

# Effect of Pilates Gymball Exercises on the Electroencephalogram and Cognitive Function in Mentally Disabled Persons

Yu-Joung Son<sup>1</sup>, Jae-Heon Lim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bon Pilates, Busan; <sup>2</sup>President, The Lab Cooperative, Gwangju, Korea

**Purpose:** The aim of this study was to determine if Pilates gymball exercise can change the electroencephalogram and cognitive function of mentally disabled people.

**Methods:** Twenty-one mentally disabled people were enrolled in this study. They were assigned randomly to one of two groups: Pilates gymball exercise group (PGEG, n = 11), and control group (CG, n = 10). The subjects in the PGEG group performed the exercises for 50 minutes a day, three days per week for 6 weeks. The PGEG program consisted of warm up (10 minutes), main workout (30 minutes), and cool down (10 minutes). The main workout consisted of 10 exercise programs. The electroencephalogram (EEG) of Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, O1, and O2 were measured using an PolyG-I system. The cognitive function was evaluated using a mini-mental state examination (MMSE). The measurements were performed before exercise, and 6 weeks after exercise. Covariance analysis (ANCOVA) was performed to determine the difference between the two groups

**Results:** A significant difference in Fp1, Fp2, and F3 on the relative alpha power was observed between the PGEG and CG groups ( $p < 0.05$ ). A significant difference in Fp1 on the relative beta power was observed between the PGEG and CG groups ( $p < 0.05$ ). No significant difference in the MMSE score was observed between the PGEG and CG groups.

**Conclusion:** Pilates gymball exercise did positively change the EEG in the frontal lobe. On the other hand, the effect related to cognitive was limited. Pilates gymball exercise appears to be more effective in facilitating brain stimulation related to cognition.

**Keywords:** Pilates gymball exercise, Cognitive function, Electroencephalogram, Mentally disabled

## 서론

정신적 스트레스나 심리적 갈등의 문제로 현대인의 정신질환 발병률이 증가하고 있으며 전체 인구의 16%는 최근 1년간 한 번 이상 정신질환을 경험한다고 보고하였으며, 그 중 조현병은 72.6%로 가장 높은 비중을 차지하고 있다.<sup>1</sup> 조현병 환자들은 처방 약물을 꾸준히 복용하지 않을 경우 정신기능의 문제로 사회적응과 활동의 문제를 초래한다.<sup>2</sup> 조현병 환자처럼 정신 기능에 문제가 있는 사람들을 총칭하여 정신장애인이라고 한다.

정신장애인에 대한 선행연구들의 경우 대부분 신체건강이 아닌 정신건강 문제를 주로 다루고 있다.<sup>3</sup> 하지만 정신장애인은 정신건강 문제 뿐만 아니라 신체에 나타나는 많은 근골격계 문제로 인해 삶의 질이 저하되는 상황이 발생한다.<sup>4</sup> 근골격계 문제를 예방하기 위해서는 규칙적인 운동과 적절한 신체활동이 필요하다. Acil 등<sup>5</sup>은 정신장

애인의 신체 건강과 정서적, 사회적 기능 향상에 신체활동 및 운동이 효과적이라고 보고하였다.

정신장애인에게 운동은 다양한 감각적 자극을 팔다리로 받아들이 자신의 신체부위를 인식하고 수행능력 향상에 도움을 주어 사회적응 및 신체조건을 향상시키고, 정신건강에 크게 기여하는 자존감을 향상시킨다. 규칙적인 운동은 뇌세포의 혈액공급을 유도하여 인지기능 유지 및 개선을 도모하기 때문이다.<sup>6</sup> 운동프로그램은 정신장애인의 특성을 고려하여 장소에 제한이 없어야 하고 배우기 쉽고 안전하고 효과적이어야 한다.

필라테스 운동은 신체를 유연하게 하고 몸통 안정화 근육과 자세 근육을 강화하고 잘못된 정렬을 개선해 주는 운동이다.<sup>7,8</sup> 필라테스는 다양한 방법으로 운동할 수 있는데 쉽게 접할 수 있는 짐볼(gymball), 폼 롤러(foam roller), 세라밴드(thera-band), 필라테스 링(Pilates ring)과 같은 소도구를 사용하기도 한다. 이 방법들 중 짐볼을 이용한

Received Sep 7, 2017 Revised Oct 25, 2017

Accepted Oct 31, 2017

Corresponding author Jae-Heon Lim

E-mail [limjaecheon@gmail.com](mailto:limjaecheon@gmail.com)

Copyright ©2017 The Korea Society of Physical Therapy

This is an Open Access article distribute under the terms of the Creative Commons Attribution Non-commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

운동은 근력, 지구력, 유연성 강화는 물론 반사 신경, 지각능력, 균형 감각 등을 종합적으로 발전시켜주는 운동으로 거부감 없이 비교적 친근하게 적용할 수 있다. 짐볼운동은 볼 위에 앉거나 엎드리는 등 다양한 자세로 근육 및 관절 운동과 평형감각 훈련을 할 수 있어 척추의 유연성과 안정성을 발달시킬 수 있다.<sup>9</sup>

필라테스는 신체 능력 뿐만 아니라<sup>10</sup> 인지기능에도 도움을 주는데, 학습 장애아에게 필라테스를 적용한 결과 웨슬러 검사(Wechsler test)의 총 아이큐 지수에서 유의한 향상, 특히 호흡과 리듬을 강조하고 심부 근육의 강화 및 운동에 관한 집중이 인지기능 향상의 원인이라고 하였다.<sup>11</sup>

인지기능이란 기억력, 지남력, 판단력, 주의력, 계산능력, 언어능력 등의 지적능력을 말한다. 인지기능과 가장 연관된 뇌의 영역은 이마엽 부분으로 이는 주의, 통제 등 집행기능을 수행하고 운동반응의 선택, 시작, 억제에 관여한다.<sup>12</sup> 이마엽의 기능이 저하되면 주의, 언어, 시공간, 기억과 같은 기초 인지기능을 통제하는 능력의 저하로 나타난다.<sup>13</sup>

뇌의 인지기능을 알아보기 위한 방법 중 뇌파의 변화로 확인할 수 있는데, 뇌파(electroencephalography, EEG)란 대뇌겉질의 신경 세포군에서 발생한 뇌전기활동의 총화를 체외로 도출하고, 이를 증폭해서 전위를 세로축으로 시간을 가로축으로 하여 두피표면에서 기록하며, 간단하고 객관적이며 비침습적으로 대뇌기능을 평가할 수 있는 검사법이다.

정신기능에 문제가 있는 자들에게 필라테스 운동을 통해 인지 기능 효과를 알아본 이전 연구는 웨슬러 검사<sup>11</sup>나 집중력 검사<sup>14</sup>를 사용하였으며, 뇌파를 이용하여 인지기능을 알아본 연구는 부족한 실정이다. 특히 간편하고 쉬운 짐볼을 이용한 필라테스 운동을 통해 인지 기능의 변화를 알아본 연구는 미흡하고 객관적이고 정량적 측정인 뇌파를 이용하여 측정한 연구도 없는 실정이다. 필라테스를 다양한 질환의 장애인이나 근골격계 질환이 있는 대상자들을 대상으로 효과를 알아본 연구는 주로 신체기능에 국한되어 있으며,<sup>15,16</sup> 정신장애인의 적용사례 또한 마찬가지로이다. 그래서 본 연구의 목적은 필라테스 짐볼운동이 정신장애인의 뇌파와 인지기능에 미치는 영향을 비교 분석하여 필라테스 짐볼운동이 정신장애인에게 임상적으로 활용할 수 있는지 그 가능성을 제안하는 데 목적이 있다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상

본 연구의 대상자는 B시에 거주하며 S직업재활 복지관에서 정신재활프로그램에 참여하고 있는 자로 의사소통이 가능하며, 연구의 목적에 대해서 충분한 설명을 한 후 자발적으로 참여하고자 하는 사람에 한하여 연구 동의서에 서명을 한 후 진행하였다. 정신장애인 38명

**Table 1.** The general characteristics of subjects

Characteristics	PGEG (n=11)	CG (n=10)	t	p
Age (yr)	40.81±12.10	36.90±10.71	-0.78	0.44
Height (cm)	162.10±8.45	159.29±5.91	-0.87	0.39
Weight (kg)	66.10±10.16	69.41±13.44	0.64	0.53
Gender				
Male	4 (36%)	2 (20%)		
Female	7 (64%)	8 (80%)		

PGEG: Pilates gymball exercise group, CG: control group.

을 대상으로 선정하였고, 이 중 대상자는 필라테스 짐볼운동군(Pilates gymball exercise group, PGEG) 19명, 통제군(control group, CG) 19명을 무작위 배치하였으며, 실험 도중 개인적인 사유 및 운동 불참으로 탈락하여 PGEG 11명, CG 10명으로 총 21명이 연구 대상으로 선정되었다. 본 연구 대상자의 선정기준은 의사로부터 정신장애 등급 및 조현병 등의 기타 정신질환을 확진받은 자, 감각 또는 운동마비로 신경학적 병변이 없는 자, 최근 1년 이내 외과적 수술을 받은 적이 없는 자, 면담에 응할 수 있는 자로 하였으며 대상자의 신체적 특성은 Table 1에 제시하였다.

## 2. 실험방법

본 연구는 정신장애인 대상으로 PGEG 11명, CG 10명을 각각 무작위 배정하고 운동 전 4개의 뇌 영역에 좌, 우 각각 8곳에 패드를 부착하여 뇌파를 측정하였고, 인지기능은 한국판 간이 정신상태 판별검사(Korean mini-mental state examination, K-MMSE)를 이용하여 알아보았다. PGEG는 6주 동안 주 3회, 1회당 50분씩 평소 정신장애인들이 이용하는 복지관 강당에서 필라테스 짐볼운동을 실시하였다. CG는 어깨, 목, 골반주위의 뻘뻘 운동으로 시행하였다. 연구자는 6주 운동 프로그램을 적용한 후 사전, 사후 동일한 방법으로 측정하였다.

### 1) 측정도구

#### (1) 뇌파

뇌파의 측정은 PolyG-I system (Laxtha Inc., Daejeon, Korea)을 사용하였으며, 단극유도법으로 8채널에 부착하여 측정하였다. 측정된 자료는 생체신호 분석 소프트웨어(Telescan)을 이용하여 분석하였다. 전극 부착부위는 국제 10-20 전극배치법의 기준에 따라 양쪽 귀 뒤 접지전극(A1), 기준전극(A2)을 부착하고 앞 이마엽(왼쪽 Fp1, 오른쪽 Fp2), 이마엽(왼쪽 F3, 오른쪽 F4), 마루엽(왼쪽 C3, 오른쪽 C4), 뒤통수엽(왼쪽 O1, 오른쪽 O2)에 각각 전극을 부착하였다. 사용된 전극은 금으로 도포된 접시형태의 디스크 전극이며, 전극을 부착할 때는 전극 부착부위를 알콜솜으로 닦아낸 후 접시 전극에 뇌파용 전극풀을 적당량을 담아 부착하였다. 부착한 전극이 떨어지지 않도록 거즈를 전극 위에 덮어 고정하였다.

전체 뇌파 영역 중 대표적인 안정 시 알파파(8-12.99 Hz), 스트레스 불안 시 나타나는 베타파(13-29.99 Hz) 구간을 추출하여 분석에 사용하였다. 또한 대상자 개인 간의 뇌파 차이를 보기 위하여 알파파, 베타파의 구간을 전체로 하는 상대 파워 분석을 이용하였다. 뇌파의 다양한 분석 방법 중 개인편차를 제거하여 사용할 수 있는 상대알파스펙트럼 분석법<sup>17</sup>을 이용하여 정량화 하였으며, 그 중 측정된 뇌파 값의 합을 분모로 하고 알파파와 베타를 각각 분자로 하여 상대알파파워, 상대베타파워 값을 측정하였다.

(2) 인지기능

인지기능 검사로 사용되는 K-MMSE는 Folstein 등<sup>18</sup>이 개발한 검사이며 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있고, 본 검사도구는 신뢰도와 타당도가 입증되었다.<sup>19</sup> 검사 소요시간은 5-10분이며, 검사자는 피검자와 일대일로 검사를 시행한다. 이 검사는 지남력(시간 5점, 장소 5점), 기억 등록 3점, 주의집중 및 계산 5점, 기억 회상 3점, 언어능력 8점, 그리기 1점으로 총점은 30점으로 구성되어 있으며, 실시 방법과 채점이 까다롭지 않기 때문에 간단히 훈련받으면 다양한 직종의 전문가들이 간편하게 사용할 수 있다. 점수 범위는 0-30점 사이이며, 인지장애의 분류 정도는 24점 이상은 정상, 18-23점은 경도의 인지장애, 17점 이하는 중증의 인지장애로 분류하였다. 즉 점수가 낮을수록 심한 인지장애이다.

3. 훈련방법

PGEG는 볼 위에서 골반을 중심으로 허리의 안정성 및 균형 조절을 위한 동작 10가지 운동 프로그램으로 구성하였다. 운동 빈도는 1주일

Table 2. Pilates gymball exercise program

Procedure	Program
Warm up	Gentle stretch, Breathing
Main workout	- Pelvic rotation in sitting using gymball (10 rep/1 set, 3 set) - One leg sitting using gymball (20 sec hold/1 rep, 3 set) (switch side) - Abdominal strengthening exercise in sitting (10 rep/1 set, 3 set) - Erector spine strengthening exercise (20 sec hold/1 rep, 5 rep) - Pelvic, hip adductor strengthening exercise (20 sec hold/1 rep, 5 rep) - Erector spine, hip adductor strengthening exercise (20 sec hold/1 rep, 5 rep) - Transverse abdominis strengthening exercise (20 rep/1 set, 3 set) - Core strengthening exercise (10 rep/1 set, 3 set) - Trunk extensor strengthening exercise (10 rep/1 set, 3 set) - Alternative arm, leg raising in quadruped (20 sec hold/1 rep, 5 rep)(switch side)
Cool down	Gentle stretch, Breathing

에 3회, 1회 50분(준비운동 10분, 본 운동 30분, 마무리운동 10분)으로 시행하였으며, 준비운동과 마무리운동은 가벼운 뺨침운동으로 하였다. 필라테스 짐볼운동의 본 운동 프로그램은 Table 2와 같다. CG의 본 운동은 어깨, 목, 골반주위의 뺨침 운동으로 진행하였으며, 본 운동을 제외한 준비운동과 마무리 운동은 PGEG와 동일하게 시행하였다.

4. 통계방법

본 연구에서 수집된 모든 자료들은 윈도우용 SPSS 12.0 통계프로그램을 사용하였다. 모든 대상자들의 일반적 특성 및 각 측정 항목들의 정규분포 여부를 확인하기 위해 Shapiro-Wilks 검정을 실시하였고 그 결과 정규분포가 확인되었다. 일반적 특성의 집단 동질성을 알아보기 위해서 독립 표본 t-검정을 실시하였다. 필라테스 짐볼운동이 뇌파와 인지기능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 측정항목의 실험 전후 변화에 집단 간 비교를 실험 전 값을 공변량으로 하여 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 모든 통계분석에서 유의수준  $\alpha$ 는 0.05로 설정하였다.

결 과

1. 대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상자는 PGEG 11명과 CG 10명이었으며, 두 집단의 일반적인 특성 항목에 대한 동질성 검증 결과 키, 나이, 몸무게에서 두 군 모두 동일한 군으로 처리되었다.

2. 뇌파 변화

앞이마엽 왼쪽(Fp1), 앞이마엽 오른쪽(Fp2), 이마엽 왼쪽(F3)의 상대알파파워 변화를 공분산분석을 이용하여 분석한 결과 운동 6주 후 PGEG가 CG보다 상대알파파워의 유의한 감소를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 이마엽 오른쪽(F4), 마루엽 왼쪽(C3), 마루엽 오른쪽(C4), 뒤통수엽 왼쪽(O1), 오른쪽(O2)의 상대알파파워 변화를 공분산분석을 이용하여 분석한 결과 운동 6주 후 PGEG와 CG는 상대알파파워의 유의한 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ )(Table 3).

앞이마엽 왼쪽(Fp1) 상대베타파워 변화를 공분산분석을 이용하여 분석한 결과 운동 6주 후 PGEG가 CG보다 상대베타파워의 유의한 증가를 나타내었다( $p < 0.05$ ). 앞이마엽 오른쪽(Fp2), 이마엽 왼쪽(F3), 이마엽 오른쪽(F4), 마루엽 왼쪽(C3), 마루엽 오른쪽(C4), 뒤통수엽 왼쪽(O1), 뒤통수엽 오른쪽(O2)의 상대베타파워 변화를 공분산분석을 이용하여 분석한 결과 운동 6주 후 PGEG와 CG는 상대베타파워의 유의한 차이를 나타내지 않았다( $p > 0.05$ )(Table 4).

**Table 3.** Comparison between groups for EEG on relative alpha power (unit: mV)

		PGEG	CG	F	p
Fp1	Pre	0.30±0.03 <sup>a</sup>	0.26±0.07	21.259	0.00*
	After 6 weeks	0.19±0.11	0.32±0.11		
Fp2	Pre	0.31±0.15	0.28±0.11	9.541	0.01*
	After 6 weeks	0.21±0.13	0.32±0.14		
F3	Pre	0.34±0.13	0.38±0.10	8.67	0.01*
	After 6 weeks	0.22±0.08	0.35±0.12		
F4	Pre	0.32±0.14	0.38±0.11	1.67	0.21
	After 6 weeks	0.23±0.11	0.33±0.16		
C3	Pre	0.34±0.18	0.40±0.09	1.26	0.27
	After 6 weeks	0.26±0.10	0.34±0.14		
C4	Pre	0.36±0.15	0.39±0.11	0.59	0.44
	After 6 weeks	0.31±0.19	0.29±0.14		
O1	Pre	0.29±0.12	0.30±0.05	1.81	0.19
	After 6 weeks	0.25±0.11	0.22±0.06		
O2	Pre	0.29±0.12	0.26±0.11	1.60	0.22
	After 6 weeks	0.21±0.09	0.24±0.09		

EEG: electroencephalogram, PGEG: Pilates gymball exercise group, CG: control group.

<sup>a</sup>values are presented as mean±SD; \*p<0.05.

**Table 4.** Comparison between groups for EEG on relative beta power (unit: mV)

		PGEG	CG	F	p
Fp1	Pre	0.22±0.09 <sup>a</sup>	0.17±0.08	11.12	0.00*
	After 6 weeks	0.30±0.09	0.16±0.07		
Fp2	Pre	0.22±0.10	0.17±0.08	0.66	0.43
	After 6 weeks	0.24±0.10	0.18±0.09		
F3	Pre	0.27±0.10	0.22±0.07	0.12	0.72
	After 6 weeks	0.25±0.10	0.23±0.09		
F4	Pre	0.27±0.10	0.22±0.07	0.96	0.33
	After 6 weeks	0.22±0.08	0.22±0.11		
C3	Pre	0.26±0.09	0.22±0.06	0.26	0.61
	After 6 weeks	0.24±0.08	0.23±0.09		
C4	Pre	0.26±0.09	0.23±0.07	0.08	0.76
	After 6 weeks	0.26±0.11	0.25±0.12		
O1	Pre	0.33±0.91	0.32±0.07	0.38	0.54
	After 6 weeks	0.29±0.08	0.31±0.07		
O2	Pre	0.25±0.06	0.25±0.11	0.74	0.39
	After 6 weeks	0.29±0.10	0.26±0.07		

EEG: electroencephalogram, PGEG: Pilates gymball exercise group, CG: control group.

<sup>a</sup>values are presented as mean±SD; \*p<0.05.

**Table 5.** Comparison between groups for cognitive function (unit: score)

		Pilates gymball group	Control group	F	p
MMSE	Pre	23.64±4.10 <sup>a</sup>	23.00±4.34	1.32	0.26
	After 6 weeks	26.90±3.26	25.40±3.65		

MMSE: mini-mental state examination, PGEG: Pilates gymball exercise group, CG: control group.

<sup>a</sup>values are presented as mean±SD; \*p<0.05.

### 3. 인지기능 변화

각 집단의 K-MMSE 변화를 공분산분석을 이용하여 분석한 결과는

동 6주 후 PGEG와 CG의 MMSE의 유의한 차이가 없었다(p>0.05)

(Table 5).

## 고찰

본 연구는 필라테스 짐볼운동을 정신장애인에게 적용했을 때 뇌파에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 6주간 주 3회 50분씩 훈련을 적용하여 상대알파파워와 상대베타파워의 변화를 비교 분석하였다. 여러 뇌파의 유형들 중에서 특히 알파파와 베타파를 알아본 이유는 알파파는 속파로 눈을 감고 안정된 상태, 명상 상태에서 주로 나타나는 뇌파로,<sup>20</sup> 필라테스 짐볼운동 후 안정상태를 보다 더 촉진하여 뇌파에 영향을 줄 것이라 판단하였다. 베타파의 경우 일반적으로 안정상태에 비하여 주의력이 요구되는 과제를 수행하는 동안 증가하며,<sup>21</sup> 베타파의 활성화는 인지적 정보처리 활동에 따른 인지 기능의 향상을 반영하기 때문에<sup>22</sup> 베타파를 측정하였다.

필라테스 짐볼운동과 대조군의 상대알파파워를 측정한 결과는 Fp1, Fp2, F3 영역의 상대알파파워 값이 두 집단 간 유의한 차이를 나타내었다. 이는 PEGE이 CG에 비해 상대알파파워 값이 유의하게 감소했음을 의미한다. 알파파는 주로 안정상태에서 높은 값을 나타내지만 본 연구에서 알파파가 감소가 필라테스 짐볼운동 후 나타났다는 것은 뇌가 긴장 및 흥분상태로 변화되었음을 나타낸다고 볼 수 있다. 다발성 경화증 환자 대상으로 시행한 필라테스 훈련이 균형과 움직임, 보행과 인지기능 평가에서 유의한 증가를 보였고,<sup>23</sup> 필라테스 훈련이 움직임의 개선, 우울증 및 인지기능의 개선에 영향을 줄 수 있다고 하였다. Bian 등<sup>24</sup>은 필라테스 훈련이 알파리듬에 미치는 영향을 알아보고자 5명의 성인을 대상으로 필라테스 훈련을 주당 4회 실행하였고, 각 회당 90분 동안 총 10주 동안 시행하였다. 10주 동안 총 5차례 뇌파를 측정하였는데 본 연구와 동일하게 안정상태에서 훈련 전 눈을 감고 측정하였고 2주 후마다 재측정 하였다. 그 결과 알파 최대빈도의 중위수 값은 대부분 감소되었다. 알파파 중 임계값 이상에 동기화 값만을 선택한 지수는 유의하게 감소되어 본 연구의 결과와 유사치를 나타내었으며, 필라테스 운동이 뇌의 신경회로망의 활성화와 뇌의 기능에 유익한 영향을 준다고 제시하였다. 필라테스 짐볼운동의 알파파가 대조군보다 더 억제된 이유는 집중을 하거나 정신적 흥분상태에 있었기 때문으로 생각되며,<sup>25</sup> 이는 짐볼의 불안정한 바닥면이 정신장애인들로 하여금 대조군보다 더 많은 주의력과 집중력을 필요로 하는 환경이었기 때문으로 판단된다. Wollacott와 Shumway-Cook의 연구에서<sup>26</sup> 젊은 성인을 대상으로 이중 과제를 통해 집중력과 자세 조절 및 보행 사이에 관계를 연구하였는데, 이때 불안정한 지지면에서의 이중과제 훈련 시 집중이 향상된 결과가 이를 뒷받침한다.

필라테스 짐볼운동 프로그램은 운동수행 시 자세유지에 목표를 두어 집중하게 한 외적 주의집중을 강조한 반면, 대조군은 근육의 느낌과 움직임에 집중하게 하는 내적 주의집중을 유도하는 피드백을 제공하였다. 외적 주의집중은 내적 주의집중보다 개인의 내적 처리과

정에 기인하는 인지적 과정을 더 거치기 때문에<sup>27</sup> 보다 많은 인지적 활동이 필라테스 짐볼운동에 나타나 뇌파에 영향을 준 것으로 생각된다.

상대베타파워 Fp1 영역에서 필라테스 짐볼운동을 대조군과 비교했을 때 유의한 차이를 나타내었다. 이것은 운동 6주 후 필라테스 짐볼운동의 상대베타파워가 유의하게 더 증가했음을 의미한다. 베타파는 느린 베타파(13-21 Hz)와 빠른 베타파(22-30 Hz)로 나뉜다.<sup>28</sup> 베타파는 일반적으로 안정상태에 비하여 주의력이 필요한 과제를 수행하는 동안 증가하며,<sup>21</sup> 베타파의 활성화는 고강도의 인지적 정보처리 활동에 따른 인지 기능의 향상을 반영한다.<sup>22</sup> 이러한 베타파의 특성을 근거로 제시된 상대베타파워는 주로 인지활동을 할 때 증가하는 것으로 정신장애인들에게 필라테스 짐볼운동이 뺨침 운동보다 더 어렵고 도전적인 과제로 이루어져 있어서 움직임을 조절하는 의식적인 시도를 더 많이 했기 때문으로 생각된다. 필라테스 짐볼운동은 숙련된 필라테스 강사가 먼저 시범을 보인 후 그 동작을 따라하게 하였고 그 과정에서 강사가 수행하는 방법을 찾도록 노력하는 것도 상대베타파워 증가 요인이며, 베타파는 운동조절에 기여하는 특성을 가진 파형이므로 더 많은 구두지시나 격려가 필라테스 짐볼운동에 주어졌기 때문인 것으로 생각된다. 베타파의 경우 적당한 주의를 기울일 때 증가하지만, 인지적 활동의 강도가 증가할수록 알파파의 발생은 줄어든다는 연구<sup>25</sup>가 상대알파파워는 감소하고 상대베타파워는 증가되는 본 연구의 결과와 일치한다.

본 연구에 뇌파 결과 중에서 마루엽의 뇌파 변화는 두 집단 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다. 필라테스 짐볼운동군은 뺨침운동만 시행했던 대조군보다 더 많은 청각적 자극, 더 많은 고유감각 입력이 대상자들에게 투입되었음에도 불구하고 감각영역인 마루엽의 뇌파변화가 나타나지 못했던 이유는 정신장애인의 특성에서 찾을 수 있다. 정신장애인의 경우 개별적 감각은 지각할 수 있지만 여러 경로에서 유입되는 감각을 통합할 수 있는 능력이 저하되어 있으므로<sup>29</sup> 집단 간 차이가 나타나지 않았을 것이라 생각된다.

인지기능의 변화를 알아보기 위해 K-MMSE를 이용하였는데 두 집단 모두 점수는 향상되었지만 두 집단 간 유의한 차이는 나타나지 않았다. 신체 심리치료와 필라테스 치료를 적용하여 정신장애인의 부정적 증상에 미치는 영향을 성별로 분석한 연구결과<sup>30</sup>를 살펴보면 상대적으로 필라테스 치료를 받은 남성이 신체 심리치료를 받은 남성보다 부정적 증상에 대한 평균변화가 더 유의하게 감소한 결과를 나타내었다. 이러한 변화는 신체 심리치료를 받은 여성에게서 더 많은 감소를 나타내었는데, 성별이 정신장애인의 부정적 증상과 관련된 것으로 나타났다. 본 연구의 필라테스 짐볼운동의 남성 집단 참여인원의 36%로 대조군인 20%보다 더 높게 나와 성별이 인지기능 증상에 영향을 준 것으로 판단할 수 있다. 또한 K-MMSE 점수가 대조군

23점, 필라테스 짐볼운동 23.64점으로 운동 전 점수가 천장효과를 나타내어 항상 폭이 크지 않았던 것도 한 가지 원인으로 생각된다. MMSE는 인지기능을 알아보는 검사로 0점에서 30점 범위를 가지는 도구로써 비교적 짧은 시간에 할 수 있는 검사이지만 인지기능 손상이 매우 경미하거나 심한 경우에 이를 판별하기 어렵다는 단점이 있다.<sup>31</sup> 또한 MMSE는 인지상태를 간단히 검사하기 위해 개발되어 언어 능력과 지남력이 총 30점 중에서 19점을 차지한다. 학습능력 혹은 장기기억과정처럼 인지기능에서 중요하게 다루지는 영역을 MMSE에서 간과했던 제한점이 있다.<sup>32</sup>

필라테스 짐볼운동의 뇌파와 인지기능을 분석한 결과를 토대로 볼 때, 필라테스 짐볼운동은 뇌의 활성화도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 특히 인지기능과 관련된 영역인 이마엽 부위에서 긍정적인 활성이 더 많이 나타났다. 그러므로 많은 연구가 이루어지고 있는 신체 능력 개선뿐만 아니라 뇌의 기능이 저하된 사람들에게 뇌의 활성화를 통해 인지기능을 향상할 목적으로도 필라테스 짐볼운동이 활용될 수 있을 것으로 생각된다. 따라서 본 연구의 결과를 바탕으로 필라테스 짐볼운동 프로그램은 뇌기능 감소와 인지기능 저하가 있는 정신장애인의 임상적 활용성에 적용할 수 있는 가능성을 제시하였다고 생각한다.

## 참고문헌

- Lipskaya L, Jarus T, Kotler M. Influence of cognition and symptoms of schizophrenia on IADL performance. *Scand J Occup Ther.* 2011;18(3):180-7.
- Druss BG, Zhao L, von Esenwein SA et al. The health and recovery peer (harp) program: a peer-led intervention to improve medical self-management for persons with serious mental illness. *Schizophr Res.* 2010;118(1-3):264-70.
- Kim J. A study on the development and evaluation cut down smoking program for the physical health of people with mental illness. Sungkonghoe University. Dissertation of Master's Degree. 2006.
- Kim JJ. The church's social work program and service delivery system for the mentally handicapped. *Church Social Work.* 2007;5:81-114.
- Acil AA, Dogan S, Dogan O. The effects of physical exercises to mental state and quality of life in patients with schizophrenia. *J Psychiatr Ment Health Nurs.* 2008;15(10):808-15.
- Roth CL. How to protect the aging work force. *EHS Today.* 2005;67(1):38-43.
- Siler B. *The Pilates body.* New York, Broadway Books, 2000.
- Yu JH, Lee GC. Influence of Pilates on physical factors related to exercise performance. *J Kor Phys Ther.* 2011;23(3):57-63.
- Posner-Mayer J. *Swiss ball applications for orthopedic and sports medicine: A guide for home exercise programs utilizing the Swiss ball.* Longmont, Ball Dynamics International, 1995.
- HwangBo PN. Psychological and physical effects of Schroth and Pilates exercise on female high school students with idiopathic scoliosis. *J Kor Phys Ther.* 2016;28(6):364-8.
- Masoudi M, Seghatoleslami A, Saghebjo M. The influence of 8 weeks of pilates exercise on the improvement of cognitive performance of the children with learning disorders. *Int J Rev Life Sci.* 2015;5(9):1544-51.
- Park RJ, Lee HO, Kim SH. Correlation analysis between MBI and MMSE after exercise program for dementia elderly. *J Kor Soc Phys Ther.* 2000;12(2):83-93.
- Park TJ. Cognitive neural mechanisms of aging. *Korean J Exp Psychol.* 2004;16(16):317-36.
- Tolnai N, Szabo Z, Koteles F et al. Physical and psychological benefits of once-a-week Pilates exercises in young sedentary women: a 10-week longitudinal study. *Physiol Behav.* 2016;163:211-8.
- Kao YH, Liou TH, Huang YC et al. Effects of a 12-week Pilates course on lower limb muscle strength and trunk flexibility in women living in the community. *Health Care Women Int.* 2015;36(3):303-19.
- Segal NA, Hein J, Basford JR. The effects of Pilates training on flexibility and body composition: an observational study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(12):1977-81.
- Regan D. *Human brain electrophysiology: evoked potentials and evoked magnetic fields in science and medicine.* New York, Elsevier, 1989.
- Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(3):189-98.
- Lee CS, Shin SC. Standardization of the mini-mental state examination (MMSE) in Korea. *J Korean Neuropsychiatr Assoc.* 1993;32(6):950-61.
- Gruzelier J. A theory of alpha/theta neurofeedback, creative performance enhancement, long distance functional connectivity and psychological integration. *Cogn Process.* 2009;10(Suppl 1):S101-9.
- Fairclough SH, Venables L, Tattersall A. The influence of task demand and learning on the psychophysiological response. *Int J Psychophysiol.* 2005;56(2):171-84.
- Ray WJ, Cole HW. Eeg alpha activity reflects attentional demands, and beta activity reflects emotional and cognitive processes. *Science.* 1985;228(4700):750-2.
- Kucuk F, Kara B, Poyraz EC et al. Improvements in cognition, quality of life, and physical performance with clinical Pilates in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(3):761-8.
- Bian Z, Sun H, Lu C et al. Effect of Pilates training on alpha rhythm. *Comput Math Methods Med.* 2013;2013:295986.
- Zoefel B, Huster RJ, Herrmann CS. Neurofeedback training of the upper alpha frequency band in eeg improves cognitive performance. *Neuroimage.* 2011;54(2):1427-31.
- Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: A review of an emerging area of research. *Gait Posture.* 2002;16(1):1-14.
- Wulf G, Shea C, Park JH. Attention and motor performance: preferences for and advantages of an external focus. *Res Q Exerc Sport.* 2001;72(4):335-44.
- Roh JH, Park MH, Ko D et al. Region and frequency specific changes of spectral power in alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *Clin Neurophysiol.* 2011;122(11):2169-76.
- Hwang SH. Difference in mccarron-dial evaluation system score of adults with mental retardation versus adults with pervasive developmental disorder. Yonsei University. Dissertation of Master's Degree.

- 2003.
30. Savill M, Orfanos S, Bentall R et al. The impact of gender on treatment effectiveness of body psychotherapy for negative symptoms of schizophrenia: a secondary analysis of the NESS trial data. *Psychiatry Res.* 2016;247:73-8.
31. Schwamm LH, Van Dyke C, Kiernan RJ et al. The neurobehavioral cognitive status examination: comparison with the cognitive capacity screening examination and the mini-mental state examination in a neurosurgical population. *Ann Intern Med.* 1987;107(4):486-91.
32. Anthony JC, LeResche L, Niaz U et al. Limits of the 'mini-mental state' as a screening test for dementia and delirium among hospital patients. *Psychol Med.* 1982;12(2):397-408.