

저강도 초음파치료가 노블라이프가 상부 승모근 통증에 미치는 영향

이재온
여주 새로운병원 물리치료실
최종덕
연세대학교 대학원 재활학과
정낙수
신구대학 물리치료과
최규환
안산 1대학 물리치료과

Abstract

The Effect of Low-intensity Ultrasound (noblelife) on Pain Relief of Upper Trapezius

Lee Jae-on, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Saeroun Hospital

Choi Jong-duk, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Jung Nak-su, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Singu Junior College

Choi Kyu-hwan, M.P.H., P.T.

Dept. of Physical Therapy, Ansan 1 College

The purpose of this study was to investigate the effectiveness of the low-intensity ultrasound (noblelife) treatment on the pain points of upper trapezius muscle. The study recruited 20 patients who had trigger points in one side of the upper trapezius. The effectiveness of the low-intensity ultrasound treatment was assessed with subjective pain intensity using visual analog scale (VAS) and pressure pain threshold (PPT). The PPT was measured by pressure threshold algometer. Before and after the treatment, changes of pain were evaluated. Wilcoxon test for VAS data and paired t-test for PPT data were used for statistical significance. Compared to the pain intensity before the treatment, the pain intensity after treatment was significantly decreased ($p < .05$). Low-intensity ultrasound could be safely used in clinical application and at home for the treatment of patients with pain in upper trapezius muscle.

Key Words: Low-intensity ultrasound, Pressure pain threshold, Visual analog scale.

1. 서론

일반적으로 통증의 정의는 인체에서 일어나는 방어 반사기전으로 매우 복잡하고 주관적인 경험이라고 할 수 있다. 지난 수십 년 동안 통증 관리에 대한 접근 방법은 새롭게 발달되어 왔으나 아직도 완벽한 통증의 기전과 치료 원리가 정립되어 있지 않다(McCreary 등, 1981). 근래에 사용되는 통증 치료법으로는 약물치료, 정신치료, 수술적 치료, 운동치료, 물리치료 등의 다양한 형태의 치료 방법이 있으나 효과적인 통증 조절에 대한 원칙은 명확히 정립되지 못하고 있는 것이 현실이다(Longobardi 등, 1989).

초음파는 인간의 귀로서는 들을 수 없는 음향 진동의 형태로서 주파수가 높고 파장이 짧기 때문에 강한 진동이 발생된다. 이러한 물리적인 성질을 이용하여 열효과(thermal effect)와 비열효과(non-thermal effect)를 인체에 적용하여 다양한 치료적 결과를 얻는데 이용되고 있다(ter Haar G, 1999).

표면 조직에서는 초음파 에너지의 열전환이 적지만 근육층에서 많은 양의 초음파 에너지가 열에너지로 전환되며 특히 근육-뼈 경계면에서 열에너지로 전환되는 양이 많아서 뼈에 가까운 심부 근육층에서 열발생이 많다. 초음파의 일반적인 침투깊이는 5 cm 이상으로 모든 열치료 도구 중에서 강하고 효과적으로 심부 근육을 비롯해 인대, 관절낭, 활액 등 관절 및 주위 조직을 가열할 수 있는 것이 특징이다(Behrens와 Michlovitz, 1996).

본 실험에서 사용된 저강도 초음파치료기(노블라이프: noblelife)의 치료 강도는 0.3 W/cm²으로 일반적으로 임상에서 사용되고 있는 초음파치료기와 비교해서 낮은 강도의 치료 강도를 사용한다. 저강도 초음파(low-intensity ultrasound) 연구의 대부분은 골절 치유와 관련된 분야에 집중 되어왔다(Brand

등, 1999; Busse 등, 2002; Mayr 등, 2000; Nolte 등, 2001; Tanzer 등, 2001). 하지만 최근의 연구에서 연부조직과 연골조직 같은 다양한 방향으로의 연구가 진행되고 있다. Enwemeka 등(1990)은 0.5 W/cm²의 저강도 초음파가 손상된 건(tendon)의 회복을 향상시키는데 효과적이라고 하였고, 또한 골다공증에 미치는 영향(Warden 등, 2001)과 손상된 조직의 치유에 대한 연구(Selkowitz 등, 2002)가 최근에 수행되었고 긍정적인 결과를 보고하였다.

일반적으로 통증 치료를 적용한 후 통증의 변화를 측정하는 방법으로는 주관적 시각 통증척도(visual analog scale: VAS), 관절 가동범위(range of motion: ROM) 조사법, 열선 조영술이나 근전도 검사 소견 등을 통하여 평가하는 방법이 있다. 또한 압통 역치측정계(pressure threshold algometer: PTA)를 이용한 압통역치 평가법 등이 있다. 임상에서 흔히 볼 수 있는 경통, 견통, 요통이라고 진단이 내려지는 것 중 대부분이 근막 동통증후군(myofascial pain syndrome)이고 이 동통의 시발점이 발통점이다. 발통점(trigger)은 독특한 압통을 가지고 있고 분명하게 촉진된다고 하였다. 또한 압통점(tender point)을 신체의 병리학적 소견이 있을 때, 침점(acupuncture point), 발통점, 운동점에서도 발견할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 통증의 측정방법으로 압통점이자 발통점인 지점에서 압통역치를 측정하였다. 특히 압통역치 측정계는 이전 연구에서 통증을 효과적으로 평가할 수 있는 신뢰도와 타당도를 가지고 있어 통증의 평가에서 객관적인 측정 도구로 사용되고 있다(Fischer, 1986; Fischer, 1987).

본 실험에서는 일반적으로 사용되는 초음파용 전도 매질을 사용하지 않고, 노블라이프 전용 젤을 사용하였다. 기존의 초음파용 젤이나 미네랄 오일과는 달리 저강도 초음파치료기(노블라이프)의 효과를 증진시키기 위하여

특별히 개발된 수용성 젤로서 초음파의 전달을 극대화시킬 뿐만 아니라 멘톨, 캄파, 살리실산메칠 등의 천연 추출물이 함유되어 항균, 항염 및 진정작용이 있다. 또한 상쾌한 향기와 청량감 때문에 사용감을 향상시키는 작용을 한다. 초음파는 이들 성분이 피부속 깊이 침투하는 것을 도와주어 단순히 피부에 바르는 것에 비해 효과가 훨씬 크며 이들 천연 추출물을 초음파용 젤에 첨가함으로써 초음파를 이용한 다양한 치료 효과를 극대화시킬 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 저강도 초음파 치료기인 노블라이프(noblelife)가 상부 승모근(upper trapezius muscle)의 통증에 미치는 영향을 연구하고자 하였다. 노블라이프는 골관절염의 치유와 통증 감소를 주된 목적으로 하여 개발되었고 관절염을 포함한 일반적인 통증을 감소시킬 것이라는 가설적 견해에서 본 연구를 수행하고자 하였다. 통증의 변화는 주관적 시각 통증척도 평가(VAS)와 압통역치 측정기(threshold algometer: PTA)를 이용해서 치료 전과 치료 후의 변화를 알아보려고 하였다.

I. 연구방법

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 여주시에 위치한 S병원에 목 및 어깨에 뻣뻣함(stiffness) 동시에 통증을 주된 문제로 방문한 연구 대상자들 중 촉진시 상부 승모근에 팽팽한 띠 및 압통점이 존재하며, 실험에 동의한 20명을 대상으로 하였다. 급성 질환자, 악성 종양환자 또는

고열환자 심장 장애가 있는자, 전염병 또는 지각 장애가 있는 자는 연구에서 제외 되었다. 본 연구의 실험은 2002년 4월 22일부터 5월 4일까지 실시되었다.

2. 실험 기기 및 도구

목 및 어깨 통증을 치료하기 위해 저강도 초음파 치료기(노블라이프: noblelife; (주)듀플로젠, 수원)를 사용하였으며 치료 결과를 알아보기 위하여 시각 통증척도(visual analogue scale: VAS) 및 압통역치 측정기(threshold algometer: PTA)를 사용하였다.



그림 1. 저강도 초음파치료기(노블라이프: noblelife)

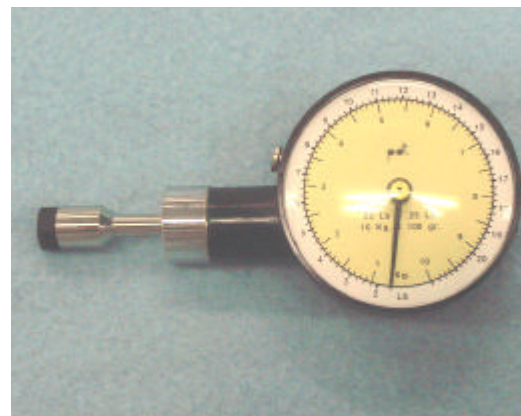


그림 2. 압통역치 측정기

표 1. 연구대상자의 일반적인 특성 (N=20)

일반적 특성	평균±표준편차	범위
나이(세)	35.3±5.7	31 ~45
키(cm)	154.0±4.1	150 ~168
체중(kg)	66.1±9.8	48 ~77

3. 실험과정

본 연구에 참여한 모든 대상자들에게 실험 전에 실험과정 및 의의를 자세히 설명하고 동의를 얻었다. 초음파치료 이전에 시각 통증 척도(VAS)를 이용하여 연구 대상자 스스로가 현재 통증이 어느 정도인지를 직접 선 위에 표시하도록 하였다. 대상자들의 주된 통증 호소부위 및 상부 승모근의 촉진을 통하여 가장 민감한 압통점을 찾은 후 펜으로 표시하여 치료전·후 압통역치를 측정 하였으며 초음파 치료시 표시된 부위를 중심으로 실시하였다. 압통역치 측정계로 측정하기에 앞서 연구 대상자에게 다음과 같은 사항을 설명 후(제가 이 기구를 이용하여 당신의 압통점을 누르는 과정에서 만약 누르는 느낌이 시작할 당시의 느낌과 달리 아픔을 느끼기 시작하면 '아' 라고 말해 주십시오), 압통역치 측정계를 표시한 측정부위에 대고 수직으로 압력을 가하여 측정하였다. 측정시 연구 대상자는 앉은 자세였으며 누르는 압력을 점차로 증가시켰다. 연구 대상자가 '아' 라고 하는 순간의 눈금을 압통 역치점으로 간주하였다. 압통역치 측정계를 사용할 때는 연구자가 동통을 측정하고자 하는 부위와 압통 측정계의 각도를 90°로 유지한 후 측정하였다. 연구자는 압통 측정계의 중간 부위를 가볍게 잡고 느린 속도로 눌렀다. 이 때 연구 대상자의 동통 측정 부위가 뒤로 밀려나지 않도록 반대손으로 고정시켰다. 연구자가 2번을 측정하여 평균값을 자료로 사용하였으며 측정시 연구 대상자의 동통이 가라앉을 수 있도록 1분의 휴식 시간을 두었다. 초음파치료는 펜으로 표시된 부위를 중심으로 하여 초음파 머리 부

위를 놓고 고정한 후 바로 누운 자세(supine)에서 실시하였다. 치료 시간은 20분, 치료 강도는 중(0.3 W/cm²), 초음파 발진 주파수는 1 MHz 으로 설정하였다. 치료 후 앞에서 반복된 시각 통증척도 및 압통역치를 측정하였다.

4. 분석방법

저강도 초음파 치료기(노블라이프) 적용 전후의 상부 승모근 통증 변화를 비교 분석하였다. 주관적 시각 통증척도(VAS)의 전후 비교를 위해 비모수검정의 일종인 윌콕슨(Wilcoxon) 부호순위 검정을 실시하였다. 압통역치(pressure pain threshold)의 전후 비교를 위하여 대응표본 t 검정(paired t-test)을 이용해 분석하였다. 유의수준 α 는 .05로 하였고, 자료의 통계처리를 위해 윈도우 용 SPSS 10.0 (Statistical Package for the Social Sciences) 프로그램을 사용하였다.

II. 결과

1. 초음파적용 전후의 주관적 시각 통증 척도(VAS)의 변화

저강도 초음파치료기(노블라이프)가 일반적인 통증 호발부위인 상부 승모근(upper trapezius)에 대한 효과는 시각 통증척도에 의해서 표 2와 같이 통증 감소를 나타냈다. 즉 초음파치료 적용 직전의 주관적 시각 통증척도는 20명의 연구 대상자에서 평균 50.0 이었고, 초음파치료 후 주관적 통증척도는 40.6으로 감소하였다(그림 3). 윌콕슨 부호순위 검정에 의해 주관적 통증의 감소는 표 3과 같이 유의한 차이를 나타내었다.

표 2. 초음파적용 전·후에 따른 주관적 시각 통증척도(VAS) 변화

	측정시기	
	초음파치료 전	초음파치료 후
시각 통증척도(VAS)(mm)	50.0±8.7*	40.6±6.7

*평균±표준편차

표 3. 초음파적용 전후에 따른 주관적 시각 통증척도(VAS)에 대한 윌콕슨 부호순위 검정

	치료 후<치료 전 (음의순위)	치료 후>치료 전 (양의순위)	치료 후=치료 전 (동률)	z-값	p
시각 통증척도(VAS)(mm)	19	0	1	-3.83	.00

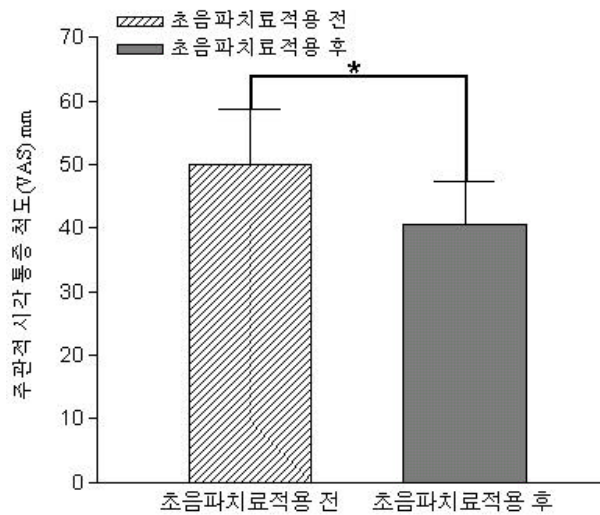


그림 3. 초음파 적용 전후에 따른 주관적 시각 통증척도(VAS)의 변화
* p<.05

2. 초음파적용 전후의 압통역치(pressure pain threshold: PPT)의 변화

저강도 초음파치료기(노블라이프)의 상부 승모근(upper trapezius)에 대한 통증감소 효과는 압통역치 변화에 의해서 표 4와 같은 결과를 얻었다. 즉, 초음파치료 적용 직전의

압통역치는 20명의 연구 대상자에서 평균 $3.1 \pm 0.8 \text{ kg/cm}^2$ 이었다. 초음파치료 후 압통역치는 $3.8 \pm 1.2 \text{ kg/cm}^2$ 으로 증가 하였다(그림 4). 대응표본 t-검정에 의한 통증 역치의 증가는 표 5와 같이 유의한 차이를 나타냈다.

표 4. 초음파적용 전· 후에 따른 압통역치의 변화 (N=20)

	측정시기	
	초음파치료 전	초음파치료 후
압통역치(kg/cm^2)	3.1 ± 0.8	3.8 ± 1.2

*평균±표준편차

표 5. 초음파적용 전· 후에 따른 압통역치 비교

	자유도	t-값	p
압통역치(kg/cm^2)	19	-4.15	.00

*평균±표준편차

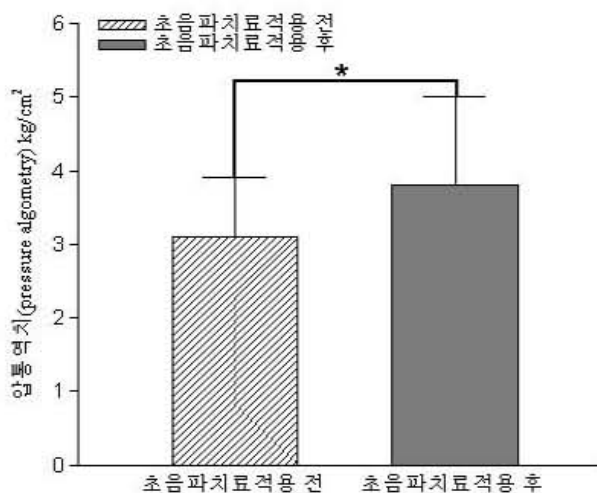


그림 4. 초음파치료 적용 전후에 따른 압통역치의 변화

* p<.05

IV. 고찰

본 연구에서는 저강도 초음파치료기(노블 라이프)가 상부 승모근의 통증에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 저강도 초음파 치료 전과 후에 각각 주관적 시각 통증 정도와 압통역치를 비교하였다. 저강도 초음파 치료기의 일종인 노블라이프(noblelife)는 퇴행성 관절염, 족저 근막염, 테니스 엘보(tennis elbow), 오십견, 골절 치유에 이용되고 통증이 심한 상태의 대상자에게 효과적으로 사용된다. 치료시에는 일반적인 의료용 초음파 치료기와는 달리 초음파 머리 부분을 문지르지 않고 고정시킨 채로 적용하였다. 저강도(2~4 W/cm²) 초음파를 이용해서 표면열 발생이 거의 없어 안정성에는 문제가 없었고, 노블라이프 전용 젤에는 멘솔과 천연 약제가 함유되어 있어 그 자체로도 통증 억제와 치료에 효과적으로 작용했다고 할 수 있다.

초음파치료의 일차적인 효과는 초음파 에너지 흡수에 따른 조직 온도의 상승이다. 초음파 에너지가 조직에 도달하면 분자들의 마찰에 의해서 열에너지로 전환된다. 열발생은

조직온도를 상승시키고 이에 따라 혈류량 증진, 생체막 투과성 증가, 신진대사 증가, 교원 조직의 신장력 증가, 통증역치 증가, 근경축 완화, 신경 전도속도 변화, 효소 활성 증가, 골격근의 수축력 변화 등과 같은 생리학적 반응이 나타난다(이재형, 1995; Kahn 1991).

말초 신경 또는 신경종말을 치료하면 조직의 온도 상승으로 통증 역치가 증가한다. 열 자극에 따른 통증완화 기전은 명확하게 밝혀 지지는 않았으나 허혈로 인한 통증의 경우 열에 의한 국소 충혈로 통증이 완화되며, 통증-경축 악순환 고리의 차단, 관문 조절설, 엔돌핀 작용설 등으로 설명된다. 또한 일시적 신경차단이 나타나 통증이 감소되기도 한다. 초음파는 특히 심부근육 및 건, 인대, 관절낭 등 심부관절 및 관절주위 조직의 통증완화에 적합하다고 할 수 있다(이재형, 1995; Esenyel, 2000; Kahn 1991; ter Haar G, 1999).

초음파치료로 근육의 온도가 약 42 ℃ 정도 상승하면 골지건기관(GTO)의 Ib 섬유의 흥분 발사율의 증가와 II 군 신경섬유(Group II sensory fiber)의 흥분발사율 감소가 나타나게 된다. 근육의 피부 온도가 상승함에 따

라 원심성 감마 운동 신경섬유(γ -motor nerve fiber)의 활성 감소가 나타나 알파 운동 신경섬유(α -motor nerve fiber)의 흥분 발사율이 감소되고 근경축이 완화된다. 또한 조직의 온도 상승으로 통증이 완화됨에 따라 통증-경축 악순환 고리가 단절되어 근경축이 완화된다(Behrens와 Michlovitz, 1996; Mense, 1978).

초음파 치료의 주된 대상이 되는 통증 및 근경축을 동반하는 질환으로는 근골격계의 통증을 예로 들 수 있다. 즉 회전근개 손상, 상완 이두근 건염, 극상근 건염, 견봉하 점액낭염, 삼각근하 점액낭염, 오구돌기하 점액낭염, 뇌졸중, 고정 등으로 인한 어깨부위 통증을 가장 흔한 질환으로 들 수 있다. 그밖에 요통, 경부통 및 그에 따른 근경축을 치료하는데 사용된다. 턱관절 기능장애의 통증 및 근경축을 완화시키고 얼굴부종 등을 완화시키는데 초음파치료가 적용되기도 한다. 근근막통증증후군에 초음파치료를 시도한 이래 발통점에 대한 초음파치료를 통증완화를 위해 사용하고 있다. 또한, 교감신경기능장애, 대상포진으로 인한 통증, 신경통(neuralgia) 등으로 인한 신경계의 통증과 신경염, 신경근염, 좌골신경통 등으로 인한 신경계 통증에 효과가 있는 것으로 알려져 있다(Binder 등, 1985; Falconer 등, 1990; van der Windt 등, 1999).

압통은 주로 발통점(trigger point)에서 느껴지며 발통점이 근막동통증후군의 원인이라고 설명하였다. 이번 연구에서는 임상에서 흔히 볼 수 있는 경통, 견통, 요통 등 대부분의 질환이 근막동통증후군과 관련된 것을 감안하여 압통역치를 측정하였다. 압통역치의 측정을 위해서 압통역치 측정계를 사용하였다. 압통역치 측정계를 발통점과 압통점의 측정에 사용한 것에 대한 연구 논문에서 압통역치 측정계가 조직의 통증에 대한 민감성을 평가하는데 효과적이었다고 하였다(Fischer,

1986; Fischer, 1987).

본 연구의 제한점은 압통역치 측정도구의 신뢰도는 높으나 압통역치의 측정시 통증을 느끼는 것은 피험자의 주관적인 경험이므로 일반화하는데 문제가 있다는 것이다. 이 문제점을 보완하기 위하여 압통역치 측정전에 연구 대상자들에게 실험에 대해서, 그리고 측정 방식에 대해서 충분히 설명을 해주었고, 또한 피험자들에게 발통점을 압통역치 측정계로 누를 때 누른 위치와 누르는 힘이 다르면 '다르다' 라고 말하게 했다. 연구 대상자가 '다르다' 라고 말하면 다시 발통점을 눌러 측정하였다.

본 연구에서는 저강도 초음파치료가 통증 감소에 미치는 영향을 주관적 시각 통증척도와 압통역치의 비교로 분석하였다. 결과에서 볼 수 있듯이 통증의 감소가 통계학적으로 의미있는 감소를 나타냈으며 주관적 시각 통증척도와 압통역치 모두에서 동일한 결과를 얻었다. 연구의 제한점을 살펴보면 압통역치에 의한 방법이 통증을 측정치로 나타내는 면에서 비교적 객관적이라는 근거와 발통점에 대한 압통역치 측정계의 사용에 관한 연구를 기본으로 하여 사용하였다. 그러나 처음으로 아픔을 느낄 때를 말하라는 실험 과정에서 그 아픔을 느끼는 강도에 있어 피험자들의 주관적인 면을 배제할 수는 없었다. 본 실험에 사용된 통증변화에 대한 측정 척도 이외에 감정적 평가(Esenyel 등, 2000; Moore 등, 1984)와 관절가동범위(ROM)의 평가(Esenyel 등, 2000) 등 다른 항목을 추가함으로써 저강도 초음파 치료가 통증 감소에 대한 효과를 보다 객관적으로 분석할 수 있었지만 포함되지 못하였다.

V. 결론

본 연구에서는 저강도 초음파치료기(노블 라이프)가 상부 승모근의 통증에 미치는 영

향을 알아보기 위해 저강도 초음파 치료 전과 후에 각각 주관적 시각 통증척도와 압통역치를 비교하였다. 통증이 있는 20명을 대상으로 한 본 연구에서 주관적 시각 통증척도는 50.0에서 40.6으로 18.8% 정도 통계적으로 유의하게 감소하였다. 또한 압통역치는 3.1 kg/cm²에서 3.8 kg/cm²으로 유의하게 증가되었다. 본 연구에서 사용된 저강도 초음파치료기(노블라이프)는 통증이 있는 연구 대상자에게 있어 의미있는 통증 감소의 결과를 나타내었다. 그러므로 고정식 저강도 초음파치료기 노블라이프는 통증감소에 효과적으로 사용될 수 있을 것이다.

인용문헌

- 이재형, 전기치료학, 대학서림, 1995:491-539.
- Behrens BJ, Mchlovitz SL. Physical Agents: Therapy and Practice, F.A. Davis Co., 1996:81-113.
- Binder A, Hodge G, Greenwood AM, et al. Is therapeutic ultrasound effective in treating soft tissue lesions? Br Med J. 1985;16:512-514.
- Brand JC Jr, Brindle T, Nyland J, et al. Does pulsed low intensity ultrasound allow early return to normal activities when treating stress fractures? A review of one tarsal navicular and eight tibial stress fractures. Iowa Orthop J. 1999;19:26-30.
- Busse JW, Bhandari M, Kulkarni AV, et al. The effect of low-intensity pulsed ultrasound therapy on time to fracture healing: A meta-analysis. CMAJ. 2002; 166:437-441.
- Enwemeka CS, Rodriguez O, Mendos S. The biomechanical effects of low-intensity ultrasound on healing tendons. Ultrasound Med Biol. 1990;16:801-807.
- Esenyel M, Caglar N, Aldermir T. Treatment of myofascial pain. Am J Phys Rehabil. 2000;79:48-52.
- Falconer J, Hayes KW, Chang RW. Therapeutic ultrasound in the treatment of musculoskeletal conditions. Arthritis Care Res. 1990;3:85-91.
- Fischer AA. Pressure threshold meter: Its use for quantification of tender spots. Arch Phys Med Rehabil. 1986;67: 836-838.
- Fischer AA. Reliability of the pressure algometer as a measure of myofascial trigger point sensitivity. Pain. 1987; 28:411-414.
- Kahn J. Principles and Practice of Electrotherapy, 2th ed, Churchill Livingstone Inc., 1991:51-70.
- Longobardi AG, Clelland JA, Knowles CJ, et al. Effects of auricular transcutaneous electrical nerve stimulation on distal extremity pain: A pilot study. Phys Ther. 1989;69:10-17.
- Mayr E, Frankel V, Futer A. Ultrasound: An alternative healing method for nonunions? Arch Orthop Trauma Surg. 2000;120:1-8.
- McCreary C, Turner J, Dawson E. Principal dimensions of the pain experience and psychological disturbance in chronic low back pain patients. Pain. 1981;11:85-92.
- Mense S. Effects of temperature on the discharges of muscle spindles and tendon organs. Pflugers Arch. 1978; 18:159-166.
- Moore PN, Kinsman RA, Dirks JF. Subscales to the Taylor Manifest Anxiety Scale in three chronically ill populations. J Clin Psychol. 1984;40: 1431-1433.

- Nolte PA, van der krans A, Patka P, et al, Low-intensity pulsed ultrasound in the treatment of nonunions, J Trauma, 2001;51:693-702.
- Selkowitz DM, Cameron MH, Mainzer A, et al, Efficacy of pulsed low-intensity ultrasound in wound healing: A single-case design, Ostomy Wound Manage, 2002;48:40-44.
- Tanzer M, Kantor S, Bokyn JD, Enhancement of bone growth into porous intramedullary implants using non-invasive low intensity ultrasound, J Orthop Res, 2001;19:195-199.
- ter Haar G, Therapeutic ultrasound, Eur J Ultrasound, 1999;9:3-9.
- van der Windt DA, van der Heijden GJ, van den Berg SG, et al, Ultrasound therapy for musculoskeletal disorders: A systematic review, Pain, 1999;81:257-271.
- Warden SJ, Bennell KL, Matthews B, et al, Efficacy of low-intensity pulsed ultrasound in the prevention of osteoporosis following spinal cord injury, Bone, 2001;29:431-436.