팔굽혀 펴기 중 시각 정보와 지면 안정성이 상지 근육의 근활성에 미치는 영향

오태영, PT, PhD[1], 이창민, PT, BSc[2], 서채민, PT, BSc[3], 서주혜, PT, BSc[1], 박소현, PT, BSc[4], 이재호, PT, MSc[*5]
[1]신라대학교 보건복지대학 물리치료학과, [2]단골병원 물리치료실, [3]스타트 요양병원 물리치료실,
[4]지온병원 물리치료실, [*5]신라대학교 대학원 물리치료학과

The Effect of Visual Information and Ground Stability on Muscle Activation of Upper Limb during Doing push-up

Tae-Yung Oh, PT, PhD[1], Chang-Min Lee, PT, BSc[2], Chae-Min Seo, PT, BSc[3], Ju-Hye Seo, PT, BSc[1], So-Hyun Park, PT, BSc[4], Jae-Ho Lee, PT, MSc[*5]

[1]*Dept. of Physical Therapy, College of Health Welfare, Silla University, Republic of Korea*
[2]*Dept. of Physical Therapy, Dangol Hospital, Republic of Korea*
[3]*Dept. of Physical Therapy, Start Convalescent Hospital, Republic of Korea*
[4]*Dept. of Physical Therapy, Zion Hospital, Republic of Korea*
[*5]*Dept. of Physical Therapy, Graduated School, Silla University, Republic of Korea*

Purpose The purpose of this study was to investigate the effect of visual information and ground stability on muscle activation of upper extremity muscles during doing push-up. ***Methods*** Participants were adult male college students (n = 19) who could do push-up normally. The subjects first measured the MVIC (Maximal Voluntary Isometric Contraction) after attaching the electrodes to the upper Trapezius, lower Trapezius, Serratus anterior, and Pectoralis major. After that, muscle activation was measured during doing push-up. The environment for push-up was divided into four conditions according to visual information and the stability of the ground. ***Results*** As a result, the rest of the muscles except lower Trapezius showed differences in muscle activation according to the stability of the ground in an environment that provided or blocked visual information. However, compared to upper Trapezius and Pectoralis major showing higher muscle activation on unstable ground, Serratus anterior showed lower muscle activation on unstable ground. ***Conclusion*** The stability of the ground affects the difficulty of push-up before visual information. Afterwards, the difficulty level on the neck and upper shoulder can be adjusted according to visual information.

Key Words Electromyography, Ground stability, % Maximal voluntary isometric contraction, Push-up, Visual information

Corresponding author Jae-ho Lee (ljhdtage@naver.com)

Received date 03 June 2023
Revised date 14 June 2023
Accept date 19 June 2023

Ⅰ. 서 론

임상 물리치료에서 많은 환자들에게 운동치료 트레이닝이 실시되고 있으며 그중 허리 질환 환자나 상지 근력이 부족한 환자, 자세 교정이 필요한 환자들에게 팔굽혀 펴기 치료가 많이 시행되고 있다. 팔굽혀 펴기와 같은 점진적 근력운동은 신체 활동과 자가평가 활동, 일상생활 동작, 수단적 일상생활 동작 및 사회행동의 모든 활동을 증진시키며 인지기능 및 체력도 증가되어 도움이 된다.[1] 팔굽혀 펴기(push up)는 기본적인 맨몸 운동 중 하나로, 다리 일부를 제외한 전신 운동으로 몸통과 팔의 근력을 향상시키며, 다양한 형태를 통해 동작의 난이도를 조정할 수 있다.[2] 팔굽혀 펴기는 대표적인 닫힌 사슬 운동으로 지구력과 근력강화 및 근육의 협응 수축을 발생시켜 고유수용성 감각을 제공해 관절의 동적 안정성과 자세 유지를 위한 치료적 운동으로 사용되고 있다.[3] 팔굽혀 펴기는 대표적으로 등세모근, 앞톱니근, 큰가슴근, 위팔세갈래근 등의 상지 근력 강화의 대표적인 닫힌 사슬 운동 중 하나이다. 닫힌 사슬 운동은 몸의 먼쪽이 고정되어 지지면에 균형을 유지한 상태에서 몸쪽의 움직임이 일어나는 것으로 근력, 지구력 증가와 함께 관절면의 기계적인 압박을 통해 주동근과 길항근 등 여러 근육의 협응된 수축을 일으키고 열린 사슬 운동과 비교하여 고유수용성 감각을 자극해 자세 유지와 관절의 동적 안

http:dx.doi.org/10.17817/2023.06.14.1111826

정성을 제공하는 운동이다.[4] 팔굽혀 펴기에 대한 근전도 연구 결과에 따르면 앞톱니근의 중간 섬유와 아래 섬유의 높은 활성화를 보여주며, 앞톱니근을 포함한 어깨뼈 주위 근육들의 근활성도를 높이는데 매우 적절한 운동으로 여겨진다.[5,6,7]

균형과 관련된 가장 중요한 요소 중 하나는 시각이다. 시 지각(visual perception)은 시각 자극을 수용해 인지 요소를 처리하는 종합적인 과정으로 눈으로 본 것을 조직하고 해석하는 능력이다.[8] 시각은 외적 환경에 대한 여러 측면을 판단할 수 있는 객관적인 수단을 제공해줌으로써 신체 자세의 유지가 가능하게 하고, 균형 조절 능력을 강화하며, 정적인 상태에서의 자세와 균형 유지에 큰 영향을 미친다.[9] 정상 성인의 경우 시각과 전정감각에 비해 고유수용성감각이 균형에 더 많은 영향을 끼치지만 고유수용성 감각이 저하된 경우 시각에 더욱 의존하게 되며 불안정한 지지면에서의 균형훈련은 고유수용성 감각의 제공을 통해 감각계 및 운동계 회복에 효과적일 뿐 아니라 체간근에 생체 역학적 변화를 주게 되어 근활성을 증가시킨다.[10] 시각은 고유수용성 감각이 저하된 경우 더 많은 영향을 끼치지만 그렇지 않은 경우에도 균형에 영향을 주게 되는데, Owen [11]은 건강한 성인을 대상으로 시각정보를 교란시켰을 때 자세불안정성이 커졌음을 밝혔다. 대표적인 인지기능에 영향을 미치는 시각 관련 기능으로는 시각-운동 통합 능력이 있는데, 시각-운동의 통합은 시 지각을 통해 결정된 정보를 중추신경계가 운동 신경계를 통해 실제 행동을 실행하게 하는 능력으로 인체 움직임에 있어서 핵심적인 기능이다. 시각과 고유수용성 감각의 기능이 좋지 않을 경우 자세 조절과 기립 균형을 유지하는데 큰 역할을 기대하기 어렵게 된다.[12] 정상발달 아동과 뇌성마비 아동들을 대상으로 선 자세에서 안정성을 위한 시각의 역할을 확인하기 위해 시각을 차단시킨 후 검사하였을 때, 두 그룹 모두 안정성을 위해 시각 시스템에 동등하게 의존했고 시각을 차단하였을 때는 흔들림이 증가한다고 보고하였다.[13,14,15] 시각 유무에 따른 근육 활성도 변화를 관찰한 다른 선행 연구들을 보았을 때, Patel 등[16]은 정상 성인에게 선 자세에서 장딴지근에 진동을 가했을 때 시각 차단에 따라 하지 근활성도에 차이가 있었다고 하였다. Kim 등[17]은 날개어깨뼈를 가진 환자를 대상으로 시각적 바이오피드백과 함께 팔굽혀 펴기를 실시하였을 때 어깨 안정성이 증가하는 한편, 위어깨세모근, 위팔두갈래근, 위팔세갈래근, 앞톱니근, 큰가슴근의 근활성이 증가하였음을 밝혔다.

수정된 팔굽혀 펴기(push up plus)는 대상자가 팔꿈관절이 폄 되었을 때 최대로 어깨뼈를 내밈한 일반적인 push up을 수정한 운동으로,[18] Lear와 Gross[19]는 수정된 팔굽혀 펴기 운동(push up plus)을 할 때 어깨관절의 고유수용성 감각을 자극하고 근육의 활동성을 증진시키기 위하여 불안정한 지지면을 이용하였다. 또한, 수정된 팔굽혀 펴기 운동은 자세의 수정에 따른 무릎-팔꿈치 지지 자세 등이나 신체 정렬의 변화에 따른 팔굽혀 펴기, 기구를 이용한 팔굽혀 펴기 등 다양한 방법으로 수행이 가능하다.[20] 팔굽혀 펴기는 다양한 환경에서 수행이 가능한데, Lehman 등[21]의 연구에서는 건강한 성인을 대상으로 불안정 지지면인 스위스 볼에서 팔굽혀 펴기를 수행하는 동안 안정 지지면보다 위팔세갈래근과 배곧은근의 근활성이 증가하였음을 밝혔다. 그중 특히 슬링 운동은 불안정한 지지면을 통해 근활성을 증가시킬 수 있으며 이를 통해 신경근 전달계의 자극을 통해 감각통합운동 훈련이 가능하고, 근약화로 인한 신경근 조절 능력을 향상시키며, 주동근과 길항근의 협력 수축을 통해 가동성과 안정성이 증가되어 운동효과가 좋아진다.[22] 슬링 운동기구를 이용한 감각운동 조절 훈련은 어깨관절의 안정성을 회복시키는데 매우 유용하며,[23] 불안정한 지면에서 시각을 차단하는 경우 자세 동요가 증가하고 균형을 잃게 된다는 연구도 있다.[24]

선행연구들의 결과와 같이 팔굽혀 펴기를 실시할 때 시각적 제한을 주거나 지지면의 안정성을 변화시키는 중 근활성의 변화는 단일 조건으로 제시되어 있지만 두가지 환경이 혼합되거나 어떤 조건이 더욱 효과적인지에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구는 어깨관절 근육의 활동성을 증진시키기 위하여 슬링 운동을 실시하고, 외적인 환경에 대한 여러 측면을 판단할 수 있는 객관적인 정보를 주며 균형조절 능력을 강화시켜주는 시각을 조건으로 두었다. 즉, 본 연구의 목적은 시각의 유무와 슬링을 이용한 불안정 지지면과 슬링을 이용하지 않은 안정 지지면 중 어떠한 조건에서 수정된 팔굽혀 펴기(push up plus)를 해야 더 많은 근력이 쓰이는지 알아보는 데에 있다.

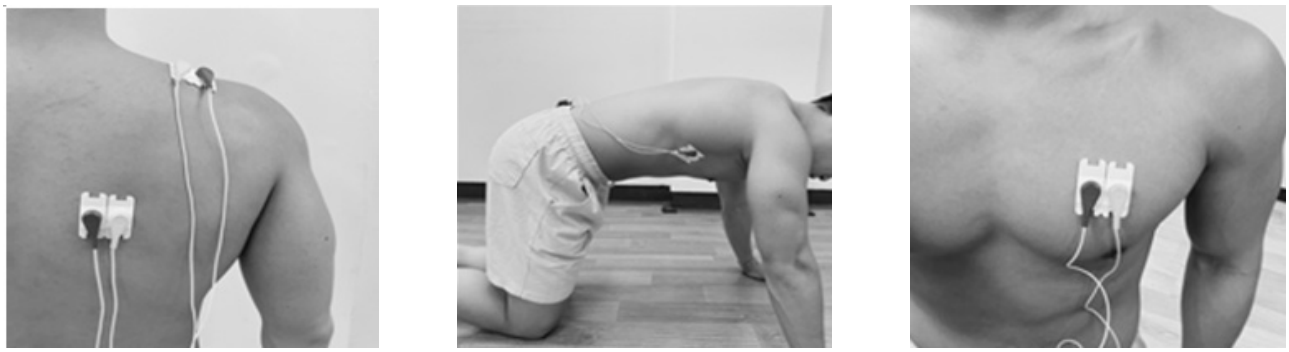
II. 연구 방법

1. 연구 참여자

본 연구는 부산 소재 S대학교 물리치료학과에 재학중인 건강한 20대 성인 남자인 대학생 19명을 연구대상으로 선정하였다. 선정기준은 팔다리 및 몸통에 근골격계, 신경계, 심혈관계적 질환이 없고 팔굽혀 펴기 운동을 3회 이상 실시 가능하며 운동 중 통증이 없으며 연구 참가에 동의할 경우였다.

2. 연구 방법

본 연구에서 팔굽혀 펴기를 하는 동안 불안정한 지지면 환경을 제공하기 위해 슬링(Redcord, Norway)을 사용하였다. 근활성을 측정한 근육은 위등세모근(upper Trapezius), 아래등세모근(lower Trapezius), 앞톱니근(Serratus anterior), 큰가슴근(Pectoralis major)이였다(Figure 1). 근활성의 측정은

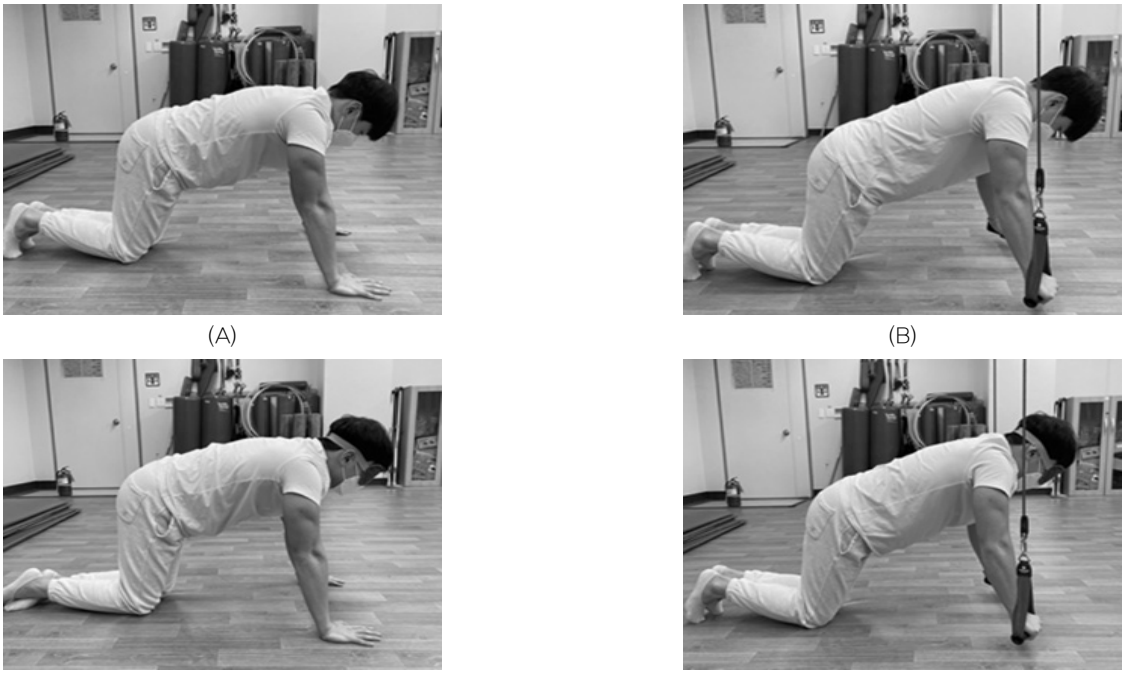


(A) Upper & Lower trapezius (B) Serratus anterior (C) Pectoralis major

Figure 1. EMG electrode attachment

EMG(4D-MT & EMD-11, Relive, Korea)를 사용하였으며 전극을 피부에 부착하기 위해 피부 표면을 깨끗하게 처리하여 비뚤림을 줄이고자 하였다. 각 전극을 올바른 위치에 따라[25] 부착한 후 운동을 실시하기 전 15분 동안 MVIC(Maximal Voluntary Isometric Contraction)를 측정하였으며 MVIC를 측정한 후 5분 동안 휴식을 취한 후 운동을 실시하였다.

Decker 등[22]은 무릎관절을 굽힘한 팔굽혀 펴기 운동은 무릎관절을 폄한 팔굽혀 펴기 운동보다 힘이 적게 듦에도 유사한 근전도 진폭을 도출할 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서는 환경에 따른 근활성의 차이에 집중하기 위해 대상자들에게 무릎관절을 굽힘한 수정된 팔굽혀 펴기 운동을 적용하였다. 팔굽혀 펴기의 시작자세는 Ludewig과 Cook[26]에 따라 손과 무릎을 어깨 넓이로 벌려 바닥에 대고 팔꿈치관절을 완전히 편 상태로 엎드린 자세를 취하고 몸을 일직선으로 유지하였다. 수정된 팔굽혀 펴기 운동은 팔꿈치관절 폄, 굽힘, 폄, 어깨뼈 최대 내밈의 4단계로 진행되었으며 실험 시작에 앞서 동작을 3회 연습하였다. 실험이 시작되면 대상자는 팔굽혀 펴기 시작자세를 취한상태에서 지면과 시각의 상태에 따른 4가지 환경 조건을 무작위로 지시 받아 팔굽혀 펴기를 실시하였다. 각 환경 조건은 안정된 지면에서의 시각 제공, 안정된 지면에서의 시각 차단, 불안정 지면에서의 시각 제공, 불안정 지면에서의 시각 차단으로 분류되었다(Figure 2). 각 환경 조



(A) (B) (C) (D)

Figure 2. Push-up under each environment

(A) Stable ground & provided vision, (B) Unstable ground & provided vision,
(C) Stable ground & blocked Vision, (D) Unstable ground & blocked vision

건에서 팔굽혀 펴기는 슬링과 안대를 사용하여 조건에 맞춰 실시되었으며 수정된 팔굽혀 펴기의 4단계를 총 3초간 실시하였다. 각 환경 조건 사이에서는 30초의 휴식시간을 가졌다.

실험 후 추출된 근활성 데이터는 MVIC에 대한 운동 중 근활성을 비율로 처리하였으며, 연구 결과에 대한 분석은 SPSS(Ver.21) 통계 프로그램을 이용하였다. 수정된 팔굽혀 펴기 중 지면의 안정성과 시각적 정보의 유무가 팔굽혀 펴기에 관여하는 주요 근육에 미치는 영향을 알아보기 위해 대응표본 T검정을 실시하였다.

III. 결 과

본 연구는 건강한 20대 성인 남자인 대학생 19명을 연구대상으로 선정하였으며 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

위등세모근의 근활성도는 시각 제공 시 안정된 지면과 불안정 지면에서, 시각 차단 시 안정된 지면과 불안정 지면에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 근활성도는 시각 제공 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 12.96% 만큼 높았으며, 시각 차단 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 16.50% 만큼 높았다(Table 2).

아래등세모근은 각 환경 조건에서 유의한 차이가 발생하지 않았다(p>.05)(Table 3).

앞톱니근은 시각 제공 시 안정된 지면과 불안정 지면에서, 시각 차단 시 안정된 지면과 불안정 지면에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 근활성도는 시각 제공 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 5.21% 만큼 낮았으며, 시각 차단 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 4.11% 만큼 낮았다(Table 4).

Table 1. General characteristics of the subjects

	Exercise group (N=19)
Gender (Male/Femal)	19/0
Age (years)	24.44±1.42
Height (cm)	172.83±6.40
Weight (kg)	72.54±9.26

Mean±Standard deviation

Table 2. The results of muscle activation in Upper Trapezius

Environment		Mean	SD	*t*	*p*
Stable Ground	Provided Vision	14.94	13.11	-1.601	.134
	Blocked Vision	16.79	15.26		
Unstable Ground	Provided Vision	27.90	27.02	-1.394	.182
	Blocked Vision	33.29	42.17		
Provided Vision	Stable Ground	14.94	13.11	-2.712	.011*
	Unstable Ground	27.90	27.02		
Blocked Vision	Stable Ground	16.79	15.26	-2.180	.043*
	Unstable Ground	33.29	42.17		

*p<.05

Table 3. The results of muscle activation in Lower Trapezius

Environment		Mean	SD	*t*	*p*
Stable Ground	Provided Vision	17.38	11.35	1.398	.180
	Blocked Vision	16.20	10.57		
Unstable Ground	Provided Vision	16.16	10.43	.726	.477
	Blocked Vision	14.99	8.83		
Provided Vision	Stable Ground	17.38	11.35	.612	.545
	Unstable Ground	16.16	10.43		
Blocked Vision	Stable Ground	16.20	10.57	.537	.601
	Unstable Ground	14.99	8.83		

Table 4. The results of muscle activation in Serratus anterior

Environment		Mean	SD	*t*	*p*
Stable Ground	Provided Vision	14.44	8.74	1.094	.297
	Blocked Vision	13.58	7.42		
Unstable Ground	Provided Vision	9.23	4.09	-.369	.721
	Blocked Vision	9.47	6.15		
Provided Vision	Stable Ground	14.44	8.74	3.690	.004*
	Unstable Ground	9.23	4.09		
Blocked Vision	Stable Ground	13.58	7.42	3.072	.001*
	Unstable Ground	9.47	6.15		

Table 5. The results of muscle activation in Pectoralis major

Environment		Mean	SD	*t*	*p*
Stable Ground	Provided Vision	23.75	14.67	-.854	.410
	Blocked Vision	24.96	14.97		
Unstable Ground	Provided Vision	32.68	18.61	1.772	.096
	Blocked Vision	29.81	17.98		
Provided Vision	Stable Ground	23.75	14.67	-4.321	.004*
	Unstable Ground	32.68	18.61		
Blocked Vision	Stable Ground	24.96	14.97	-2.510	.022*@@
	Unstable Ground	29.81	17.98		

*p<.05

큰가슴근은 시각 제공 시 안정된 지면과 불안정 지면에서, 시각 차단 시 안정된 지면과 불안정 지면에서 유의한 차이가 있었다(p<.05). 근활성도는 시각 제공 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 8.93% 만큼 높았으며, 시각 차단 시 불안정 지면은 안정 지면에 비해 4.85% 만큼 높았다(Table 5).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 수정된 팔굽혀 펴기 중 지면의 안정성과 시각적 정보의 유무가 팔굽혀 펴기에 관여하는 주요 근육에 미치는 영향을 알아보기 위해 위등세모근, 아래등세모근, 앞톱니근, 큰가슴근의 근활성도를 측정 및 분석하였다.

먼저 아래등세모근을 제외한 위등세모근, 앞톱니근, 큰가슴근은 시각적 정보를 제공하거나 차단한 환경에서 지면의 안정성에 따른 근활성도의 차이를 보였다. 하지만 위등세모근과 큰가슴근이 불안정 지면에서 안정 지면에 비해 높은 근활성을 나타낸 것에 비해 앞톱니근은 불안정 지면에서 더욱 낮은 근활성도를 보였다. Yoon[27]에 따르면 지지면의 안정상태와 관계없이 팔굽혀 펴기 중 앞톱니근과 위등세모근의 근활성도는 정비례하여 증가한다고 보고하였다. 하지만 본 연구의 결과는 이와 상반되게 불안정 지면에서 위등세모근의 근활성도는 증가하고 앞톱니근의 근활성도는 감소하였다. 앞톱니근은 어깨뼈와 복장빗장관절의 수평축 내밈에 주요 역할을 담당하는데,[26,28] Bae 등[29]에 따르면 어깨뼈 내밈 운동 시 어깨관절의 수평 벌림 및 모음에 따라 앞톱니근의 근활성의 정도가 유의하게 변화하고 특히 어깨관절의 안쪽 돌림 시 바깥쪽 돌림에 비해 높은 근활성을 발생시킬 수 있다고 보고하였다. 또한, Moon 등[30]에 따르면 닫힌사슬운동 시 위팔굽힘의 각도가 증가할수록 앞톱니근의 근활성도가 유의하게 증가하였다. 따라서, 이러한 결과는 시각제공의 여부와 슬링의 유무에 따라 팔굽혀 펴기의 자세가 수정됨에 따라 팔굽혀 펴기의 난이도가 증가하여 어깨관절의 각도가 변화하여 앞톱니근을 활용한 올바른 어깨뼈 내밈을 수행하지 못한 결과로 생각된다. 또한, 시각제공의 여부와 관계 없이 안정지지면에 비해 불안정 지지면에서 위등세모근과 큰가슴근의 근활성도는 유의미하게 증가한 반면 아래등세모근의 근활성도는 증가하지 않은 것으로 보아 시각제공의 여부와 지면의 상태가 어깨뼈의 내림활동에 큰 영향을 끼치지 않은 것으로 보인다. 앞톱니근과 위등세모근은 어깨관절의 동적인 안정성을 제공하지만 비정상적 활동패턴의 발생 시 위등세모근의 과도한 활성과 함께 아래등세모근의 활동이 감소하게 되어 비정상적인 움직임이 발생할 수 있다.[31]

Hong과 Kim[32]에 따르면 어깨복합체와 주변 근육의 등척성 근력 평가 시 어깨복합체와 목의 근장력 간에 높은 상관관계가 있다고 보고하였다. 따라서, 시각제공의 여부와 지면의 상태 변화는 주로 위어깨와 목에서 근활성을 유의미하게 증가시키는 반면 어깨뼈 내림과 내밈 동작에는 긍정적인 효과를 끼칠 수 없을 것으로 판단된다.

실험의 결과는 전반적으로 시각적 제공의 여부에 따른 지면의 안정상태에서 근활성도의 유의한 차이를 보였는데, 반대로 지면의 안정상태에 따른 시각적 제공의 여부에 따라 근활성의 차이는 유의한 차이를 보이지 않았다. Maeo 등[33]에 따르면 슬링을 이용한 팔굽혀 펴기 운동은 안정된 지면에서의 팔굽혀 펴기보다 몸통 및 팔의 근육에서 더 큰 활성을 제공할 수 있으며 특히, 슬링을 이용하여 정적인 운동을 할 때 보다 팔굽혀 펴기와 같은 동적인 운동을 실시할 때 더욱 뚜렷한 변화가 나타날 수 있다고 보고하였다. Karakoc[34]은 유도선수 중 시각 장애가 있는 집단과 시각 장애가 없는 집단 사이에서 여러 운동능력을 비교한 결과 수직점프, 윗몸일으키기, 유연성 등에서는 유의한 차이가 발견되지 않았지만 팔굽혀 펴기에서는 유의한 차이가 발견되었다. 선행연구의 결과에 따르면 본 연구의 결과 역시 지면의 안정상태와 시각 제공의 유무에 따라 팔굽혀 펴기 중 근활성이 유의한 차이를 보여야했다. 하지만 본 연구에서는 지면의 안정상태는 시각 제공의 유무에 따라 근활성에 유의한 차이를 보인 반면 시각 제공의 유무는 지면의 안정상태에 따라 근활성에 유의한 차이가 나타나지 않았다. 고유수용성 감각의 저하는 자세의 흔들림을 유발시키며,[35] 불안정 지지면에서의 운동은 신경근 동원 패턴을 잠재적으로 변화시킬 수 있다.[36] 시각 정보는 신체의 무게 중심을 조절하고 신체 상태를 제어하여 감각 운동 회로의 재구성을 위한 강력한 신호 제공의 역할을 하는데,[37,38] 노인의 경우 젊은 성인에 비해 체성감각의 정보 입력이 적어 시각 정보에 더 의존하게 되는 보상작용이 발생할 수 있다.[39] 즉, 고유수용성 감각에 문제가 없는 젊은 정상 성인을 대상으로 지면의 안정성을 변화시키는 변인은 유의미한 난이도 증가를 제공할 수 있는 반면, 시각 제공의 유무를 단독적으로 사용할 경우 팔굽혀 펴기의 난이도 증가를 이끌어내기에는 다소 무리가 있음을 알 수 있다. 따라서 팔굽혀 펴기 난이도의 증가는 지면의 안정상태에 따라 선행되어 변화하고 추가적으로 시각적 제공의 여부에 따라 팔굽혀 펴기의 난이도를 변화시킬 수 있음을 의미한다. 다만, 이러한 난이도 변화가 있었음에도 불구하고 앞톱니근의 유의한 증가를 보이지 못했다는 점에서 어깨뼈 안정화를 목표로 팔굽혀 펴기 운동을 중재하는 경우라면 앞톱니근의 근활성에 부정적 영향을 끼칠 수 있으므로 시각적 제공의 여부가 오히려 부적절한 결과를 나타낼 수 있다.

본 연구는 정상 성인 남성을 대상으로 하여 근활성도를 확인하였기 때문에 연구의 결과를 일반화하기에는 제한점이 있다. 또한, 팔굽혀 펴기 동작의 연습은 시행하였지만 실험 중 발생하는 자세의 변화를 연구결과에 반영하지 못했다. 이러한 제한점을 고려하여 추후 연구에서는 근활성도의 비교 뿐 아니라 관절각도의 변화 등을 함께 관찰하고 연구대상자의 범위를 어깨관절 주변의 근육약증을 가진 환자를 대상으로 확대할 필요가 있다.

본 연구는 시각적 제공의 여부와 지면의 안정상태에 따라 4가지 조건에서 수정된 팔굽혀 펴기 운동을 실시하였다. 실험 결과 팔굽혀 펴기 운동의 난이도에 지면의 안정상태가 선행적으로 영향을 끼치며, 추가적으로 시각적 제공의 여부에 따라 목과 상부 어깨에 끼치는 난이도를 조절할 여지가 있었다. 따라서, 임상적 중재로 목과 상부 어깨의 근활성을 목표로 팔굽혀 펴기 운동을 수행한다면 지면의 안정상태와 더불어 시각적 제공의 차단을 함께 수행할 때 더욱 효과적인 중재방법이 될 수 있을 것으로 보인다.

References

1. Kim HS. The effect of progressive exercise on the activities of the elderly. Physical Therapy Korea. 2000;7(3):19-33.
2. Lim BO. Home trai: Know squats and push-ups properly and increase exercise effectiveness. Sports sciences. 2002;151(0):56-66.
3. Lim JY. The effects of closed and open kinematic chain exercises for scapular winging. Daegu University Dissertation of Doctoral Degree. 2010.
4. Rho TH, Kim JH, Park SB, et al. Analysis of biomechanics of push-up movement. Journal of Korean Society of Physical Medicine. 2009;4(4):269-74.
5. Moseley JRJB, Jobe FW, Pink M, et al. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. The American journal of sports medicine. 1992;20(2):128-34.
6. Decker MJ, Tokish JM, Ellis HB, et al. Subscapularis muscle activity during selected rehabilitation exercises. The American Journal of Sports Medicine. 2003;31(1):126-34.
7. Ludewig PM, Hoff MS, Osowski EE, et al. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. The American Journal of Sports Medicine. 2004;32(2):484-93.
8. Lieberman LM. Visual perception versus visual function. Journal of Learning Disabilities. 1984;17(3):182-5.
9. Jacobson B, Kaye B. Balancing act. Training &

Development. 1993;47(2):24-8.
10. Kim EJ, Ryu IT, Park HJ. Effects of virtual reality training on the balance of chronic stroke patients on an unstable surface. Journal of Korean Society for Neurotherapy. 2018;22(2):7-11.
11. Owen N, Leadbetter AG, Yardley L. Relationship between postural control and motion sickness in healthy subjects. Brain Research Bulletin. 1998;47(5):471-4.
12. Horvat M, Ray C, Ramsey VK, et al. Compensatory analysis and strategies for balance in individuals with visual impairments. Journal of Visual Impairment & Blindness. 2003;97(11):695-703.
13. Rose J, Wolff DR, Jones VK, et al. Postural balance in children with cerebral palsy. Developmental Medicine & Child Neurology. 2002;44(1);58-63.
14. Donker SF, Ledebt A, Roerdink M, et al. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. Experimental brain research. 2008;184:363-70.
15. Damiano DL, Wingert JR, Stanley CJ, et al. Contribution of hip joint proprioception to static and dynamic balance in cerebral palsy: a case control study. Journal of Neuroengineering and Rehabilitation, 2013;10(1):1-10.
16. Patel M, Gomez S, Lush D, et al. Adaptation and vision change the relationship between muscle activity of the lower limbs and body movement during human balance perturbations. Clinical Neurophysiology. 2009;120(3): 601-9.
17. Kim BG, Gong WT, Lee SY. The effect of push-up plus exercise with visual biofeedback on the activity of shoulder stabilizer muscles for winged scapula. Journal of Physical Therapy Science. 2010;22(4):355-8.
18. Decker MJ, Hintermeister RA, Faber KJ, et al. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. The American Journal of Sports Medicine. 1999;27(6):784-91.
19. Lear LJ, Gross MT. An electromyographical analysis of the scapular stabilizing synergists during a push-up progression. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1998;28(3):146-57.
20. Park, C.H., Lee, T.G., Son, H.H. (2017). The Effect of Push-Up Plus Exercise With Respiration On Muscle Activation of Around Shoulder. Korean Society for Neurotherapy, 21(1), 55-67
21. Lehman GJ, MacMillan B, MacIntyre I, et al. Shoulder muscle EMG activity during push up variations on and off a Swiss ball. Dynamic Medicine. 2006;5:1-7.
22. Verhagen E, Van Der Beek A, Twisk J, et al. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. The American Journal of Sports Medicine. 2004;32(6):1385-93.
23. Brumagne S, Lysens R, Spaepen A. Lumbosacral position sense during pelvic tilting in men and women without low back pain: test development and reliability assessment. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1999; 29(6):345-51.
24. Ring C, Nayak USL, Isaacs B. The effect of visual deprivation and proprioceptive change on postural sway in healthy adults. Journal of the American Geriatrics Society. 1989;37(8):745-9.
25. Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. Journal of Applied Physiology. 2004;96(4):1486-95.
26. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. Physical Therapy. 2000;80(3):276-91.
27. Yoon JG. Relationship between muscle activity and kinematic variables of the upper extremity during a push-up task on stable and unstable surfaces. The Journal of Korean Physical Therapy. 2011;23(2):7-15.
28. Neumann DA. (2011). Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation (2nd ed). Elserveir. Panmun education. p. 159-160.
29. Bae CH, Kim KR, Cui Z, et al. Comparison of the serratus anterior, upper trapezius, and pectoralis major muscle activity according to horizontal abduction and horizontal adduction resistance and external weight during protraction exercise. The Journal of Korean Academy of Orthopedic Manual Physical Therapy. 2021;27(3): 37-46.
30. Moon SJ, Kim TH, Roh JS. A comparison of the serratus anterior muscle activity according to the shoulder flexion angles in a closed kinetic chain exercise and an open kinetic chain exercise. Journal of Korean Society of Physical Medicine. 2013;8(3):369-78.
31. Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, et al. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. The American

Journal of Sports Medicine. 2003;31(4):542-9.
32. Hong WS, Kim GW. Assessment of isometric muscle strength of shoulder girdle: a reliability study. Journal of Korean Physical Therapy. 2007;19(6):17-22.
33. Maeo S, Chou T, Yamamoto M, et al. Muscular activities during sling-and ground-based push-up exercise. BMC research notes. 2014;7(1):1-7.
34. Karakoc O. Muscle strength and flexibility without and with visual impairments judoka's. International Education Studies. 2016;9(5):12-7.
35. Edelberg HK. Falls and function. How to prevent falls and injuries in patients with impaired mobility. Geriatrics (Basel, Switzerland). 2001;56(3):41-5.
36. Franklin DW, Osu R, Burdet E, et al. Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model. Journal of Neurophysiology. 2003;90(5):3270-82.
37. Lewis SJ, Slabosz A, Robbins TW, et al. Dopaminergic basis for deficits in working memory but not attentional set-shifting in Parkinson's disease. Neuropsychologia. 2005;43(6):823-32.
38. Srivastava A, Taly AB, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique. Journal of the Neurological Sciences. 2009;287(1-2):89-93.
39. Wade MG, Lindquist R, Taylor JR, et al. Optical flow, spatial orientation, and the control of posture in the elderly. The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences. 1995;50(1):51-4.