

안정 및 불안정 지지면에서 시각 조건이 정적 균형에 미치는 영향

노수현¹, 박은정¹, 홍지현², 유재호², 김진섭², 이동엽^{2*}
¹선문대학교 물리치료학과 학생, ²선문대학교 물리치료학과 교수

Effect of Support Surface and Visual Condition on Static Balance

Su-Hyun Noh¹, Eun-Jung park¹, Ji-Heon Hong²,
Jae-Ho Yu², Jin-Seop Kim², Dong-Yeop Lee^{2*}

¹Student, Department of Physical Therapy, Sunmoon University

²Professor, Department of Physical Therapy, Sunmoon University

요 약 본 연구의 목적은 안정한 지지면, 불안정한 지지면에서 시각 조건이 균형에 미치는 영향에 대해 알아보하고자 하였다. 건강한 성인 30명이 본 연구에 참여하였다. 시각 조건은 수직, 수평, 대각선으로 설정하였고 불안정한 지지면에서의 균형 측정을 위해 패드를 밟고 측정을 수행하였다. 균형측정기를 통해 안정성 지수(General Stability Index)와 체중 분포 지수(Weight Distribution Index), 체중 분포도(Weight Distribution)를 측정하였다. 지면 간 비교는 대응 표본 t검정을 하였고, 지면 내 비교는 일원배치분산분석을 사용하였다. 불안정한 지지면에서 시각 조건 내 (수평, 수직)의 안정성지수는 유의한 차이를 보였고($p<.05$), 지면간의 비교에서 체중분포지수에서 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 체중분포도는 수평 방향의 시각의 모든 지지면에서 왼쪽과 오른쪽 사이의 유의한 차이가 나타났다($p<.05$). 정적 균형 훈련 시, 수평보다 수직과 대각선의 시각 조건을 준다면 균형 훈련에 도움을 줄 수 있다고 사료된다.

주제어 : 시각 조건, 정적균형, 안정성 지수, 체중분포지수, 체중분포도

Abstract The purpose of this study was to investigate the effect of visual conditions on the static balance of stable and unstable surfaces. Thirty healthy adults participated in this study (13 men, 17 women). Visual conditions were set as vertical, horizontal, and diagonal. It was performed on the pad to measure the balance on the unstable support surface. Using the balance measuring instrument, the General Stability Index, Weight Distribution Index, and Weight Distribution was measured. Paired *t*-tests were used for ground-based comparisons and one-way ANOVAs were used for comparisons within the same ground. The general stability index showed a significant difference according to the horizontal and vertical line directions on the stable support surface($p<.05$). According to the comparison between the grounds, the weight distribution index on the unstable support surface showed a significant difference($p<.05$). Weight distribution showed significant differences between the left and right eyes on the support surface with the stable and the unstable horizontal visual condition($p<.05$). In static balance training, vertical and diagonal visual direction conditions are predicted to be helpful for training.

Key Words : Visual condition, Static balance, General stability index, Weight distribution Index, Weight Distribution

*Corresponding Author : Dong-Yeop Lee(leedy@sunmoon.ac.kr)

Received May 31, 2019

Accepted July 20, 2019

Revised June 28, 2019

Published July 28, 2019

1. 서론

균형(Balance)은 지지대(Base of support) 내에서 무게중심(Center of gravity)을 유지하는 기능으로 정의할 수 있다[1]. 균형은 넘어짐의 위험과 사망률의 가장 중요한 지표이다. 균형을 잃게 되면 넘어짐의 위험이 증가하고, 일상생활활동 중 불안정함이 나타난다. 균형 장애는 이동성과 일상생활을 제한할 수 있다[2,3]. 자세균형(Postural balance)은 시력, 전정기관 그리고 고유수용성 신호의 입력으로 형성되고 소뇌에 의한 영향도 받게 되며, 자세균형조절(Postural balance Control)을 위해서 이러한 기능들이 통합되어야 한다. 발목과 엉덩이는 기립균형(Standing balance)을 유지하는데 중요한 역할을 한다[4,5,6].

서기 자세에서의 정적 균형은 낙상 위험이 높은 고령자를 위한 임상 환경에서 얻은 기능적 및 고유 감수성 기술의 작업 특성 향상 및 유지 관리를 초래할 수 있다[7]. 이러한 발목의 고유수용력이 교란될 때, 자세 제어에서의 시력의 역할은 중요하다. 시각적 위치 및 속도신호는 인간의 기립 균형을 향상시키고 외부교란에 대한 흔들림 응답을 감소시키고 변동성을 좌우하고[8,9], 움직이는 공을 추적하는 시선은 시각적인 입력을 정확한 명령으로 움직임을 만들어주고, 그에 대한 시스템을 제공한다[10]. 자세균형에 대한 명백한 시각적 피드백은 종종 균형평가 및 교육에 사용될 정도로 그에 대한 역할이 중요하고[11], 중력에 의해서 형성된 수직 방향을 감지하는 것은 공간 안에서의 신체를 지각하기 위해 필요하다. 이에 더하여 환경을 인식하고 효율적으로 상호작용을 하기 위한 중요한 참고자료일 만큼 핵심 요소라고 볼 수 있다[12]. 특히, 시각운동의 패턴(Visual movement pattern)에 대한 중력(Gravity)과 관련된 기대가 자세의 균형에 기여할 수 있다. 중력과 연관된 동적인 시각이 자세조절원리(Posture control principle)에 포함된다. 시각정보는 인간의 자세안정화에 사용된다[13].

그리하여 연구운동은 신체의 흔들림을 감소시키지만 시각적으로 움직이는 점을 추구하는 것은 몸의 흔들림을 증가시킨다는 등의 연구를 참고하여 시선이 움직이는 점을 추구하도록 하였다. 어떠한 방향의 시각조건이 정적 균형에 제일 안정성이 있는지 또는 불안정함지의 가설을 세웠다[14].

이전 연구 중 다양한 지면에서 안정성을 측정하거나 중력과 관하여 수직과 수평방향의 시각조건을 가지고 안정성을 보는 연구들은 있었지만 대각선방향의 시선을 추

가하여 세 그룹 간의 안정성을 보는 연구는 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구는 건강한 성인 남녀를 대상으로 하여 움직이는 수직과 수평, 대각선 방향의 시각 조건을 통하여 일정한 속도로 안구의 움직임을 만들어주는 동안 어떠한 시각조건이 연구대상자의 균형을 잡기에 효과적인지 치료중재에 대해 제시하여 적절한 자세와 환경을 설정하기 위한 목적으로 실시하였다.

2. 방법

본 연구는 충청남도 소재의 S대학교에 재학중인 신체 건강한 20대 성인으로 2018년 6월부터 10월까지 이루어졌으며, 연구에 대한 설명 및 안내 후 자발적으로 참여하겠다고 동의한 자들로 선출하였다. 연구 참여에 동의한 대상자의 사전 조사 후, 하위조건을 충족하는 남성 13명과 여성 17명으로 선정하였으며, 피실험자들의 선정 기준은 다음과 같다. 실험에 동의하여 자발적으로 참여한 신체 건강한 20~30세 사이 남녀, 근골격계에 질환이 없거나 그와 관련하여 치료 및 수술을 받지 않은 자로 선정하였고 신경진행성질환 또는 감염이 있는 자, 전정기관 또는 시각에 문제가 있는 자와 만성발목불안정성 및 최근 발목 염좌의 경험이 있었던 자를 제외하였다. 또한, 대상자가 기능적으로 발목불안정성을 가지고 있는지 확인하기 위해 “발목불안정성평가도구”를 시행하였고, 30점 만점 중 27.5점 이상인 대상자를 선출하여 실험 대상으로 선정하였다[15]. 대상자들의 일반적 특성은 Table 1의 다음과 같다. 연구대상자는 실험에 동의한 남녀 중 무작위 30명으로 선정하였으며, 이는 표본산출 프로그램을 이용하여 산출하였다. 연구 참여 전 연구의 목적 및 필요성, 방법에 대한 안내를 제공하였으며, IRB (Institutional Review Board) 기관생명윤리의 승인번호 SM-201705-016-1로 받아 연구를 진행하였다.

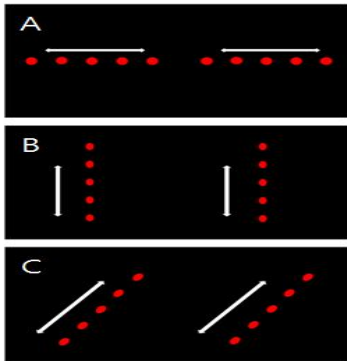
Table 1. Subject characteristic (N=30)

Gender	Female (n=17)	Male (n=13)
Age (yrs)	21.44±1.09	22.08±2.74
Height (cm)	162.89±7.58	175.5±5.87
Weight (kg)	59.37±10.06	71.33±15.76

*mean±Standard Deviation

2.2 실험과정

본 연구 대상자는 시각 방향이 수직인 영상을 보는 경우(Vertical vision group, VV), 시각방향이 수평인 영상을 보는 경우(Transverse vision group, TV), 시각 방향이 대각선인 영상을 보는 경우(Oblique vision group, OV)로 총 세 번의 측정을 수행하였다. Fig. 1 실험 전, 연구 대상자에게 실험 목적과 연구절차에 대해 설명하고 모든 실험자의 같은 환경설정을 위해 동일한 옷을 착용하였다. 첫 번째 측정에서는 안전한 지지면(Stable surface) 위에서 시각의 방향이 수직인 영상을 30초 시행하면서 균형을 유지하고 무릎은 완전히 펴져있는 자세로 손은 차렷 자세를 유지하게 하였다. 1분 동안 휴식을 취한 후, 불안정한 지지면(Unstable surface) 위에서 위와 같은 방법을 적용하고 측정하였다. Fig. 2. 두 번째 측정에서는 첫 번째와 같은 방법으로 시각방향만 수평으로 바꿔 시행하였다. 세 번째 측정에서도 시각방향만 대각선으로 바꿔 시행하였다. 실험하는 동안 안정성지수(General Stability Index)와 체중분포지수(Weight Distribution Index), 체중분포도(Weight Distribution)를 측정하였다. Fig 3

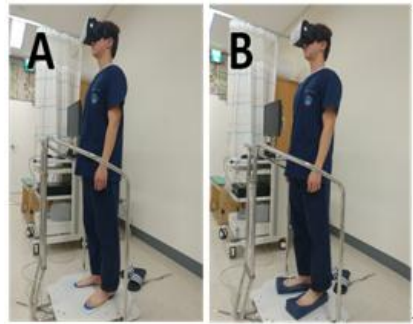


A: Horizontal B: Vertical C: Diagonal

Fig. 1. Visual direction

2.3 측정 장비

정적 균형능력을 측정하기 위한 도구로 균형측정장비(Tetrax, Sunlight Medical Ltd., Ramat Gan, Israel)를 사용하였고 인체의 균형 상태를 정확히 파악하여 잠재적 손상을 예측하고 기능적 한계를 평가할 수 있다. 4영역인 좌, 우측 각각의 발가락(Toe) 및 뒤꿈치(Heel)를 측정하여 각 영역 간 상호작용 및 조화현상을 분석할 수 있으며 균형 장애의 다양한 원인 파악 가능하다.



A: Stable surface B: Unstable surface

Fig. 2. Static balance measurement

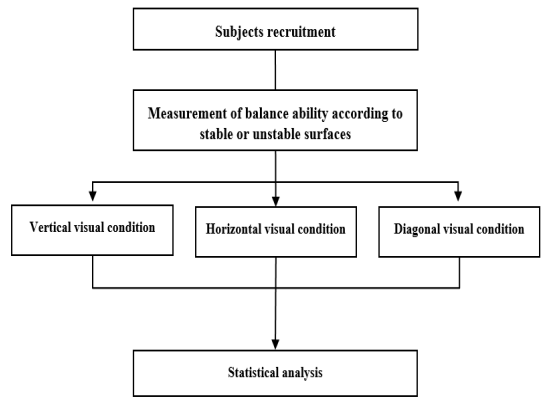


Fig. 3. Experimental procedure

Application VR Eye Exercise(Romale game studio, Tovsto, 3270 Lasko, Slovenia)을 이용해 방향을 조절한 구의 움직임에 따라 눈의 수직 움직임과 수평 움직임을 만들어 균형의 요소인 시각에 대해 교란을 제공한다. 수직과 수평, 대각선으로 진자 운동하는 동영상을 준비하여 눈의 움직임을 조절하였다.

눈의 움직임을 더욱 집중할 수 있도록 virtual reality(VR, JUZHONG Technology, China) 장비를 이용하였다.

2.3.1 체중분포지수 (Weight Distribution Index)

체중분포지수는 한 개의 발판에 체중의 25%가 실리는 것을 기준으로 4개의 발판에 체중이 나누어지는 것을 퍼센트(%)로 나타낸 것이다. 체중분포지수가 클수록 체중분포가 잘못되었다고 판단할 수 있으며 체중의 퍼센트(%)가 25%에서 자주 변한다는 것을 의미한다.

2.3.2 체중분포도 (Weight Distribution)

체중분포도는 왼발과 오른발, 발가락과 발꿈치 사이의 체중분포도를 나타낸 것으로 신체의 흔들림이나 체중분포(Weight distribution)에 따라 균형을 측정할 수 있다. 본 연구는 시각의 방향이 신체균형에 대해 어떠한 영향을 끼치는지 보기 위해 4개의 발판을 통해 측정된 체중분포도와 좌우 간, 앞뒤 간의 체중분포 차를 수평, 수직 그리고 대각선 시각방향에 따라 비교하였다.

2.3.3 안정성지수 (General Stability Index)

안정성지수는 4개의발판(force plate)에 실리는 무게의 변화를 보고 측정하는 것으로 전반적 안정성을 나타낸다. 안정성지수가 클수록 불안정하다고 판단 가능하며 4개의발판(force plate)에 실리는 체중의 퍼센트(%)가 자주 변한다는 것을 의미한다.

2.3.4 분석방법 (Analysis method)

연구 자료의 분석을 위해 SPSS/PC ver. 22.0 for windows program(SPSS INC. Chicago. IL)을 사용하였다. 대상자들의 특성을 보기 위해 각 평균과 표준편차를 구하였고, 시각방향에 따른 안정성지수, 체중분포지수, 체중분포도의 차이에 대한 측정값 간의 차이를 비교하였다. 두 지면간의 비교는 대응표본 t검정(paired t-test)을 사용하였고, 세 그룹 간의 비교는 일원배치분산분석(one-way ANOVA)을 통해 값을 분석하였다. 모든 통계분석의 유의수준을 $p < .05$ 로 설정하였다.

3. 결과

3.1 지면과 시각 조건에 따른 체중분포지수

지면의 차이에 따라 비교한 결과, 안정된지면(Stable)

에서는 수평 4.08 ± 2.14 , 수직 5.44 ± 4.10 그리고 대각선 3.17 ± 2.18 로 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 반면, 불안정한지면(Unstable)에서는 4.10 ± 1.51 , 7.58 ± 2.20 , 4.71 ± 2.12 로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 시각 조건에서 비교한 결과, 수평과 수직에서는 7.58 ± 2.20 , 4.10 ± 1.51 로, 수평과 대각선 사이에서는 7.58 ± 2.20 , 4.71 ± 2.12 로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). Table 2

3.2 지면의 상태에 따른 양발의 체중 분포도

먼저, 지면 내에서 비교를 해보았을 때, 안정한 지지면(Stable)내에서는 왼쪽, 오른쪽, 발가락, 발꿈치 모두 세 그룹 간의 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 또한, 불안정한 지지면(Unstable)내에서도 수직, 수평, 대각선 방향의 시각 조건의 유의한 차이가 없었다($p > .05$). 다음 시각 조건 내에서의 비교를 해보았을 때, 수직 방향의 그룹이 안정한 지지면(Stable) 위에서는 왼쪽, 오른쪽, 발가락, 발꿈치 모두 유의한 차이가 없었고($p > .05$), 불안정한지면(Unstable) 위에서도왼쪽, 오른쪽, 발가락, 발꿈치 모두 유의한 차이를 나타나지 않았다($p > .05$). 다음 그룹으로 시각 조건이 대각선 방향인 그룹이 안정한 지지면(Stable)위에서는 왼쪽, 오른쪽, 발가락, 발꿈치 모두 유의한 차이를 보이지 못 하였고($p > .05$),불안정한 지지면(Unstable)에서도 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 마지막 그룹으로 수평 방향의 시각 조건을 가진 그룹은 안정된지면(Stable)에서 왼쪽과 오른쪽 사이의 유의한 차이가 나타났으며($p < .05$), 발가락과 발꿈치 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). 불안정한 지지면(Unstable)에서는 왼쪽과 오른쪽 사이의 유의한 차이가 나타났고($p < .05$), 발가락과 발꿈치 사이에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다($p > .05$). Table 3.

Table 2. Comparison of the Weight Distribution Index according to the ground and visual conditions (N=30)

WDI	Surface	Vision			F
		VV	TV	OV	
	Stable	4.08±2.14	5.44±4.10	3.17±2.18	2.053
	Unstable	4.10±1.51	7.58±2.20	4.71±2.12	8.901*
	t-value	-.37	-3.965	-5.147	

*mean±Standard Deviation

WDI : Weight Distribution Index, VV : Vertical vision, TV : Transverse vision, OV : Oblique vision

* $p < .0$

Table 3. Comparison of weight distribution of both feet according to the ground and visual conditions (N=30)

Surface	Plate	Vision			F
		VV	TV	OV	
stable	Left	51.56±2.44	51.49±2.39	51.43±3.88	.004
	Right	48.43±2.44	48.92±3.43	48.26±4.00	.106
	t-value	2.025	3.738**	1.126	
	Heel	54.53±8.61	48.21±8.20	48.55±11.88	1.344
	Toe	45.46±8.61	54.75±6.68	51.44±11.88	2.559
	t-value	.431	-.390	-.386	
Unstable	Left	49.86±6.13	51.24±4.16	49.61±2.57	.376*
	Right	50.13±6.13	48.75±4.16	50.38±2.57	.376*
	t-value	.681	2.599	-.475	
	Heel	49.77±10.91	48.69±7.45	47.16±14.64	.133
	Toe	52.92±13.25	51.35±7.40	52.83±14.64	.052
	t-value	-.258	-.554**	-.612	

*mean±Standard Deviation

**WDI : Weight Distribution Index, VV : Vertical vision, TV : Transverse vision, OV : Oblique vision

*Comparison between Left-Right and Heel-Toe: Paired t-test, Comparison between Visual Conditions: One - way ANOVA.

*p<.05, **p<.001

Table 4. Comparison of General Stability Index according to the ground and visual conditions (N=30)

GST	Surface	Vision			F
		VV	TV	OV	
	Stable	13.04±2.54	15.96±4.83	13.58±2.37	2.048
	Unstable	18.67±3.90	27.42±7.79	19.92±5.64	6.243*
	t-value	-4.317	-4.044	-5.734	

*mean±Standard Deviation

**GST : General Stability Index, VV : Vertical vision, TV : Transverse vision, OV : Oblique vision

*p<.05, **p<.001

3.3 지면과 시각 조건에 따른 안정성 지수 비교

각 지면 내에서 안정성 지수를 비교한 결과, 안정된 지 지면(Stable)에서는 수평, 수직 그리고 대각선의 시각 방향에서 모두 유의한 차이가 없었다(p>.05). 그러나 불안정한 지 지면(Unstable)에서는 수평과 수직의 시선 방향을 측정하였던 그룹 사이에서 평균 27.42±7.79와 18.67±3.90로 시각 조건 내의 유의한 차이를 보였다(p<.05). Table 4.

4. 논의

본 연구는 불안정한 지지면에서의 수평 방향 시각 조건이 통계적으로 가장 유의한 차이가 나타났고, 수직과 대각선 방향의 시각 조건보다 흔들림이 가장 많이 나타난다는 것을 알 수 있었다. 따라서 주요한 결과는 불안정한 지지면의 정적 균형이 수직과 대각선 방향의 시각 조건이 수평 방향의 시각 조건보다 더 안정적이라는 것이

다. Bogearts(2006)은 시각적인 정보가 없거나 방해받을 때 흔들림이 더 커졌고, 지지 표면이 방해 받았을 때 더욱 흔들림이 커진다고 하였다. 이 연구는 플랫폼이 안정된 상태에서 동요가 많이 나타나지 않은 이유가 자세 제어에 간섭하지 않기 때문이라고 하였고[16], 이에 따라 본 연구에서도 안정한 지지면에서보다 불안정한 지지면에서 통계적으로 유의한 차이를 볼 수 있었다.

시각 정보에 관한 선행 연구인 Indovina(2013)은 시각이 중력에 대한 방향과 상관관계가 있으며 시각적 중력 효과(effect of visual gravity)가 있다고 하였다 [17]. 이는 중력 방향과 일치하는 시각 조건에서 안정성이 높다는 본 연구와 일치하며 중력을 배제하는 수평 방향의 시각 조건을 적용했을 시 weight Distribution Index가 수직 방향과 대각선 방향의 시각 조건을 적용했을 때의 weight Distribution Index보다 더 크다는 결과를 입증할 수 있다. 지면의 상태에 따른 양 발의 Weight Distribution을 비교 시, 수평 방향의 시각 조

건에서 왼쪽과 오른쪽의 안정성이 결여된다는 결과를 얻을 수 있었다. 선행 연구에 따르면 우리의 뇌는 공간적 방향과 시간의 경과를 추정하기 위해 중력의 존재를 이용하여 수직의 방향의 시각을 추정하였고, 그의 영향으로 눈의 움직임이 시선을 예상하게 되면 feedforward로 인해 틀을 만들어주어 안정성이 높아진다고 하였다[18]. 이는 발가락과 발꿈치의 변화보다 중력과는 상관관계가 없는 왼쪽, 오른쪽의 유의한 안정성이 결여되는 요소가 되었을 것으로 사료된다.

Priscilla Balestrucci (2017)은 직립 자세를 유지하는 동안 균형을 조절하는 데에 있어서 중력장과 관계가 있다고 하였으며[19], 중력 방향과 더 가까울수록 안정성이 높다는 결과를 얻어낼 수 있었다. 본 연구 항목인 General Stability Index에서 불안정한 지지면을 적용했을 시, 수평과 수직의 시각 조건이 유의한 차이가 나타난 이유도 이 근거에 의해서 설명할 수 있는 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 건강한 사람을 대상으로 하였고, 주변 시야까지 측정하지 못하여 정확한 연구 측정과 일반화하기 어렵다. 하지만 이 연구를 통해 향후 시각 조건을 적용하여 균형 훈련의 발전 가능성을 제시한다.

5. 결론

본 연구의 목적은 건강한 성인에게 시각 조건을 적용했을 때, 동적 균형에 미치는 영향을 알아보고자 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 체중분포지수(Weight distribution index)는 안정된 지지면에서 세 그룹간의 유의한 차이가 모두 없었으며($p < .05$), 불안정한 지지면에서는 수평과 수직, 수평과 대각선 그룹 사이에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

둘째, 왼쪽과 오른쪽, 발가락과 뒷꿈치 사이의 체중분포도에서는 수평 방향의 시각 조건을 가진 그룹에서 왼쪽과 오른쪽 사이의 유의한 차이가 나타났다($p < .05$), 불안정한 지지면에서 또한 왼쪽과 오른쪽 사이의 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

셋째, 안정성지수 (General stability index, GST)를 비교한 결과, 안정한 지지면에서는 세 가지의 시각 조건 모두 유의한 차이가 없었으며($p > .05$), 불안정한 지지면에서는 수평과 수직의 시선 방향을 측정하였던 그룹 사이에서만 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

결론적으로 정적 균형 훈련 시에 수평보다 수직과 대각선의 시각방향의 조건을 준다면 자세 균형 훈련에 도움을 줄 수 있다고 사료된다.

REFERENCES

- [1] B. Lakhani & A. Mansfield. (2015). Visual feedback of the centre of gravity to optimize standing balance. *Gait & posture*, 41(2), 499-503. DOI : 10.1016/j.gaitpost.2014.12.003
- [2] A. F. Ambrose., L. Cruz & G. Paul. (2015). Falls and fractures: a systematic approach to screening and prevention. *Maturitas*, 82(1), 85-93. DOI : 10.1016/j.maturitas.2015.06.035
- [3] J. H. Pasma, D. Engelhart, A. C. Schouten, H. Van der Kooij, A. B. Maier & C. G. Meskers. (2014). Impaired standing balance: the clinical need for closing the loop. *Neuroscience*, 267, 157-165. DOI : 10.1016/j.neuroscience.2014.02.030
- [4] D. Logan, T. Kiemel & J. J. Jeka. (2014). Asymmetric sensory reweighting in human upright stance. *PLoS One*, 9(6), e100418. DOI : 10.1371/journal.pone.0100418
- [5] D. Engelhart, A. C. Schouten, R. G. Aarts & H. van der Kooij. (2015). Assessment of multi-joint coordination and adaptation in standing balance: a novel device and system identification technique. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 23(6), 973-982. DOI : 10.1109/TNSRE.2014.2372172
- [6] M. S. Kim. (2016). Therapeutic Effect of Tetrax based on Visual Feedback Training on Balance Dysfunction due to Ataxia in Subjects with Cerebellar Stroke: A Retrospective Study. *J Korean Soc Phys Med*, 11(4), 105-114. DOI : 10.13066/kspm.2016.11.4.105
- [7] F. A. Hazime, P. Allard, M. R. Ide, C. M. Siqueira, C. F. Amorim & C. Tanaka. (2012). Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: insights for balance training. *Journal of bodywork and movement therapies*, 16(2), 224-229. DOI : 10.1016/j.jbmt.2011.02.003
- [8] L. Assländer, G. Hettich & T. Mergner. (2015). Visual contribution to human standing balance during support surface tilts. *Human movement science*, 41, 147-164. DOI : 10.1016/j.humov.2015.02.010
- [9] S. G. Lisberger. (2015). Visual guidance of smooth pursuit eye movements. *Annual review of vision science*, 1, 447-468. DOI : 10.1146/annurev-vision-082114-035349
- [10] L. E. Cofré Lizama, M. Pijnappels, N. P. Reeves, S. M. Verschueren & J. H. van Dieën. (2015). Can explicit

visual feedback of postural sway efface the effects of sensory manipulations on mediolateral balance performance? *Journal of neurophysiology*, 115(2), 907-914.
DOI : 10.1152/jn.00103.2014

- [11] J. Barra, P. Senot, & L. Auclair. (2017). Internal model of gravity influences configural body processing. *Cognition*, 158, 208-214.
DOI : 10.1016/j.cognition.2016.10.018
- [12] N. M. Thomas, T. M. Bampouras, T. Donovan & S. Dewhurst. (2016). Eye movements affect postural control in young and older females. *Frontiers in aging neuroscience*, 8, 216.
DOI : 10.3389/fnagi.2016.00216
- [13] K. Tisher, K. Mann, S. VanDyke, C. Johansson & S. Vallabhajosula. (2019). Functional measures show improvements after a home exercise program following supervised balance training in older adults with elevated fall risk. *Physiotherapy theory and practice*, 35(4), 305-317.
DOI : 10.1080/09593985.2018.1444116
- [14] L. Hooge, M. Nyström, T. Cornelissen & K. Holmqvist. (2015). The art of braking: Post saccadic oscillations in the eye tracker signal decrease with increasing saccade size. *Vision research*, 112, 55-67.
DOI : 10.1016/j.visres.2015.03.015
- [15] B. J. Farrell, M. A. Bulgakova, I. N. Beloozerova, M. G. Sirota & B. I. Prilutsky. (2014). Body stability and muscle and motor cortex activity during walking with wide stance. *Journal of neurophysiology*, 112(3), 504-524.
DOI : 10.1152/jn.00064.2014
- [16] A. Bogaerts, S. Verschuere, C. Delecluse, A. L. Claessens & S. Boonen. (2007). Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait & posture*, 26(2), 309-316.
DOI : 10.1016/j.gaitpost.2006.09.078
- [17] I. Indovina, V. Maffei & F. Lacquaniti. (2013). Anticipating the effects of visual gravity during simulated self-motion: estimates of time-to-passage along vertical and horizontal paths. *Experimental brain research*, 229(4), 579-586.
DOI : 10.1007/s00221-013-3620-3
- [18] F. Lacquaniti, G. Bosco, S. Gravano, I. Indovina, B. La Scaleia, V. Maffei & M. Zago. (2015). Gravity in the brain as a reference for space and time perception. *Multisensory research*, 28(5-6), 397-426.
DOI : 10.1163/22134808-00002471
- [19] P. Balestrucci, E. Daprati, F. Lacquaniti & V. Maffei. (2017). Effects of visual motion consistent or inconsistent with gravity on postural sway. *Experimental brain research*, 235(7), 1999-2010.
DOI : 10.1007/s00221-017-4942-3

노 수 현(Su-Hyun Noh)

[학사학위]



- 2018년 2월 : 선문대학교 물리치료학과 (학사)
- 관심분야 : 물리치료
- E-Mail : 4757nsh@naver.com

박 은 정(Eun-Jung Park)

[학사학위]



- 2018년 2월 : 선문대학교 물리치료학과 (학사)
- 관심분야 : 물리치료
- E-Mail : tty1590@naver.com

홍 지 현(Ji-Heon Hong)

[장학위]



- 2006년 2월 : 대구대학교 물리치료학과 (학사)
- 2008년 8월 : 대구대학교 물리치료학과 (석사)
- 2011년 8월 : 영남대학교 의과학 (박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 의과학, 생체역학
- E-Mail : hgh1020@sunmoon.ac.kr

유 재 호(Jae-Ho Yu)

[장학위]



- 2002년 2월 : 삼육대학교 물리치료학과 (보건학사)
- 2007년 2월 : 고려대학교 운동치료학 (이학석사)
- 2011년 7월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 근골격계물리치료, 운동생리
- E-Mail : naresa@empal.com

김 진 섭(Jin-Seop Kim)

[장학원]



- 2010년 2월 : 대전대학교 물리치료학과 (석사)
- 2012년 8월 : 대구대학교 물리치료학과 (박사)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 심폐물리치료, 보건통계

· E-Mail : skylove3373@sunmoon.ac.kr

이 동 엽(Dong-Yeop Lee)

[장학원]



- 2005년 2월 : 건양대학교 보건학과 (석사)
- 2008년 8월 : 삼육대학교 물리치료학과 (이학박사)
- 2009년 3월 ~ 현재 : 선문대학교 물리치료학과 (교수)
- 관심분야 : 신경계물리치료, 운동치료

· E-Mail : kan717@hanmail.net