

Research Article

Open Access

물리치료사의 초음파 작업시 테이블 높이에 따른 척추기립근의 근전도 활동 분석

김충유 · 강종호[†]

부산가톨릭대학교 물리치료학과

Analysis of Electromyographic Activities of Erect Spinae at Different Height of Table during Ultrasound Therapy Work

Chung-Yoo Kim, Jong-Ho Kang, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Catholiac University of Busan

Received: February 21, 2013 / Revised: May 29, 2013 / Accepted: June 4, 2013

© 2013 Journal of the Korean Society of Physical Medicine

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to examine differences in erect spinae activities at different height of table during ultrasound therapy in order to propose a optimum work environment.

METHODS: Twenty five healthy adult males and females volunteered to participate in this study. EMG signals of both erector spinae(T10, T12, L2, L4) were recorded throught the surface electromyography system at different height of table(45cm, 56.2cm, 67.5cm) during ultrasound therapy work.

RESULTS: The higher table heights was, the lower %RVC of the T10, T12, L2, L4 erect spinae at both sides. The left and right T10, T12 and the left L4 showed significant differences. The lower the spinal level was, the higher %RVC of both erect spinae at 45cm, 56.2cm, 67.5cm. The left erect spinae at 56.2cm, right erect spinae at 45cm, 67.5cm showed significant differences.

CONCLUSION: The muscle activities of both erect

spinae decreased at higher table height and increased lower spinal level. We identified lower table height are risk factor of spine work related musculoskeletal disorders.

Key Words: Ultrasound therapy, Table height, Erect spinae

I. 서론

물리치료사는 작업 관련성 근골격계 질환(Work-related Musculoskeletal Disorders; WMSDs) 문제에 직면해있다. 여러 연구에 의하면 국내 물리치료사 314명 중 79.9%가 근골격계 증상을 호소하였고(Bae 등, 2012), 호주 물리치료사 824명 중 91%가 WMSDs를 경험한 것으로 보고되었다(Cromie 등, 2000).

물리치료사의 WMSDs의 주된 요인으로 과도한 신체의 사용, 반복적인 업무의 수행, 과도한 치료 환자 수, 불충분한 휴식이 보고되었는데(West와 Gardner, 2001; Glover, 2002), 이 같은 상황이 지속되면 물리치료사는 WMSDs를 호소하여 병원에 내원하게 될 것이다.

[†]Corresponding Author : swithun@cup.ac.kr

Hong 등(2011)은 남성물리치료를 대상으로 근골격계 증상 호소율과 관련 요인을 조사했는데, 초음파 치료 중재를 하루 20회 이하의 횟수로 수행하는 물리치료사 407명 중 50.4%가 근골격계 증상을 호소하였고, 그 중 27.8%는 허리에 근골격계 증상을 호소하였다. 또, 치료테이블의 높이가 적절치 않은 환경에서 물리치료 업무를 수행하는 물리치료사는 높은 근골격계 증상 호소율을 보였으며, 특히 허리에서 높은 근골격계 증상 호소율을 보였다.

물리치료사의 초음파 치료 중재는 반복적인 동작을 수행함은 물론 체간의 자세를 지속적으로 유지하기 때문에, 척추기립근의 근활성을 유발시킬 것이다(Zedka와 Prochazka, 1997). 또, 치료 테이블의 높이가 적절치 않은 경우 체간이 굴곡된 자세를 유지하게 되는데, 체간의 굴곡된 자세를 유지하기 위해서 척추기립근의 근활성이 발생하게 된다. 이 같은 요인으로 지속적인 근활성 및 스트레스가 지속되는 경우 만성통증과 같은 근골격계 손상이 발생할 것이며(Pascarelli, 2004), 적절치 못한 테이블의 높이에서 수행된 초음파 치료 중재는 WMSDs을 유발시킬 것이라 생각된다.

최근에 수행된 연구에서 복강경 수술 시 적절한 테이블의 높이와 수술 자세를 근전도계를 이용하여 조사하는 역학적 연구를 확인할 수 있었다(Berquer 등, 2002). 또, 소젓을 날유하는 작업(Jakob 등, 2011), 여성의 바느질(Zhang 등, 2011), 차 시트에서 아이를 운반하는 동작(Brown 등, 2004)까지 근전도계를 이용한 다양한 작업 관련 역학적 연구를 확인할 수 있었다. 물리치료 작업의 연구에서는 대부분 근골격계 증상, 유병률, 요인 등의 조사연구가 주를 이루었을 뿐, 물리치료 작업에 관한 역학적 연구들은 부족한 실정이다. 또한 역학적 연구도 일부 치료적 작업에 대해 동적 근전도와 동작분석 장치를 이용한 물리치료사의 요추부 근골격계 부담을 조사한 연구가 수행되었을 뿐이다(Lee, 2010). 따라서 본 연구는 초음파 치료 중재 시 치료 테이블의 높이에 따른 척추기립근의 근활성을 관찰하여 적절한 치료 테이블 높이를 제안하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상

본 연구는 부산광역시에 소재하는 P대학교에 재학 중인 건강한 성인 남녀를 대상으로 학생 중 신경학적인 질환, 근골격계 질환 병력이 없는 정상 성인 25명을 대상으로 선정하였다. 모든 대상자들은 연구의 목적과 방법에 대하여 충분히 설명을 들은 뒤, 자발적인 동의 후 참여하였다.

2. 측정자세 및 절차

본 연구는 초음파 치료 중재와 동일한 치료 환경을 제공하기 위하여 전동식 치료 테이블, 의자를 배치하고, 초음파 치료기 도자(Sonopuls 190, Enraf-Nonius, 독일)를 이용하였으며, 그리고 치료 부위를 재현하기 위해서 에어쿠션(DYNAIR® BALLKISSEN®, TOGU, 독일)을 사용하였다. 의자의 높이는 45cm이며 등받이가 없는 의자를 사용하였다. 치료 테이블의 높이는 45cm, 56.2cm, 67.5cm로 변화를 주었고, 줄자를 수직으로 세워 정확한 높이를 측정도록 하였다.

초음파 치료 중재는 치료 테이블을 정면으로 바라보며 앉은 채로 시행하였다. 에어쿠션의 위치는 대상자의 복부 앞쪽 테이블의 가장자리에 두었으며, 좌우로 치우치지 않도록 하였다. 그리고 테이블과 무릎까지의 거리는 1cm로 무릎이 닿지 않도록 하였고, 족관절과 슬관절의 각도는 직각을 유지하도록 하였다. 초음파 치료 중재는 3초에 한 번 종소리가 울리도록 하여 동일한 횟수로 실행되었고, 에어쿠션 윗면 중심에 새겨진 지름 12cm의 원을 따라 우측 상지를 이용하여 반시계 방향으로 돌리도록 하였다. 동일한 동작을 시행하기 위하여, 실험 전 3회를 사전에 연습도록 하였다. 초음파 치료 동작 시 사용하지 않는 좌측 상지는 손을 배꼽부위에 두도록 하였으며, 그 외의 초음파 중재 동작은 임상적 환경과 유사한 상황을 만들기 위하여 통제하지 않았다. 각 높이마다 1분씩 초음파 치료 중재를 시행하여 근활성도를 측정하였다. 각 높이마다 실험 전 10분은 휴식을 취하도록 하였다. 실험은 기준 수축 동작을 포함하여 각 근육 마다 4회씩 측정이 되었으며, 근전도계의

채널이 4채널임을 고려하여 척추기립근을 좌·우측으로 나누어 두 번 측정 하였다. 테이블의 높이는 임의선출 방법으로 순서를 정하였다.

3. 근활성도 측정 방법

본 연구에서는 피실험자의 척추기립근 근활성도를 측정하기 위해 근전도 시스템(LXM3204, LAXTHA Inc., 한국)을 사용하였으며, Telescan 프로그램을 이용하였다. 표면전극은 지름이 30mm인 소형 표면전극(Kendall, USA)을 사용하였으며 두 전극간의 간격은 2cm로 배치하였다. 근전도 분석을 위하여 측정하고자 하는 근육의 부착부에 볼펜을 이용하여 표시를 한 뒤 표면전극을 고정시키는 작업을 실시하였는데, 이 때 피부 표면의 이물질들을 제거하기 위해 소독용 알코올로 충분히 닦아내며, 종이사포를 이용하여 피부표면이 약간 붉어질 때까지 문질러 주어 전극을 부착하도록 하였다. 전극의 부착부위는 선행연구를 참고하여 흉추(10번, 12번), 요추(2번, 4번)의 좌우측 척추기립근으로 하였다(Colado 등, 2011)(Table 1).

실험을 통하여 얻게 된 근전도 자료는 1,000Hz의 비율로 샘플링하여 기록되었으며, 활동 근육으로부터 근전도 수치를 통해 직접 전달된 전기적 신호 파형(raw data)은 연구의 목적에 따라 보다 정확한 정보를 얻기 위하여 이 파형을 제곱한 뒤 적분하여 제곱근을 씌우는 방법(Root Mean Square; RMS)으로 정량화 하였다.

본 연구에서 근전도 신호의 비교를 위한 표준화 과정을 실시하였으며, 근전도 신호를 표준화하는 방법은 특정 동작의 근수축을 기준 수축(reference voluntary contra: RVC)으로 삼아 이를 기준으로 표준화하는 %RVC 방법(Criswell, 2011)을 사용하였다. 기준 수축(RVC)은 선행논문을 참고하여 발바닥이 지면에 완전히 닿은 채 고관절, 슬관절, 족관절을 직각으로 유지하고, 전방을 응시하는 자세를 1분간 유지토록 하여 측정하였다(Jung, 2008). RVC를 포함한 모든 RMS 값은 측정 한 1분 중 처음과 마지막의 10초를 빼 40초의 척추기립근 근활성도의 RMS값을 사용하였다.

Table 1. Location of electromyographic surface electrodes

Muscle	Electrode placement
T10 erector spinae	T10 spinal process lateral 3cm
T12 erector spinae	T12 spinal process lateral 3cm
L2 erectot spinae	L2 spinal process lateral 3cm
L4 erectot spinae	L4 spinal process lateral 3cm

4. 통계처리

본 연구에서 실험 결과 처리는 윈도우용 SPSS 12.0 통계프로그램을 사용하였다. 초음파 치료 동작 시 치료 테이블 높이에 따른 척추기립근의 근활성도 차이와 척추기립근의 부위에 따른 척추기립근의 근활성도 차이는 표준화된 근전도 차이를 검증하기 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 사용하였고, 사후검정으로 LSD를 이용하였다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 하였다.

III. 결과

1. 연구 대상자의 일반적 특성

본 연구는 남자 18명, 여자 7명 총 25명이 참여하였고, 대상자의 평균 나이는 21.16 ± 1.37 세, 평균 신장은 168.82 ± 6.97 cm, 평균 체중은 63.32 ± 9.73 kg이었다.

2. 초음파 작업 시 테이블의 높이 따른 척추기립근 근활성도 비교(%RVC)

초음파 치료 중재 시 테이블의 높이가 증가함에 따라 척추기립근의 근활성도는 T10과 T12의 좌우측, L4의 좌측에서 테이블의 높이가 높아짐에 따라 척추기립근의 근활성도가 낮게 나타났다($p < 0.05$). L2의 좌우측, L4의 우측 척추기립근에서는 치료 테이블의 높이가 높아짐에 따라 근활성도가 낮게 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

초음파 치료 중재 시 척추기립근의 부위에 따른 근활성도를 비교한 결과, 45cm, 67.5cm 높이의 테이블에서 우측 척추기립근의 근활성도는 낮은 부위에서 높게 나타났다($p < 0.05$). 45cm, 67.5cm 높이의 테이블에서 좌측

Table 2. Differences in erector spinae %RVC between different table height

		45cm	56.2cm	67.5cm	F	p
Left	T10	162.30±50.27 ^a	134.23±37.96 ^b	126.67±35.35 ^b	5.07	.01*
	T12	171.05±51.17 ^a	149.63±48.14 ^{ab}	135.61±42.82 ^b	3.53	.03*
	L2	191.06±74.73	169.32±66.21	150.86±56.18	2.31	.11
	L4	214.64±96.68 ^a	168.16±68.72 ^b	157.83±53.94 ^b	4.05	.02*
Right	T10	137.29±48.16 ^a	120.58±31.37 ^{ab}	109.80±24.02 ^b	3.71	.03*
	T12	160.74±67.01 ^a	136.13±49.77 ^{ab}	117.94±28.81 ^b	4.44	.02*
	L2	189.69±71.03	167.43±70.73	147.78±46.25	2.71	.07
	L4	208.38±88.18	178.34±82.18	166.58±59.32	1.93	.15

*, p<.05

Table 3. Differences in erector spinae %RVC between different spinal level

		T10	T12	L2	L4	F	p
Left	45cm	162.30±50.27	171.05±51.17	191.06±74.73	214.64±96.68	2.70	.05
	56.2cm	134.23±37.96 ^a	149.63±48.14 ^{ab}	169.32±66.21 ^b	168.16±68.72 ^b	5.01	.00*
	67.5cm	126.67±35.35	135.61±42.82	150.86±56.18	157.83±53.94	2.17	.10
Right	45cm	137.29±48.16 ^a	160.74±67.01 ^{ab}	189.69±71.03 ^{bc}	208.38±88.18 ^c	4.74	.00*
	56.2cm	120.58±31.37	136.13±49.77	167.43±70.73	178.34±82.18	2.20	.09
	67.5cm	109.80±24.02 ^{ab}	117.94±28.81 ^{ab}	147.78±46.25 ^{cd}	166.58±59.32 ^{cd}	9.84	.00*

*, p<.05

척추기립근, 56.2cm 높이의 테이블에서 우측 척추기립근의 근활성도는 낮은 부위에서 높게 나타남을 보였으나, 통계학적으로는 유의하지 않았다. 또, 56.2cm 높이의 테이블에서 좌측 척추기립근의 근활성도는 T10, T12, L4, L2 순으로 나타났다(p<0.05)(Table 3).

IV. 고 찰

조립작업에서 테이블 높이는 작업자의 WMSDs를 유발시킬 수 있는데(Jeong 등, 2001), 적절치 못한 테이블 높이에서 초음파 치료 작업을 수행하는 물리치료사도 WMSDs에 노출될 가능성이 제기되었다(Hong 등, 2011). 이에 본 연구에서 의자높이 45cm의 1배, 1.25배, 1.5배를 비례적으로 설정하고 테이블 높이를 등간격으

로 증가시켜 척추기립근 근활성도 변화를 관찰하였다.

굴곡 자세를 취하게 되는 퍼팅 동작에서 L4 척추기립근 근활성도 증가가 일어났는데(Seong 등, 2006) 체간의 굴곡 자세를 일으키는 초음파 작업도 흉추보다 요추부, 즉 낮은 분절의 척추기립근을 더 많이 활성화시켰다. 즉, 굴곡 작업이 흉추부에 비해서 요추부의 근피로도가 더 증가할 수 있다는 Sung 등(2009)의 연구와 일치하는 결과이다. 이 결과는 초음파 작업의 반복 수행이 하위 수준의 척추분절 WMSDs를 일으킬 수 있는 가능성을 보여주는 것이다. 따라서, WMSDs 유발 요인과의 관계를 예방할 수 있는 방법을 모색해야한다.

상지동작으로 인한 고유수용성 정보는 중추신경계로 되먹임되어 척추기립근을 활성화시키는 앞먹임 기전에 이용되며(Zedka 등, 1997), 되먹임-앞먹임 기전은 신체 중력중심점 이동에 대한 보상적 조절에 이용된다

(Nezihe와 Cumhur, 1987). 본 연구에서도 마찬가지로 척추기립근 근활성도 변화가 관찰되었다. 테이블 높이가 낮아짐에 따라 왼쪽 T10, T12, L4 수준의 척추기립근과 오른쪽 T10, T12 수준의 척추기립근의 근활성도는 테이블 높이가 낮아짐에 따라 유의하게 증가하였다. 그리고 비록 유의한 변화는 아니었지만 왼쪽 L2 수준과 L2, L4 수준의 척추기립근의 근활성도도 증가하였다. 왼쪽 척추기립근이 오른쪽보다 좀 더 유의한 반응을 보이는 이유는 오른쪽 상지작업에 대한 신체 중력 중심점 이동에 대한 보상적 조절로 생각된다(Nezihe와 Cumhur, 1987). 항중력 자세에서 작업은 척추기립근 근활성도를 유의하게 증가시키는 반면, 누워있는 자세와 같이 중력을 대항하지 않아도 되는 자세에서 근활성도 변화는 유의하지 않다고 알려져 있다(Nezihe와 Cumhur, 1987). 따라서 초음파 작업으로 인한 보상적 척추기립근 근활성도 증가를 줄여주기 위해서, 오른쪽과 왼쪽으로 작업 분담을 실시하거나 등받이 의자 등과 같은 항중력을 활동을 지지해 줄 수 있는 보상 방법을 제공해야 할 것이다.

본 연구에서 테이블의 높이가 낮아질수록 척추기립근 근활성도가 증가되는 이유는 체간 굴곡의 영향 때문으로 생각된다(Nouwen 등, 1987). 실제로 체간 굴곡각도가 증가하면 척추기립근의 근활성도는 점진적으로 증가된다(Cho, 2011). 이것은 체간 굴곡각도 증가가 굴곡 모멘트를 증가시켜(Neumann, 2011), 이를 보상하기 위한 앞머미-되머미 기전으로 발생되는 것이다. 따라서 체간과 테이블 사이에 지지를 제공하여 굴곡 모멘트를 감소시켜 주고, 테이블의 높이를 조절하여 보상적 근활성도 증가를 줄여주어야 할 것이다. 본 연구에서는 의자 높이의 1.5배로 테이블 높이를 설정하는 것이 가장 편안한 작업이었다.

이와 같은 WMDS를 일으키는 요소는 매우 다양하다. 작업자의 자세와 습관, 의자와 테이블 사이의 거리, 의자의 높이, 상지작업의 범위와 작업 속도 등, 많은 요인들이 존재한다. 초음파 작업에서 테이블 높이는 현장에서 가장 주요하게 작용하는 요인으로 작용하므로 본 연구는 다양한 영향 요인들 중에서 테이블 높이의 영향을 살펴보았다. 그 외에 영향 변수들은 최대한 통

제한 실험적 환경을 조성하였다. 따라서 본 연구가 수행한 테이블 높이 변수 이외의 다른 영향 변수에 대한 평가를 실시하여, WMDSs를 줄일 수 있는 올바른 작업 환경을 조성하는데 노력이 필요할 것이다.

일반적으로 물리치료사는 1일 30명 이상의 환자를 맞이하게 되는데, 초음파 치료를 반복적으로 수행하고 있다. 비록 높은 중량 작업이 아니고 가벼운 형태의 작업이지만, 반복적으로 동일한 작업을 반복 수행할 경우 근육내 대사산물 축적으로 통증을 일으킬 수 있으며(Chaffin 1973), 비록 낮은 강도의 통증이지만 계속 지속될 경우 이차적 WMDSs를 일으킬 수도 있다. 이에 많은 물리치료사들이 근골격계 통증을 호소하고 있다(Hong 등, 2011). 그럼에도 불구하고 근골격계 문제를 일으키는 작업 환경의 개선에 대해서는 인식이 부족하다. 물리치료사 스스로가 근무 환경의 질을 개선시키려는 노력이 절실한 시점이며, 건강한 물리치료사가 환자에게 최선을 다할 수 있다는 인식 전환이 필요하다.

V. 결론

본 연구는 건강한 성인 25명을 통해 초음파 작업시 치료 테이블의 높이에 따른 척추기립근의 근활성도 변화를 %RVC로 비교하였다. 본 연구는 초음파 작업시 테이블의 높이가 낮아질수록 척추기립근의 근활성도가 높아지는 것과 낮은 분절의 척추기립근 근활성도가 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과는 척추기립근의 근활성도는 테이블 높이를 의자 높이의 1.5배로 하였을 때, 가장 낮다는 것을 보여주고 있다.

References

- Bae YH, Lee JH, Yoo HJ et al. Associations between Work-Related Musculoskeletal Pain, Quality of Life and Presenteeism in Physical Therapists. Korean Industrial Hygiene Association Journal. 2012;22(1): 61-72.

- Berquer R, Smith WD, Davis S. An ergonomic study of the optimum operating table height for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002 Mar;16(3):416-21.
- Brown H, Paul L, Hislop J et al. Erector spinae activity during three methods of lifting a baby car seat in postnatal women and matched controls. *Physiotherapy.* 2004;90(4):204-9.
- Chaffin DB. Localized muscle fatigue-definition and measurement. *Journal of Occupational Medicine.* 1973;15(4):346-54.
- Cho KY. Influence of Asymmetry and Flexion on Trunk Muscle Recruitment Pattern. Pukyong National University. Master's thesis. 2011.
- Colado JC, Pablos C, Chulvi-Medrano I et al. The progression of paraspinal muscle recruitment intensity in localized and global strength training exercises is not based on instability alone. *Arch Phys Med Rehabil.* 2011;92(11):1875-83.
- Criswell E. Cram's introduction to surface electromyography. 2nd eJones & Bartlett Publishers. 2011.
- Cromie JE, Robertson VJ, Best MO. Work-related musculoskeletal disorders in physical therapists: prevalence, severity, risks, and responses. *Phys Ther.* 2000;80(4):336-51.
- Glover W. Work-related Strain Injuries in Physiotherapists. *Physiotherapy.* 2002;88(6):364-72.
- Hong SG, Choi JH, Jang BK. Prevalence Rate of Musculoskeletal Symptoms and Its Related Factors in Male Physical Therapists. The Korean public health association. 2011;37(2):63-74.
- Jakob M, Liebers F, Behrendt S. The effects of working height and manipulated weights on subjective strain, body posture and muscular activity of milking parlor operatives-laboratory study. *Appl Ergon.* 2012;43(4): 753-61.
- Jeong HG, Goh YM, Yim HW, Park CY, Jeong CH. A Relationship between Cumulative Trauma Disorder and the Type of Workstations and chairs in Workers with Repetitive Motion Tasks. *The Korean Society of Occupational Medicine.* 2001;13(2):152-163.
- Jung WJ. Effects of a wallet in the back trouser pocket on paraspinal muscle activity in sitting. Yonsei University. Master's thesis. 2009.
- Lee JH. Test of lumbar vertebra's musculoskeletal system loading burden using three-dimensional motion analysis system and dynamic electromyography. Yonsei University. Master's thesis. 2010.
- Neumann DA. *Kinesiology of the musculoskeletal system.* Elsevier. 2002.
- Nezihe E, Cumhur E. Erector spinae muscle responses while standing. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1981;44(1): 73-8.
- Nouwen A, Van Akkerveeken PF, Versloot JM. Patterns of muscular activity during movement in patients with chronic low-back pain. *Spine.* 1987;12(8):777-82.
- Pascarelli E. *Complete Guide to Repetitive Strain Injury.* John Wiley & Sons, Inc. 2004.
- Seong YJ, Lee HJ, Park JY et al. The Effect of Orthotics on Electromyographic Activity in the Erector Spinae Muscles During Golf Putting. *J Kor Sport Med.* 2006;24(1):70-5.
- Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *Spine J.* 2009 Feb;9(2):115-20.
- West DJ, Gardner D. Occupational injuries of physiotherapists in North and Central Queensland. *Aust J Physiother.* 2001;47(3):179-86.
- Zedka M, Prochazka A. Phasic activity in the human erector spinae during repetitive hand movements. *J Physiol.* 1997;504(3):727-34.
- Zhang FR, He LH, Wu SS et al. Quantify work load and muscle functional activation patterns in neck-shoulder muscles of female sewing machine operators using surface electromyogram. *Chin Med J (Engl).* 2011;124(22):3731-7.