J Korean Soc Phys Med, 2015; 10(2): 55-61
http://dx.doi.org/10.13066/kspm.2015.10.2.55

Online ISSN: 2287-7215
Print ISSN: 1975-311X

Research Article

Open Access

Push-up 동작 시 신체기울기에 따른 견관절 주변근의 수축 개시시간 변화

조용호·김승억[1]·최진호†
대구한의대학교 물리치료학과
[1]동방문화대학원대학교 자연치유학과

The Differences of Shoulder Muscle Activity Onset Time according to Body Tilting Angle in Push-up Exercise

Yong-Ho Cho, PT, PhD, Sung-Ok Kim[1], Jin-Ho Choi, PT, PhD†
Department of Physical Therapy, Daegu Haany University
[1]Department of Naturopathic Medicine, Dongbang Culture Graduate University

Received: March 23, 2015 / Revised: April 2, 2015 / Accepted: May 12, 2015
ⓒ 2015 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to investigate recruiting order and onset time around shoulder muscle during the push-up according to the body tilting angle.

METHODS: Twenty healthy young adult subjects were recruited for this study. They had no neurological and musculoskeletal disease. We used the sEMG for recording onset time of shoulder muscles. Shoulder Muscles were anterior deltoid(AD), posterior deltoid(PD), pectoralis major(PM), upper trapezius(UT). Body tilting angle were measured at 0 degree, 30 degree and 60 degree by using tilting table. Muscles contraction onset time were set by the push-up performed 3 times respectively. Mean of 3 measurements were used. And initiate onset time was decided by the Mean ± 2 SD in the threshold, more than 25ms.

RESULTS: There were significant difference at 0 degree, 30 degree and 60 degree($p<.05$). Muscles onset time were same order at 0 degree, 30 degree. UT occurred first of all contraction at 0 degree and 30 degree. And then contracted AD, PD, PM. But, at 60 degree, AD was the first contraction, and PM, UT, PD.

CONCLUSION: Muscle recruitment order and onset time according to the body tilting was shown the difference when you do push-up.

Therefore, this result, shoulder muscle recruitment pattern of according to the body tilting is different and it has to make effective shoulder exercise program.

Key Words: Push-up, sEMG, Onset time

†corresponding author : choipt88@gmail.com
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.

Ⅰ. 서 론

사회의 빠른 발전과 함께 디지털 시대인 현대에는 거의 모든 사무자동화 장비 등으로 인해 컴퓨터의 높은

보급과 함께 현대인들의 컴퓨터 생활이 늘어나고 있고 이는 활동적 움직임에 비해 책상에서의 활동이 많아져 어깨를 비롯한 목의 통증이 과거에 비해 급격히 늘어났다(Byl와 Sinnott, 1991). 앉은 자세로 계속적인 작업을 반복하며 상지를 많이 사용하게 되면서 목과 어깨를 비롯한 자세들은 나빠져 목이 앞으로 빠져 나오는 형태, 양 어깨가 굳어져 통증을 유발의 질병인 상부교차 증후군을 비롯하여, 목이 전체적으로 앞으로 쭉 늘어져 나와 어깨통증을 비롯하여 목, 두통을 호소하는 거북목 증후군 등의 목과 어깨 주위 근육의 불균형들이 발생하여 생활에 지장을 초래하게 된다(Carter 등, 2001). 목의 방향이나 위치가 앞으로 향하면서 앞으로 향하는 각도가 증가할수록 목이나 어깨에는 더 크게 부하 등의 부담이 생기게 되며, 이러한 부하를 많이 주는 자세가 반복적이며 지속적으로 일어나게 되면 어깨의 불안정성이 높아지고 어깨 충돌 증후군, 오십견, 건염, 목의 추간판 탈출증과 같은 목을 포함한 어깨의 질환들을 유발하게 된다(Mok 등, 2004). 목과 통증에 대한 통계학적 비율에서 25%이상의 증가를 보고한 연구가 있으며 이러한 결과는 앞으로 더욱 현대화된 생활, 생활에서의 운동부족, 컴퓨터 사용 범위의 확대, 정상적인지 못한 자세 습관 등으로 인해 더욱 증가할 것으로 사료된다(Hall 등, 2004). 목과 어깨의 통증에 따른 생활의 불편 및 이상의 해결하기 위해서는 목과 어깨의 위치를 정상적으로 할 수 있도록 하는 것이 중요한데, 이를 위해서 먼저 고려되어야 할 신체 특징은 어깨의 안정성에 크게 기여하는 어깨복합체의 균형적 발달과 더불어 어깨 주변 인대 및 근육들의 역할이 매우 중요하다고 여겨진다(Carr와 Shepherd, 2010). 어깨는 구조적으로 신체의 다른 관절과 어깨 관절의 운동성을 확보하기 위해 매우 복잡하게 이루어져 있다. 이렇게 복잡하게 이루어진 이유는 어깨의 운동성을 크게 하여 운동범위를 넓히기 위해서이며 실제 어깨는 인체에서 가장 큰 운동범위를 가지고 있다(Neumann, 2009). 지금까지 어깨의 구조에 대한 연구는 많이 이루어져 있으나 어깨의 모든 역학적 기전을 밝히기에는 더욱 많은 연구가 필요하며 역학적 기전을 더욱 명확히 밝히는 것은 중요하다(Leinonen 등, 2000). 어깨에 대한 치료를 하는 물리치료사가 어깨 관절가동범위를 증가시키려고 한다며, 관절 내에서의 움직임에 대한 이해와 더불어 어깨 주변 근육과 기전에 대해 명확히 알고 치료를 통해 관절가동범위를 증가시킬 수 있어야 한다. 만약 이에 대한 명확한 이해가 이루어지지 않은 상태에서 치료를 하게 된다면 또 다른 손상을 야기할 수 있을 것이기 때문이다. 치료를 하는 과정 중 상완을 정중면 상에서 굴곡을 시켜야 할 때 같이 일어나야 하는 운동의 상완골의 외회전 동작이다(Marshall와 Murphy, 2006). 고유 수용성 신경근 촉진법(PNF)에서는 어깨를 굴곡할 때 움직임 패턴에 따라 내전/외전, 내회전/외회전을 동반하여 운동을 시켜야 한다고 주장하는데 이는 어깨 움직임에 대한 자극을 최대한으로 주기 위해서는 단순한 어깨 관절의 굴곡 뿐만 아니라 복합적 움직임을 통해 자극할 때 최대한의 효과를 줄 수 있기에 동시에 움직임을 적용하는 것이라고 하였다(Voss 등, 1985). 어깨를 굴곡할 때 내전과 외회전을 동반하여 운동을 시켜야 하지만 상완 관절의 굴곡이 최대로 일어나게 하려면 상완골의 외회전이 아닌 내회전이 동반되어야 한다. 이러한 이유는 견관절 주위의 인대에서 장력이 작용하여 상완이 수평면 이상을 넘어서는 굴곡 시 장력의 작용에 따른 상완골의 내회전이 일어난다(MacKinnon와 Winter, 1993). 정중면 상에서 상완을 외회전 상태로 굴곡 할 때, 수평면 위에서 45도 정도 내회전이 일어나면 완전 굴곡이 가능하다(McGill, 1991). 이런 현상들은 견관절 인대에 작용되는 장력과 상완 관절의 구조 및 근육들의 수동 장력들이 서로 작용을 하여 일어난다. 하지만 어깨 움직임에서 상완골의 회전에 대한 움직임에 대한 결과이지 이런 움직임의 차이를 나타내는 구체적인 측정값 등은 부족한 형태이다(Richardson와 Jull, 1995).

이와 같이 사회가 발전하고 좌식 생활과 컴퓨터 활용 시간의 증가는 어깨의 질환의 증가로 이어지고 있고 그에 따른 어깨를 치료하는 방법은 여러 가지가 있다. 비용이 많이 소모되는 치료적 운동부터 간단히 할 수 있는 스트레칭까지 다양한 방법이 어깨의 질환을 관리하는 방법으로 사용된다. 그 중 손쉽게 집에서 아무런 도구 없이 어깨 근육의 근력을 증가시키며 어깨 운동을 할 수 있는 대표적인 운동으로 팔굽혀 펴기가 있다.

팔굽혀 펴기는 아무런 도구 없이 손쉽게 근력을 강화시킬 수 있는 방법으로 어깨 손상에 따른 회복 운동으로도 좋은 방법으로 평가 받고 있다(Panjabi, 2003).

따라서 본 연구는 팔굽혀 펴기를 할 때 신체 기울기를 0도, 30도, 60도로 하여 근육의 수축 시간을 측정하여 어깨 주변에 위치해 있는 근육들에 대해 근육에 따른 가장 적절한 운동각도를 제공하여 쉽고 효율적인 팔굽혀 펴기를 할 수 있는 신체 기울기의 크기를 알아보기 위해 실시하였다. 이를 위해 전부 삼각근, 후부 삼각근, 대흉근, 상부 승모근의 4개 근육의 근 수축 개시시간을 측정하여 팔굽혀 펴기 시 신체 기울기에 따른 상부 근육의 동원 순서를 파악하고 특정 근육이 약해져 있을 때 선택적으로 신체 기울기의 적용한다면 쉽고 효과적인 팔굽혀 펴기 방법을 제공할 수 있을 것으로 생각하여 실시하였다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구에 참여한 대상자는 어깨 손상이 없는 20대 정상 성인 20명으로 어깨 통증이 없는 사람을 대상으로 하였다. 어깨 부위의 질환과 손상이 없는 사람으로 일상생활 중 통증이 없고, 선천적 기형이나 질환, 외과적 손상이나 신경학적 손상 및 질환이 없는 사람을 대상으로 하였다. 대상자들에게는 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 실시한 후 자발적으로 실험에 동의한 사람에 한해 실시하였다.

2. 연구도구 및 방법

1) 실험도구

어깨 근육의 근 수축개시 시간을 측정하기 위해 표면 근전도 MP150(biopac system, USA)을 사용하였으며, 근전도 신호 측정을 위한 전극은 활성 전극과 비활성전극의 간격은 20mm인 TSD150B(두 개의 스테인렛 스틸 구성)을 사용하였다. 4개의 근육으로부터 획득된 신호는 표면 근전도 아날로그 신호를 Acqknowledge 3.8.1(biopac system, USA)의 소프트웨어 프로그램을 통해 개인용 컴퓨터에 저장한 후 자료를 분석하였다. 근전도 신호 획득을 위한 표본 추출률은 1000Hz로 설정하여 자료를 수집하였으며, 기타 잡음(noise)을 제거하기 위해 60 Hz의 notch filter를 사용하고 주파수 획득 영역은 정상 범위에서의 신호 획득을 위해 30~500Hz를 사용하였다.

2) 연구방법

어깨 주위 상부 근육의 근전도 신호를 측정하기 위하여 전부 삼각근(anterior deltoid), 후부 삼각근(posterior deltoid), 대흉근(pectoralis major), 상부 승모근(upper trapezius) 4개의 근육을 측정하였다. 전극 부착부위는 각 근육 별 맨손 근력검사(manual muscle test: MMT)자세에서 최대 근 수축을 하여 수축되는 부위가 가장 뚜렷한 근복(muscle belly)을 활성전극 부착부위로 하여 전극을 부착하였다(Dolan와 Adams, 1993). 근전도 신호의 정확한 획득을 위해 피부저항을 감소시키는 작업으로 전극 부착 부위에 전극 부착 전 가는 사포로 3~4회 문질러 피부 각질층의 오염물을 제거하고, 소독용 알코올로 깨끗하게 한 후 신호의 명확한 획득을 위해 전극을 부착한 후 스킨 테이프를 이용하여 피부에 부착하였다. 스킨 테이프를 이용한 것은 실험 중 대상자의 움직임으로 인한 기계적 잡음을 제거하기 위해 스킨 테이프를 이용하여 전극을 고정시키기 위해 사용하였다. 접지 전극은 신호의 획득과 상관없는 부위인 C7 가시돌기에 부착하였다. 팔굽혀 펴기를 위한 신체 기울기는 경사대(Tilting talbe)을 이용하여 수평면을 기준으로 한 상태에서 수평면과 일직선을 0도로 하였으며, 기울기를 높여 30도, 60도에서 각각 측정하였다. 각 기울기에서 3회씩 팔굽혀 펴기를 실시하여 그 평균값을 측정신호로 사용하였다.

3) 근 수축개시시간 자료처리

각각의 기울기에서 세 번 측정한 값에 대한 평균값을 사용하였으며 팔굽혀 펴기를 시작할 때, 연구자의 임의 명령 시간이 아닌 기준 개시 시간을 정하기 위해 4가지 근육 중 전부 삼각근의 수축 개시시간을 움직임의 기준

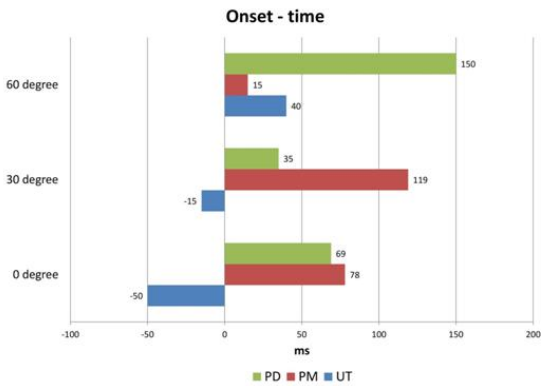

Fig. 1. Onset time of muscles

으로 하여 자료를 분석하였다. 전부 삼각근을 기준으로 이전에 수축을 하면 음의 값(-)으로, 이후에 수축을 하면 양의 값(+)으로 근 수축 시간을 처리하였다. 개시시간에 대한 분석은 팔굽혀 펴기 자세에서 대상자가 아무런 움직임과 활동이 없는 상태로 5초를 유지하여 그 값을 기준선으로 정하였으며, 그 이후 대상자에게 팔굽혀 펴기 동작을 실시하게 하였다. 이 5초의 시간이 기초선 자료로써 사용되었으며 평균과 표준편차를 구하여, 활성 정도가 평균 + 2배의 표준편차 값이 넘을 때를 근 수축 개시시간의 역치로 설정하여 이 시간이 25ms이상 지속될 때를 개시시간으로 하였다(Roh 등, 2007). 이 과정은 소프트웨어 프로그램을 통해 자동시간 계산하였다.

3. 분석방법

본 연구에서 측정된 자료를 비교 분석하기 위해 통계 프로그램은 SPSS 12.0 for windows를 사용하였다. 획득된 자료의 통계 처리에서 시간의 크기에 따라 평균의 차이가 크게 나타나 정규성 검정을 만족하지 못하였기에 비모수 검정방법을 사용하였으며 각도별로 근 수축 개시시간을 비교하였으며 차이를 알아보기 위해서 Kruscal-Wallis test를 실시하였다. 통계학적 유의성을 검정하기 위해 유의수준은 a=.05로 하였다.

Table 1. Statistics of test

	0 degree	30 degree	60 degree
Chi-square	3.45	1.25	6.42
Sig.	0.04*	0.02*	0.00*

*p<.05

Ⅲ. 연구 결과

연구대상자의 평균 연령은 24.5±3.2세이며 평균 키는 174.5±5.3cm, 체중은 74.54±4.9kg으로 나타났다.

0도에서의 근 수축 개시시간은 후부 삼각근은 69±40.58ms, 대흉근은 78±45.82ms였으며 상부 승모근은 -50±38.85ms로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 30도에서의 근 수축 개시시간은 후부 삼각근은 35±27.84ms, 대흉근은 119±41.85ms였으며 상부 승모근은 -15±10.54ms로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 60도에서의 근 수축 개시시간은 후부 삼각근은 150±38.95ms, 대흉근은 15±10.41ms였으며 상부 승모근은 40±20.84ms로 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다(Fig 1)(Table 1, 2).

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 일상생활에서 어깨 운동으로 많이 사용되며 특별한 도구 없이 할 수 있는 팔굽혀 펴기 운동을 신체 기울기 각도에 따라 어깨 상부 근육들의 수축되는 개시시간을 측정하여 동원되는 순서 및 차이를 알아보기 위해 실시하였다. 전부 삼각근, 후부 삼각근, 대흉근, 상부 승모근은 어깨상부를 구성하는 대표적인 근육들로써 어깨 통증과 질환을 가진 환자에게서 가장 많은 통증과 불편을 호소하는 부위이기 때문에 이 부분에서의 역학적 움직임에 대한 연구는 중요하다. 이전의 연구에서 사무직 근무자들은 직무의 특성에 따른 스트레스와 자세 등의 문제로 인해 목과 어깨의 근골격계 증상은 매우 높게 나타나며 그 중에서도 현대인들이 많이 작업하는 컴퓨터 화면을 많이 접하는 사람의 경우 근골격계 문제들이 많이 나타나고 있으며 특히 목과 어깨에

서 큰 문제들을 가지고 있기 때문에 적절한 관리와 치료가 필요하다고 하였다(Lee 등, 2007). 이렇게 현대인들이 많이 가지고 있는 질환 부위인 어깨의 통증을 감소시키기 위한 방법으로 가장 일반적이며 쉬운 것으로 약물 주사방법이 있다. 어깨관절 통증이 있는 환자에게 스테로이드를 주사하였을 때 관절가동범위의 증가, 통증의 감소 등에 대한 보고와(Moon, 2011) 만성 어깨통증 환자에게 신경차단 주사를 하였을 때 역시 통증의 감소를 보고하였다(Shin, 2003). 하지만 오랜 기간 스테로이드와 같은 약물 등을 통한 통증 관리는 부작용에 대한 위험성이 높기 때문에 조심하여야 하며 근본적인 어깨관절 내의 역학적 문제를 해결하는 것에는 한계가 있기 때문에 다양한 방법으로 어깨에 대한 관리가 필요하다. 운동을 통한 목과 어깨 통증의 관리가 많이 이루어지고 있다. 비수술적이며 약물을 사용하지 않고 가장 쉽게 접할 수 있는 방법은 스트레칭을 통한 어깨의 통증감소이다. 업무에 따른 자세의 이상 등과 관련해 목과 어깨에 대한 통증이 있을 때 규칙적이고 꾸준한 스트레칭은 통해 목과 어깨의 통증 관리에 효과가 있으며(Kim와 Lee, 2004). 어깨 통증이 있는 편마비 환자에게도 테이핑을 적용하였을 때 통증의 감소를 보고하였다. 또한, 필라테스와 함께 복합운동 역시 어깨통증과 허리통증의 감소를 보여 효과적인 관리 방법으로 사료할 수 있다(Yun 등, 2011). 이와 같이 어깨에 대한 통증관리는 다양한 방법은 다양하다. 하지만 목과 어깨에 대한 통증을 이해할 수 있는 메커니즘은 더욱 자세하며 다양한 방향에서 필요하다. 근 수축 개시시간은 근육의 동원되는 순서와 시간의 차이를 위해 측정하는 것으로 중요한 의미를 가지며, 선행연구에서는 허리의 폄 근육들의 동원 시간에 따라 요통을 유발할 수 있다고 하였고, 허리의 안정성을 위해 사지와 허리 근육간의 동원 순서, 시간은 매우 중요하다고 보고하였다(Bourdillon와 Day, 1973). 본 연구에서는 주변 도구 없이 쉽게 할 수 있는 어깨 운동 방법인 팔굽혀 펴기를 실시할 때 어깨 상부 근육들의 동원 되는 순서와 시간을 신체 기울기 각도에 따른 차이를 알아보고자 하였다. 신체 기울기 각도에 따라 사용되는 힘의 크기는 달라지며 그에 따라 운동의 효과는 달라질 것이라 가정하여 동원되는 순서와 시간을 파악하여 신체 기울기 각도에 따른 근육의 동원 순서와 시간을 알아보기 위해 실시하였다. 어깨 상부의 근육인 전부 삼각근, 후부 삼각근, 대흉근, 상부 승모근 4개 근육의 근 수축 개시시간을 측정하였으며 근수축 개시시간을 연구자의 명령이나 신호에 의한 기준에 의한 시간을 적용한 것이 아니라 전부 삼각근의 개시시간을 기준으로 한 상대적인 신호를 사용하였다(Roh 등, 2007). 이는 실제 근수축이 일어나는 것은 연구자의 동작 명령 신호가 아니라 팔굽혀 펴기 자세에서부터 일정부분 근육이 수축하고 있기 때문에 정확하게 근수축에 대한 통제가 어렵기 때문에 전부 삼각근을 기준으로 하여 상대적인 개시시간을 측정하였다. 이전 연구에서는 요부 근육의 수축 개시시간을 측정한 방법에서도 상대적 근수축 개시시간을 적용하여 통제하기 어려운 부분을 조절한 방법을 사용하였다(Park 등, 2002). 신체기울기가 수평을 기준으로 한 0도에서는 후부 삼각근(Posterior Deltoid) 69ms, 대흉근(Pectorius Major)이 78ms, 상부 승모근(Upper Trapezius)이 -50ms로써 상부 승모근이 가장 먼저 근수축을 하고 전부 삼각근(Anterior Deltoid), 후부 삼각근(Posterior Deltoid), 대흉근(Pectoralis Major)의 순서대로 수축이 일어났다. 30도에서도 근육 동원은 0도와 비슷한 형태를 보였다. 0도에서와 같이 상부 승모근이 가장 먼저 수축하고 전부 삼각근, 후부 삼각근, 대흉근의 순서로 근육이 동원되었다. 0도와 30도에서 상부 승모근이 가장 먼저 수축한 것은 큰 힘을 내기 위해서는 팔굽혀 펴기 움직임보다 체간의 안정성을 먼저 필요로 하며 이로 인해 체간의 안정성을 확보하기 위한 척주에 관련된 근육에서 근육이 먼저 수축한 것으로 사료된다(Skelton와 Dinan, 1999). 하지만 60도에서는 신체기울기 0도, 30도에서와 달리 전부 삼각근이 가장 먼저 수축하고 그 다음으로 대흉근, 상부 승모근, 마지막으로 후부삼각근이 수축하는 형태를 나타내었다. 이는 0도와 30도와는 달리 상대적으로 큰 힘을 상용하지 않아도 되며 체간의 안정성이 덜 강조되기 때문일 것으로 사료된다(Panjabi, 2003).

이상의 결과와 같이 신체 기울임 각도에 따라 어깨 주변근육들의 동원되는 순서나 형태는 다르게 나타난다. 통증이 있거나 특정 근육이 약한 사람은 근육의

동원 순서나 시간의 형태가 정상인들과 다르게 나타나기 때문에(Bourdillon와 Day, 1973), 본 연구결과를 임상적으로 적용하면 상부승모근의 문제가 있는 사람에게는 0도에서 보다 30도에서 팔굽혀 펴기 운동, 전부 삼각근의 문제가 있는 사람에게는 60도의 신체 기울기에서 팔굽혀 펴기를 적용한다면 0도에서 적용하는 팔굽혀 펴기에 비해 더 쉽고 효과적으로 팔굽혀 펴기 운동프로그램으로 만들 수 있을 것이다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 수평을 기준으로 0도, 30도, 60도에서 신체 기울기 각도에 따라 팔굽혀 펴기를 하였을 때 어깨 상부의 근육들의 근 수축개시시간을 측정하고자 하였다. 신체 기울기 각도에 따른 근육 동원 순서와 시간의 차이는 0도와 30도에서 같은 형태로써 상부 승모근의 활동 후 전부 삼각근, 후부 삼각근, 대흉근의 순서로 동원되었다. 시간의 차이는 있었지만 동일한 패턴의 동원이 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 나타내었다. 하지만 60도에서의 근 동원순서는 전부 삼각근이 가장 먼저 동원된 후 대흉근, 상부 승모근, 후부 삼각근의 순서로 동원이 되었다. 신체 기울기의 크기가 수평과 차이가 크게 나지 않을 때에는 비슷한 어깨 근육들의 수축을 위한 동원의 형태가 나타나지만 신체기울기가 더 큰 각도에서 실시되었을 때에는 다른 형태의 근육 동원 패턴을 나타내었다. 이를 통해 특정 근육을 효과적으로 작용시키기 위해서 신체 기울기의 크기를 다르게 한다면 효과적인 팔굽혀 펴기 운동 프로그램을 설정하여 다양하게 적용할 수 있을 것이다.

References

Bourdillon JF, Day EA. Spinal manipulation. New York. Heinemann Medical Books. 1987.

Byl NN, Sinnott, P. Variations in Balance and Body Sway in Middle-Aged Adults: Subjects with Healthy Backs Compared with Subjects with Low-Back Dysfunction. Spine. 1991;16(3):325-30.

Carr JH, Shepherd RB. Neurological Rehabilitation Optimizing Motor Performance (2nd ed). Scotland. Churchill Livingstone. 2010.

Carter ND, Kannus P, Khan KM. Exercise in the prevention of falls in older people: A systematic literature review examining the rationale and the evidence. Sports Med. 2001;31(6):427-38.

Dolan P, Adams MA. The relationship between EMG activity and extensor moment generation in the erector spinae muscles during bending and lifting activities. J Biomech. 1993;26(4):513-22.

Hall CD, Schubert MC, Herdman SJ. Prediction of Fall Risk Reduction as Measured by Dynamic Gait Index in Individuals with Unilateral Vestibular Hypofunction. Otol Neurotol. 2004;25(5):746-51.

Kim JK, Lee SJ. Effect of stretching exercise as work-related musculoskeletal pain of neck and shoulder. J Kor Alliance Health Phys Edu. 2004;43:655-62.

Lee EC, Kim HC, Jung DY, et al. Association between job-stress and VDT work, and musculoskeletal symptoms of neck and shoulder among white-collar workers. Korean J Occup and Environ Med. 2007;19(3):187-95.

Leinonen V, Kankaanpää M, Airaksinen O, et al. Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: Effects of low back pain and rehabilitation. Arch Phys Med and Rehabil. 2000;81(1):32-7.

MacKinnon CD, Winter DA. Control of whole body balance in the frontal plane during human walking. J Biomech 1993;26(6):633-44.

Marshall PWM, Murphy BA. Evaluation of Functional and Neuromuscular Changes After Exercise Rehabilitation for Low Back Pain Using a Swiss Ball: A Pilot Study. J Manipulative Physiol Ther 2006;29(7):550-60.

McGill SM. Kinetic Potential of the Lumbar Trunk Musculature about Three Orthogonal Orthopaedic Axes in Extreme Postures. Spine. 1991;16(7):809-15.

Mok NW, Brauer SG, Hodges PW. Hip Strategy for Balance Control in Quiet Standing Is Reduced in People With Low Back Pain. Spine. 2004;29(6):107-12.

Moon DJ. Subacromial bursa injection of corticosteroid on hemiplegic shoulder pain. Master's Thesis. AJOU University. 2011.

Neumann DA. Kinesiology of the musculoskeletal system (2nd ed). St. Louis. Mosby. 2009.

Panjabi MM. Clinical spinal instability and low back pain. J Electromyo Kinesiol. 2003;13(4):371-9.

Park CH, Kwon OY, Cho SH. The Effect of a Lumbosacral Corset on the Onset of Rectus Abdominis and Hip Extensor Activity During Hip Extension in Healthy Subjects. Phys Ther Koran. 2002;9(1):23-37.

Richardson CA, Jull GA. Muscle control-pain control. What exercises would you prescribe?. Man Ther 1995;1 (1):2-10.

Roh KS, Kwon OY, Yi CH, et al. Comparison of muscle onset times during perturbation between subjects with and without work-related chronic low back pain. Phys Ther Koran. 2007;14(2):21-8.

Shin KM. Neural blockade and trigger point injection for chronic shoulder pain. J Korean Shoulder Elb 2003;6(2);108-14.

Skelton DA, Dinan SM. Exercise for falls management: Rationale for an exercise programme aimed at reducing postural instability. Physiother Theory and Prac. 1999;15(2):105-20.

Voss DE, Ionta MK, Myers BJ. Proprioceptive neuromuscular facilitation: patterns and techniques(3rd ed). Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 1985.

Yun MJ, Byon JY, Kim HJ, et al. Effects of 12-week Pilates and Complex Exercises on Female Farm Workers of Cumulative Trauma Disorders. Health Sports Med. 2011;13(3):13-22.