

잡기동작 수행 시 입모양에 따른 뇌활성화 분석

심제명 · 김환희¹ · 김종선²

김해대학 물리치료과, ¹인제대학교 대학원 재활과학과 작업치료전공, ²대구대학교 물리치료학과

Analysis of Brain Activation due to Mouth Shape during Grip Movement

Je-myung Shim, PT, PhD, Hwan-hee Kim, OT, MS¹, Chung-sun Kim, PT, PhD²

Department of Physical Therapy, Gimhae University

¹*Major in Occupational Therapy, Graduate school of Rehabilitation Science, Inje University*

²*Department of Physical Therapy, College of Rehabilitation Science, Daegu University*

<Abstract>

Purpose : This study was performed to understand the relationship between hand and mouth shapes using functional magnetic resonance imaging(fMRI).

Methods : Two healthy volunteers without any previous history of physical or neurological illness were recruited. fMRI was done that volunteers was 6 repeated of natural mouth, close mouth and open mouth while power grip and pinch grip movement.

Results : Cerebral cortex activation was not well observed for the natural mouth during the power grip exercise. For the closed mouth, the temporal lobe, Broca's area, the prefrontal area related to thinking and judgment, the supplementary motor area, the auditory area and Wernicke's area were activated. For the open mouth, cortical activation was also observed in the temporal lobe, Wernicke's area, the prefrontal area related to thinking and the orbital frontal area related to visual sense. During the pinch grip exercise, cortical activation was observed for the natural mouth in the primary sensory area, Wernicke's area, the primary and supplementary motor area, and the prefrontal area. For the closed mouth, cortical activation was observed in the temporal lobe, Wernicke's area, the prefrontal area related to thinking, the secondary visual area, the primary sensory area and the supplementary motor area. In the case of the open mouth, cortical activation was observed in a few parts in the temporal lobe as well as Wernicke's area, the prefrontal area related to thinking, and other areas related to visual sense such as the primary visual area, the secondary visual area and the visual association area.

Conclusion : Brain was more activation for close mouth and open mouth more than natural mouth movement.

Key Words : Brain activation, Power grip, Pinch grip, Mouth shape

I. 서 론

손은 일상생활을 하는 도구 중 하나의 기관으로 제 2의 두뇌, 기능으로서도 제 2의 심장이라 일컬을 만큼 생산 활동이나 일상생활에서 중요한 역할을 맡고 있으며(장미리, 2000), 학교생활에서도 빈번히 손기능을 사용한다. 이러한 손기능은 신체의 다른 기능과 마찬가지로 많은 사용으로 발달되고(장미리, 2000), 같은 동작의 반복을 통하여 정확하고 민첩한 숙련된 동작이 가능해진다. 손동작은 여러 형태로 이루어지는데 힘을 내기 위한 꼭잡는 동작과 정교하게 집는 집기 동작을 주로 많이 사용하게 된다(Napier, 2000). 일상생활을 수행하는 동안 물건을 꼭잡을때 우리는 약간의 힘을 주면서 입을 닫는 형태를 이루게 된다. 이는 손의 동작을 수행 시 입과 함께 움직임이 동반될 수 있는 것이다.

우리 신체의 대부분은 뇌로 정보를 보내게 된다. 대뇌피질의 영역에서 잘 알려진 Homunculus의 형태를 보면 뇌의 중심선에서부터 외측으로 하지, 상지, 손, 손가락, 얼굴, 입술, 혀 등의 차례로 나열되어있다(Kandel 등, 2000). 특히 손과 얼굴은 비슷한 영역에 위치하고 있는 것을 알 수 있다.

Ramachandran(2005)에 의하면 손의 절단 후 3주가 지나게 되면 뇌의 비슷한 영역에 들어오는 감각이 환지로 감각을 받아들인다고 하였다. 다시 말하면 얼굴로부터 들어오는 감각이 침략을 통하여 손 영역에 자극을 일으키는데 대뇌피질이나 시상에 위치한 손으로부터 감각이 들어오지 못하기 때문이라

고 하였다. 얼굴에 진동감각을 주었을 때 손의 움직임으로 느끼기도 하고 얼굴에 차가운 물건을 주어 감각을 제공할 때도 손이 차갑게 느끼기도 한다고 하였다.

이와 같이 우리의 손에서 여러 가지 감각적인 정보를 뇌에 제공하고 얼굴에서도 감각적인 정보를 뇌에 제공한다. 그런데 뇌에서는 손과 얼굴이 비슷한 영역에 존재하기에 서로 상관성을 보일 것으로 생각한다.

따라서 본 연구에서는 손동작인 꼭잡기와 집기 동작을 수행하는 동안 입을 편하게 한 상태와 닫은 상태 그리고 열린 상태에서 뇌에서 어떠한 변화를 나타내는지 알아보려고 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 기간

본 연구는 2009년 11월 15일에 연구 참여 대상자 2명을 대상으로 과거 신경외과학적 제한이나 정형외과학적 제한이 없고, 운동 수행, 인지, 정신적 이상이 없는 사람을 대상으로 실시하였다. 본 연구의 목적과 실험의 절차에 대하여 충분히 이해하였고, 자발적인 동의하에 연구에 참여하였다.

2. 실험 방법

운동수행은 fMRI scanner 안에서 두부와 체간이

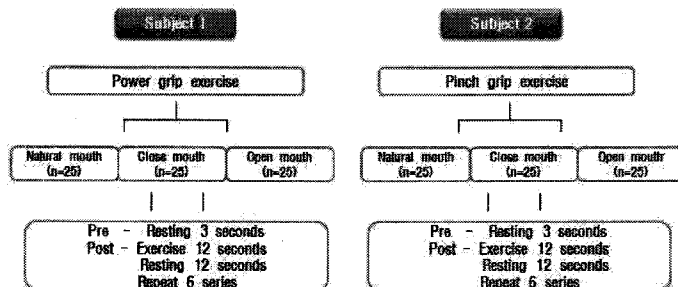


Fig. 1. Diagram of experimental design

고정된 바로 누운 자세에서 실시하였다. 실험 대상자 1은 누워 있는 동안 먼저 입을 편하게 한 상태에서 꺾는 동작을 실시하고 그 후 입을 닫은 상태에서 꺾는 동작을 실시하고 입을 열은 상태로 꺾는 동작을 실시하여 총 3가지 동작을 수행하였다. 실험대상자 2는 위의 방법과 동일하게 실시하였으나 꺾는 동작이 아닌 집기 동작을 실시하여 실험하였다. 운동 수행의 한 주기는 시작 전 준비구간 3초, 운동을 수행하는 동안 12초, 휴식구간 12초로 총 6회 반복 수행하였다. 휴식 구간 이후 시행되는 운동 시 손목의 각도는 중립위치를 유지하였고 “시작”이라는 구두 신호와 함께 6초 동안 같은 속도를 유지하면서 실시하였다.

3. 자료분석

운동을 수행하는 동안 뇌신경 재조직 변화를 측정하기 위하여 1.5T MRI장치(Siemens, German MAGNETOM Trio, A Tim System, Germany)를 이용하였으며, 영상의 데이터 분석은 MAGNETOM Trio, A Tim System의 SPM2(Statistical Parametric Mapping 2 version) 소프트웨어를 이용하였다. 대상자가 패러다임을 수행하는 동안 EPI-BOLD(echo planner imaging-blood oxygen level dependent)기법을 사용하여 영상을 획득하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구 대상자의 일반적 특성은 꺾기를 실시한 대상자 1의 경우 나이는 23세, 키는 173cm, 몸무게는

Table 1. General characteristics of subjects

	Subject 1 Power grip	subject 2 Pinch grip
Sex	Male	Male
Age	23	28
Height	173cm	176cm
Body weight	67.2kg	72kg

67.2kg 이고, 집기를 실시한 대상자 2의 경우 나이는 28세, 키는 176cm, 몸무게는 72kg이었다(Table 1).

2. 꺾기시 입모양에 따른 기능적자기공명영상 비교분석

꺾기시 입모양에 따른 기능적자기공명영상을 분석하였다.

입을 편하게 한 상태에서는 하전두회 영역인 브로드만 47영역에서 활성화를 보였고($T=3.51$) 다른 부위에서는 활성화를 보이지 않았다.

입을 닫은 상태에서는 중측두엽과 하측두엽 영역인 브로드만 21, 20 영역에서 활성화를 보였고($T=22.46$, $T=15.10$), 브로커 언어영역인 브로드만 45영역에서 활성화를 보였고($T=11.52$), 전전두피질영역인 브로드만 46, 8, 10 영역에서 활성화를 보였고($T=11.30$, $T=5.17$, $T=3.88$), 운동보조영역인 브로드만 6 영역에서 활성화를 보였고($T=5.91$), 청각영역인 브로드만 42 영역에서 활성화를 보였고($T=5.64$), 베르니케 감각언어영역인 브로드만 22 영역에서 활성화를 보였다($T=4.15$).

입을 열은 상태에서는 중측두엽과 하측두엽 영역인 브로드만 21, 20 영역에서 활성화를 보였고($T=7.83$, $T=4.18$), 베르니케 감각언어영역인 브로드만

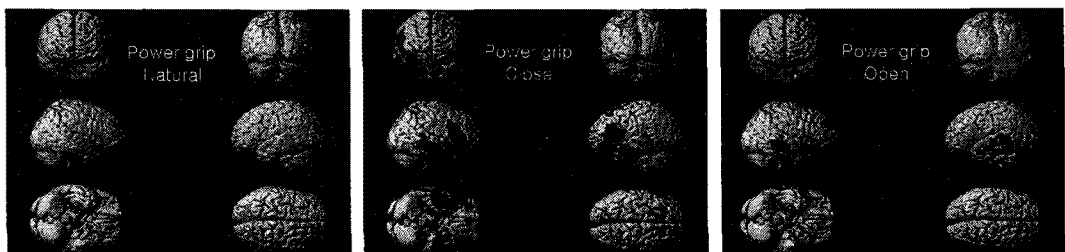


Fig. 2. Brain activation with natural & close & open mouth shape in power grip

Table 2. Brain activation on power grip during mouth movement

	T	area	
Natural mouth during power grip	3.51	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 47	
	22.46	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	15.10	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20	
	14.38	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20	
	15.09	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20	
	11.53	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 45	
	11.30	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 46	
	6.41	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	5.91	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 6	
	5.76	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 6	
	Close mouth during power grip	5.64	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 42
		3.52	Lt. Cbr, Sub-lobar, Insula, BA 13
		5.17	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 8
		4.42	Lt. Cbr, Sub-lobar, Insula, BA 13
4.15		Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22	
4.10		Rt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22	
4.00		Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22	
3.88		Lt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 10	
3.53		Lt. Cbr, Parietal Lobe, Precuneus, BA 31	
3.50		Rt. Cbr, Sub-lobar, Claustrum	
Open mouth during power grip	12.67	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	7.83	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	7.51	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	6.32	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	6.11	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	4.61	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	4.20	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 22	
	4.18	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20	
	4.13	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20	
	3.97	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus, BA 10	
	3.93	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Rectal Gyrus, BA 11	
	3.46	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 11	
	3.53	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 11	
	3.48	Rt. Cbr, Limbic Lobe, Anterior Cingulate, BA 25	

Lt=Left, Cbr=Cerebrum, BA=Brodman area

22 영역에서 활성화를 보였고(T=4.20), 전전두피질 영역인 브로드만 10 영역에서 활성화를 보였고(T=3.97), 안와전두영역인 브로드만 11 영역에서 활성화를 보였다(T=3.46)(Table 2)(Fig. 2).

3. 집기시 입모양에 따른 기능적자기공명영상 비교분석

집기 그룹에서 입모양에 따른 기능적자기공명영상을 분석하였다.

입을 편하게 한 상태에서는 일차감각영역인 브로드만 2, 3 영역에서 활성화를 보였고(T=9.68, T=9.02), 베르니케 감각언어영역인 브로드만 40, 22 영역에서 활성화를 보였고(T=4.19, T=3.38), 일차운동영역과 운동보조 영역인 브로드만 4, 6 영역에서 활성화를

보였고(T=3.89, T=3.90), 전전두피질영역인 브로드만 9 영역에서 활성화를 보였다(T=3.73).

입을 닫은 상태에서는 중측두엽 영역인 브로드만 37 영역에서 활성화를 보였고(T=23.64), 이차시각영역인 브로드만 18 영역에서 활성화를 보였고(T=10.86), 전전두피질영역인 브로드만 8, 9, 10 영역에서 활성화를 보였고(T=4.60, T=8.54, T=4.10), 베르니케 감각언어영역인 브로드만 40, 39, 22 영역에서 활성화를 보였고(T=6.88, T=4.93, T=4.30), 일차감각영역인 브로드만 3 영역에서 활성화를 보였고(T=4.90), 운동보조영역인 브로드만 6 영역에서 활성화를 보였다(T=4.77).

입을 열은 상태에서는 베르니케 감각언어영역인

브로드만 22, 40 영역에서 활성화를 보였고(T=13.20, T=4.32), 중측두엽과 하측두엽 영역인 브로드만 21, 20 영역에서 활성화를 보였고(T=11.12, T=11.22), 전전두피질영역인 브로드만 8, 9, 10, 47, 46 영역에서 활성화를 보였고(T=3.62, T=4.73, T=8.75, T=7.85, T=6.70), 일차시각영역, 이차시각영역, 시각연합영역인 브로드만 17, 18, 19 영역에서 활성화를 보였고(T=3.93, T=5.32, T=4.94), 일차감각영역인 브로드만 2, 3 영역에서 활성화를 보였고(T=7.09, T=7.22), 감각연합영역인 브로드만 7 영역에서 활성화를 보였고(T=5.43), 운동보조영역인 브로드만 6영역에서 활성화를 보였다(T=4.82)(Table 3)(Fig. 3).

Table 3. Brain activation on pinch grip during mouth movement

	T	area
Natural mouth during power grip	9.68	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 2
	9.02	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 3
	8.79	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus
	5.61	Rt. Cbll, Anterior Lobe, Dentate
	5.49	Rt. Cbll, Anterior Lobe
	4.68	Rt. Cbll, Posterior Lobe, Declive
	4.59	Rt. Cbll, Posterior Lobe, Uvula
	4.19	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Supramarginal Gyrus, BA 40
	3.90	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus, BA 6
	3.89	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus
	3.85	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Cingulate Gyrus
	3.83	Rt. Cbll, Posterior Lobe, Inferior Semi-Lunar Lobe
	3.80	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Supramarginal Gyrus
	3.73	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus, BA 9
	3.66	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus
	3.38	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22
	3.55	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Precuneus
3.54	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus	
3.52	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus	
Close mouth during power grip	23.64	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 37
	9.33	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 37
	10.86	Rt. Cbr, Occipital Lobe, Lingual Gyrus, BA 18
	9.43	Rt. Cbr, Caudate, Caudate Head
	7.01	Lt. Cbr, Lentiform Nucleus, Putamen
	8.54	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Precentral Gyrus, BA 9
	4.41	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 9
	7.82	Lt. Cbll, Posterior Lobe, Declive
	6.99	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 40
6.88	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Lingual Gyrus, BA 18	

	6.67	Rt. Cbr, Occipital Lobe, Cuneus, BA 18	
	5.48	Rt. Cbll, Posterior Lobe, Declive	
	4.93	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 39	
	4.90	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 3	
	4.77	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 6	
	4.71	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Caudate, Caudate Tail	
	4.63	Lt Brainstem, Midbrain, Red Nucleus	
	4.60	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 8	
	4.50	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Inferior Parietal Lobule, BA 40	
Close mouth during power grip	4.30	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22	
	4.10	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 10	
	4.08	Rt. Cbr, Limbic Lobe, Posterior Cingulate, BA 30	
	4.01	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 39	
	4.00	Lt. Cbr, Sub-lobar, Thalamus, Pulvinar	
	3.97	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Precentral Gyrus, BA 6	
	3.82	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 6	
	3.43	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 6	
	3.54	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 8	
	3.52	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Lingual Gyrus, BA 18	
	3.43	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Inferior Parietal Lobule, BA 40	
	<hr/>		
		13.20	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Superior Temporal Gyrus, BA 22
		11.12	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Inferior Temporal Gyrus, BA 20
		9.82	Rt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21
	11.22	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 21	
	10.66	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Fusiform Gyrus, BA 20	
	8.75	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus, BA 10	
	6.70	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 46	
	7.85	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 47	
	7.46	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Cuneus, BA 18	
	5.32	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Lingual Gyrus, BA 18	
	4.94	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Middle Occipital Gyrus, BA 19	
	7.22	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 3	
Close mouth during power grip	7.09	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 2	
	6.68	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 10	
	6.33	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Precuneus, BA 19	
	6.27	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 3	
	5.43	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Precuneus, BA 7	
	4.72	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Postcentral Gyrus, BA 7	
	5.41	Lt. Cbll, Posterior Lobe, Inferior Semi-Lunar Lobule	
	5.10	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Cuneus, BA 19	
	5.04	Rt. Cbr, Sub-lobar, Extra-Nuclear, BA 13	
	4.03	Rt. Cbr, Sub-lobar, Insula, BA 13	
	3.82	Rt. Cbr, Sub-lobar, Insula, BA 13	
	4.85	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 10	
	4.82	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 6	
	4.73	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Inferior Frontal Gyrus, BA 9	
	3.95	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Precentral Gyrus, BA 6	

Close mouth during power grip	4.70	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 10
	3.48	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Middle Frontal Gyrus, BA 46
	4.32	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Supramarginal Gyrus, BA 40
	4.32	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Parahippocampal Gyrus, BA 19
	4.31	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Medial Frontal Gyrus, BA 6
	4.27	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Parahippocampal Gyrus, BA 27
	4.26	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Precentral Gyrus, BA 6
	4.24	Lt. Cbr, Occipital Lobe, Inferior Occipital Gyrus, BA 18
	4.15	Lt. Cbr, Temporal Lobe, Middle Temporal Gyrus, BA 39
	4.03	Rt. Cbr, Sub-lobar, Caudate, Caudate Body
	4.00	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Cingulate Gyrus, BA 24
	3.93	Lt. Cbr, Posterior Lobe, Cerebellar Tonsil
	3.93	Rt. Cbr, Occipital Lobe, Cuneus, BA 17
	3.91	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Anterior Cingulate, BA 10
	3.91	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Subcallosal Gyrus, BA 34
	3.90	Lt. Cbr, Sub-lobar, Caudate, Caudate Body
3.77	Rt. Cbr, Posterior Lobe, Declive	
3.76	Rt. Cbr, Parietal Lobe, Inferior Parietal Lobule, BA 40	
3.64	Lt. Cbr, Sub-lobar, Insula, BA 13	
3.62	Lt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 8	
3.60	Lt. Cbr, Limbic Lobe, Posterior Cingulate, BA 30	
3.59	Lt. Cbr, Parietal Lobe, Precuneus, BA 7	
3.59	Rt. Cbr, Frontal Lobe, Superior Frontal Gyrus, BA 8	

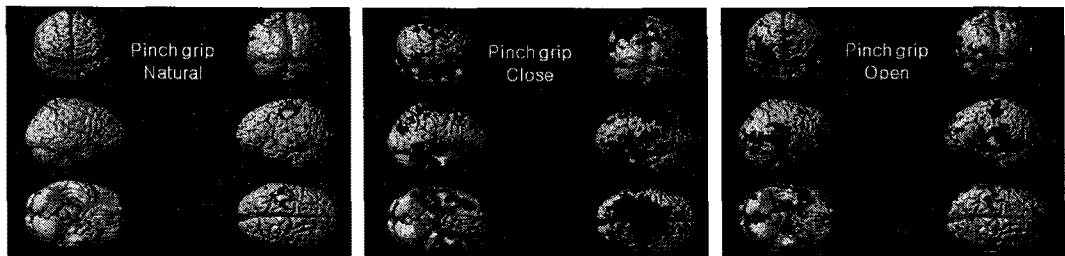


Fig. 3. Brain activation with natural & close & open mouth shape in pinch grip

IV. 고 찰

우리의 입은 음식을 씹고, 찢고, 그리고 몸속으로 지나가는 과정중에 하나이다. 이 과정 중 저작근, 치아 및 양측 측두하악관절(temporomandibular joint: TMJ)의 상호작용과 관련한다. 측두하악관절은 인체의 관절들 중 가장 지속적으로 많이 사용되는 관절 중의 하나로서, 저작과정뿐만 아니라 삼키고, 말하는 과정에서도 사용된다(Alomar 등, 2007). Binh 등(2004)에 의하면 엄지손가락과 아랫입술, 그리고 얼굴의 6곳에 자극을 하여 위치를 살펴보았는데 손가

락은 입술의 상부와 내측으로 위치해 있었고, 그 사이에는 얼굴의 여러영역이 있는데 이마, 뺨, 코, 그리고 턱이 엄지손가락과 입술사이에 놓여져 있다고 하였다. Hoshiyama 등(2002)에 의하면 신체중 위의 입술과 이마 그리고 귀에 자극을 통하여 일차체성 감각영역과 비교를 한 논문에서 원숭이에서 나타난 호분쿨러스의 모양과 거의 비슷하다고 하였다. Tamura 등(2008)에 의하면 입의 위치를 체성각각영역에 표시를 하였는데 대뇌피질의 중심구의 후벽에서 외측 하방에 위치하는데 두 번째 손가락과 상부 입술, 하부입술, 그리고 상부혀와 하부혀의 순서로

위에서 아래로 배치된다고 하였다. Buccino 등(2001)은 다리와 팔 그리고 얼굴이 대뇌피질의 다른 영역에서 나타났는데 전운동피질영역에서 활성화가 나타났고 운동피질영역에서 모두 나타났다. 또한 후두정엽에서도 나타났다. Allison 등(2000)은 상측두구 위치에서 손으로부터 들어오는 지각이 이곳에서도 나타났으나 이와는 대조적으로 입의 움직임에 의한 지각에 대한 부분은 그 위쪽 부분에서 나타났다. 다시 말하면 체성순서적인 위치로 다리, 손, 얼굴 등의 순서로 인체의 여러 영역들이 각각의 위치를 차지하고 있다는 것을 알 수 있다. 체성감각 호문쿨러스의 분리된 모양에 대하여 Farah(1998)은 어머니배 속에 있는 태아가 위치해 있는 자세를 보고 이러한 가정을 들었다. 태아일 때 얼굴 근처에는 손이 있고, 생식기 주변에는 다리가 있으며 따라서 손과 얼굴이 닫는 기회나 발이 생식기와 닫는 빈도가 많으므로 체성감각 호문쿨러스의 발달이 결정적 이유라고 설명하였다. 이와 같이 손과 얼굴은 밀접한 관련이 있는 것으로 볼 수 있고 특정영역에서 뇌활성도를 증가시키는 것으로 볼 수 있다.

꼭잡기를 실시하는 동안 입모양에 따라 기능적자기공명영상장치에서의 결과를 살펴보면 입을 편하게 한 상태에서는 대뇌피질영역에서 잘 나타나지 않았으나 입을 닫은 상태에서는 측두엽의 여러 부위와 언어와 관련한 브로카 언어영역, 생각과 판단에 관련한 전전두피질영역, 운동보조영역, 청각영역 그리고 베르니케 감각언어영역이 활성화를 보였다. 입을 열린 상태에서도 측두엽의 여러 부위와 베르니케 감각언어영역, 생각과 관련한 전전두피질영역, 그리고 안와와 관련한 안와전두영역에서 활성화를 보였다.

이러한 사실은 입에 대한 중재가 없는 상태의 꼭잡기 동작은 뇌에서 활성화가 나타나지 않았으나 입의 움직임 동안에 전완의 영역이 아닌 손의 영역과 관련한 부위에서 영향을 주어 손의 힘이 증가하였고 입의 형태 중에서도 입을 꼭닫은 상태에서 입을 열린 상태보다 비슷하기는 하지만 더 광범위한 영역에서 활성화를 보였고, 조금 더 활성화를 더 보였다. 다시 말하면 얼굴의 움직임이 손의 동작에 많은 영향을 주었다고 볼 수 있다.

집기를 실시하는 동안 입의 형태에 따라 기능적자기공명영상장치에서의 결과를 살펴보면 입을 편하게 한 상태에서는 일차감각영역, 베르니케 감각언어영역, 일차운동영역 및 운동보조영역, 그리고 전전두피질 영역에서 활성화를 보였다. 입을 닫은 상태에서는 측두엽의 부위와 언어와 관련한 베르니케 감각언어영역, 생각과 관련한 전전두피질영역, 이차시각영역, 감각과 관련한 일차감각영역, 운동과 관련한 운동보조영역에서 활성화를 보였다. 입을 열린 상태에서도 측두엽의 여러부위와 베르니케 감각언어영역, 생각과 관련한 전전두피질영역, 시각과 관련한 일차시각영역, 이차시각영역, 시각연합영역에서 활성화를 보였고, 감각과 관련한 일차감각영역, 감각연합영역, 운동과 관련한 운동보조영역에서 활성화를 보였다.

입의 3가지 형태 모두에서 나타난 결과는 감각영역, 베르니케 감각언어영역, 일차운동영역과 보조영역, 전전두피질영역에서 활성화를 보였는데 이는 집기를 실시할때는 이 영역들이 활성화 된다는 것을 알 수 있다. 입을 편하게 한 상태에서는 없지만 입을 닫은 상태와 열린 상태에서는 측두엽의 영역과 시각영역, 그리고 감각 연합영역에서 활성화가 더 일어난다는 것을 알 수 있다.

이러한 결과도 위의 꼭잡기 하는 동안의 결과와 마찬가지로 볼 수 있다. 집기를 하는 동안은 정교한 동작을 수행해야 하므로 운동, 감각, 언어, 생각 등 여러 부위가 활성화되었는데 이곳에서 뿐만 아니라 조금 더 큰 영역에서 그리고 더 큰 활성화를 보였다. 이 말은 무언가 집중하면서 집기를 하는 동안에 입을 닫고 실시하거나 열고 하게 되면 생각을 좀 더 하게 되고 정교한 동작이 더 잘되어 운동도 잘 일어날 것으로 본 연구자는 생각한다.

Kensaku 등(2004)에 의하면 입의 움직임 동안 후두측두부에서의 활동을 살펴보았다. 입을 벌리는 동작과 입을 닫는 동작을 하는 동안 두 동작 모두에서 일차운동영역에서 활성화를 보였고, 후두두정엽에서 중간측두시각영역과 5차시각영역에서 활성화를 보였으며 일차시각영역과 추상회에서 활성화를 보였다. 그러나 상측두구에서의 활성화는 나타나지 않았다고 한다. 이 결과는 본 연구에서 입을 닫는동

안 시각영역과 중간측두시각영역에서의 활성화와 같은 결과를 보인다. 또한 입을 벌렸을 때도 같은 결과를 보였다. 다시 말하면 입을 움직이는 동작은 시각과 많은 관련성이 있는 것으로 보이고 특히 이 두 영역은 시각적인 것을 이해하고 기억하는 기능을 한다고 한다. 다른관점에서 접근해 보면 얼굴을 움직이는 과정동안 이러한 표정은 얼굴에서 표현하고, 얼굴로 움직임을 나타내기도 하는 사회적인 의사전달 수단으로 이러한 과정이 뇌에 영향을 줄 수 있다고 한다. 게다가 얼굴에서 관계하는 정보는 앞쪽과 바깥쪽의 측두엽에서의 진행과정으로 알려져 있다(Allison 등, 1999; MoCarthy 등, 1999; Puce와 Allison, 1999; Puce 등, 1998; Watanabe 등, 2003). 이러한 결과는 입과 손의 위치가 비슷한 곳에 위치하고 손을 움직이는 동시에 얼굴에서의 작용이 손에 영향을 주어 입을 편하게 한 상태보다 뇌에 더 큰 영향을 주어 뇌의 활성화가 증가된 것으로 생각한다. 따라서 입모양과 손 그리고 뇌 사이에는 큰 연관성을 가지고 있는 것으로 생각한다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 잡는 동작 동안 입모양에 따른 뇌활성화를 알아보고자 하였다. 입을 닫은 상태와 입을 열은 상태에서 입을 편하게 한 상태보다 뇌에서 더 큰 활성화를 보였고 그 중에서도 말을 하거나 입과 관련한 청각, 시각, 언어영역, 그리고 생각과 관련한 전두엽 등 뇌의 여러 부위에서 뇌활성화를 보였다.

참 고 문 헌

장미리. 경직성 양지마비 환자의 손기능 평가 연구. 단국대학교 특수교육대학원 석사학위논문. 2000.
 Allison T, Puce A, Spencer DD, et al. Electrophysiological studies of human face perception: I. Potentials generated in occipitotemporal cortex by face and non-face stimuli. *Cereb Cortex*. 1999; 9(5):415-30.
 Allison T, Puce A, McCarthy G. Social perception

from visual cues; role of the STS region. *Trends Cogn Sci*. 2000;4(7):267-78.
 Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, et al. Anatomy of the temporomandibular joint. *Seminars in Ultrasound*. 2007;28(3):170-83.
 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.
 Farah MJ. Why does the somatosensory homunculus have hands next to face and feet next to genitals? A hypothesis. *Neural Comput*. 1998;10(8):1983-5.
 Hoshiyama M, Kakigi R, Nihashi T, et al. Homuncular representation in the somatosensory cortices revealed by somatosensory evoked magnetic fields. *International Congress Series*. 2002;1232:41-51.
 Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM. *Principles of Neural Science* New York : McGraw-Hill Companies, Inc.
 McCarthy G, Puce A, Belger A, et al. Electrophysiological studies of human face perception. II: Response properties of face-specific potentials generated in occipitotemporal cortex. *Cereb Cortex*. 1999;9(5):431-44.
 Napier JR. 손의신비(진화의 비밀을 움켜쥔 손의 역사). 서울: 지호 이지아 역 2000.
 Nguyen BT, Tran TD, Hoshiyama M, et al. Face representation in the human primary somatosensory cortex. *Neurosci Res*. 2004;50(2):227-32.
 Puce A, Allison T. Differential processing of mobile and static faces by temporal cortex. *NeuroImage*. 1999;9(6):S801.
 Puce A, Allison T, Bentin S, et al. Temporal cortex activation in humans viewing eye and mouth movements. *J Neurosci*. 1998;18(6):2188-99.
 Ramachandran VS. Plasticity and functional recovery in neurology. *Clin Med*, 2005;5(4):368-73.
 Tamura Y, Shibukawa Y, Shintani M, et al. Oral structure representation in human somatosensory cortex. *NeuroImage*. 2008;43(1):128-35.

Watanabe S, Kakigi R, Puce A. The spatiotemporal dynamics of the face inversion effect: a magneto-

and electro-encephalographic study. *Neuroscience*. 2003;116(3):879-95.