (frequency, Hz)
1	level 2 (0.73)
2	level 4 (0.9)
3	level 6 (1.03)
4	level 8 (1.2)
5	level 9 (1.3)

Hz, hertz

표 2. 대상자의 일반적인 특성  
 Table 2. General characteristic of subjects

Demographic factor	Value
Sex	male 14 : female 12
Age (years)	23-57 (29.58±8.0)
Body weight (kilograms)	49-100 (64.00±11.87)

Each values were expressed by number or Mean± standard deviation

2.2.2 심폐 반응 평가

기계승마의 Stage가 증가함에 따라 심박수(stage 1 : 88.54 ± 16.63 mph, stage 2 : 92.92±16.71 mph, stage 3 : 98.31 ± 17.69 mph, stage 4 : 100.35 ± 18.48 mph, stage 5 : 103.35 ± 18.56 mph)와 수축기 혈압(stage 1 : 129.62 ± 25.31 mmHg, stage 2 : 139.19 ± 17.97 mmHg, stage 3 : 141.19 ± 18.93 mmHg, stage 4 : 146.38 ± 20.89 mmHg, stage 5 : 150.62 ± 21.21 mmHg)는 증가하였고 이완기 혈압(stage 1 : 83.46 ± 11.02 mmHg, stage 2 : 84.15 ± 14.10 mmHg, stage 3 : 84.19 ± 13.87 mmHg, stage 4 : 85.19 ± 16.72 mmHg, stage 5 : 82.62 ± 15.78 mmHg)은 증가하지 않는 경향을 보였다 (Tabel 3, Fig. 3).

휴식기 수축기혈압은 평균 125.58 ± 16.45 mmHg, 휴식기 이완기혈압은 평균 78.27 ± 14.84 mmHg이고, 최대 수축기혈압은 평균 159.88 ± 22.22 mmHg, 최대 이완기혈압은 평균 83.58 ± 14.43 mmHg이었으며, 평균 수축기혈압의 상승은 34.31 ± 24.41 mmHg로 측정되었고, 그 상승률은 28.93 ± 23.74% 이었다.

표 3. JOBA®의 단계별 심혈관계 반응  
 Table 3. Cardiovascular response according to Exercise protocol using JOBA®

Stage	HR	SBP	DBP
1	88.54±16.63	129.62±25.31	83.46±11.02
2	92.92±16.71	139.19±17.97	84.15±14.10
3	98.31±17.69	141.19±18.93	84.19±13.87
4	100.35±18.48	146.38±20.89	85.19±16.72
5	100.35±18.56	150.62±21.21	82.62±15.78

Each values were expressed by number or Mean± standard deviation.

HR, heart rate; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure

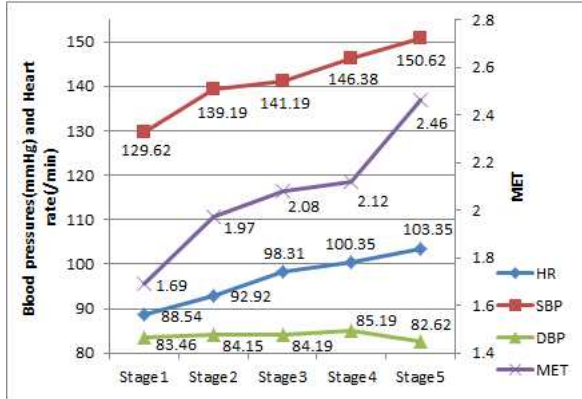


그림 3. JOBA®의 단계별 심혈관계 반응  
 Fig. 3. Cardiovascular response according to exercise protocol using JOBA®. HR, heart rate; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; MET, metabolic equivalent

휴식기 심박수는 평균 80.73 ± 12.45 mph, 최대예측심박수(predicted peak HR)의 평균은 190.42 ± 8.00 mph로 계산되었고, 운동 중 최대심박수(maximal HR)는 평균 118.19 ± 22.55 mph, 최대산소소모량(VO2max)의 평균은 10.35 ± 2.05 ml/kg/m 이었다 (Table 4).

표 4. 기계승마운동에 대한 심혈관계 반응  
 Table 4. Cardiovascular response of mechanical horseback riding exercise

	Value
Resting SBP/DBP	125.58±16.45 / 78.27±14.84 mmHg
SBP/DBPmax	159.88±22.22 / 83.58±14.43 mmHg
ΔSBP	34.31±24.41 mmHg
%SBP increased	28.93±23.74 %
Resting HR	80.73±12.45 bpm
Predicted Peak HR	190.42±8.00 bpm
MHR	118.19±22.55 bpm
VO2max	10.35±2.05 ml/kg/m

Each values were expressed by Mean± standard deviation. SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HR, heart rate; ΔSBP, SBP change; MHR, maximal HR (equal to HRmax); VO2max, maximal oxygen consumption; bpm, beats per minute; ml/kg/m, milliliter per kilogram per meter

2.2.3 운동 강도 평가

기계승마의 stage가 증가함에 따라 대상자의 MET (stage 1 : 1.69 ± 0.41, stage 2 : 1.97 ± 0.51, stage 3 : 2.08 ± 0.59, stage 4 : 2.12 ± 0.5, stage 5 : 2.46 ± 0.67) (Table 4)는 증가하는 경향을 보였고, 총 15분간의 승마운동을 통한 평균 MET는 2.96 ± 0.59로

측정되었으며, 평균 %HRR는 34.35±20.74%, 평균 %peak HR은 62.23 ± 12.65%인 것으로 계산되었다.

측정된 MET값과 대상자의 체중, 운동한 시간을 고려하여 계산한 칼로리소모량은 47.20 ± 12.28Kcal 이었다. (Table 5).

미국스포츠의학회 분류기준에 따라 운동 강도 (Table 6)를 평가할 때, %HRR 값은 '가벼운 강도의 운동'에 해당하였고 %peak HR 값은 '중등도 강도의 운동'에 해당하여, 15분간의 기계식 승마 치료를 이용하여 운동 시 중등도의 운동 강도에 도달할 수 있는 것으로 평가되었다.

표 5. 기계승마운동에 대한 운동강도평가  
 Table 5. Exercise intensity assessment of mechanical horseback riding exercise

	Values
MET	2.96±0.59
%HRR	34.35±20.74 %
%peak HR	62.23±12.65 %
Total calory consumption	47.20±12.28 Kcal

Each values were expressed by Mean± standard deviation. MET, metabolic equivalent; %HRR, percent of heart rate reserve; %peak HR, percent of peak heart rate

표 6. 운동강도에 대한 미국스포츠의학회 분류  
 Table 6. American college of sports medicine classification of exercise relative intensity

	%HRR or VO2R	%peak VO2	%peak HR	RPE Borg Scale
Very light	<20	<25	<35	<10
Light	20-39	25-44	35-54	10-11
Moderate	40-59	45-59	55-69	12-13
Heavy	60-84	60-84	70-89	14-16
Very heavy	≥85	≥85	≥90	17-19
Maximal	100	100	100	20

Modified from Tipton et al[13]. HRR, heart rate reserve; VO2R, VO2 reserve; HR, heart rate; RPE, rating of perceived

표 7. 수정된 브루스 프로토콜  
 Table 7. Modified Bruce protocol

Stage	Duration(min)	mph	Grade%	MET
1	3	1.7	0	1.7
2	3	1.7	5	2.8
3	3	1.7	10	5.4
4	3	2.5	12	7.0
5	3	3.4	14	10.0

\*min, minutes; mph, miles per hour; MET, metabolic equivalent

## 2.3 고찰

급성 관상동맥증후군과 관혈적 관상동맥 스텐트 삽입술 및 안정기 관상동맥질환과 심부전, 심장이식술을 포함한 심장 수술 후 환자, 당뇨병자, 말초혈관질환을 대상으로 시행되는 일반적인 심장재활운동의 처방은 지속적인 운동 강도로 걷기, 조깅하기, 자전거타기, 수영, 노젓기, 계단 오르내리기 등을 최소 20-30분간, 최소 주 3일에서 6-7일까지 수행하되, 그 운동 강도는 최대산소소모량 (VO<sub>2</sub>max) 또는 최대심박수(Peak HR)의 50-80%이거나, 예비심박수(%HRR) 40-60의 강도로 수행되는 것을 기본 가이드라인으로 한다[6].

Dickstein 등[7] 과 Hunt 등[8] 은 심부전 환자의 심장재활에 '중등도 강도'의 신체 활동을 최소 30-60분간 시행할 것을 권고(근거수준 IA)하였고, Taylor 등[9] 과 Niset 등[10] 은 심장이식수술 후의 장기적 재활 운동을 면역역제치료의 부작용을 줄이기 위해 적용할 것을 권고하였고, 그 강도는 Borg scale 12-14정도로 1.5km를 주 5회 걷는 것으로 설정한 바 있다. Borg G가 제안한 Borg scale[11]은 한 사람이 느끼는 피로의 정도(exertion rate)를 측정하는 방법으로, 검사자는 특별한 장비 없이 피험자가 신체활동 중에 느끼는 피로정도(perceived exertion)를 물어보고 6점(No exertion)에서 20점(Maximal exertion)까지 점수를 매기게 된다.

미국스포츠의학회 분류기준에 따르면 '중등도 강도'의 운동은 %HRR 40-59, %peak HR 55- 69, Borg scale 12-13에 해당하는 것으로, 본 연구에서 총 15분간 기계승마운동 후 얻어진 결과 중 평균 %HRR는 34.35±20.74%으로 '저강도'의 운동에 해당하였고, 평균 %peak HR은 62.23 ± 12.65%인 것으로 '중등도 강도'의 운동에 해당하였다. 또한 평균 대사당량은 2.96±0.59으로 측정되어, 이를 modified Bruce stage (Table 7)와 그 운동의 강도를 비교하였을 때는 MET 2.8- 5.4에 해당하는 것으로, 답차를 이용하여 2 mph로 걷는 수준의 운동으로 stage 2 (1.7 mph at 5°)와 stage 3 (1.7 mph at 10°) 사이에 해당하는 것이다. 이를 일상생활 동작과 비교했을 때는 샤워하기, 계단 오르기, 2-3 mph로 걷기, 가볍게 자전거 타기, 카트타고 골프치기 등과 비슷한 '저-중등도 강도'의 활동에 해당한다.

이에 본 저자는 중등도 강도의 신체활동이 권고되는 심부전 환자 또는 고령의 다른 심장질환자에서 오십견, 무릎의 퇴행성 관절염, 좌골신경통 등 근골격계 질환으로 인해 답차 및 노작계를 이용한

운동치료에 어려움이 있는 경우, 실제 승마에 비해 접근성이 좋은 기계승마 운동을 적용하는 임상적 시도가 의미가 있을 것으로 생각한다. 그러나 이 연구는 대상자가 소수이며, 주로 젊은 층에 국한되었으며 고령 및 심장질환자에서 기계승마 운동 중 심폐 반응을 관찰하지 못한 한계가 있으며 향후 고령 및 심장질환 환자 군에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

기계승마 운동이 건강한 성인에게 일으키는 운동 효과에 대한 측면에서 살펴보면, 2004년 체육과학연구 학회지에서 성봉주 등[12] 이 승마시플레이터를 적용하여 얻은 결과에서 일반보행시 심박수 101~105 mph, 최대산소소모량은 11.03~21.27 ml/kg/min, MET는 약 3.40~6.0, 칼로리 소비율은 약 3.52~6.70 kcal/min에 해당되었고 보행속도와 강도 변화에 따라 증가 양상을 보였다고 기술한 바 있다. 이와 비교하여 본 연구 결과에서의 MET 및 칼로리 소비율이 적게 측정된 것의 원인으로는 승마에 숙련되지 않은 일반인에게 단시간의 자세 훈련과 교육 비디오 시청만을 시행한 후 운동에 임하도록 하여 기계승마 운동에 대상자가 적응할 수 있도록 하는 충분한 정도의 사전운동 부재로 인한 것으로 보이며, 이는 기계승마 운동 시 충분한 유산소 운동효과를 얻기 위해서는 사전교육과 적응훈련을 통해 운동 시 정확한 운동자세유지 및 체간근육의 적절한 근수축을 운동기간 내내 유지하여야 함을 시사하여 향후 사전 교육의 효과성 측면에 대한 보다 체계적인 연구 또한 필요할 것으로 생각된다.

## 3. 결론

건강한 성인에서 간단한 사전 교육 후 15분간의 기계승마 운동 시 '저-중등도'의 운동 강도에 도달할 수 있는 것으로 평가되었다. 따라서 고령 및 상하지 근골격계 문제로 인해 답차 운동에 제한이 있는 심장질환자의 경우에서 기계승마 운동을 대체 수단으로 한 임상적용 가능성에 대한 고려는 의미 있을 것으로 생각된다.

## REFERENCES

- [1] Gene K, Gary JB. "Cardiac rehabilitation 2012; advancing the field through emerging science", *Circulation*, vol. 125, pp. e369-e373, 2012.
- [2] Cara N, Whalen, Jane C. "Therapeutic effects of horseback riding therapy on gross motor function

in children with cerebral palsy; A Systemic Review”, Physical & Occupational therapy in pediatrics, vol. 32, no. 3, pp. 229-242, 2012.

[3] Jang CH, Joo MC, Noh SE, et al. “Effects of hippotherapy on psychosocial aspects in children with cerebral palsy and their caregivers: a pilot study”, J. Korean Acad. Rehab. Med., vol. 6, no. 02, pp. 230-236, 2016.

[4] Marie-Francoise D, Charles-Yannick G. “Energy expenditure of horse riding”, Eur. J. Appl. Physiol. vol. 82, pp. 499-503, 2000.

[5] Claudia C, Carlo M, Chiara DS, Attilio P. “Therapeutic horseback riding in breast cancer survivors: a pilot study”, The journal of alternative and complementary medicine, vol. 20, no. 3, pp. 623-629, 2014

[6] Massimo FP, Ugo C, Werner B, Jean-Paul S, et al. “Secondary prevention through cardiac rehabilitation: physical activity counselling and exercise training”, European Heart Journal, vol. 31, pp. 1967-1976, 2010

[7] Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Swedberg K, et al. “ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008”, Eur. Heart. J. , vol. 29, pp. 2388-2442, 2008.

[8] Hunt SA, Abraham WT, Chin MH, Feldman AM, Francis GS, Riegel B, et al. “ACC/AHA guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: summary article”, Circulation, vol. 112, pp. 1825-1852, 2005.

[9] Taylor DO, Edwards LB, Boucek MM, Trulock EP, Aurora P, Hertz MI, et al. “The registry of the international society for heart and lung transplantation”, J Heart Lung Transplant, vol. 26, pp. 769-781, 2007.

[10] Niset G, Vachiere JL, Lamotte M, Godefroid C, Degre S. “Rehabilitation after heart transplantation: Methodical aspects and results”, Physical Work Capacity in Organ Transplantation, Med Sport Science, vol. 42, pp. 67-84, 1998.

[11] Borg G. “Psychophysical bases of perceived exertion”, Med. Sci. Sports Exerc., vol. 14, pp. 377-381, 1982.

[12] Sung BJ, Chung DS, Kim BH, Back JH, Ko BG, Lee EJ. “The change of HR, VO2, VE, MET and

calory expenditure in horseback-riding simulator's walking types”, Korean Journal of Sport Science, vol. 15, no. 1, pp. 1-13, 2004.

[13] Tipton CM, Franklin BA. ACSM's advanced exercise physiology. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 3-10, 2006.



**부 승 현 (Seung-Hyun Boo)**

2014년 2월 원광대학교 의과대학 의학과 졸업  
2015년 3월-현재 원광대학교 병원 재활의학과 전공의

Interest: Cardiac rehabilitation, Sports rehabilitation



**노 세 응 (Se-Eung Noh)**

2004년 원광대학교 의과대학 의학과 졸업  
2008년 원광대학교 대학원 재활의학 석사  
2015년 부산대학교 대학원 재활의학 박사과정 수료  
2013.3-현재 원광대학교 의과대학 재활의학교실 조교수

Interest: Rehabilitation medicine(Brain), Pulmonary rehabilitation



**이 은 선 (Eun-Sun Lee)**

2012년 2월 원광대학교 의과대학 의학과 졸업  
2013년 3월 - 현재 원광대학교 병원 재활의학과 전공의

Interest: Cardiac rehabilitation, Pain rehabilitation



**주 민 철 (Min-Cheol Joo)**

- 1994년 원광대학교 의과대학 의학과 졸업
- 1998년 원광대학교 대학원 생리학 석사
- 2009년 전북대학교 대학원 약리학 박사과정 수료
- 2011년-2014년 원광대학교병원 권역심뇌혈관질환센터 심뇌 재활센터장
- 2014년-현재 원광대학교 의과대학 재활의학교실 교수, 대한심장호흡재활학회 평의원

Interest: Rehabilitation medicine(Spinal cord injury), Cardiac rehabilitation