

인지적 요소가 포함된 과제 수행 시 젊은 성인과 노인의 동작 조절 비교

이수아 · 최종덕[†]

대전대학교 대학원 물리치료학과, ¹대전대학교 보건의료과학대학 물리치료학과

Comparison of Cognitive Task-Directed Motor Control Ability in Younger and Older Subjects

Soo-A Lee, PT, BHSc · Jong-Duk Choi, PT, PhD ^{††}

Dept. of Physical Therapy, Graduate School, Daejeon University

¹Dept. of Physical Therapy, College of Health & Medical Science, Daejeon University

Received: October 5, 2016 / Revised: October 6, 2016 / Accepted: December 1, 2016

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study compared cognitive task-directed functional motor control ability for reaching and kicking movements in younger and older adults.

METHODS: Subjects were divided into two groups of younger and older adults, with 13 subjects in each group. Subjects were required to perform a dual task combining a functional movement and cognitive component. The task consisted of reaching and kicking movements. Participants performed indicated movements when a target appeared on a monitor. The target randomly appeared on the monitor every 10 seconds. The total performance time (TPT), joint angular velocity (JAV), and muscle activation time were used to evaluate motor control ability.

RESULTS: There were significant differences in all evaluation factors in a comparison of younger and older adults

($p < .05$). TPT was significantly shorter in older adults, and JAV and muscle activation time were significantly slower than that in the younger adult group. Although the results for older adults were within the normal range for functional assessment, their motor control abilities were significantly worse for cognitive tasks compared with those of younger adults.

CONCLUSION: The results of this study indicated that a motor control assessment tool using a cognitive task would be helpful in assessment of motor control ability in healthy older adults.

Key Words: Cognitive behavior, Functional Behavior, Motor control, Task performance

I. 서론

인간의 운동은 뇌신경계 수준에서의 입력 이후 인지, 운동 계획을 통해 근육이 활성화되며 움직임이 시작 된다(Hallett, 1994). 운동이 이루어지기 위해서는 인지 및 신체 기관이 조화로운 상호작용이 필요하다. 하지만 신체 연령이 증가함에 따라 외부 자극에 대한 인지가

[†]Corresponding Author : choidew@dju.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

느려지고 결과적으로 운동 수행에서 젊은 층에 비해 상대적으로 운동 지연이 나타나게 된다(Kwon과 Choi, 2004; Park, 2014; Seidler 등, 2010).

통계청에 따르면 2015년 우리나라의 65세 이상 노인 인구가 차지하는 비율은 13.1%라고 보고하였으며(Statistics Korea, 2015), 인구의 고령화가 빠른 속도로 진행됨에 따라 2017년에는 노인 인구가 14%를 넘어 고령사회에 진입하게 될 것으로 전망하고 있다. 노인 인구의 증가는 신체적, 정신적으로 사회적 의존을 동반하며 노화에 따른 신체 기능의 변화는 자립 생활의 상실, 사망률의 증가, 개인 의 의료비 부담, 가족관계에서 부양에 대한 경제적인 부담의 증가로 사회적 문제로 대두되고 있다(Choi와 Lee, 2008; Ensrud 등, 2008; Fried, 2003; Rockwood와 Mitnitski, 2011).

지역사회에 거주하는 65세 이상 노인의 약 3분의 1은 매해 한 번 이상의 낙상을 경험한다고 보고되었다(Hausdorff 등, 1997; Powell과 Myers, 1995; Shumway-Cook 등, 1997; Spirduso, 1995). 낙상 노인의 신체 기능 평가를 위해 대부분의 임상에서는 버그 균형 척도(Berg Balance Scale), 일어나 걸어가기 검사(Timed Up & Go test), 기능적 팔 뻗기 검사(Functional reach test)등을 주로 사용한다(Berg 등, 1989; Podsiadlo와 Richardson, 1991; Duncan 등, 1990).

노인의 신체 기능 상태를 평가하기 위한 기존의 도구들은 낙상 노인에 대한 균형 능력 측정도구이거나(Lee와 Bae, 2007), 임상에서 사용하는 중증 장애를 평가할 수 있는 도구 혹은 장기 요양시설 등의 입소를 위한 목적으로 개발된 도구가 대부분이다(So와 Whang, 2006; Park과 Lee, 2006; Choe 등, 2010). Boulgarides 등(2003)의 연구에 따르면 낙상군과 비낙상군 사이에서의 버그 균형 척도에서 유의한 차이가 없다고 보고하였고, Jeon 등(2014)의 연구에서도 낙상군과 비낙상군의 기능적 팔 뻗기 검사에서 유의한 차이를 보이지 않았다고 보고하였다. 이러한 선행연구의 결과로 병리적인 것을 평가하는 도구로는 포괄적인 결과를 나타내어 판별성이 떨어지는 것으로 나타나며, 노인 인구 중 3분의 2에 해당하는 신체적 기능이 양호한 노인의 신체 기능 및 활동 능력을 평가할 목적으로 사용하기에 적절하지 않은 것

으로 분석된다.

노인 기능을 평가하기 위한 대부분의 임상적 평가도구들은 노인의 단순 균형 능력 및 지구력 등의 체력적인 면을 강조하며, 노화로 인해 저하되는 주요 기능인 인지 능력의 평가 요소가 배제되어 있다(Choe 등, 2010; Seo, 2015). 이미 많은 선행 연구에서 신체적 활동과 인지 능력에 상관성이 높다고 보고하였으며(Tabbarah 등, 2002; Van Gelder 등, 2004), 신체적 활동을 통해 인지능력의 향상을 도모할 수 있다고 보고하였지만, 신체적 능력과 인지적 능력을 별개의 도구를 통해 평가하였다(Jones 등, 2004; Kramer와 Erickson, 2007; Kim 등, 2010).

젊은 성인, 비낙상 노인과 낙상 노인의 운동조절 능력과 근활성을 비교한 연구에서 운동조절 평가를 위한 균형 능력 비교 시 비낙상 노인과 젊은 성인 사이, 비낙상 노인과 낙상 노인에서 유의한 차이가 없었으며, 근활성 비율 또한 유의한 차이가 없었으며(Laughton 등, 2003), 젊은 성인과 노인의 동적 균형과 근활성을 비교한 연구에서 근활성 비율과 일부 동적 균형 동작에서 일부 압력 중심(Center of pressure)의 이동에서 차이가 없었다고 보고하였다(Amiridis 등, 2003).

일상생활에서는 매일 수행해야 할 활동으로, 다양하고 복잡한 과제를 동시에 수행하며 자세를 유지해야 한다(Lee와 Lee, 2016). 최근에는 과제에 인지적 요소의 반영을 위해 단순하며 반복적인 단일 과제 조건이 아닌, 이중 과제 상황에서의 훈련에 대한 필요성이 강조되고 있다. 뇌졸중 환자에서 이중 과제 수행 시 자세 조절 능력과 보행 능력은 감소되었으며(Bensoussan 등, 2007; Yang, 2007), 이중 과제 훈련을 받은 노인들은 이중 과제 상황에서 균형 조절 능력이 증가된 것을 보였다(Silsupadol 등, 2009). 이중 과제를 수행하기 위해서는 다양한 신체 분절 간의 협응이 요구되며, 이 과정에서 고도의 집중력과 인지 능력이 요구된다(Plummer-D'Amato 등, 2010). 이는 이중 과제 즉, 인지적 요소가 포함된 상황에서의 신체 기능의 평가와 치료가 필요하다고 말할 수 있다.

인지 요소가 포함된 과제 수행 시 기능적 움직임에 관여하는 관절각속도와 움직임의 총 수행시간, 그리고

근활성 시점 관찰을 통한 신경근 조절 능력을 통합적으로 평가할 수 있는 이중 과제를 통해 기존의 노화로 인한 병리적 상태만을 확인하고자하는 평가도구가 아닌 인지적 요소가 포함된 신체적 능력을 평가할 수 있는 도구가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 정상적인 움직임이 가능한 노인의 단순한 신체적 능력뿐만 아니라, 인지적 요소를 포함시킨 평가를 했을 때의 동작 조절 능력의 차이를 알아보려고 평가 요소 중 한 방법으로 인지적 요소가 포함된 과제를 수행하기 위해 상지 및 하지의 기능적 동작을 각각 한 동작씩 선정하여 노인의 인지적 능력을 포함한 신체적 능력을 동시에 측정하였다.

본 연구는 연령에 따른 인지적 요소가 포함된 과제 수행 시 운동 조절 능력에 차이가 있는지 알아보려고 하여 젊은 성인과 노인에게서 각 동작의 정확성, 동작의 수행 시간 및 움직임의 속도와 근육의 최초 활성화 시점을 비교하였다. 평가를 위한 이상적인 기준을 제시하여 이를 활용한 정량화된 평가 시스템의 구성 요소로써 활용할 수 있는지 알아보았다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구는 D시에 위치한 D대학교에 재학 중인 25세 이하의 젊은 성인과 보건소에서 외래 진료를 받으며 한국형 간이정신상태 판별 검사(Mini-Mental State Examination-Korean version)점수가 24점 이상이며, 3층의 계단을 도구 없이 독립적으로 통행할 수 있는 60세 이상의 노인을 선정하였다. 제외조건으로는 치매 등으로 인한 의사소통이 불가능한 자, 시력 및 청력 손상이 있는 자, 선 자세에서의 균형 능력에 문제가 있는 자, 신경학적 질환이나 손상이 있는 자를 제외하여 대상자를 선정하였다. 젊은 성인 총 15명 중 13명이 대상자로 선정되었고, 노인은 총 15명 중 13명이 대상자로 선정되었다. 선정된 대상자들은 실험 전 연구의 목적과 방법에 대해 충분히 설명을 듣고, 실험에 대해 동의서를 작성하였다.

2. 연구 절차

본 연구는 비 동등성 대조군이며, 단일 평가 연구이다. 먼저 연구대상자의 일반적인 정보를 수집하기 위해 구두 설문을 실시하였으며, 노인군의 인지 수준을 알아보기 위해 K-MMSE를 사용하였다. 인지적 요소가 포함된 과제 수행 시 젊은 성인과 노인의 동작 조절 능력을 알아보기 위해 상지 및 하지 과제를 각각 하나씩 선정하여 수행하였다. 상지 과제로는 화면에 제시된 그림에 도형을 따라 쌓는 과제이며, 하지 과제로는 화면에 제시된 화살표 모양을 판단하여 공차기 동작을 수행하는 것으로 설정하였다. 운동 조절 능력 평가를 위해 동작의 총 수행 시간, 동작 수행 관절의 각속도, 동작을 하기 위해 사용되는 단일 주 근육의 근활성시점을 수집하였다.

3. 인지적 과제

대상자는 검사자의 지시에 따라 인지적 요소가 포함된 상지 과제와 하지 과제를 수행하였다. 대상자에게 제공하는 정보로써, 화면에 나타나는 그림은 동작을 수행해야할 그림과 대기 자세를 유지해야하는 그림으로 나누었다. 화면에 나타나는 정보제공 용 그림은 1:1의 비율로 제시했다. 이 때 연구자는 대상자의 동작을 관찰하며 동작의 정확도를 확인하고, 대상자에게 가능한 신속하고 정확하게 동작을 수행하라고 지시하였다. 동작분석시스템과 근전도 분석 시스템을 사용하여 관련 데이터를 동시에 수집하였다. 동작 수행의 구체적인 방법은 다음과 같다.

1) 상지 과제(도형 쌓기)

대상자는 전면에 배치된 화면을 보고 앉는다. 화면에는 각각 두 종류의 분리된 블록과 쌓여있는 블록이 무작위로 등장하며, 평가자는 대상자에게 쌓여진 블록이 등장할 때 화면과 동일하게 블록을 쌓도록 지시했다. 이때 우세 측 팔꿈관절이 90도로 굽히고 테이블에 고정된 출력 센서 위에 올려놓고 대기하다 화면에 나타나는 지시에 대해 앞에 놓인 도형을 화면과 같게 쌓는다 (Fig. 1).

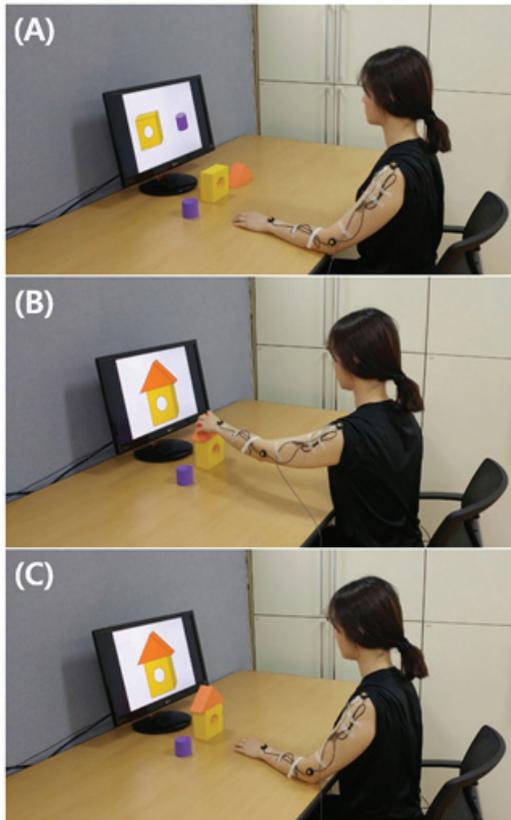


Fig 1. Piling up Blocks for reaching task (A) waiting position at no-task, (B) performing the reaching and building blocks with task, (C) Ending position

2) 하지 과제(공차기)

대상자는 전면에 거치된 화면을 응시하며 선 자세로 대기한다. 화면에는 각 10시, 12시, 2시 방향의 화살표 도형이 무작위로 등장하며, 대상자에게는 12시 방향의 화살표가 등장할 때 공을 차라고 지시했다. 이때 우세 측 발 아래에 고정된 출력 센서 위에 발을 올려놓고 대기하다 화면에 나타나는 지시에 대해 발 앞 쪽에 고정된 공을 가볍게 찬다(Fig. 2).

4. 평가도구 및 방법

1) 동작분석기를 이용한 평가

대상자의 동작의 총 수행 시간, 수행 관절의 각속도를 평가하기 위해 동작 분석 장비인 동작 분석 시스템(LUKOtronic AS200, Lutz- Kovacs-Electronics, Austria)을 사용하여 분석하였다. 이 시스템은 3개의 적외선 카메라와 4개의 동적 적외선 표면 마커로 구성되며, 마커의 움직임을 수신하기 위해 적외선 카메라의 주파수를 100Hz로 설정하였다. 3개의 적외선 표면 마커를 사용하여 상지과제에서는 우세측 손의 어깨뼈봉우리(Acromion), 위팔뼈의 가쪽위관절염기(Lateral Epicondyle of Humerus), 먼쪽노자관절(Distal radioulnar joint)에 부착하여 팔꿈관절(Elbow joint)의 움직임을 관찰하였으며, 하지과제에서는 4개의 표면 마커를 사용하여 우세측 발의 위앞엉덩뼈가시(anterior superior iliac spine), 큰돌기(Greater trochanter),

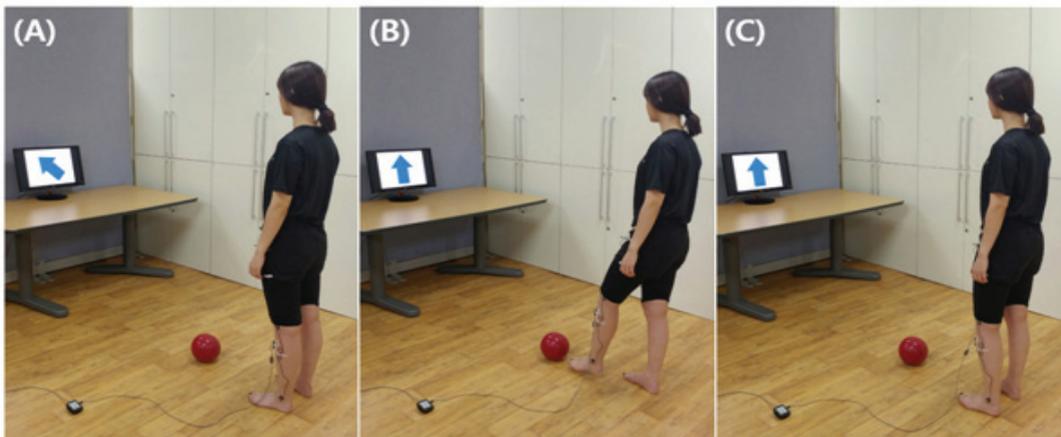


Fig 2. Kicking a ball for knee kicking task (A) Waiting position at no-task (Starting position), (B) Performing the kicking a ball with task, (C) Ending position

넙다리뼈의 기쪽위관절염(Lateral Epicondyle of Femoris), 기쪽 복사(Lateral malleolus)에 부착하여 무릎관절(Knee joint)을 관찰 하였다. 두 동작 모두 각각의 마커가 움직이는 순간부터 정지하는 동안인, 동작의 총 수행 시간과 각 마커 사이의 움직인 거리를 측정된 관절각속도를 측정하였다(Park, 2010).

2) 근전도 분석 시스템을 이용한 평가

과제 수행 시 대상자의 근활성시점을 측정하기 위해서 표면 근전도 분석 시스템(MyoSystem 1400, Noraxon Inc., USA)을 사용하였다. Ag/AgCl 표면 전극을 상지 동작에서는 앞어깨세모근(Anterior Deltoid)에 부착하였고, 하지 동작에서는 앞정강근(Tibialis Anterior)에 부착하였으며, 근활성도 측정 후 근활성시점을 분석하였다.

5. 분석 방법

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS ver.18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 분석하였다. 정규성 검정을 위해 Kolmogorov-Smirnov 검정을 실시한 결과, 표본의 정규성이 검증 되었으므로 모수 검정 법을 사용하여

분석하였다. 본 연구에 참여한 대상의 일반적 특성은 기술통계학적으로 서술하였다. 정상 성인과 노인의 동작 조절 능력을 비교하기 위해 측정된 데이터 중 인지적 요소가 포함된 과제를 수행했을 때의 가운데 세 동작을 선택하여, 각 동작의 평균값을 도출한 뒤 독립 t 검정 (Independent-t test)을 시행하였다. 모든 분석은 통계학적 유의성 검증을 위해 유의 수준을 .05로 설정하였다.

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 젊은 성인과 노인에서 과제 총 수행 시간 및 관절 각속도 비교

젊은 성인과 노인에서 동작 조절 능력을 평가하기 위한 동작 중 총 수행 시간은 노인군이 젊은성인군에 비해 유의하게 길었으며, 관절 각속도의 한 노인군이

Table 1. General characteristic of the subjects

Variable	Adult (n=13)	Elder (n=13)	p
Sex (male/female)	7/6	4/9	.43
Age (yr)	22.30 ± 1.6	75.00 ± 6.8	.00*
Height (cm)	169.30 ± 8.5	160.67 ± 7.3	.32
Weight (kg)	67.10 ± 13.9	59.00 ± 7.6	.97
Dominant arm (Lt./Rt.)	2/11	0/13	.48
Dominant leg (Lt./Rt.)	2/11	0/13	.48

Values are presented as number or mean ± standard deviation (SD).

* p<.05

Table 2. Comparison of TPT & JAV between the Adult and Elder group

		Adult		Elder		p
		Mean±SD		Mean±SD		
Reaching	TPT(sec) ^a	2.54	±1.43	3.79	±.63	.01*
	JAV(θ/sec) ^b	54.33	±19.56	33.06	±15.11	.01*
Kicking	TPT(sec)	1.23	±.24	1.46	±.29	.04*
	JAV(θ/sec)	131.48	±25.24	79.39	±53.9	.00*

Values are presented as mean ± standard deviation (SD).

^aTPT: Total performance time, ^bJAV: Joint angular velocity, * p<.05

Table 3. Comparison of muscle activity onset latency between the Adult and Elder group

		Adult		Elder		p
		Mean±SD		Mean±SD		
Reaching	Anterior Deltoid(sec)	.57	±.16	1.41	±.90	.01*
Kicking	Tibialis Anterior(sec)	.64	±.21	.86	±.29	.03*

Values are presented as mean ± standard deviation (SD).

* p<.05

젊은 성인군에 비해 유의하게 느린 것으로 나타났다(p<.05)(Table 2).

3. 젊은 성인과 노인에서 과제 수행 시 근활성시점 비교

도형 쌓기 과제와 공차기 과제에서의 근활성시점 분석을 위해 각각 앞에세모근과 앞정강근의 근활성시점을 관찰하였다. 두 과제 모두 노인군이 젊은 성인군보다 근활성시점이 통계학적으로 유의하게 느린 것으로 나타났다(p<.05)(Table 3).

IV. 고 찰

기존의 임상에서 사용하는 노인을 대상으로 한 다양한 평가도구가 존재하지만 이는 중증 환자 중심으로써, 연령에 따른 운동 능력에 차이가 있음을 증명한 기존의 연구들과 임상 평가도구를 통해 정상 성인, 노인과 낙상 노인의 기능 수준 차이의 명확한 구분이 어려웠다. 따라서 본 연구에서는 노인의 안전한 일상생활과 사회 참여를 위한 기준을 제시하고자, 젊은 성인 및 정상 노인을 대상으로 인지적 요소가 포함된 과제 수행 시 동작 조절 관찰을 통해 정량적인 평가도구 요소로서 적합한지 알아보고자 본 연구를 진행하였다.

대상자가 인지적 과제와 함께 기능적 동작을 수행할 수 있도록 상지 및 하지에 각 한 가지 동작을 선정하였다. 상지의 동작 조절 평가를 위해서는 손 뺏기 동작을 이용하였다. 손 뺏기 동작은 대부분의 일상생활 동작에서 필수적인 동작이며(Bailey와 Lang, 2013), 상지 기능 평가를 위해 선행 연구의 대부분은 손 뺏기 동작을 이용

하여 본 연구에서도 동일한 동작을 선정하였다. 하지의 동작 조절 평가를 위해서는 대부분의 연구에서는 보행 시작 동작을 이용했지만(Lim, 2012; Polcyn 등, 1998; Halliday 등, 1998), 본 연구에서는 대상자의 집중력을 높이고 정확한 평가를 위해 보행 시작 동작과 유사하며 목표 지점이 확실히 존재하는 공차기 동작을 선정하여 진행하였다.

본 연구에서 관찰한 동작 조절의 변수로써 동작의 총 수행 시간, 동작 수행 시 주 관절의 각속도 및 주요 단일 근육의 근활성시점의 총 세 가지 변수를 관찰하였다. 각 대상자가 인지적 요소가 포함된 과제를 수행하는 중 평가자는 대상자가 과제를 정확하게 수행하는지 관찰하며 시트지에 동그라미(0)로 표시하여, 틀린 동작을 제외하고 바르게 동작을 수행한 것에서만 분석하였다. 바른 수행 개수에 대해 상지 과제에서는 젊은 성인군에 비해 노인군의 개수가 유의하게 적었으나(p<.05), 하지 과제에 대해서는 유의한 차이가 나타나지 않았다.

인지적 요소가 포함된 과제 수행 시 동작의 총 수행 시간은 젊은 성인과 정상 노인에게서 유의한 차이를 보였다. 젊은 성인에 비해 노인이 동작의 총 수행 시간이 유의하게 긴 것으로 나타났다(p<.05). Kwon과 Choi (2004)의 청년층과 노인층의 단순반응속도를 비교하기 화면에 과제가 제시되면 정신적인 절차없이 마우스를 클릭하여 반응속도를 측정하는 실험에서 노인층에 비해 청년층이 유의하게 빨랐다는 결과값과 일치하였다. 이것은 노화로 인해 외부 자극의 인지 및 반응하기 위한 기능이 현저하게 감소하였다는 것을 강조한다.

손 뺏기 동작에서의 어깨관절, 공차기 동작에서의 무릎관절의 각속도에서 성인군보다 노인군에서 관절

의 각속도가 유의하게 느린 것으로 나타났다($p<.05$). 연령에 따라 보행 속도에서 하지 관절의 움직임의 비교 한 연구에서는 연령이 증가함에 따라 무릎 및 엉덩관절의 모멘트가 길어지면서 보행의 속도가 늦어진다고 보고하였다(Riley 등, 2001). 인지적 요소가 과제를 복잡하고 어렵게 만들어 관절의 각속도가 느릴 수 있다는 본 연구와 다르게, 역학적인 측면에서 연령에 따라 각속도에 차이에 대한 근거를 뒷받침 해준다.

근육의 활성화 시점을 알아보기 위해 상지 및 하지 과제에서 과제가 제시되고, 움직임이 발생하기 전의 최초 근활성시점을 관찰하였다. 그 결과 도형을 쌓는 상지 과제에서 젊은 성인에 비해 노인의 근활성시점이 유의하게 느린 것으로 나타났다. Thelen 등(2000)은 전방으로 넘어지는 동안 한 발짝 내딛는 동작을 하는 근육의 근활성시점을 관찰한 연구에서는 젊은 성인과 노인의 유의한 차이가 없었다고 보고했지만 본 연구 결과 노인군이 젊은 성인군에 비해 근활성이 유의하게 늦게 발생한다는 것을 알 수 있었다($p<.05$). 이는 선행 연구에서 한 발짝 내딛는 동작을 젊은 성인과 노인에서 비교한 것이 비슷하지만, 인지적 요소가 포함되지 않은 반사적 움직임을 관찰하였기 때문에 본 연구의 결과 값과 차이가 있다고 사료된다.

본 연구에는 몇 가지 제한 점이 있다. 첫째, 모든 변수에서 유의한 차이가 나타났지만 표본 크기가 작았다. 둘째, 본 연구에서는 젊은 성인과 정상노인으로만 집단을 한정하였다. 셋째, 본 연구의 대상자들은 한 지역의 특정 기관에 진료를 받으러 오는 자들이었다는 점으로 미루어 연구의 결과를 모든 노인들에게 일반화 시키기에는 어려움이 있다고 생각한다.

그러므로 향후 노인을 대상으로 한 인지적 요소가 포함된 평가도구의 유의성 검증을 하는 연구에서는 한번 이상의 낙상 경험이 있거나, 중증 기능 장애에 해당하는 노인과 정상 노인 등, 다양한 신체적, 인지적 능력 수준을 가진 집단들의 비교가 필요하다고 생각한다. 또한, 민감도와 타당도가 높은 다른 일반적인 평가도구를 선정하여 본 연구에서 개발한 평가도구와의 상관성 연구를 진행할 것을 제안한다. 향후 연구에서는 노인 뿐만 아니라 다양한 연령층을 대상으로 인지적 요소가

포함된 과제 수행 시 동작 조절 능력에 차이가 있는지 알아볼 필요성이 있다고 생각한다.

V. 결론

본 연구는 젊은 성인과 노인의 신체적, 인지적 능력에 차이가 있는지 알아보기 위해 인지적 요소가 포함된 과제를 수행할 때의 동작 조절 능력을 비교하기 위해 시행 되었다. 연구 결과 제공되는 정보에 따라 동작을 선택하여 움직여야 하는 과제에서 젊은 성인보다 노인이 동작의 총 수행 시간, 관절의 각속도, 동작 수행 시 최초 근활성시점을 포함한 동작 조절 능력이 유의하게 낮았다. 이 결과를 통해 인지적 요소가 포함된 과제가 노인의 운동 조절 능력을 평가하는데 유용하게 사용할 수 있을 것이라 생각한다.

References

- Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci Lett.* 2003;350(3):137-40.
- Bailey RR, Lang CE. Upper-limb activity in adults: Referent values using accelerometry. *J Rehabil Res Dev.* 2013; 50(9):1213-22.
- Bensoussan L, Viton J, Schieppati M, et al. Changes in postural control in hemiplegic patients after stroke performing a dual task. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(8): 1009-15.
- Berg K, Wood-Dauphine S, Williams J, et al. Measuring balance in the elderly: Preliminary development of an instrument. *Physiotherapy Canada.* 1989;41(6):304-11.
- Boulgarides LK, McGinty SM, Willett JA, et al. Use of clinical and impairment-based tests to predict falls by community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 2003;83(4):328-39.

- Choe MA, Kim JI, Jeon MY, et al. Evaluation of the Korean Version of Physical Activity Scale for the Elderly (K-PASE). *Korean J Women Health Nurs.* 2010; 16(1):47-59
- Choi KW, Lee IS. The Concept of Frailty: A Review of the Literature. *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing.* 2008;11(2):67-73.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, et al. Functional reach: A new clinical measure of balance. *J Gerontol.* 1990; 45(6):M192-7.
- Ensrud KE, Ewing SK, Taylor BC, et al. Comparison of 2 frailty indexes for prediction of falls, disability, fractures, and death in older women. *Arch Intern Med.* 2008;168(4):382-9.
- Fried LP. Establishing benchmarks for quality care for an aging population: Caring for vulnerable older adults. *Ann Intern Med.* 2003;139(9):784-6.
- Hallett M. Movement-related cortical potentials. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1994;34(1):5-13.
- Halliday SE, Winter DA, Frank JS, et al. The initiation of gait in young, elderly, and parkinson's disease subjects. *Gait Posture.* 1998;8(1):8-14.
- Hausdorff JM, Edelberg HK, Mitchell SL, et al. Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997;78(3):278-83.
- Jeon MJ, Jeon HS, Yi CH, et al. Comparison of elderly fallers and elderly non-fallers: Balancing ability, depression, and quality of life. *Physical Therapy Korea.* 2014; 21(3):45-54.
- Jones DM, Song X, Rockwood K. Operationalizing a frailty index from a standardized comprehensive geriatric assessment. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52(11):1929-33.
- Kim YG, Han DW, Lee BK. The effects of walking and yoga exercise on the cognitive functions in the elderly women. *J Korean Soc Phys Med.* 2010;5(2):211-21.
- Kramer AF, Erickson KI. Capitalizing on cortical plasticity: Influence of physical activity on cognition and brain function. *Trends Cogn Sci (Regul Ed).* 2007;11(8): 342-8.
- Kwon KS, Choi C. The comparison of simple reaction time between young and old generation. *Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering.* 2004;27(4):133-40.
- Laughton CA, Slavin M, Katdare K, et al. Aging, muscle activity, and balance control: Physiologic changes associated with balance impairment. *Gait Posture.* 2003;18(2):101-8.
- Lee HM, Lee JA. The effects of dual-task action observation physical training on the walking ability and activities of daily living in chronic stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(2):83-91.
- Lee YK, Bae SS. Risk factors and methods in balance assessment associated with fall in older adults. *J Korean Soc Phys Med.* 2007;2(1):73-84.
- Lim HW. The effect of vojta therapy on gross motor function measure and selective voluntary motor control in children with spastic diplegia. *J Korean Soc Phys Med.* 2012;7(2):213-21.
- Park JS. Development of screening tools for frail elderly through physical fitness test. Doctor's Degree. Kyung Hee University. 2014.
- Park KB. Effects of Treadmill Training on Gait Performance and Lower Extremity Joint Angle of Chronic Hemiplegic Patients. Master's degree. Daebul University. 2010.
- Park KH, Lee YH. Effect of social activities on physical functioning in community-dwelling older persons: Examination of causal relationships. *Journal of the Korean Gerontological Society.* 2006;26(2):275-89.
- Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Behrman AL, et al. Interference between cognition, double-limb support, and swing during gait in community-dwelling individuals poststroke. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(6):542-9.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.

- Polcyn AF, Lipsitz LA, Kerrigan DC, et al. Age-related changes in the initiation of gait: Degradation of central mechanisms for momentum generation. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(12):1582-9.
- Powell LE, Myers AM. The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50A(1):M28-34.
- Riley PO, Della Croce U, Kerrigan DC. Effect of age on lower extremity joint moment contributions to gait speed. *Gait Posture.* 2001;14(3):264-70.
- Rockwood K, Mitnitski A. Frailty defined by deficit accumulation and geriatric medicine defined by frailty. *Clin Geriatr Med.* 2011;27(1):17-26.
- Seidler RD, Bernard JA, Burutolu TB, et al. Motor control and aging: Links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews.* 2010;34(5):721-33.
- Seo JH. The Effect of Physical Fitness Exercise on Health-Related Fitness in Elderly Persons with Physical Disabilities. Master's degree. Korea National Sport University. 2015.
- Shumway-Cook A, Baldwin M, Polissar NL, et al. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 1997;77(8):812-9.
- Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugada V, et al. Effects of Single-Task Versus Dual-Task Training on Balance Performance in Older Adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(3):381-7.
- So HY, Whang IO. The effects of multidimensional program on cognition, physical function and depression for institutionalized elderly. *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing.* 2006;9(1):72-80.
- Spiriduso WW. *Physical Dimensions of Aging.* Champaign, IL, Human Kinetics, 1995;131-55.
- Statistics Korea. Trend of population aged sixty-five and over. Korean statistical information service. 2015.
- Tabbarah M, Crimmins EM, Seeman TE. The relationship between cognitive and physical performance: MacArthur studies of successful aging. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002;57(4):M228-35.
- Thelen D, Muriuki M, James J, et al. Muscle activities used by young and old adults when stepping to regain balance during a forward fall. *Journal of Electromyography and Kinesiology.* 2000;10(2):93-101.
- Van Gelder BM, Tjshuis MA, Kalmijn S, et al. Physical activity in relation to cognitive decline in elderly men: The FINE study. *Neurology.* 2004;63(12):2316-21.
- Yang Y, Wang R, Chen Y, et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88(10):1236-40.