

스키 시뮬레이션을 통한 행동관찰에서 뇌파의 변화

■ 송종철, 황태연¹, 강종호², 윤세원³, 김문정³, 김용남²5트트병원 물리치료실, ¹전남과학대학 물리치료과, ²남부대학교 물리치료학과, ³광주여자대학교 물리치료학과

Changes in Electroencephalogram for Action Observation of Ski Simulation

Jong-Chul Song, PT, MS; Tae-Yeon Hwang, PT, PhD¹; Jong-Ho Kang, PT, PhD²; Se-Won Yoon, PT, PhD³; Moon-Jung Kim, PT³; Young-Nam Kim, PT, PhD²Department of Physical Therapy, 5Teunteun Hospital; ¹Department of Physical Therapy, Chunnam Techno College; ²Department of Physical Therapy, Nambu University; ³Department of Physical Therapy, Kwangju Women's University**Purpose** : This study aims to examine the effects of action observation of ski simulation on electroencephalogram (EEG).**Methods** : Thirty healthy subjects were randomly divided into three groups: 10 participants in an AM (actual movement) group; 10 participants in an OM (observation) group; and 10 participants in a CM (control movement) group. The EEG was measured to examine changes in EEG between action observation and actually movement at 8 areas of the scalp for one minute before, during and after action observation.**Results** : Relative alpha power showed statistically significant differences among groups in Cz and C4 and there were interactions among groups in the Oz area. Relative beta power showed no statistical significance among groups and in particular, there were interactions among groups in the Oz area.**Conclusion** : These findings show that action observation affected brain activation as in actual movement. Thus it can be expected that when movement through the brain activation is applied to patients in bed rest or those who cannot perform actually movement, it can be utilized as physiotherapy.**Key words** : Ski Simulation, Observation Movement, Electroencephalogram**논문접수일** : 2011년 5월 18일**수정접수일** : 2011년 5월 26일**게재승인일** : 2011년 5월 27일**교신저자** : 김용남, kyn5441@hanmail.net

1. 서론

운동학습은 복잡한 과제를 빠르고 정확하며, 효율성 있게 수행하기 위하여 새로운 운동 순서를 형성하는 과정이다.¹ 특히, 뼈대계통 및 뇌 손상으로 인한 운동기능 장애의 재활에 운동학습은 필수적이며, 많은 연구들에서 운동학습에 대한 중요성을 언급하고 있다.^{2,3}

운동학습 증진을 위한 방법 중의 하나인 운동상상(motor imagery)은 직접 운동을 수행하지 않고 운동형상을 상상하는 방법인데,⁴ 이는 환자의 침범된 마디의 사용을 증가시킬 수 있고, 신

체의 움직임에 대한 인지적 예행연습으로서 운동수행력을 보다 숙련되고 정확하게 향상시킬 수 있다고 보고하고 있다.⁵⁻⁶

이와 같은 효과에도 불구하고 운동상상은 몇 가지 문제점을 가지고 있다. Jackson 등⁷에 의하면 대뇌피질의 두정엽(parietal cortex) 손상시 신경학적 재활을 위한 중재방법으로 운동상상을 적용할 경우, 운동표상(representation) 생성에 제한되어 심상능력을 감소시키므로 운동의 효과가 미비하다고 보고하였다. 따라서 이러한 운동상상의 문제점을 보완하면서 기존효과를 지닐 수 있는 새로운 인지적 중재방법으로 행동관찰이 대두되고 있다.⁸

행동관찰(action observation)은 다른 사람이 수행하는 활동이나

영상 속에 등장하는 모델의 활동 장면을 관찰하는 것을 의미하며,⁹ 이러한 행동관찰을 통해서 실제수행과 마찬가지로 동일한 신경계와 근육계의 반응을 유도할 수 있고 움직임을 개선시킬 수 있다.¹⁰⁻

¹² 행동관찰 시 직접적으로 다중감각체계(multisensory system)의 작용을 수반하기 때문에 관찰되는 동작의 실제수행과 관련된 뇌 영역을 보다 더 효과적으로 활성화시킨다.^{13,14}

최근 들어 의공학의 발전과 더불어 운동상상, 행동관찰 그리고 실제운동 등에서 일어나는 뇌의 신경학적 해석을 위하여 뇌파(electroencephalogram, EEG)를 이용한 연구가 다양한 분야에서 이루어지고 있다.¹⁵

뇌파를 이용한 다양한 연구 중에서 행동관찰에 대한 연구를 살펴보면, 손 쥐기 행동관찰 중일 때 안정 시 보다 뇌파의 뮤 리듬(mu rhythm)이 감소한다는 연구,¹⁶ 오른쪽 검지와 중지를 사용한 벌림(abduction) 동작의 관찰 후 손가락 벌림력이 향상되었다는 연구,¹⁷ 그리고 6개월 이상 된 우측 반마비 환자에게 행동관찰과 재활을 병행한 후 팔 운동기능 향상되었다는 연구 등¹⁸ 많은 연구에서 행동관찰이 뇌파에 긍정적인 영향을 미친다는 연구가 이루어져 왔다.

하지만 대부분의 연구들이 주로 팔의 기능적 훈련을 위한 행동관찰에 국한되어 있다. 따라서 다리나 몸통에 주안점을 가진 자세와 균형조절의 행동관찰에 대한 연구가 미흡하며, 이에 대한 물리치료 중재가 뇌의 활성화도에 미치는 영향에 대한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구의 목적은 자세 및 균형조절 훈련이라 할 수 있는 스키 시뮬레이션을 이용한 목표지향적인 행동관찰이 실제운동에서와 같이 대뇌겉질 영역의 뇌의 활성화에 미치는 영향을 알아보고, 향후 물리치료의 기능적 수행능력을 증진시키기 위한 치료적 중재방법으로서 활용가능성에 대한 기초자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구에 참여한 대상자는 건강한 20대 성인 30명의 지원자를 선발하였다. 실험 대상자를 무작위로 실제운동군(AM; actual movement group), 행동관찰군(OM; observation movement group) 그리고 대조군(CM; control movement group)으로 각각 10명씩 나누어 진행하였다. 선정기준은 운동을 실행하는데 특별한 제약이 없고, 하지의 근육뼈대계통 및 신경계의 질환이 없는 자로 한정하였다. 실험 전에 대상자들에게 실험에 대한 전반적인 과정을 설명하고 실험 참여 동의를 받은 후에 연구를 진행하였

다. 본 연구에 참가한 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다 (표1).

표 1. 대상자들의 일반적 특성

(단위: cm)

	실제운동군	행동관찰군	대조군	p
성별(명)				
male	5	5	5	
female	5	5	5	
나이(세)	24.0±4.8	23.7±2.6	22.0±2.9	0.864
키(cm)	166.0±8.8	167.4±9.5	171.8±4.5	0.736
몸무게(kg)	59.4±8.0	61.8±16.5	64.3±8.0	0.684

평균±표준편차

2. 실험도구 및 측정방법

신경세포의 전기활동인 뇌파를 측정하기 위하여 본 연구에서는 뇌파측정 및 분석기인 POLYG-I (LAXTHA Inc., 대한민국)를 이용하였다. 뇌파를 측정하기 위하여 방해 받지 않는 환경을 구성하였고, 빛과 소음이 없는 밀폐된 장소와 적절한 온도를 유지하였다. 또한 자극 전 기대심리 등으로 심리적 영향을 주는 경우를 최소화하였으며, 급속으로 인해 뇌파 자료수집에 방해가 되지 않는 실험실에서 진행하였다.

실험대상자의 전극 부착 부위는 가장 널리 사용되는 Jasper¹⁹의 국제전극배치법("10-20법", ten-twenty electrode system)을 이용하였다. 이는 머리뼈 모양이 각각 다르므로 이로 인해 변할 수 있는 전극의 위치를 일정한 비율로 배열하는 방법이다.

3. 실험방법

본 연구에서는 각각 10명씩 실제운동군, 행동관찰군 그리고 대조군으로 나누어 진행하였다. 실제운동군과 행동관찰군은 운동과 뇌파측정을 동시에 진행하였다. 실제운동군에 사용된 스키 시뮬레이션프로그램은 다운 힐 스키 프로그램을 사용하였으며, 이는 실험자가 모니터를 보면서 직접 체중이동을 통하여 깃발을 통과하여 움직이는 프로그램이다. 실험군의 행동관찰 프로그램은 가상운동 프로그램인 다운힐 스키에 능숙한 제 3자의 운동수행 동영상을 1분 동안 모니터를 보면서 스키 수행동작을 관찰하도록 하였다. 측정 기간은 행동관찰을 수행하지 않은 상태, 수행 상태 그리고 수행 후 각각 3번의 상태에서 뇌파를 측정하였으며, 측정 시간은 1분간 측정에 3분간 휴식을 취하도록 하였다. 대조군은 아무것도 하지 않은 상태, 즉 안정된 상태에서 각각 1분간 측정에 3분간 휴식을

취하도록 하였다.

4. 자료분석

모든 자료는 SPSS 12.0 프로그램으로 분석하였다. 각 집단과 측정시기에 따른 변화에 대한 분석은 반복측정 분산분석(repeated measures ANOVA)을 하였다. 시기와 군에 따른 주 효과 비교는 Bonferroni 검정을 이용하였다. 모든 통계학적 유의성을 검증하기 위해 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

표 2. 영역별 상대알파파위의 변화

운동	실제운동군			행동관찰군			실제운동군		
	Pre	Mid	Post	Pre	Mid	Post	Pre	Mid	Post
Fz	0.20±0.11	0.15±0.03	0.21±0.13	0.21±0.04	0.20±0.04	0.24±0.07	0.22±0.07	0.25±0.07	0.28±0.09
Cz	0.23±0.12	0.17±0.05	0.26±0.16	0.25±0.05	0.21±0.06	0.29±0.09	0.29±0.06	0.31±0.08	0.34±0.08
Pz	0.34±0.18	0.18±0.04	0.35±0.22	0.31±0.08	0.24±0.06	0.39±0.14	0.41±0.15	0.40±0.16	0.44±0.16
Oz	0.30±0.15	0.16±0.03	0.28±0.13	0.27±0.07	0.23±0.06	0.34±0.11	0.34±0.18	0.33±0.18	0.36±0.20
C3	0.23±0.17	0.17±0.06	0.26±0.20	0.28±0.11	0.25±0.11	0.31±0.11	0.28±0.09	0.30±0.09	0.32±0.08
C4	0.20±0.11	0.15±0.05	0.22±0.16	0.28±0.11	0.25±0.14	0.31±0.10	0.31±0.01	0.32±0.09	0.51±0.11
T3	0.11±0.06	0.10±0.07	0.13±0.08	0.14±0.06	0.15±0.07	0.17±0.07	0.12±0.04	0.16±0.08	0.13±0.05
T4	0.11±0.10	0.08±0.05	0.12±0.10	0.14±0.07	0.14±0.09	0.16±0.09	0.13±0.08	0.17±0.11	0.18±0.13

평균±표준편차

각 군의 상대알파파위 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과, Fz영역에서 시간에 따른 상대알파파위는 유의한 차이를 나타냈으나 ($F=4.568, p<0.05$), 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았으며, 시기와 군에서도 상호작용이 나타나지 않았다(표 3). 시기와 군에 따른 주효과 비교에서, 시기에서는 전과 후, 중과 후, 군에서는 대조군과 실제운동군에 유의한 차이를 보였다. Cz영역과 C4영역에서 시간에 따른 상대알파파위는 유의한 차이가 나타났다(Cz: $F=8.338, C4: F=6.033, p<0.05$)(표 3). 또한 군 간에서도 통계학적으로 유의하였으나(Cz: $F=4.561, C4: F=4.980, p<0.05$), 시기와 군에서는 상호작용이 나타나지 않았다(표 3). 시기와 군에 따른 주효과 비교에서, 시기에서는 전과 후, 중과 후, 군에서는 대조군과 실제운동군에 유의한 차이를 보였다.

Pz영역, C3영역, 그리고 T4영역에서 시간에 따른 상대알파파위는 유의한 차이가 나타났다(Pz: $F=14.854, C3: F=6.993, T4: F=4.526, p<0.05$)(표 3). 그러나 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았고, 시기와 군에서도 상호작용이 나타나지 않았다(표 3). 시기에 따른 주효과 비교에서 전과 중, 중과 후에서 유의한 차이를 보

III. 결과

1. 영역별 상대알파파위의 변화

스키 시뮬레이션 수행 중 Fz영역, Cz영역, C3영역, 그리고 C4영역에서 실제운동군과 행동관찰군은 감소하고, 대조군은 증가하는 경향을 보였다(표 2). Pz영역과 Oz영역에서는 세 군 모두 감소하는 경향을 보였으며, T3영역과 T4영역에서는 실제운동군은 감소하고, 행동관찰군과 대조군은 증가하는 경향을 보였다(표 2).

Oz영역에서 시간에 따른 상대알파파위는 유의한 차이가 나타났다($F=11.809, p<0.05$)(표 3). 그러나 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았고, 시기와 군에서 상호작용도 유의하지 않았다(표 3). 시기에 따른 주효과 비교에서 전과 중, 중과 후에서 유의한 차이를 보였다. T3영역에서 시간에 따른 상대알파파위는 유의한 차이가 없었다(표 3). 또한 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았으며, 시기와 군에서도 상호작용이 없었다(표 3).

표 3. 영역별 상대알파파위 값의 반복측정 분산분석

	Source	SS	df	Mean square	F	p
Fz	Time	0.025	2	0.012	4.568	0.015
	Group	0.063	2	0.031	2.485	0.102
	Time×Group	0.017	4	0.004	1.603	0.187
	Error	0.146	54	0.003		
Cz	Time	0.066	2	0.033	8.338	0.001
	Group	0.145	2	0.072	4.561	0.020
	Time×Group	0.014	4	0.004	0.894	0.474
	Error	0.213	54	0.004		

Pz	Time	0.228	1,468	0.155	14,854	0.000
	Group	0.287	2	0.143	3,064	0.063
	Time×Group	0.071	2,937	0.024	2,327	0.091
	Error	0.415	39,649	0.010		
Oz	Time	0.212	1,623	0.75	11,809	0.000
	Group	0.134	2	0.067	1,503	0.241
	Time×Group	0.062	3,245	0.019	3,002	0.347
	Error	0.277	43,809	0.006		
C3	Time	0.050	1,590	0.031	6,993	0.004
	Group	0.107	2	0.053	1,509	0.239
	Time×Group	0.017	3,179	0.005	1,201	0.332
	Error	0.191	42,918	0.004		
C4	Time	0.040	1,656	0.024	6,033	0.007
	Group	0.296	2	0.148	4,980	0.014
	Time×Group	0.009	3,311	0.003	0,658	0.597
	Error	0.179	44,703	0.004		
T3	Time	0.006	2	0.003	2,070	0.136
	Group	0.026	2	0.013	1,345	0.278
	Time×Group	0.013	4	0.003	2,096	0.094
	Error	0.083	54	0.002		
T4	Time	0.013	2	0.007	4,526	0.015
	Group	0.051	2	0.026	2,197	0.081
	Time×Group	0.013	4	0.003	1,148	0.332
	Error	0.079	54	0.001		

2. 영역별 상대베타파위의 변화

스키 시뮬레이션 수행 중 Fz영역에서 실제운동군과 행동관찰군은 증가하고, 대조군은 감소하는 경향을 보였다(표 4). Cz영역, Pz영역, 그리고 Oz영역에서는 실제운동군과 행동관찰군은 증가하는 경향을 보였고, 대조군은 변화가 없었으며, C3영역에서는 세 군 모두 증가하는 경향을 보였다(표 4). C4영역에서는 실제운동군은 증가하고, 행동관찰군은 변화가 없었으며, 대조군은 감소하는 경향을 보였다(표 4). 그리고 T3영역과 T4영역에서는 세 군 모두 감소하는 경향을 보였다(표 4).

표 4. 영역별 상대베타파위의 변화

	실제운동군			행동관찰군			대조군		
	Pre	Mid	Post	Pre	Mid	Post	Pre	Mid	Post
Fz	0.25±0.07	0.27±0.04	0.25±0.08	0.27±0.06	0.30±0.05	0.27±0.06	0.27±0.06	0.26±0.06	0.26±0.06
Cz	0.27±0.07	0.30±0.04	0.27±0.08	0.27±0.07	0.31±0.06	0.27±0.07	0.26±0.05	0.26±0.05	0.26±0.05
Pz	0.26±0.09	0.32±0.04	0.26±0.11	0.31±0.08	0.33±0.06	0.28±0.10	0.26±0.08	0.26±0.07	0.25±0.08
Oz	0.30±0.08	0.38±0.03	0.30±0.09	0.35±0.06	0.35±0.05	0.31±0.08	0.29±0.10	0.30±0.09	0.30±0.10
C3	0.29±0.08	0.33±0.04	0.30±0.10	0.32±0.06	0.33±0.05	0.30±0.07	0.29±0.06	0.30±0.05	0.30±0.06
C4	0.32±0.05	0.34±0.03	0.30±0.08	0.32±0.07	0.32±0.07	0.30±0.07	0.30±0.06	0.29±0.07	0.29±0.06
T3	0.41±0.07	0.41±0.05	0.40±0.05	0.43±0.07	0.42±0.06	0.40±0.06	0.44±0.04	0.43±0.07	0.42±0.04
T4	0.42±0.07	0.42±0.05	0.40±0.07	0.42±0.07	0.41±0.08	0.40±0.07	0.43±0.06	0.40±0.08	0.39±0.09

평균±표준편차

각 군의 상대베타파위 변화에 대한 반복측정 분산분석 결과, Fz영역, C3영역, 그리고 C4영역에서 시간에 따른 상대베타파위는 유의한 차이가 없었고, 군 간에서도 통계학적으로 유의하지 않았다(표 5). 또한 시기와 군에서도 상호작용이 나타나지 않았다(표 5).

Cz영역과 Pz영역에서 시간에 따른 상대베타파위는 유의한 차이가 나타났다(Cz: F=4.738, Pz: F=7.078, p<0.05)(표 5). 그러나 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았으며, 시기와 군에서는 상호작용이 나타나지 않았다(표 5). 시기에 따른 주효과 비교에서 전과

중, 종과 후에서 유의한 차이를 보였다.

Oz 영역에서 시간에 따른 상대베타파위는 유의한 차이가 나타났지만($F=8.290, p<0.05$), 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았다(표 5). 또한 시기와 군에서 상호작용이 나타났다($F=7.027, p<0.05$)(표 5). 시기에 따른 주효과 비교에서 전과 중, 종과 후에서 유의한 차이를 보였다. T3영역과 T4영역에서 시간에 따른 상대베타파위는 유의한 차이가 나타났다(T3: $F=3.654, T4$: $F=4.457, p<0.05$)(표 5). 그러나 군 간은 통계학적으로 유의하지 않았고, 시기와 군에서도 상호작용이 나타나지 않았다(표 5). 시기에 따른 주효과 비교에서 전과 후에서 유의한 차이를 보였다.

표 5. 영역별 상대베타파워 값의 반복측정 분산분석

	Source	SS	df	Mean square	F	p
Fz	Time	0.004	2	0.002	2.285	0.112
	Group	0.007	2	0.004	0.380	0.687
	Time×Group	0.002	4	0.001	0.668	0.617
	Error	0.047	54	0.001		
Cz	Time	0.008	1.647	0.005	4.738	0.019
	Group	0.013	2	0.006	0.701	0.505
	Time×Group	0.004	3.294	0.001	1.202	0.322
	Error	0.048	44.475	0.001		
Pz	Time	0.025	1.196	0.021	7.078	0.000
	Group	0.032	2	0.016	1.028	0.063
	Time×Group	0.012	2.392	0.005	1.635	0.091
	Error	0.095	32.290	0.003		
Oz	Time	0.026	1.187	0.022	8.290	0.005
	Group	0.027	2	0.014	0.818	0.452
	Time×Group	0.025	2.274	0.011	4.027	0.022
	Error	0.085	32.052	0.003		
C3	Time	0.008	2	0.004	2.976	0.059
	Group	0.005	2	0.003	0.252	0.779
	Time×Group	0.005	4	0.001	1.006	0.413
	Error	0.068	54	0.001		
C4	Time	0.005	1.407	0.003	2.215	0.137
	Group	0.012	2	0.006	0.570	0.572
	Time×Group	0.002	2.813	0.001	0.541	0.646
	Error	0.058	37.981	0.002		
T3	Time	0.007	2	0.003	3.654	0.032
	Group	0.010	2	0.005	0.620	0.546
	Time×Group	0.001	4	0.000	0.302	0.875
	Error	0.050	54	0.001		
T4	Time	20.436	2	10.22	1.05	0.360
	Group	282.534	1	282.5	6.94	0.170
	Time×Group	9.997	2	4.998	0.514	0.603
	Error	350.273	36	9.73		

IV. 고찰

본 연구에서 스키 시뮬레이션 중의 상대알파파위는 Fz, Cz, Oz, C3, C4, T4 영역에서 유의한 차이가 나타났다. 특히, 대조군은 Pz, Oz를 제외한 모든 영역에서 증가하는 경향을 보인 반면, 실제 운동군은 스키 시뮬레이션 중에 모든 영역에서 감소하는 경향을 보였고, 행동관찰군도 T3, T4를 제외한 모든 영역에서 감소하는 경향이 나타나 실제운동과 행동관찰은 뇌의 활성화에서 유사한 양상이 나타나는 것을 알 수 있었다.

이는 Ko²⁰의 검도선수들을 대상으로 뇌전도 변화를 분석한 연구에서 훈련 시 감각운동영역(C3, C4, P3, P4)에서는 안정시 보다 활동시 상대알파파위는 줄어들고, 상대베타파위는 증가하였다는 보고와 Kim 등,²¹ Shim²² 그리고 Fernandez²³의 연구와 일치하였다.

결론적으로 스키 시뮬레이션의 실제 수행 대상자나 실제 수행을 하지 않고 행동관찰을 한 대상자 모두 뇌의 활성화도가 뇌의 많은 영역에서 유사한 변화가 나타나는 것을 알 수 있었다. 특히, Oz 영역에서 대조군에 비하여 실제운동군과 행동관찰군에서 상대알파파워의 감소가 크게 나타났는데, 이는 스키 시뮬레이션에 대한 실제 행동 시나 행동관찰 시에 시각적 피드백에 의한 시각 영역에서의 뇌활성도가 커진 결과로 생각된다.

본 연구에서 스키 시뮬레이션 시간에 따른 상대베타파워는 Cz, Pz, Oz, T3, T4 영역에서 유의한 차이가 나타났다. 특히, 대조군은 Cz, Oz, C3 제외한 모든 영역에서 감소하는 경향을 보인 반면, 실제운동군은 스키 시뮬레이션 수행 중에서 T3, T4를 제외한 모든 영역에서 증가하는 경향을 보였고, 행동관찰군은 Oz, C4, T3, T4를 제외한 모든 영역에서 증가하는 경향이 나타나 실제운동과 행동관찰은 뇌의 활성화에서 유사한 양상이 나타나는 것을 알 수 있었다.

결론적으로 스키 시뮬레이션의 실제 수행 대상자나 실제 수행을 하지 않고 행동관찰을 한 대상자 모두 뇌의 활성화도가 뇌의 많은 영역에서 유사한 변화가 나타나는 것을 알 수 있었다. 특히, Oz 영역에서 대조군에 비하여 실제운동군과 행동관찰군에서 상대베타파워의 증가가 크게 나타났는데, 이는 스키 시뮬레이션에 대한 실제 운동 시나 행동관찰 시에 시각적 피드백에 의한 시각 영역에서의 뇌 활성화도가 커진 결과로 생각된다.

이는 베타리듬의 출현빈도는 고강도의 인지적 정보처리 활동을 하거나 일반적인 신체활동 수행 시 증가하였다는 보고와 부분적으로 일치한다.²¹ 또한 행동관찰 시 신경생리학적 반응에 대한 최근의 연구에서는 과제에 특성에 따라 차이는 있지만 대체로 행동관찰

시 베타리듬의 출현빈도가 유의하게 증가한다는 보고와 부분적으로 일치한다.²⁴

결론적으로 행동관찰은 실제운동과 같이 뇌의 많은 영역에서 뇌파 활동이 유사하게 나타나는 것을 알 수 있어서 향후, 실제 환자들에 있어서 뇌파의 변화와 기능학적 변화를 비교연구가 필요할 것으로 생각된다.

V. 결론

본 연구는 행동관찰과 실제운동 시의 뇌파의 변화양상을 측정하여 분석해 본 결과에서 대조군에 비하여 행동관찰군과 실제운동군이 유사한 양상을 보이고 있음을 확인하였다. 따라서 행동관찰이 실제행동에서와 같이 뇌의 활성화 중 알파파와 베타파에 영향을 미치는 것을 알 수 있었으며, 이러한 결과를 바탕으로 침상 안정기 환자나 실제운동이 불가능한 환자 등에서 뇌의 활성화를 통한 운동촉진을 목적으로 할 때, 물리치료 중재방법으로의 활용 가능성이 기대된다.

참고문헌

1. Lenonard CT. The Neuroscience of Human Movement. Missouri, St. Louis : Mosby, 1997:203-230.
2. Wulf G, McConnel N, Gartner M et al. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *J Mot Behav*. 2002;34(2):171-82.
3. Hashimoto K, Higuchi K, Nakayama Y et al. Ability for basic movement as an early predictor of functioning related to activities of daily living in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair*. 2007;21(4):353-7.
4. Page SJ, Levine P, Leonard AC. Effects of mental practice on affected limb use and function in chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(3):399-402.
5. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol Paris*. 2006;99(4-6):386-95.
6. Perry A, Bentin S. Mirror activity in the human brain while observing hand movements: a comparison between EEG desynchronization in the mu-range and previous fMRI results. *Brain Res*. 2009;1282:126-32.

7. Jackson PL, Lafleur MF, Malouin F et al. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(8):1133-41.
8. Park SB, Kim MH. Motor imagery and action observation as cognitive intervention strategies for the rehabilitation of stroke patients. *Korean Journal of Adapted Physical Activity*. 2005;13(2):109-120.
9. Kim TH, Park SB, Ha JH. Differences in learning facilitatory effect of motor imagery and action observation. *Journal of Sport and Leisure Studies*. 2009;36(2):643-653.
10. Filimon F, Nelson JD, Hagler DJ et al. Human cortical representations for reaching: mirror neurons for execution, observation, and imagery. *Neuroimage*. 2007;37(4):1315-28.
11. Fadiga L, Craighero L, Olivier E. Human motor cortex excitability during the perception of others' action. *Curr Opin Neurobiol*. 2005;15(2):213-8.
12. Mulder T, Hochstenbach JB, van Heuvelen MJ et al. Motor imagery: the relation between age and imagery capacity. *Hum Mov Sci*. 2007;26(2):203-11.
13. Lee SE. Effect of action observation on the learning of fundamental kicking activities of Taekwondo in female university students. Keimyung. Dissertation of Doctorate Degree. 2006.
14. Buccino G, Binkofski F, Fink GR et al. Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *Eur J Neurosci*. 2001;13(2):400-4.
15. Buccino G, Vogt S, Ritzl A et al. Neural circuits underlying imitation learning of hand actions: an event-related fMRI study. *Neuron*. 2004;42(2):323-34.
16. Muthukumaraswamy SD, Johnson BW, McNair NA. Mu rhythm modulation during observation of an object-directed grasp. *Brain Res Cogn Brain Res*. 2004;19(2):195-201.

17. Porro CA, Facchin P, Fusi S et al. Enhancement of force after action observation: behavioural and neurophysiological studies. *Neuropsychologia*. 2007;45(13):3114-21.
18. Ertelt D, Small S, Solodkin A et al. Action observation has a positive impact on rehabilitation of motor deficits after stroke. *Neuroimage*. 2007;36 Suppl 2:T164-73.
19. Jasper HH. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10:371-75.
20. Ko DS. EEG changes of kumdo player's following the image training. Yousei University. Dissertation of Master's Degree. 2001.
21. Kim YJ, Chang NK. Changes of the prefrontal EEG(Electroencephalogram) activities according to the repetition of audio-visual learning. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*. 2001;21(2):516-528.
22. Shim JY. Competitive state anxiety and competition performance and EEG changes of frontal in shooting players according to EEG bio-feedback training. *Korean Journal of sport psychology*. 2004;15(2):75-92.
23. Fernandez T, Harmony T, Rodriguez M et al. EEG activation patterns during the performance of tasks involving different components of mental calculation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995;94(3):175-82.
24. Cassim F, Monaca C, Szurhaj W et al. Does post-movement beta synchronization reflect an idling motor cortex? *Neuroreport*. 2001;12(17):3859-63.