

척추 질환의 수기치료에서 진단용 초음파 활용을 위한 주제범위 문헌고찰

김효은* · 정창연* · 최세진* · 이연우[†] · 황만석^{†,‡}

부산대학교 한의학전문대학원*, 부산대학교한방병원 한방재활의학과[†], 부산대학교 한의학전문대학원 임상의학 3교실[‡]

Scoping Review of Ultrasonography in Assessing Manipulative Treatment for Spinal Diseases

Hyo-Eun Kim*, Chang-Yeon Jung*, Se-Jin Choi*, Yeon-Woo Lee, K.M.D.[†], Man-Suk Hwang, K.M.D.^{†,‡}
School of Korean Medicine, Pusan National University*, Department of Korean Medicine Rehabilitation, Pusan National University Korean Medicine Hospital[†], Third Division of Clinical Korean Medicine, School of Korean Medicine, Pusan National University[‡]

This work was supported by clinical research grant from Pusan National University Hospital in 2023.

RECEIVED January 3, 2024
REVISED January 8, 2024
ACCEPTED January 8, 2024

CORRESPONDING TO

Man-Suk Hwang, Department of Korean Medicine Rehabilitation, Pusan National University Korean Medicine Hospital, 20 Geumo-ro, Mulgeum-eup, Yangsan 50612, Korea

TEL (055) 360-5970
FAX (055) 360-5559
E-mail hwangmansuk@pusan.ac.kr

Copyright © 2024 The Society of Korean Medicine Rehabilitation

Objectives This study aims to comprehensively review research utilizing ultrasonography for assessing manipulative treatment on spinal diseases, with the goal of promoting the wider integration of ultrasound imaging into clinical practice.

Methods A systematic search was conducted on three international databases (Embase, PubMed, Cochrane) up to July 23, 2023. The search included key terms such as ultrasonography, manipulation, and skeletal muscle. The inclusion criteria narrowed down the selection to studies specifically related to lumbar and cervical vertebrae.

Results Eleven studies were included in the review, with 10 focusing on lumbar vertebrae and one on cervical vertebrae, all employing spinal manipulation treatment. Among the 11 selected studies, nine primarily focused on ultrasound imaging to measure muscle thickness, while two utilized shear wave elastography to assess muscle stiffness. Also, rigorous measures were taken to ensure the reliability of the ultrasonography data.

Conclusions This scoping review highlights the limited but growing evidence supporting the use of ultrasonography to assess manipulative treatment for spinal diseases. Despite a scarcity of studies in South Korea, it is crucial to recognize the potential of ultrasonography in becoming a widely used and practical tool for evaluating the effectiveness of manipulative treatments in the near future. (**J Korean Med Rehabil 2024; 34(1):11-22**)

Key words Ultrasound, Spinal manipulation therapy, Manipulation, Chuna, Skeletal muscle

서론»»»»

한의학의 수기요법은 척추 질환 등 근골격계에 주로 활용되는 치료기법으로 통증 경감, 관절 운동 회복 및

기능 강화를 치료의 주목적으로 한다¹⁾. 근골격계 질환은 흔한 질환 중의 하나로 사회적 비용을 증가시키는 주요 원인이 된다²⁾. 건강보험심사평가원의 보고에 따르면, 근골격계 질환 중 경추통과 요통이 포함된 ‘등통증’이 차지하는 비율이 약 30%로 타 부위 대비 크게 높은

편이다³⁾.

이러한 근골격계 질환을 진단하고 치료 후 효과를 객관적으로 측정하기 위해서는 초음파와 같은 현대 진단 기기의 활용이 필수적이다. 초음파 기기는 음향 저항의 차이가 있는 조직에 1~10 MHz의 초음파를 생체 내에 투과시켜 반사되는 신호를 컴퓨터로 증폭 및 변환하여 실시간 영상으로 출력한다. 초음파는 비침습적으로 깊은 부위의 근육, 건, 기타 내부 장기의 구조 및 기능을 평가하고 측정할 수 있다. 또한, 근육의 형태를 정량적으로 측정할 수 있으며 다양한 근골격계 장애를 진단하고 휴식기 및 수축기 모두 활용이 가능한 도구이다. 빠르고 연속적인 초음파 이미지를 제시하며 실시간으로 동적 및 정적 이미지들을 출력한다. 초음파 영상의 장점으로는 방사선 노출이 없어 안전하며, 재현성이 좋으며 자기공명영상(magnetic resonance imaging)이나 컴퓨터단층촬영(computed tomography) 등에 비해 경제적이기에 일상적인 임상환경에서 활용하기에 적합하다¹⁾. 근전도검사(electromyography) 역시 근육 상태를 측정하는 데 활용되는 기술이나 표면에 부착하는 전극 장치로는 얇은 층의 근육만을 측정하기에 적합하지 않다⁴⁾.

한편, 추나를 포함한 수기요법 연구 중 초음파를 활용하여 발표한 국내 연구가 매우 적으며, 문헌고찰 역시 부족한 실정이다. 특히, 경추통 혹은 요통에 초음파와 함께 한의학적 치료를 적용한 연구는 없었다. 그렇기에 본 고에서는 연구 주제에 적합한 국외 논문 데이터베이스를 중심으로 주제범위 문헌고찰(scoping review)의 방법으로 연구 동향을 살피고 질환에 적용된 술기, 초음파 및 초음파 외 측정 도구의 활용과 수기치료 효과 등을 분석하여 향후 연구 방향을 제시하고자 하였다.

대상 및 방법»»»»

1. 논문 검색

본 연구를 위해 Embase, PubMed와 Cochrane의 국외 데이터베이스를 이용했으며, 검색 일자인 2023년 7월 23일까지의 연구를 포함하도록 하였다.

Embase에서 “ultrasound”, “sonogram”, “ultrasonography”,

“ultrason”, “imaging”, “sonography”, “ultrasonic”, “echography”, “ultrasonic testing”, “chuna”, “manual therapy”, “manipulation”, “musculoskeletal”, “skeletal muscle”을 조합하여 적절한 방식으로 검색하였다. 구체적인 검색 키워드 알고리즘은 Appendix I로 보충한다.

2. 논문 선택

Embase에서 418편, Pubmed에서 814편, Cochrane에서 140편으로 총 1,372개의 논문이 검색되었다. Cochrane의 경우, 검색된 총 논문 중 Cochrane protocol 및 Cochrane review 논문은 제외하였다. 이후 연구자간 회의를 통해 설정한 포함 및 배제 기준을 토대로 진행하였다. 우선, 3명의 연구자가 각각 제목과 초록을 검토하여 주제와 무관한 연구를 제외하였다. 이후 남아있는 논문의 원문을 확인한 뒤 최종적으로 적합한 문헌을 선정하였다. 문헌 선택과정에서 연구자 간 이견이 있는 경우 서로 토의하거나 제3의 연구자와의 논의를 거쳐 의견을 조정하였다. 구체적인 포함 기준과 배제 기준은 다음과 같다.

세 데이터베이스에서 검색된 결과 중 1) 초음파가 진단의 목적으로 사용되지 않았거나 2) 치료에 있어 수기요법이 사용되지 않았거나 3) 대상이 근골격계 질환이 아닌 논문은 모두 제외하였다. 또한 4) 경추 및 요추를 대상으로 하는 논문만 선별하여 1,361의 논문을 제외하고 최종 11개의 논문을 연구 대상으로 선정하였다.

3. 데이터 기록

선정된 논문의 기록은 Microsoft Excel 2021 (Microsoft)을 사용하여 데이터를 기록하였다. 최종 정리된 11편의 논문들의 연구 형식, 샘플의 크기, 조작, 비교군을 조사하고, 수기요법에 대한 데이터를 추출하였고 3인의 연구자가 검토하였다. 또한 이용한 치료에 있어 초음파의 활용 가능성을 조사하였다. 정리 및 분석된 내용은 다음 그림과 표의 형태로 제시하였다(Fig. 1, Table I).

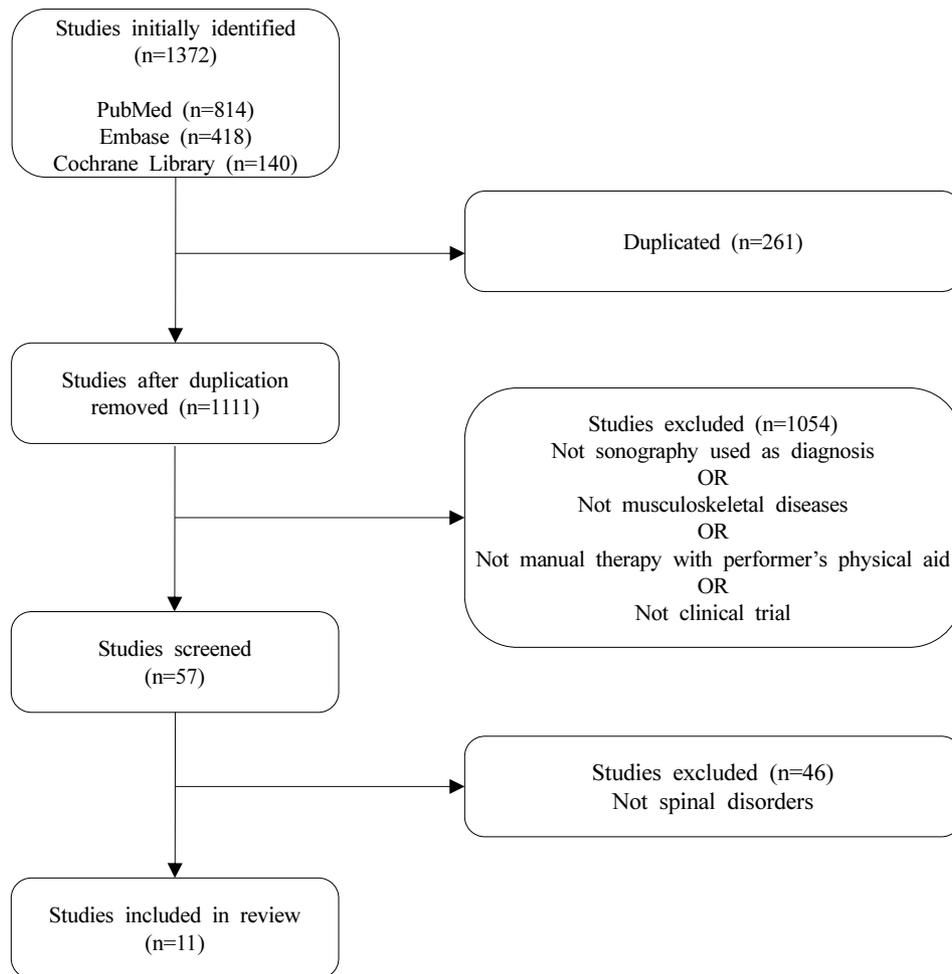


Fig. 1. A flow chart of publication selection process.

Table I. Executive Summary of 11 Studies Selected

First author (year)	Study design	Sample size/disease (condition)	Intervention (E group/C group)	Main outcome measure	Results
Brenner ⁴⁾ (2007)	Case report	33-year-old male with a 21-year history of LBP	Regional manipulation for L5-S1 and L4-5	1. Lumbar multifidus thickness	1-1. L4-5 levels (at rest [cm]→during arm-lifting task [cm]) - Premanipulation: 2.65→2.80 - Immediately postmanipulation: 2.68→3.23 - 24 hours postmanipulation: 2.53→3.19 1-2. L5-S1 levels (at rest [cm]→during arm-lifting task [cm]) - Premanipulation: 2.65→2.71 - Immediately postmanipulation: 2.56→2.95 - 24 hours postmanipulation: 2.51→2.88
Raney ⁵⁾ (2007)	Case series	9 patients with LBP less than 16 days and no symptoms below the knee	Supine lumbopelvic manipulation	1. NPRS 2. Transversus abdominis thickness 3. Internal oblique thickness	1. NPRS: 5.3→3.1 2. Transversus abdominis thickness (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - At rest: 9.5→8.9 - During abdominal drawing-in maneuver: 5.9→6.8 3. Internal oblique thickness (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - At rest: 3.6→3.1 - During abdominal drawing-in maneuver: 12.6→12.3

Table I. Continued

First author (year)	Study design	Sample size/disease (condition)	Intervention (E group/C group)	Main outcome measure	Results
Konitzer ⁸⁾ (2011)	Case series	19 patients with LBP who meet at least 3 of the 4 criteria for the lumbar stabilization clinical prediction rule	3 consecutive sessions with spinal manipulation treatment	1. NPRS 2. ODI 3. Transversus abdominis thickness 4. Internal oblique thickness	1. NPRS mean difference - Premanipulation to postmanipulation: -1.63* - Premanipulation to second session: -1.21* 2. ODI mean difference - Premanipulation to second session: -7.05* 3. Transversus abdominis thickness (at rest [mm]→contracted [mm]) - Premanipulation to postmanipulation: 0.09→0.30 - Premanipulation to second session: 0.03→0.31 4. Internal oblique thickness (at rest [mm]→contracted [mm]) - Premanipulation to postmanipulation: 0.51→0.27 - Premanipulation to second session: 0.49→0.21
Fritz ⁹⁾ (2011)	Case series	48 patients	3 consecutive sessions with spinal manipulation treatment	1. Global stiffness 2. Terminal stiffness 3. Zero-order correlations 4. ODI	1. Global stiffness (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - Session 1: 5.6→5.4* - Session 2: 5.5→5.4* - Session 3: 5.4 2. Terminal stiffness (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - Session 1: 4.3→3.9* - Session 2: 4.3→4.0* - Session 3: 4.1 3. Zero-order correlations - Initial terminal stiffness and immediate change in LM recruitment (r=-0.29) - Initial terminal stiffness and sustained change in LM recruitment (r=-0.34) - Immediate change in LM recruitment and CPR status (r=0.30) 4. ODI - Session 1: 32.2* - Session 2: 26.2* - Session 3: 23.9*
Byers ⁷⁾ (2011)	RCT	42 healthy individuals	Randomly selected out of below by each group 1. Prone lumbar non thrust mobilization 2. Side-lying lumbar thrust manipulation 3. Supine lumbopelvic thrust manipulation	1. Lumbar multifidus thickness	1-1a. Prone lumbar non thrust mobilization (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - At rest: 3.436→3.465 - During abdominal drawing-in maneuver: 3.504→3.538 1-2a. Side-lying lumbar thrust manipulation - At rest: 3.397→3.423 - During abdominal drawing-in maneuver: 3.456→3.511 1-3a. Supine lumbopelvic thrust manipulation - At rest: 3.414→3.434 - During abdominal drawing-in maneuver: 3.469→3.489 1-1b. Prone lumbar non thrust mobilization (premanipulation [mm]→postmanipulation [mm]) - At rest: 3.483→3.487* - During prone upper extremity lifing task: 3.848→3.847 1-2b. Side-lying lumbar thrust manipulation - At rest: 3.441→3.455 - During prone upper extremity lifing task: 3.791→3.843 1-3b. Supine lumbopelvic thrust manipulation - At rest: 3.451→3.574 - During prone upper extremity lifing task: 3.796→3.835

Table I. Continued

First author (year)	Study design	Sample size/disease (condition)	Intervention (E group/C group)	Main outcome measure	Results
Koppenhaver ¹⁰⁾ (2011)	Case series	78 participants with LBP	3 consecutive sessions with spinal manipulation treatment	1. Correlation 2. Lumbar multifidus thickness 3. Transversus abdominis thickness change 4. Internal oblique thickness change	1. Increase in contracted LM muscle thickness and improved disability (p=0.02) 2. Change from baseline (immediately after SMT [mm])→3-4 d after SMT [mm]→1 wk after initial SMT) - LM L4-5 during contralateral arm raise (CAL): 0.08→0.64*→0.21 - LM L5-S1 during contralateral arm raise (CAL): 0.05→0.55→0.12 3. Change from baseline (immediately after SMT [mm])→3-4 d after SMT [mm]→1 wk after initial SMT) - During abdominal drawing-in maneuver: -0.28*→0.05→0.06 - During straight leg raise (ASLR): -0.08→0.09→0.08 4. Change from baseline (immediately after SMT [mm])→3-4 d after SMT [mm]→1 wk after initial SMT) - During straight leg raise (ASLR): -0.51*→0.00→-0.23
Koppenhaver ¹¹⁾ (2012)	Case series	73 participants with LBP	3 consecutive sessions with spinal manipulation treatment	1. Correlation with lumbar multifidus thickness change	1. 4 variables (all p<0.15) - Acute low back pain (most strongly associated) - No pain with posterior-to-anterior pressure to L5 - Positive straight leg raise (ASLR) test - Symptoms that centralize rather than peripheralize with repeated lumbar extension
Snider ¹⁴⁾ (2018)	RCT	60 patients with LBP	E: Osteopathic manipulative treatment for 20 minutes (n=20) C1: Seated for 30 minutes (n=20) C2: Walking a defined indoor route for 5 minutes (n=20)	1. Correlation with bony landmarks 2. Direction of change in asymmetry 3. Total change in asymmetry	1. BMI correlated with SPSIS (r=0.5, p=0.001), SBP (r=0.6, p<0.001) but not SSD (r=0.2, p=0.24) 2-1. Increase in asymmetry (SPSIS/SBP/SSD) (No. [%]) E: 13 (65)/9 (45)/10 (50) C1: 15 (75)*/8 (40)/13 (65) C2: 7 (35)/12 (60)/13 (65) 2-2. No change in asymmetry (SPSIS) (No. [%]) E: 0 (0) C1: 1 (5) C2: 2 (10) 2-3. Decrease in asymmetry (SPSIS/SBP/SSD) (No. [%]) E: 7 (35)/11 (55)/10 (50) C1: 4 (20)/12 (60)/7 (35) C2: 11 (55)/8 (40)/7 (35) 3. Absolute asymmetry change (SPSIS/SBP/SSD) (mm) E: 3.0/3.0/4.0 C1: 4.6/4.0/4.0 C2: 3.1/4.0/3.8
Gao ¹³⁾ (2020)	Case series	1. 20 patients with LBP 2. 9 age-matched healthy volunteers	Osteopathic manipulative treatment	1. Total TART score 2. SWV: relaxation (m/s) 3. SWV: contraction (m/s) 4. SWV rate	1. Total TART score (premanipulation→postmanipulation): 6.55±2.18→2.03±1.68* 2. SWV: relaxation (premanipulation→postmanipulation): 1.83±0.28→1.58±0.3* 3. SWV: contraction (premanipulation→postmanipulation): 3.27±0.69→4.14±0.88* 4. SWV rate (premanipulation→postmanipulation): 0.82±0.55→1.74±0.79*
Buran Çirak ⁶⁾ (2021)	RCT	30 patients with nonspecific LBP	E: Real SNAG group (n=15) C: Sham SNAG group (n=15)	1. Multifidus stiffness by group 2. Erector spinal muscles stiffness by group	1. Multifidus shear elastic modulus (kPa) (premanipulation→postmanipulation) E: 39.8±1.4→36.2±2.5* C: 40.3±5.5→39.83±4.20* 2. Erector spinal muscles shear elastic modulus (kPa) (premanipulation→postmanipulation) E: 26.8±3.4→22.1±2.1* C: 23.1±5.2→22.94±3.6*

Table I. Continued

First author (year)	Study design	Sample size/disease (condition)	Intervention (E group/C group)	Main outcome measure	Results
Sillevis ¹²⁾ (2021)	Case report	55-year-old female, suffering from cervicogenic headaches since the age of 18	6 visits of manual therapy	1. Physical examination data	1. Physical examination data (1 visit→6 visit) - NDI: 48→6 - HDI: 60→8 - Cerv rot right: 65→78 - Cerv rot left: 55→75 - Flexion rot right: 38→42 - Flexion rot left: 22→44 - MSK US: +right positional default+C5-C7 right facet hypomobility→symmetrical motion assessment lower cervical spine bilaterally - Palpation for position: (+) right rot 6/10→symmetrical positioning atlas 1/10 - Neck pain (VAS): 75 mm→8 mm - DNF: 3/5 poor endurance test 8 seconds→endurance 69 seconds

LBP: low back pain, NRPS: numeric pain rating scale, ODI: Oswestry disability index, LM: lumbar multifidus, CPR: clinical prediction rules, RCT: randomized controlled trial, SMT: spinal manipulation therapy, CAL: contralateral arm raise, ASLR: active straight leg raise, BMI: body mass index, SPSIS: skin to the posterior superior iliac spine, SBP: sacral base position, SSD: sacral sulcus depth, TART: tissue texture change, asymmetry, restriction of motion and tenderness, SWV: shear wave velocity, SNAG: sustained natural apophyseal glides, NDI: neck disability index, HDI: headache disability inventory, MSK US: musculoskeletal ultrasound, VAS: visual analog scale, DNF: deep neck flexor.

*p<0.05.

결과»»»»

1. 연구동향

1) 연도정리

출판 연도를 보면, 국외에서 2007년에 Brenner 등⁴⁾과 Raneý 등⁵⁾의 연구가 처음 발표되었다. 이후 2011년에 논문이 4편이 발표되었다. 2012년, 2018년, 2020년에 각 1편씩 그리고 2021년에 2편의 논문이 가장 최근에 발표되었다.

2) 연구설계

총 11건의 연구 중 2명 이상을 연구 대상으로 한 case series 연구가 6건으로 가장 많았으며, 무작위배정 비교 임상시험(randomized controlled trial, RCT)은 3건, 1명을 연구 대상으로 한 case report 2건으로 나타났다.

3) 연구 대상 질환

본 연구는 경추 및 요통 질환을 대상으로 리뷰하였다. 총 11건의 논문 중, 요추 관련 질환에 대한 연구가 10건이며 경추질환에 대한 연구는 1건으로 나타났다.

2. 중재 수기요법

연구에 사용된 spinal manipulation therapy (SMT) 기법은 각 연구마다 그 방식에 있어 치료 횟수, 치료 기간 및 적용된 술기 방식 등에 차이가 있다.

구체적으로, Brenner 등⁴⁾, Raneý 등⁵⁾의 연구는 1회의 SMT를 수행했으며 치료 전후의 차이를 비교했다. 추가적인 수기요법이나 다른 수기요법은 진행하지 않았다. RCT 연구인 Buran Çirak 등⁶⁾은 Mulligan sustained natural apophyseal glides (SNAG)요법을 적용해 치료 전후의 근육의 강직도(stiffness)를 비교하였다. 통제 그룹은 sham Mulligan SNAG를 적용하여 전후의 결과를 비교하였다. 반면, Byers 등⁷⁾은 세 가지 다른 SMT를 1회씩 수행해 치료 전후의 효과를 측정하였다.

한편, Konitzer 등⁸⁾, Fritz 등⁹⁾, Koppenhaver 등¹⁰⁾, Koppenhaver 등¹¹⁾의 연구는 연속적인 세션을 구성해 SMT를 수행했다. 총 2회의 SMT를 진행했으며, 중재 기간은 4-9일 사이였다. 그리고 Sillevis 등¹²⁾은 경추 환자를 대상으로 하여 총 6주간 6번의 수기요법을 시행했다. 질환의 차도에 따라 회차마다 다양한 수기요법을 사용했다. 또한, 치료 종료 4주 후 시점에 통증의 정도 등을 측정해 가장 장기간의 수기요법의 효과를 확인하였다.

각 연구는 근육 수축 상태를 측정하는 방식에 차이가

있었는데, Brenner 등⁴⁾은 prone upper extremity lifting task 자세에서 측정하였으며 Raney 등⁵⁾은 abdominal drawing-in maneuver (ADIM) 자세로 측정했다. Koppenhaver 등¹⁰⁾은 무릎을 굽히지 않고 양팔을 올린 자세인 active straight leg raise 자세와 ADIM 자세 모두를 측정했다. Gao 등¹³⁾은 superman spine extension 자세를 취해 양 팔과 다리를 15~30도 사이의 아치가 형성되도록 뻗은 자세를 취하게 하였다.

각 연구의 구체적인 중재 수기요법은 도표에 제시하였다(Table 1).

3. 평가 도구

1) 초음파

초음파를 활용한 방식은 크게 두 가지로 실시간 초음파 영상을 활용하는 것과 전단파탄성측정법(shear wave elastography)을 활용하는 것이다. 구체적으로 Brenner 등⁴⁾의 연구는 재활초음파 영상(rehabilitative ultrasound imaging) 기술을 활용했다. 해당 초음파 영상은 특히 transversus abdominis (TrA), rectus abdominis 및 lumbar multifidus (LM) 근육을 측정하는데 유의한 도구이다⁴⁾. 초음파 영상으로 주로 요추 근육의 두께 변화를 측정해 근육 기능의 변화를 확인하고자 했다. Snider 등¹⁴⁾은 골반 및 엉치뼈 주변의 구조물의 비대칭성을 확인하는 데 초음파 영상을 활용했다. Sillevs 등¹²⁾은 구조물 간의 거리나 근육의 지름 외에도 경추 후관절의 경직도(stiffness)를 측정하는 데 사용했다.

한편, Gao 등¹³⁾과 Buran Çirak 등⁶⁾은 근육의 경직도(stiffness)를 측정하는데 전단파탄성측정법(shear wave elastography)을 사용했다.

각 연구에서는 초음파 측정 결과의 객관성과 신뢰도를 높이고자 측정 방식을 세밀하게 설계했다. 또한, 초음파 시술자에 대한 약력 소개를 통해 검증된 측정자가 연구에 참여했음을 제시하기도 하였다. 구체적으로, Brenner 등⁴⁾, Raney 등⁵⁾, Konitzer 등⁸⁾은 관찰자 내 및 평가자 간 신뢰도를 검증했으며 급내상관계수(intraclass correlation coefficient, ICC)를 제시하였다. Gao 등¹³⁾은 관찰자 내 반복성(intraobserver repeatability)을 측정하기 위해 1분 간격으로 동일 부위를 2회 측정했다. 또한, 추가로 두

명의 초음파 측정자를 두어 동일한 연구 대상자의 초음파 측정 결과를 서로 비교하여 측정자 간 신뢰도를 테스트했다. 더불어, Fritz 등⁹⁾, Koppenhaver 등¹¹⁾은 3번의 초음파 이미지를 얻어 그 값의 평균을 사용했다.

또한, Koppenhaver 등¹⁰⁾과 Snider 등¹⁴⁾은 측정 결과를 컴퓨터 화면에서 가려 초음파 측정자가 맹검이 될 수 있도록 하였다. 또한, SMT 시술자도 결과값에 대해 맹검 처리하여 객관적인 측정이 가능하도록 설계했다.

한편, Raney 등⁵⁾의 연구에서는 시술자가 40시간의 Burwin Institute의 musculoskeletal ultrasound imaging course를 완료했음을 제시했고, Konitzer 등⁸⁾의 연구에서는 시술자가 해당 분야에 7년의 신경근골격 진단 평가 및 SMT 경력과 함께 8개월의 초음파 임상 경험이 있음을 제시하였다.

각 연구에서는 초음파 결과값을 다른 측정 방법의 결과와 비교하기도 하였는데, Snider 등¹⁴⁾은 수기요법의 시술자가 촉진으로 인체 구조물의 비대칭성을 진단한 것과 초음파 진단의 결과를 비교해 그 일치 정도를 계산하였다. 그러나 모든 구조물에서 촉진과 초음파 결과값이 일치하지 않는 수준을 보였다. 반면, Gao 등¹³⁾은 초음파 결과값과 촉진에 의해 측정된 tissue texture change, asymmetry, restriction of motion and tenderness 평가값과 비교해 높은 상관관계가 있음을 밝히기도 하였다(Spearman $r=0.68$).

한편, Snider 등¹⁴⁾은 초음파 기술의 한계를 지적하기도 하였는데, 초음파는 높은 ICC를 갖고 안정적으로 구조물을 측정하나 밀리미터 수준의 아주 작은 비대칭성은 정교하게 측정하지 못할 수 있음을 언급하였다. 또한 불규칙한 구조의 특성을 갖는 구조물은 초음파로 반복적으로 동일하게 측정하기 어려운 점, 프로브에 가해지는 작은 압력 차이로도 구조물의 측정에 오차를 발생시켜 결과를 왜곡할 수 있음을 지적했다. 그리고 초음파 특성상 연부조직(soft tissue)의 깊이에 따라 측정값에 영향을 미쳐 연구 대상자의 body mass index가 30보다 클 경우 측정에 미치는 영향의 최소화를 위해 연구 대상에서 제외할 필요가 있다고 하였다.

Gao 등¹³⁾은 이러한 초음파 활용의 유의점을 인지하여 연구를 수행하였다. 가령, 측정 근육의 단면을 longitudinal로 일관되게 측정하였으며, transducer에 가해지는 압력을 약한 수준으로 유지하여 과도한 압력으로 인한 근육

경직도의 과평가를 방지하고자 하였다. 또한 transducer의 접촉을 일정하게 유지하여 sound beam이 일관되게 피부에 수직으로 전해지도록 하였다. 측정하는 동안 shear wave quality map 기능을 사용해 높은 퀄리티(high-quality)를 의미하는 녹색 화면을 유지하고 표준 크기의(2.65×1.0 cm) 부위를 측정하도록 작동하였다¹³⁾. 또한, 치료 전후 동일한 부위를 측정하기 위해서 임시적으로 피부에 해당 부위를 표시하였다.

각 연구에서 활용한 초음파 기술 및 측정 대상에 대한 구체적 내용은 표로 제시하였다(Table II).

2) 초음파 외 Oswestry disability index (ODI), numeric pain rating scale (NPRS) 등

각 연구는 초음파 외에 다양한 측정 도구를 활용해 치료 효과를 다각도로 측정하고자 하였다. 가령, Raney 등⁵⁾, Konitzer 등⁸⁾의 연구에서는 ODI를 통해 척추 질환의 정도를 파악해 기저점(baseline)으로 설정했다. 그리고 임상적으로 유용한 NPRS를 치료 전후에 측정해 통증 경감 정도를 파악하고자 했다.

또한, Sillevs 등¹²⁾은 neck disability index, headache disability inventory, cervical rot right, cervical rot left, flexion rot right, flexion rot left, musculoskeletal ultra-

sound, palpation for position, neck pain (visual analog scale, [VAS]), deep neck flexor 등과 같은 측정 도구를 통해 추가적으로 치료 효과를 측정했다. Brenner 등⁴⁾은 시술자의 촉진 및 시진을 통해 치료 전후의 변화를 서술하기도 했으며 환자의 주관적 통증 경감에 대한 피드백도 함께 제시했다.

4. 치료 효과

Konitzer 등⁸⁾의 연구를 제외하고 SMT 이후 특정 근육에 유의한 변화가 관측되었다는 점이 공통적이다. 구체적으로, Brenner 등⁴⁾은 치료 직후 L4-5 및 L5-S1에 걸친 lumbar multifidus 근육 두께의 17.2% 증가가 있었으며, 24시간이 지난 후에는 20.6% 증가가 있다고 하였다. 이러한 결과를 반사효과(reflexogenic effect)에 의한 SMT의 치료기전으로 설명할 수 있음을 제시했다.

Buran Çirak 등⁶⁾은 Mulligan SNAG 요법을 적용한 그룹만이 치료 전후의 근육의 강직도(stiffness)가 유의하게 낮아졌음을 밝혔다. Sham Mulligan SNAG 요법을 적용한 control 그룹은 치료 전후의 근육 강직도의 유의한 차이가 없었다. 이를 통해 Mulligan SNAG가 요통환

Table II. Ultrasound Utilization by Research

Category	First author (year)	Measurement & ultrasound utilization
Lumbar	Brenner ⁴⁾ (2007)	L4-5, L5-S1 lumbar multifidus thickness by ultrasound imaging
	Raney ⁵⁾ (2007)	Transversus abdominis, internal oblique thickness by ultrasound imaging
	Konitzer ⁸⁾ (2011)	Transversus abdominis, internal oblique thickness by ultrasound imaging
	Fritz ⁹⁾ (2011)	L4-5 lumbar multifidus thickness by ultrasound imaging
	Byers ⁷⁾ (2011)	L4-5 lumbar multifidus thickness by ultrasound imaging
	Koppenhaver ¹⁰⁾ (2011)	Transversus abdominis, internal oblique, L4-5, L5-S1 lumbar multifidus thickness by ultrasound imaging
	Koppenhaver ¹¹⁾ (2012)	Transversus abdominis, internal oblique, L4-5 lumbar multifidus thickness by ultrasound imaging
	Snider ¹⁴⁾ (2018)	Asymmetry between pelvic and sacral bony landmarks* by ultrasound imaging
	Gao ¹³⁾ (2020)	L1-5 iliocostalis lumborum muscles stiffness by SWE (with a 9L4 linear array transducer)
Cervical	Buran Çirak ⁶⁾ (2021)	Lumbar multifidus and erector spinal muscles stiffness by ultrasound SWE imaging (with an Aixplorer Multiwave and a SL10-2 linear transducer)
	Sillevs ¹²⁾ (2021)	Distance between transverse process of C1 and C2, a diameter of the obliquus capitis inferior muscle and cervical facet joint stiffness by ultrasound imaging

SWE: shear wave elastography.

*Pelvic and sacral bony landmarks calculated as SBP-SPSIS=SSD, SBP: skin to sacral base position, SPSIS: skin to posterior superior iliac spine, SSD: sacral sulcus depth.

자의 근육 강직도, 통증 및 기능에 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

요추 환자군을 세부적으로 분류하여 치료 효과를 확인한 Raney 등⁵⁾은 clinical prediction rule 중 16일 이하 증상 경험 및 무릎 아래의 통증 없음 조건(2-predictor rule)에 해당하는 환자만을 대상으로 하여 SMT를 수행했다. 그 결과, SMT 수행 직후 TrA 근육의 변화폭이 internal oblique (IO) 근육보다 컸으며, 두 근육 모두 at-rest의 상태보다 ADIM 수행 시 보다 두꺼운 근육 상태를 보였다. 또한, NPRS를 통해 모든 연구 대상자의 통증이 동일하거나 경감되었음을 보였다.

Koppenhaver 등¹⁰⁾은 초음파로 LM, TrA, IO 근육 두께를 각각 측정하였다. 그 결과, 수축 시 LM의 두께 증가만이 요추 통증 완화와 영향이 있음을 확인하며 요추 통증에는 LM 근육의 두께 증가가 중요함을 제시했다¹⁰⁾.

반면, Konitzer 등⁸⁾ 연구는 2-predictor rule에 해당하는 환자는 연구에서 제외하였고 lumbar stabilization rule 조건을 3개 이상 만족하는 환자만을 대상으로 했다. TrA와 IO 근육의 변화를 SMT 이전과 이후 및 3-4일 이후에 측정하였으나 서로 간의 유의한 차이를 발견하지 못했다. 이렇듯 각 연구의 연구 대상자에 따라 SMT 효과가 상이하게 나타났다. 또한, Koppenhaver 등¹¹⁾은 SMT의 효과가 요추 통증 환자의 개별 특성과도 관련이 있는지 확인하고자 했다. 그 결과, 급성요통일 경우와 L5 척추의 posterior-to-anterior 압력에 의한 통증이 없을 때 가장 크게 lumbar multifidus 두께가 증가함을 확인하였다.

Fritz 등⁹⁾은 초음파를 통한 근육 두께를 측정하고 별도의 기계 장치를 사용해 L3 척추 강직도(spinal stiffness)의 변화도 함께 측정했다. 그 결과, 척추 강직도와 근육 두께 요인 간의 상호 연관성을 검증했고, 다양한 요인에 의해 SMT 효과가 나타날 수 있음을 제시하였다. Gao 등¹³⁾ 역시 치료 후의 근육 강직도가 유의하게 낮아진 것을 확인하였고 동시에 근육의 수축도가 증가한 것을 통해 osteopathic manipulative treatment 치료가 근육 조직 뿐만 아니라 근육의 기능에도 영향을 미침을 확인하였다.

이전 연구와 달리, 건강한 일반인만을 대상으로 한 Byers 등⁷⁾은 세 종류의 SMT를 수행한 결과 모든 SMT에서 치료 전후의 L4-5 LM 근육의 두께 변화가 유의하지 않아 수기요법의 효과가 없음을 관측하였다.

고찰»»»»

현재 수기요법 및 SMT의 효과 기전은 명확히 밝혀진 것이 없으며, neuroendocrine, mechanical neurophysiologic, reflexogenic 등의 다양한 메커니즘으로 그 효과를 설명하고 있다. 즉, 복합적 요인들에 의해 치료 효과가 나타나는 것으로 볼 수 있다.

하지만 각 연구들마다 SMT 이후의 효과가 서로 상이하고, 건강한 일반인을 대상으로 한 수기요법은 유의한 효과가 없음을 제시하기도 했다. 이러한 결과는 연구에서 사용된 SMT의 종류가 각기 다르며, 기술자마다 술기 방법이 다르며, 연구마다 치료 기간/횟수가 달랐기 때문이다. 또한, 모집된 연구 대상자의 특성, 초음파 측정 시 연구 대상자가 취하는 포지션이나 주어진 운동 과제 등의 차이점이 측정 결과에 영향을 미쳤을 것이다. 그렇기에 어떠한 특정 질환과 환자를 대상으로 해야 수기요법의 치료 효과를 극대화할 수 있는지에 대해 지속적인 연구를 통해 검증하는 것이 임상적으로 중요할 것이다.

초음파와 같은 현대기술을 이용하는 것은 이전의 촉진과 같은 수기적인 기법과 비교해 보다 객관적이고 구체적인 수치적 근거를 마련하는 데 유용하다. 본고에서는 초음파의 활용성을 살펴보았는데 크게 실시간 초음파 영상을 활용하는 것과 전단파탄성측정법을 활용하였다. 구체적으로 초음파 이미지를 통해 L4-5, L5-S1 LM, TrA, IO, obliquus capitis inferior muscle 등의 두께를 측정하였다. 또한, 골반 및 엉치뼈 주변의 구조물의 비대칭성을 측정하거나 C1/C2의 transverse process 간 거리 측정에도 활용하였다. 한편, 전단파탄성측정법을 활용해 근육의 강직도(stiffness)를 관측하였다. 구체적으로 L1-5 LM, iliocostalis lumborum muscles와 erector spinal muscles의 강직도를 측정했다.

더불어, 질환 치료가 임상적 궁극적 목표인 만큼, 초음파를 통한 측정 외에도 다양한 진단 기법 및 측정 지표들을 활용해 수기요법의 효과를 다각도로 살펴보는 것이 여전히 중요할 것이다. Sillevs 등¹²⁾은 초음파 영상과 함께 치료 전후 보조수법으로 촉진을 활용하였다. 가령, 초음파를 이용해 왼쪽 C5/C6의 후관절이 제대로 움직이지 않음을 진단했으며, 촉진으로 후부두의 transverse process와 근육의 수축 정도를 확인하여 후속 치

료 요법을 결정하기도 하였다. 더불어, 축진은 초음파가 포착하기 어려운 미세한 변화를 진단하는데 여전히 유용하기에 현대 진단기기와 함께 통합적으로 활용하는 방향이 임상적으로 더욱 유용할 것으로 보인다. 또한, ODI, VAS 등 통증 및 근육 기능 관련 지표들을 여전히 함께 활용하여 다각도로 수기요법의 효과를 평가하는 것이 유용할 것이다.

2022년 12월 대법원 전원합의체는 “초음파 진단기기를 보조적으로 사용해 진단한 행위가 한의학적 원리에 의하지 않았음이 명백하다거나 의료행위에 통상적으로 수반되는 수준을 넘어서는 보건위생상 위해 발생 우려가 증명됐다고 보기 어렵다”고 판단하며 한의사의 초음파 진단기기 사용이 합법이라는 판결을 내렸다⁵⁾. 이러한 대법원 판례 사례를 통해 추후 한의계의 초음파 활용 확대가 예상된다. 향후 적극적인 초음파의 활용은 한의학적 치료의 외연적 확대에 기여할 수 있다. 다만 초음파를 활용한 국내 연구는 매우 부족한 실정이며 절대적인 연구수 증가가 필요한 시점이다. 그렇기에 한의 치료에 초음파를 접목한 연구를 지속적으로 축적해야 할 것이다.

결론»»»»

본 연구는 척추질환의 수기치료에서 진단용 초음파 활용방안을 모색하기 위하여 국외 데이터베이스 Embase, PubMed와 Cochrane를 검색하여 총 1372편의 문헌을 검토해 최종 11편의 논문을 선정했다. 그 중, 9편의 논문에서는 초음파 이미지를 바탕으로 수기치료 전후의 근육의 두께 변화 및 구조물의 비대칭성과 구조물 간의 거리 등을 측정하였다. 2편의 논문에서는 전단파탄성측정법(shear wave elastography)를 활용해 근육의 강직도(stiffness)를 관측하였다. 각 연구는 초음파 기술을 활용함으로써 질환을 진단하는 것과 함께 수기요법 치료 전후의 변화를 객관적으로 측정할 수 있음을 보였다. 다만, 초음파를 연구에 활용할 시, 측정의 반복성과 신뢰성을 확보해야 할 것이며 초음파 기술 자체의 한계 역시 유의하여야 할 것이다. 향후 초음파 기기를 활용한 연구를 통해 한의학적 치료의 효과를 객관적으로 분석하고 극대화하는 방향을 적극적으로 모색해야 할 것이다.

References»»»»

1. Jeong JR, Lee WH. The study of asymmetrical of the serratus anterior and lower trapezius muscles in chronic stroke patients. *Journal of The Korean Society of Physical Medicine*. 2015;10(4):81-90.
2. Kim HJ, Ko SH, Oh MS. Research trends in Korean medicine treatment using ultrasound for musculoskeletal diseases : focusing on domestic journals. *Journal of Haehwa Medicine*. 2022;31(1):1-7.
3. Health Insurance Review & Assessment Service. One out of every three individuals seeks medical treatment for musculoskeletal disorders. Caution is advised regarding musculoskeletal disorders in modern individuals, including issues like Visual Display Terminal (VDT) syndrome [Internet]. 2020 [cited 2024 Jan 2]. Available from: URL: <https://www.hira.or.kr/bbsDummy.do?pgmid=HIRAA020041000100&brdScnBltno=4&brdBltNo=10167#none>.
4. Brenner AK, Gill NW, Buscema CJ, Kiesel K. Improved activation of lumbar multifidus following spinal manipulation: a case report applying rehabilitative ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007;37(10):613-9.
5. Raney NH, Teyhen DS, Childs JD. Observed changes in lateral abdominal muscle thickness after spinal manipulation: a case series using rehabilitative ultrasound imaging. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2007;37(8):472-9.
6. Buran Çirak Y, Yurdaişik I, Elbaşı ND, Tütüneken YE, Köçe K, Çinar B. Effect of sustained natural apophyseal glides on stiffness of lumbar stabilizer muscles in patients with nonspecific low back pain: randomized controlled trial. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 2021;44(6):445-54.
7. Byers V, Rice K, Lim S. Ultrasound imaging of lumbar multifidus immediately following three physical therapy techniques in asymptomatic individuals [doctoral dissertation]. University of Nevada; 2011.
8. Konitzer LN, Gill NW, Koppenhaver SL. Investigation of abdominal muscle thickness changes after spinal manipulation in patients who meet a clinical prediction rule for lumbar stabilization. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2011;41(9):666-74.
9. Fritz JM, Koppenhaver SL, Kawchuk GN, Teyhen DS, Hebert JJ, Childs JD. Preliminary investigation of the mechanisms underlying the effects of manipulation: exploration of a multivariate model including spinal stiffness, multifidus recruitment, and clinical findings. *Spine*. 2011;36(21):1772-81.

10. Koppenhaver SL, Fritz JM, Hebert JJ, Kawchuk GN, Childs JD, Parent EC, Gill NW, Teyhen DS. Association between changes in abdominal and lumbar multifidus muscle thickness and clinical improvement after spinal manipulation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2011;41(6):389-99.
11. Koppenhaver SL, Fritz JM, Hebert JJ, Kawchuk GN, Parent EC, Gill NW, Childs JD, Teyhen DS. Association between history and physical examination factors and change in lumbar multifidus muscle thickness after spinal manipulation in patients with low back pain. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2012;22(5):724-31.
12. Sillevs R, Swanick K. Musculoskeletal ultrasound imaging and clinical reasoning in the management of a patient with cervicogenic headache: a case report. *Physiotherapy Theory and Practice*. 2021;37(11):1252-62.
13. Gao J, Caldwell J, Mclin K, Zhang M, Park D. Ultrasound shear wave elastography to assess osteopathic manipulative treatment on the iliocostalis lumborum muscle: a feasibility study. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2020;39(1):157-64.
14. Snider KT, Redman CL, Edwards CR, Bhatia S, Kondrashova T. Ultrasonographic evaluation of the effect of osteopathic manipulative treatment on sacral base asymmetry. *The Journal of the American Osteopathic Association*. 2018;118(3):159-69.
15. Supreme Court of Korea. A case where a Korean medicine doctor was prosecuted for the unauthorized practice of medicine under medical law, using an ultrasound diagnostic device for a Korean medical diagnosis [Supreme Court Decision, December 22, 2022, unanimous decision by the full bench]. 2022 [cited 2024 Jan 2]. Available from: URL: <https://www.scourt.go.kr/supreme/news/NewsViewAction2.work?pageIndex=1&searchWord=&searchOption=&seqnum=8967&gubun=4&type=5>.

Appendix I. Search Query for Database

Database	Search query
Embase, PubMed, Cochrane	(ultrasound OR sonogram OR ultrasonography OR ultrason imaging OR sonography OR ultrasonic OR echography OR ultrasonic testing) AND (chuna OR manual therapy OR manipulation) AND (musculoskeletal OR skeletal muscle)
