

턱관절 장애에 대한 근에너지 기법의 효과: 체계적 문헌 고찰 및 메타분석

Efficacy of Muscle Energy Technique for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis

Received: 17 November, 2023. Revised: 29 November, 2023. Accepted: 14 December, 2023

윤홍렬¹, 변정원², 김순중^{1*}

¹세명대학교 부속 제천한방병원 한방재활의학과

²세명대학교 부속 제천한방병원 침구의학과

HongRyoul Yoon, K.M.D.¹, JungWon Byun, K.M.D.², SoonJoong Kim, K.M.D., Ph.D.^{1*}

¹Department of Rehabilitation Medicine of Korean Medicine, Semyung University Korean Medicine Hospital

²Department of Acupuncture & Moxibustion Medicine, Semyung University Korean Medicine Hospital

Objectives This study aimed to conduct a systematic review evaluating the effectiveness of muscle energy technique(MET) in temporomandibular joint disorders (TMD).

Methods Searches were conducted in 11 electronic databases until October 2023. Randomized controlled trials(RCT) comparing the effect of MET for TMD were included. All studies were evaluated using the Cochrane Risk of Bias tool.

Results Nine documents that fulfilled all the criteria were obtained for analysis. All studies showed some concerns in high risk of bias, but showed a significant improvement in pain and maximum mouth opening compared to baseline of MET or control group. MET was not better than extracorporeal shock wave therapy or myofascial release in some outcomes.

Conclusions MET seems to be an effective treatment for TMD in some regards, however, can be considered as an adjunct therapy which has weak evidence. Further studies are required due to the inconclusive data and poor homogeneity found in this review.

Key words Temporomandibular disorders, Muscle energy technique, Post isometric relaxation, Systematic review, Meta-analysis

1. 서론

턱관절 장애(Temporomandibular joint disorders, TMD)는 저작근, 턱관절, 그리고 그 주변의 골격 및 연부조직의 문제를 포괄하는 질환이다. 임상적 증상으로는 개구 범위 감소, 악관절 통증, 관절 염발음, 근막 통증, 개구 시 편측 편위 등이 대표적이며¹⁾, 이명, 이통, 두통(긴장성 두통 또는 편두통), 치통, 경항통 등의 증상이 병발할 수 있다²⁾.

턱관절 장애는 점차 증가하고 있는 질환으로, 국내 건강보험 데이터 상 진료를 받는 환자의 수가 2020년 대비 22년 약 11% 증가하였으며, 진료비용 또한 20년 대비 22년 약 26% 증가하여 사회 경제적 비용이 점점 늘어나는 추세이다³⁾. 유병률은 해외 조사에서 전체 성인의 대략 6-12% 정도로 추정한다⁴⁾. 한 연구⁵⁾에서는 최대 33%

에 이를 것으로 추정하며, 치료가 필요한 환자는 5% 미만으로 보고하고 있다. 국내에서는 3개월 이상의 증상을 가진 만성 턱관절 장애 환자의 유병률을 3.1%로 추산하였다⁶⁾. 턱관절 장애의 호발 연령은 20~40대이며, 여성과 남성의 비율이 2:1 정도로 여성한테서 더 흔한 것으로 알려져 있다⁴⁾.

병력 청취 및 이학적 검사, 영상 검사 등을 통해 턱관절 장애를 진단하며, 가장 보편적인 진단 기준은 DC/TMD (Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders)로 신체평가(AxisI)과 정신사회적 평가(AxisII)로 구성되어 있다⁷⁾. 치료법으로는 물리치료와 수기요법, 구강내장치 등을 비롯한 보존적 요법과 수술적 처치 등이 있으며⁸⁾, 수기요법으로는 근막이완, 근에너지 기법 등 여러 기법이 활용되고 있다⁹⁾.

한의학에서는 한의학적 치료 원리에 따라 턱의 국소

*Corresponding to SoonJoong Kim, Semyung University Korean Medicine Hospital, 66, Semyungro, Jecheon, Korea
TEL. +82-43-649-1920, FAX. +82-43-645-1382, E-mail. kimsj@semyung.ac.kr

부위 관절을 침구, 추나, 도인운동 등으로 자극하여 치료 하거나⁶⁾, 턱관절 교정장치를 활용한 기능적 뇌 척주요법 (Functional Cerebrospinal Therapy, FCST) 등으로 치료 하고 있다¹⁰⁾. 추나는 한의사에 의한 수기요법으로 전체 한의사의 19.7%가 턱관절 장애에 활용하고 있을 정도로 보편적인 치료법이다¹¹⁾. 턱관절 장애에 사용되는 추나요 법으로는 신연기법, 추법, 교정기법 등이 있으며¹²⁾, 턱관 절 부위에 적용한 기법 뿐 아니라 경추부 교정 기법을 시술한 치험례도 보고되어 있다¹³⁾.

근에너지 기법(Muscle Energy Technique, MET)은 Fred Mitchell이 1948년 개발한 수기요법으로, 관절 가동과 근육 신장을 통해 근골격계 기능을 개선시키고, 통증을 경감시키며, 림프와 혈액 순환을 원활히 하는 기법이다. 근에너지 기법은 능동적인 기법으로 환자는 시술자가 유도하는 방향과 자세에 대항하여 근육의 등척성 수축 을 수행하게 된다. 통증과 가동제한의 원인이 되는 과긴 장을 가진 근육 또는 근육군의 이완을 유도하는 것으로 일반적으로 수축 후 이완(Post Isometric Relaxation, PIR) 기법과 상호 억제반응(Reciprocal Inhibition, RI)기법으 로 나뉜다¹⁴⁾. 근에너지 기법은 추나요법 중 근육이완/강 화기법이란 이름으로 특정 근육 치료, 척추부 변위 치료 등에 시술되고 있다¹²⁾.

턱관절 장애에 대한 수기요법의 연구는 체계적 문헌 고찰을 포함하여 다수 발표되어 그 효과를 입증하고 있 다. 2018년 이후 최근 발표된 체계적 고찰 논문만 한정 하여도, 2023년에 턱관절 장애에 대한 추나 요법의 효과 를 연구한 체계적 문헌 고찰 1편¹⁵⁾이 발표되었고, 그 외 에 6편 이상의 논문에서 수기요법과 턱관절 장애에 대해 연구하였다¹⁶⁻²⁰⁾. 하지만, 대부분 수기요법의 종류를 특 정하지 않거나, 근에너지 기법이 아닌 수기요법을 이용 한 연구들을 고찰하였다. 이에, 본 연구에서 근에너지 기 법을 특정하여 턱관절 장애에 적용한 무작위 비교 연구 (Randomized Controlled Trials, RCT)를 고찰하여, 근에 너지 기법이 턱관절 장애를 치료하는데 유효하고 안전 한 기법인지에 대해 근거를 제시하고자 한다.

2. 대상 및 방법

1) 데이터베이스 선정 및 검색 방법

국내 및 해외 데이터베이스에서 2023년 10월까지 발 표된 자료들을 검색하였다. 국내 전자 데이터베이스는 한국학술정보시스템(Koreanstudies Information Service System, KISS), 사이언스온(ScienceON), 학술연구정보 서비스(Research Information Sharing Service, RISS), 전 통의학정보포털(Oriental Medicine Advanced Searching Integrated System, OASIS)로 5가지 데이터베이스를 대상 으로 하였다. 해외 데이터베이스로는 Pubmed, Cochrane Library, EMBASE, Google Scholar로 4개 영문 데이터베 이스와 China National Knowledge Infrastructure(CNKI), Wanfang data의 2개 중문 데이터베이스, CiNii(Citation Information by National Institute of Informatics)의 1개 일문 데이터베이스를 검색하여, 총 7가지 데이터베이스 를 대상으로 하였다. 종합하여 12개 국내외 온라인 데이 터베이스를 활용하여 검색을 진행하였다.

검색 키워드는 영문 단어로 ‘Temporomandibular’, ‘Ma- ndibular’, ‘Jaw’, ‘TMJ disorder’, ‘TMD’, ‘Muscle en- ergy technique’, ‘Post isometric relaxation’, ‘Reciprocal inhibition’를 선정하였고, 영문 데이터베이스에서는 해 당 키워드를 조합하여 검색하였다. 국내 데이터베이스 에서는 ‘턱관절 장애’, ‘근에너지 기법’, ‘수축 후 이완’, ‘근막이완 강화 기법’ 등을 검색식 주제어로 추가하였 고, 중문 데이터베이스에서는 ‘턱관절’, ‘턱관절 장애’, ‘근에너지 기법’의 뜻을 가진 간체자 중국어 키워드인 ‘颌关节’, ‘颞下颌关节紊乱’, ‘肌肉能量技术’를 추가하 였으며, 일문 데이터베이스에서는 ‘턱관절’과 ‘근에너지 기법’의 뜻을 가진 일본어 키워드인 ‘顎関節’, ‘マッス ルエナジーテクニック’를 추가하였다. 선정된 키워드 들을 각 데이터베이스에 맞게 적절히 조합하여 검색을 진행하여, 턱관절 장애의 여러 명칭을 모두 포괄하며, 근 에너지 기법의 세부 기법(PIR, RI)까지 포함될 수 있도 록 하였다.

2) 선정기준

검색된 문헌들을 PICOS(patients, intervention, comparison, outcomes, study design)의 기준에 따라 선별하였다. 대상자로는 턱관절 장애로 진단된 환자들을 모집한 경우로 한정하였고, 대상자의 연령 및 성별 등에는 제한을 두지 않았다. 치료 중재로는 수기요법 중 근에너지 기법이 시행되었을 경우만 한정하였다. 근에너지 기법의 상세 기법 PIR과 RI 중 하나만 시행된 경우도 근에너지 기법이 시술되었다고 판단하여 포함하였다. 중재군에 근에너지 기법 뿐만 아니라 다른 치료가 병행된 경우에 대조군에도 같은 치료가 이루어져 근에너지 기법의 효과를 비교할 수 있으면 포함하였다. 그 외의 다른 치료가 병행되었지만 대조군에 그 외의 중재가 이루어지면 근에너지 기법의 효과만을 비교할 수 없다고 판단하여 배제하였다. 대조군의 중재로는 근에너지 기법 이외의 치료로 제한을 두지 않았다. 평가 지표 또한 턱관절 장애의 전후 비교를 할 수 있는 모든 지표를 포함하였다. 연구 디자인은 무작위 배정 대조 시험만을 선별하였고, 후향적 연구, 임상 증례보고, 비무작위 또는 비대조군 연구, 동물 및 세포실험, 체계적 문헌 고찰 등은 제외하였다.

3) 자료 분석

2인의 연구자(HRY, JWB)가 독립적으로 상기 온라인 데이터베이스에서 검색하여, 우선적으로 중복 자료를 제외하였다. 검색된 문헌들의 제목과 초록을 바탕으로 선정기준에 따라 1차로 선별하였고, 전문을 확인하여 분석할 문헌을 2차로 선별하였다. 2인의 연구자(HRY, JWB)가 개별적으로 선별하였고, 서로 선별 결과에 대해 의견이 엇갈리는 경우 토론을 통해 논의 후 제3연구자(SJK)의 자문을 구하였다. 최종적으로 선정된 문헌들의 전문을 통해 연구 디자인을 분석하여 대상자의 특성 및 연구기간, 실험군과 대조군의 중재, 결과변수, 이상반응 등의 자료를 추출하였다.

4) 비뚤림 위험도 평가

Cochrane Handbook의 Risk of Bios(RoB) 도구를 사

용하여 선정된 무작위 대조 실험의 비뚤림 위험도를 평가하였다. 각 연구의 전문에 기재된 내용을 바탕으로 2인의 연구자(HRY, JWB)가 독립적으로 총 7가지 항목에 대해 평가하였으며, 의견이 일치하지 않으면 제3연구자(SJK)의 의견을 구하여 재논의 과정을 거쳤다.

5) 통계 분석 방법

통계적 분석을 위해 Cochrane's Review Manager 5.4 Software(RevMan5) 프로그램을 사용하여 선정된 무작위 대조 실험의 데이터를 메타분석하였다. 이분형 결과값은 비교위험도(Risk Ratio, RR)를 사용하였고, 연속형 결과값은 표준화된 평균차(Standardized Mean Difference, SMD)를 사용하여 95% 신뢰구간(Confidence Interval, CI)으로 추출하였다. 카이제곱 검정 및 Higgin의 I²의 값을 통해 이질성을 검정하였는데, 50% 이상은 통계적 이질성이 높다고 판단하였고 50% 미만은 통계적 이질성이 낮다고 판단하였다.

3. 결과

1) 자료 선정

11개의 국내 및 해외 데이터베이스를 통해, 국내 논문 60편 및 국외 논문 217편으로 총 277편을 검색하였으며, 37편이 중복되어 우선적으로 제외하였다. 이후 240편을 제목과 초록을 바탕으로 스크리닝하여 턱관절 장애와 무관한 연구 110편, 중재법으로 근에너지 기법이 아닌 다른 치료가 사용된 연구 93편을 제외한 후 추가적으로 무작위 대조 실험이 아닌 논문을 19편 제외하였다. 이후 전문을 검토하여 근에너지 기법만의 효과를 비교할 수 없는 연구 6편을 추가로 제외하였다. 마지막으로, 본문 내 결과 지표에 대한 자료가 전무한 1편과, 동일한 무작위 대조 실험을 다른 주제로 중복 발표한 2편을 더 제외하여 총 9편²¹⁻²⁹⁾의 논문을 최종 선정하였다(Fig. 1).

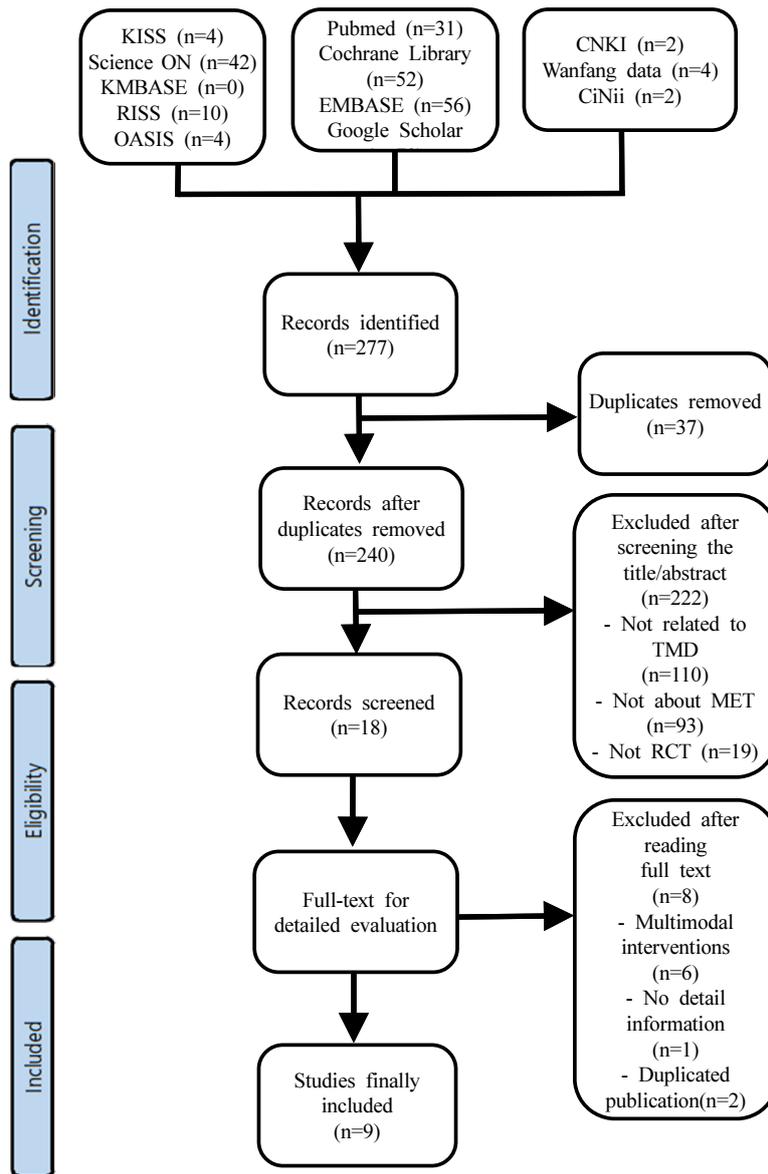


Fig. 1. A PRISMA flow chart of search results.

2) 자료 분석

(1) 연구개요

최종적으로 선정된 9편의 연구 중 6편^{21,22,24,26,27,29}의 연구가 영문으로 발표 되었으며, 1편²³은 스페인어, 1편²⁵은 포르투갈어, 1편²⁸은 중국어로 발표되었다. 각 연구당 최소 16명에서 최대 160명의 대상자가 참여하여, 총 575여명의 연구 대상자가 턱관절 장애로 진단 받고 9건의 무작위 대조 시험에 각각 참여하였다. 이 중 1편²⁹에서는 82명의 대상자를 모두 여성으로 모집하였고, 1편²²에서는 모집된 16명 대상자의 성별을 본문 상에 기재하

지 않았다. 그 외 7편^{21,23-28}의 대상자 477명은 성별이 남성 205명, 여성 272명으로 남녀 약 1.5:2의 비율이었다.

(2) 중재법 분석

5편^{21-23,25,26}의 연구에서는 관찰군에서 근에너지 기법만 중재법으로 시행하였고, 그 외 4편^{24,27-29}에서는 기존 턱관절 장애 치료에 사용되는 통상적인 치료법을 근에너지 기법과 병행하였다. 통상적인 치료법으로는 초음파와 턱운동 병행²⁴, 생활상담²⁷, 물리치료(초단파, 초음파)와 수기요법(연부조직이완, 관절가동술) 병행²⁸, 자가운동²⁹ 등이 있었다. 대조군으로는 운동요법²¹, 한랭 레이

저 치료²²⁾, 근막이완요법(Myofascial release, MFR)^{24,26,29)}, 플라시보²⁵⁾, 턱관절 교정장치(Splint)²⁷⁾, 생활상담²⁷⁾, 체외충격파(Extracorporeal shock wave therapy, ESWT)²⁸⁾ 등이 시행되었다. 이 중 대조군에서 근에너지 기법 외의 수기요법을 시행하여 근에너지 기법과 효과를 비교한 연구가 3편^{24,26,29)}으로 모두 근막이완요법과 비교하였다. 플라시보 기법이 사용된 연구는 1편²⁵⁾으로, 근에너지 기법과 비슷한 수기 동작을 하지만 근수축 및 저항이 이루어지지 않아 거짓 수기요법과 유사한 방식으로 시행되었다.

(3) 실험군 중재(근에너지 기법)

근에너지 기법은 2가지 세부 기법인 PIR과 RI가 있으며, 어떤 방향으로 저항이 가해지는지에 따라, 각 연구마다 적용된 근에너지 기법의 상세 과정에 차이가 있었다. 8편^{21,23-29)}의 연구에서 대상자는 입을 닫는 방향으로 힘을 주며 시술자는 그에 저항하는 방향으로 힘을 가하여 근육을 수축시킨 후 이완을 유도하는 PIR 기법이 사용되었다. 5편^{21,23-25,29)}의 연구에서는 입을 닫는 동작에 대한 PIR 기법만 단독으로 시행되었고, 1편²⁶⁾의 연구에서는 턱관절의 양 외측 편위 동작에 대하여 등척성으로 술자가 저항하는 PIR 기법이 추가되었다. 또 다른 1편²⁸⁾에서는 아래턱을 앞으로 내미는 동작에 대해 등척성 저항의 PIR 기법이 추가되었다. 1편²⁷⁾의 연구에서는 RI 기법이 병행되어, 입을 여는 개구 동작에 대해서 저항을 주는 방법으로 길항근의 수축을 통한 주동근의 이완을 목적으로 삼았다. 대상자의 근육 수축이 이루어지는 시간에도 연구별 차이가 있었는데 3초로 설정한 연구가 2편^{23,25)}, 5초인 연구가 2편^{21,27)}, 10초인 연구가 3편^{26,28,29)}이었고, 수축 시간을 기재하지 않은 연구가 1편²⁴⁾이었다. 1편²²⁾의 연구에서는 상세 방법을 기술하지 않고 근에너지 기법이 시험군의 중재법으로 사용되었다고만 언급하였다.

(4) 결과 지표

턱관절 장애에 대한 근에너지 기법의 효과를 평가하기 위한 지표로 MMO(Maximal mouth open), LM(Lateral Movement), NRS(Numeric rating scale of pain), PPT(Pressure pain threshold), MFIQ(Mandibular function im-

pairment questionnaire)이 사용되었다. 총 9편 중 8편^{21-25,27-29)}에서 캘리퍼를 이용하여 MMO 수치를 측정하여 치료 전후 개구각 변화를 비교하였고, 6편^{22,24,26-29)}에서 NRS 값으로 턱관절 부위 통증 정도를 나타내었다. 3편^{23,25,28)}에서는 디지털 압통 측정기로 압통의 역치를 측정하여 PPT 값으로 나타내었는데, 2편^{25,28)}에서는 깨물근(Masseter muscle) 부위를 측정하였고, 1편²³⁾에서는 깨물근 뿐만 아니라 삼차신경(Cranial nerve V)의 3개 분지 각각의 압통 역치를 측정하였다. 1편²⁸⁾에서 MFIQ를 통해 턱관절 기능 손상 정도를 평가하였는데, 총 16개 문항으로 이루어진 설문지로, 각 문항 별로 경중에 따라 0-4점을 체크하여 점수가 높을수록 턱관절 기능 손상이 심해짐을 의미한다. sEMG(Surface electromyography)를 이용하여 근육의 전기적 활성도를 측정한 연구는 2편^{26,29)}이었다. 1편²⁹⁾에서는 깨물근에 전극을 접촉하여 휴식시(Rest test, RLX)와 수축시(Maximal voluntary contraction, MVC) 전기활성도 값을 측정하였고, 1편²⁶⁾에서는 관자근(Temporalis muscle)과 깨물근에 전극을 위치시켜 전기적 활성도 값을 측정하였다.

3) 치료 효과 비교

(1) 근에너지 기법 + 통상적 치료 vs. 통상적 치료

4건^{24,27-29)}의 시험은 근에너지 기법에 통상적 치료를 병행한 실험군을 통상적 치료만 시행한 대조군과 비교한 시험으로 치료 전후 턱관절 기능 변화를 MMO를 통해 평가하였다. 각 연구의 MMO 지표는 치료 전과 비교하여 치료 후 개선되어 그 수치가 증가함을 보였고 Gębska²⁹⁾의 연구(P<0.001) 및 3건^{24,27,28)}의 연구(P<0.05)에서 통계적 의의가 있었다. 이 중 Gębska²⁹⁾의 연구에서는 구체적인 평균 수치가 제시 되지 않아 제외한 후, 나머지 각 연구의 MMO 결과값으로 메타분석을 시행한 결과 P<0.00001, I²=0%으로 연구간 이질성이 작으며 통계적 유의성이 있었다(SMD 1.40[95% CI 1.05, 1.76]) (Fig. 2).

3건에서는 NRS를 평가하였기에 각 연구의 결과를 종합하여 분석하였다. Gębska²⁹⁾와 Ram²⁷⁾의 연구(P<0.001) 및 Su²⁸⁾의 연구(P<0.05)에서는 대조군 대비 의미 있는 NRS의 개선을 보고하였고, 이 중 정확한 결과값을 제공

하지 않은 Gębska²⁹⁾의 연구를 제외하고, 2편^{27,28)}을 메타 분석한 결과 P=0.008, I²=75%으로 통계적 의의는 있었지만, 연구 간 매우 이질적이였다(SMD -0.99[95% CI -1.72, -0.26])(Fig. 3).

(2) 근에너지 기법 vs. 관찰군

2건^{21,22)}의 연구는 대조군에 증재가 들어가지 않은 시험으로, 결과 지표 중 MMO만 분석했을 때, Anderson²¹⁾ 연구에서는 매우 유의미한 결과를 얻었지만(P<0.001),

Table I. Summary of Clinical Studies of MET* for TMD†

First Author(Year)	Female/Male	Experimental Group	Comparison Group	Treatment Duration	Evaluation Criteria	Main Results
Anderson(2005) ²¹⁾	(n=14/7)	A: MET (n=7)	B: Exercise (n=7) C: Control (n=7)	1time	1) MMO [‡]	1) A>B>C(P<0.001) (A≐B)
Akridge(2010) ²²⁾	undefined	A: MET (n=6)	B: Cold Laser (n=6) C: Control (n=5)	2weeks(2times/week)	1) MMO 2) NRS [§]	1) P>0.05 2) P>0.05
Puente(2011) ²³⁾	(n=10/30)	A: MET (n=20)	B: Control (n=20)	1time	1) MMO 2) PPT of TrP [¶] 3) PPT of CNV ^{**} (V1) 4) PPT of CNV(V2) 5) PPT of CNV(V3)	1) A>B(P<0.001) 2) A>B(P<0.001) 3) P>0.05 4) P>0.05 5) A>B(P<0.05)
Trivedi(2016) ²⁴⁾	(n=12/24)	A: MET+CT ^{††} (n=12)	B: MFR+CT (n=12) C: CT (n=12)	4weeks(3times/week)	1) MMO 2) NRS	1) A>B>C(P<0.05) 2) C>B>A(P<0.05)
Bártolo(2017) ²⁵⁾	(n=25/15)	A: MET (n=20)	B: Placebo (n=20)	1time	1) MMO 2) PPT of TrP	1) A>B(P<0.001) 2) P>0.05
Urbański(2021) ²⁶⁾	(n=47/13)	A: MET (n=30)	B: MFR ^{‡‡} (n=30)	10days (10times)	1) NRS 2) sEMG ^{§§} (Temporal muscle) 3) sEMG (Masseter muscle)	1) P>0.05 2) P>0.05 3) P>0.05
Ram(2021) ²⁷⁾	(n=87/73)	A: MET+CT (n=40)	B: Splint+CT (n=40) C: Splint+MET+CT (n=40) D: CT (n=40)	4weeks(3times/week)	1) MMO 2) NRS	1) A>B,D(P<0.001) C>D(P<0.001) C>B(P<0.05) (A≐C) 2) B>A,C(P<0.05) D>A,B,C(P<0.001) (A≐C)
Su(2022) ²⁸⁾	(n=77/43)	A: MET+CT (n=30)	B : ESWT +CT (n=30) C: ESWT+MET+CT (n=30) D: CT (n=30)	MET, CT: 4weeks (5times/week) ESWT: 4weeks (1time/week)	1) MMO 2) NRS 3) PPT (Masseter muscle) 4) MFIQ ^{¶¶}	1) C>A>B>D(P<0.05) 2) D>A>B>C(P<0.05) 3) C>B>A>D(P<0.05) 4) D>A,B>C(P<0.05) (A≐B)
Gębska(2023) ²⁹⁾	(n=82/0)	A: MET+CT (n=27)	B: MFR+CT (n=27) C: CT (n=28)	10days (10times)	1) MMO 2) NRS 3) LM ^{***} 4) sEMG RLX ^{†††} 5) sEMG MVC ^{††††}	1) A,B>C(P<0.001) (A≐B) 2) C>A>B(P<0.001) 3) B>A,C(P<0.001) (A≐C) 4) B>A>C(P<0.001) 5) B>A>C(P<0.001)

MET*: Muscle Energy Technique, TMD†: Temporomandibular Disorders, MMO[‡]: Maximum Mouth Open, NRS[§]: Numeric Rating Scale of pain, PPT^{||}: Pressure Pain Threshold, TrP[¶]: Trigger Point, CNV^{**}: Cranial nerve V, CT^{††}: Conventional Treatment, MFR^{‡‡}: Myofascial Release, sEMG^{§§}: Surface Electromyography, ESWT^{|||}: Extracorporeal shock wave therapy, MFIQ^{¶¶}: Mandibular function impairment questionnaire, LM^{***}: Lateral Movement, RLX^{†††}: Rest test, MVC^{††††}: Maximum Voluntary Contraction

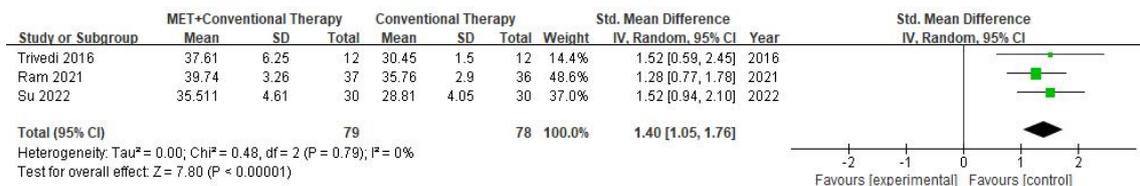


Fig. 2. Meta analysis outcomes of maximal mouth open between muscle energy technique + conventional therapy and conventional therapy.

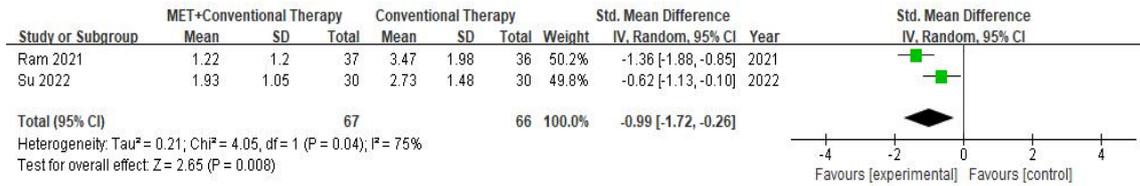


Fig. 3. Meta analysis outcomes of numeric rating scale of pain between muscle energy technique + conventional therapy and conventional therapy.

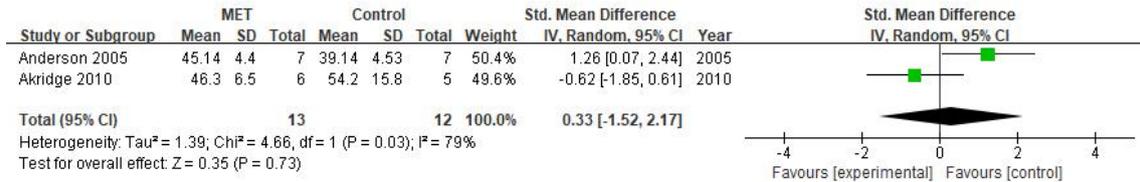


Fig. 4. Meta analysis outcomes of maximal mouth open between muscle energy technique and control.

Akridge²²⁾의 연구에서는 관찰군과 큰 차이 없는 연구 결과를 얻었다. 2개 연구를 합성한 결과 통계적으로 유의성이 없었으며(P=0.73), 연구간 이질성도 I²=79%로 높았다(SMD 0.33[95% CI -1.52, 2.17])(Fig. 4).

(3) 근에너지 기법 vs. 물리치료

2건^{22,28)}의 연구에서 근에너지 기법과 물리치료의 효과를 비교하였는데, Su²⁸⁾의 연구에서는 치료 전후 NRS를 비교한 결과 체외충격파 군에서 더 개선되어 낮은 수치를 보였고(SMD 0.74[95% CI 0.22, 1.27]), 이는 통계적 유의성을 가졌다(P=0.006). MMO는 근에너지 기법 군에서 더 개선된 수치를 보였고(SMD 0.76[95% CI 0.23, 1.28]), 통계적으로 유의미하였다(P=0.005). 깨물근의 PPT 결과치를 보면, 체외충격파 군이 결과적으로 더 높은 역치값을 보였고(P=0.02, SMD -0.64[95% CI -1.16, -0.12]), MFIQ의 경우 근에너지 기법 군과 체외충격파 군에서 비슷한 결과를 보였다(P=0.69, SMD 0.10[95% CI -0.40, 0.61]).

(4) 근에너지 기법 vs. 교정장치

Ram²⁷⁾의 연구에서는 근에너지 기법이 교정장치에 비해 MMO에서 월등하게 나은 수치를 얻었고(P<0.0001, SMD 1.12[95% CI 0.63, 1.61]), NRS에서도 통계적으로 더 감소하였다(P=0.04, SMD -0.49[95% CI -0.96, -0.03]). 해당 연구에서는 근에너지 기법과 교정장치를 병행한

군도 설정되었는데, 근에너지 기법 군과 비교하여 MMO와 NRS에서 비슷한 결과를 보였다(P>0.05).

(5) 이상반응

9건²¹⁻²⁹⁾의 연구에서 모두 이상반응에 대하여 기재되지 않았다. 2건^{27,29)}의 연구에서 중도 탈락자가 발생하였으나 명확한 사유가 기재되지 않았고 이상반응으로 인하였는지는 불확실하였다. 기타 연구에서는 중도 탈락자가 보고되지 않아, 이상반응 사례는 없었던 것으로 추측된다.

4) 비뿔림 위험 평가

9편²¹⁻²⁹⁾의 무작위 대조 연구를 Cochrane risk of criteria에 따라 평가하였다. 첫 번째, 기준인 무작위 배정 생성은 1편²¹⁾에서 컴퓨터 프로그램을 활용하였고, 3편^{24,25,27)}에서 랜덤표를 이용했다고 하여 비뿔림 위험이 낮다고 보았다. 2편^{23,26)}에서는 편의상 순서 데로 배정하였다고 하여 위험도가 높다고 평가하였고, 나머지 3편^{22,28,29)}에서는 방법이 기재되지 않아 불확실하였다. 두 번째, 배정 순서 은폐는 컴퓨터 프로그램을 이용한 1편²¹⁾과, 밀봉 봉투를 언급한 4편^{23,25,27,29)}에서 비뿔림 위험이 낮음으로 평가하였고, 순차적으로 배정하여 그 순서를 가리지 않은 1편²⁶⁾에서는 위험도가 높은 것으로 판단하였다. 그 외 3편^{22,24,28)}에서는 은폐 여부를 알 수 없어 불확실에 배정

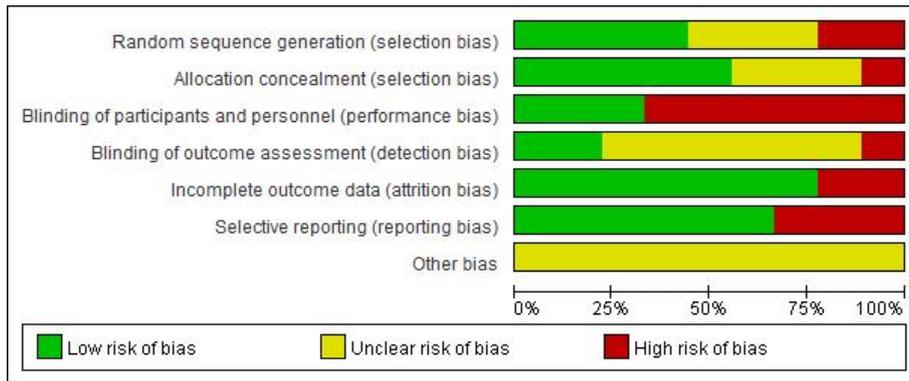


Fig. 5. Risk of bias graph.

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
Akridge 2010	?	?	+	+	+	+	?
Anderson 2005	+	+	+	+	+	+	?
Bártolo 2017	+	+	+	+	+	+	?
Gębska 2023	?	+	+	+	+	+	?
Puente 2011	+	+	+	+	+	+	?
Ram 2021	+	+	+	+	+	+	?
Su 2022	?	?	+	+	+	+	?
Trivedi 2016	+	?	+	+	+	+	?
Urbanski 2021	+	+	+	+	+	+	?

Fig. 6. Risk of bias summary.

하였다. 세 번째, 연구 참여자 맹검은, 1편²⁵⁾에서 플라시보 기법을 사용하였고, 2편^{23,27)}에서 연구 참여자에게 어디 속해있는지 눈가림을 하였다고 언급하여 위험도 낮음으로 평가하였다. 그 외 6편^{21,22,24,26,28,29)}은 수기치료 특성상 눈가림이 어렵다고 판단되어 높다고 평가하였다. 네 번째, 결과 평가 맹검은 2편^{22,29)}에서 평가자를 달리하

여 눈가림을 시도하였다고 기재하여 위험도 낮음으로 판단하였고, 1편²⁷⁾에서는 평가자가 같아 불가능하다고 하여 위험도 높음으로 판단하였다. 그 외의 6편^{21,23-26,28)}에서는 관련 내용이 없어 불확실로 보았다. 다섯 번째, 불충분한 결과 자료에 대한 평가는 2편^{27,29)}에서 각 군에 탈락자가 있었으나 그 사유를 기재하지 않았고 결과에 미치는 영향에 대해 언급하지 않아 위험도가 높다고 평가하였다. 그 외 7편^{21-26,28)}에서는 중도 탈락자가 발생하지 않아 비뚤림 위험이 낮았다. 여섯 번째, 선택적인 보고는 2편^{23,29)}에서 그래프만 기재하고 통계 수치를 제시하였지만 정확한 결과치는 기재하지 않았고, 1편²²⁾에서는 평가 지표의 중재 전 수치를 명확히 기재하지 않아 비뚤림 위험이 높다고 평가하였다. 그 외 6편^{21,24-28)}에서는 각 연구 방향에 따른 통계 수치를 결과치와 함께 제시하고 있어 비뚤림 위험이 낮다고 평가하였다.

4. 고찰

턱관절 장애는 다양한 병리학적 기전을 가지고 있어 진단과 치료가 복잡지만, 크게 근육성과 관절성으로 나눌 수 있다³⁰⁾. 턱관절에는 깨물근, 내측날개근, 관자근이 있어 각각의 근육 방향에 따라 깨무는 동작 뿐 아니라 턱을 앞으로 내밀거나 양측으로 편위 시키는 등의 동작에 작용하며, 병변이 생기면 그 기능에 영향을 받게 된다³¹⁾. 주변 근육의 문제로 턱관절 장애가 발생하는 경우, 통증을 동반하는 근육 연축에 의한 교합 동작 부조화 및 스

트레스가 기본적인 병리 기전이 된다³²⁾.

근에너지 기법은 시술자가 가하는 반대 힘에 대항하여 대상자가 근육을 정확하게 조절된 방향으로 수직적 수축시킴으로써 근육의 이완과 강화를 유도하는 수기요법이다. 근에너지 기법은 환자가 시술에 참여하는 능동기법으로, 크게 수축 후 이완(PIR) 기법과 상호억제(RI) 기법으로 구분된다. PIR은 대상 근육을 통증이 나타나기 직전의 중간 범위로 위치시키고 약 20%의 힘으로 일정 시간 등척성 수축 후 이완하는 기법이다. RI는 외상 후 급성기 통증이 심한 단축 근육에 적용하는 기법으로 길항근이 등척성 수축을 할 때 주동근은 억제된다는 점을 이용하여 일정 시간 길항근을 수축시키고 이완하는 기법이다. PIR기법은 자가억제에 의해 근이완이 일어나는 원리를 이용하며 RI기법은 간접적으로 상호억제를 통해 근이완이 일어나는 원리를 이용한다는 차이점이 있다³³⁾. 이러한 원리에 따라 근에너지 기법은 통증 및 관절 기능 개선의 작용으로 턱관절 장애에도 효과가 있는 것으로 판단된다.

따라서, 본 논문에서는 체계적 문헌 고찰을 통해 턱관절 장애에 대해 근에너지 기법이 유효한지 알아보고 그에 대한 근거를 제시하고자 하였다. 국내외 12개의 데이터베이스를 검색하여 근에너지 기법과 턱관절 장애에 관련된 무작위 대조 연구를 선별하였으며, 기준에 부합하는 9편의 논문을 선정하였다.

각 연구 별 치료 기간 및 추적 조사 여부에는 차이가 있어, 1회 치료 전후를 비교한 연구^{21,23,25)}부터 최대 4주까지 중재가 들어간 연구^{24,27,29)}까지 있었다. Ram²⁷⁾의 연구에서는 4주간의 치료 중 지속적으로 개선과 함께 치료 후 추적검사에서 추가적인 개선을 보였으며, 기존의 임상 연구³⁴⁾에서도 5주 간의 근에너지 기법 치료 중 NRS 및 MMO가 시간에 따라 지속적으로 개선되었다. 반면에, 10일에서 2주의 짧은 치료 기간의 연구^{22,26,29)}에서는 대조군과 큰 차이가 없었다고 보고하였다. 근에너지 기법의 장기적인 효과를 파악하기 위해 4주 이상 기간 동안의 치료와 추적 조사를 포함한 연구 디자인 설정이 필요하다고 사료된다.

각 연구 사이에 근에너지 기법의 수축 방향, 수축 시간, 반복 횟수 등, 상세한 술기 과정에도 차이가 있었다.

통상적으로 추나의학에서 시행하는 근에너지 기법의 수축 시간은 3~5초이며¹²⁾, Greenman은 5~7초의 수축을 3~5회 반복하는 방법을 제시하였다³⁵⁾. 근에너지 기법은 근육을 수축시킬 때 골지건 기관(Golgi tendon organ)을 활성화하고 반사적으로 근수축 억제력을 일으키는 원리에 의해 시행된다³⁶⁾. 치료의 목표를 달성하기 위해서는 세포 수준의 변화가 일어나도록 충분한 수축과 이완이 필요하기에 최대 10초의 수축 시간이 유의미할 것으로 추측된다. 근에너지 기법의 근수축 시간에는 명확한 기준이 설정 되지 않아 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

각 연구별로 같은 중재법을 비교한 연구가 적어 메타분석에 제한이 있었고, 3편^{23,26,29)}의 연구에서는 결과 지표의 정확한 평균치와 표준 편차값이 제시되지 않아 다른 연구와의 합성이 불가하였다. 이에 제한적으로 결과 지표가 명확히 제시된 연구들로 메타분석을 하였다. 3편^{24,27,28)}의 연구로 보아 통상치료보다 근에너지 기법 병행치료를 더 효과가 있음이 입증되었다. 하지만, 관찰군과 비교한 연구들^{21,22)}은 대상자 수가 극히 적으며, 연구 개수도 적었으며, 메타분석 결과 상 통계적 의의도 부족하여, 관찰군과 근에너지 기법 간 비교하는 대규모 연구가 추후 필요하다고 여겨진다.

근에너지 기법과 물리치료를 비교한 Su²⁸⁾의 연구에서는 근에너지 기법 군이 ESWT 군에 비해 NRS나 PPT 등을 제외한 MMO에서만 더 많은 개선 효과를 보였다. ESWT를 교근에 적용한 결과 통증 수치 개선을 보였다는 기존 연구 결과³⁷⁾와 함께 미루어 보아 근에너지 기법보다 통증 경감에 더 효과적인 것으로 판단된다. 근에너지 기법은 단축되거나, 구축된 근육을 늘려 가동성이 제한된 관절을 가동시키는 수기요법이기⁶⁾ 가동범위 개선에 탁월한 효과를 보이는 것으로 판단된다.

다른 수기요법인 MFR과 비교한 연구인 3편^{24,26,29)}에서는 부족한 결과 자료 때문에 메타분석은 시행할 수 없었다. 제한적으로 논문 내 통계 결과를 비교해봤을 때, 통증 치료 면에서 MFR이 짧은 기간 동안 더 나은 효과를 보였지만, 4주간 중재를 시행한 Trivedi²⁴⁾의 연구로 미루어 보아 근에너지 기법이 장기적으로 더 효과적이라고 여겨진다. 또한, 근에너지 기법이 단기간 및 장기간에서 관절 가동범위 개선에 효과적으로 판단되는데, 측

방 편위 범위는 예외였다. 이는, Gebska²⁹⁾의 연구에서 근에너지 기법은 깨물근에 대해서 시술되었기 때문에, 입을 여는 방향으로만 가동범위가 더 개선되었고, MFR은 날개근에도 증재가 이루어졌기 근에너지 기법에 비해 편측 운동 범위가 더 향상된 것으로 유추된다. Su²⁸⁾의 연구에서도 ESWT 군에 비해 근에너지 기법 군 또는 ESWT와 근에너지 기법이 병행된 군에서 MMO 값이 더 개선된 것으로도 근거를 지지할 수 있다.

총 9개²¹⁻²⁹⁾ 무작위 대조 연구의 비뿔림 위험성을 평가한 결과 2건^{25,27)}의 연구에서만 1개 항목을 제외하고 비뿔림 낮음으로 평가되었다. 그 외의 연구에서는 최소 2개 항목에서 최대 4개 항목까지 비뿔림 위험이 높거나 불확실하였다. 연구 참여자 맹검에 있어서 수기의학 특성상 맹검이 어렵지만 거짓 수기요법과 같은 증재와 참여자에게 치료에 대한 정보를 제한하는 등의 노력으로 비뿔림을 최소화 나갈 수 있을 것이다. 선택적 보고의 경우 결과값이 불확실한 연구들에서 비뿔림 위험성을 높인다. 참여자 및 결과 평가 맹검과 명확한 결과값 기재 등 추후 비뿔림을 최소화한 연구가 필요하다고 여겨진다.

턱관절 장애에 근에너지 기법을 적용하였을 때 효과가 있는지 근거를 제시하기 위해 9건²¹⁻²⁹⁾의 연구를 검색하여 체계적으로 고찰한 결과, 일반적으로 통상적 치료나 관찰군에 비해 통증 및 관절 기능 개선 등 측면에서 치료 효과가 더 있는 편이었지만, 대조 증재에 비해 효과가 미흡한 지표 결과도 있었다. 또한, 연구데이터 상 모든 연구의 메타분석이 불가능하거나, 비뿔림 위험성도 종합적으로 보았을 때 높았다. 이와 같은 한계로 본 연구상 근에너지 기법이 턱관절 장애에 다른 치료보다 우월한 효과를 가지는지에 대해서는 제한된 근거를 가진다고 볼 수 있다. ESWT와 MFR 등 특정 치료와 비교했을 때, 통증 경감의 면에서 낮은 효율을 보이지만, MMO의 향상으로 보아 관절각도 개선 등의 면에서는 장점을 보인다. 수기요법은 보존적인 치료법이다. 만성적 질환인 턱관절 장애를 치료할 때 수술적 개입이 아닌 보존적인 요법을 우선적으로 고려해야 한다는 점에서 수기요법을 선택할 수 있다. 본 연구에서 대상 논문들²¹⁻²⁹⁾에서는 이상반응을 보고되지 않았으며, 기존 연구³⁸⁾에서도 이상반응은 대부분 소수의 경미한 문제였다는 점에서 안전한

치료라고 볼 수 있다. 그 중 근에너지 기법은 환자의 능동적 참여를 유도하고 치료 시간이 오래 걸리지 않는 등의 장점이 있다⁶⁾. 본 연구의 결과에 근거하여 턱관절 장애의 치료에 일차적으로 우선 선택할 수 있는 치료법인지에 대해서는 제한된 가치를 가지지만, 개구각도 개선처럼 일부 측면에 있어서는 비교 우위적 효과를 가지기에 상황에 따라 장점을 가진다고 판단된다. 추후 비뿔림 위험 최소화, 대규모 대상자 선정, 추적 검사를 포함한 장기간 연구를 통해 검증해나갈 필요성이 있다.

5. 결론

본 연구에서는 전자 데이터베이스 검색을 통해 9건의 무작위 대조 연구를 문헌적으로 고찰하였다. 근에너지 기법은 통상적 치료 또는 관찰군, 교정장치에 비해 최대 개구각 향상, 통증 개선 등에 효과를 보였다. 체외충격파 또는 근막이완요법과 비교해서 최대개구각에 더 나은 개선 효과를 보였지만, 통증 수치 결과값은 더 낮은 수치를 보였다. 본 연구의 분석 대상 논문의 상당수가 적은 대상, 짧은 연구기간, 추적조사의 미비, 비뿔림이 높은 편이란 제한점들이 있었다. 따라서, 근에너지 기법이 턱관절 장애를 치료하는데 효과적인 치료법인가에 대한 한정된 근거를 가지며, 추후 검증된 디자인으로 장기적인 효과를 검증할 수 있는 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2023학년도 세명대학교 교내 학술 연구비 지원에 의해 수행된 연구임

References

1. Liu F, Steinkeler A. Epidemiology, Diagnosis, and Treatment of Temporomandibular Disorders. Dent Clin

- North Am. 2013;57(3):465-79.
<https://doi.org/10.1016/j.cden.2013.04.006>
2. Magnusson T, Egermarki I, Carlsson GE. A Prospective Investigation Over Two Decades on Signs and Symptoms of Temporomandibular Disorders and Associated Variables, A Final Summary. *Acta Odontol Scand.* 2005;63(2):99-109.
<https://doi.org/10.1080/00016350510019739>
 3. Hira Bigdata Open Portal. Disease subclassification statistics of Inpatients and Outpatients: Temporomandibular Disorders(K076). HIRA [serial online] 2020-2022 [cited 2023 Oct 29]; 1(1):[3screens]. Available from: URL: <https://opendata.hira.or.kr/op/opc/olap4thDsInfoTab1.do#>
 4. Wadhwa S, Kapila S. TMJ Disorders: Future Innovations in Diagnostics and Therapeutics. *Journal of Dental Education.* 2008;72(8):930-47.
<https://doi.org/10.1002/j.0022-0337.2008.72.8.tb04569.x>
 5. Avila FJA, López MC, González JRC, Remus CR. Temporomandibular Joint Dysfunction in Various Rheumatic Diseases. *Reumatismo.* 2013;65(3):126-30.
<https://doi.org/10.4081/reumatismo.2013.126>
 6. Sim SH, Ha M. Association between Psychological Factors and Temporomandibular Disorders in Korean Adults: The Fourth Korean National Health and Nutritional Examination Survey(2009). *Journal of Korean Society of Dental Hygiene.* 2013;13(5):739-47.
<https://doi.org/10.13065/jksdh.2013.13.05.739>
 7. Ohrbach R, Dworkin SF. The Evolution of TMD Diagnosis: Past, Present, Future. *J Dent Res.* 2016;95(10):1093-101.
<https://doi.org/10.1177/0022034516653922>
 8. Reyes MR, Uyanik JM. Orofacial pain Management: Current Perspectives. *J Pain Res.* 2014;7:99-115.
<https://doi.org/10.2147/JPR.S37593>
 9. Martins WR, Blasczyk JC, Oliveira MAFD, Gonçalves KFL, Rocha ACB, Dugailly PM, Oliveira RJD. Efficacy of Musculoskeletal Manual Approach in the Treatment of Temporomandibular Joint Disorder: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Man Ther.* 2016;21:10-17.
<https://doi.org/10.1016/j.math.2015.06.009>
 10. Geum JH, Lee JH. Intraoral Balancing Appliance and Korean Medical Treatment for Patient with Temporomandibular Disorder: A Case Report. *Journal of TMJ Balancing Medicine.* 2019;9(1):18-23.
 11. Kim CE, Do HJ, Song HS, Shin JK, Lee WJ, Kim JH, Lee KJ, Yoon YS, Kim NH, Suh CY, Lee YJ. A Web-based Survey for Assessment of Korean Medical Treatment Clinical Practice Patterns for Temporomandibular Disorders. *Journal of Korean Medicine Rehabilitation.* 2018;28(1):73-84.
<https://doi.org/10.18325/jkmr.2018.28.1.73>
 12. Korean Society of Chuna Manual Medicine for Spine and Nerves. *Chuna Manual Medicine. Korean Society of Chuna Manual Medicine for Spine and Nerves.* 2.5th ed. Seoul: Korean Society of Chuna. 2017:128-137, 262-73.
 13. Chang DH, Bae UY, Lee IS, Cho SW. Two Clinical Case Studies on Temporomandibular Disorder with Upper Cervical Manipulation. *JCMM.* 2011;6(2):45-52.
 14. Nahian A, ÜNAL M, Mathew Jr J. Osteopathic Manipulative Treatment: Facial Muscle Energy, Direct MFR, and BLT Procedure - for TMJ Dysfunction. [serial online] 2023 Feb[cited 2023 Nov]; 1(1):[7screens]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564310/>
 15. Lee NW, Lee SH, Kim KW, Ha IH, Cho JH, Lee YJ. Effectiveness of Chuna (or Tuina) Manual Therapy for Temporomandibular Disorder: A Systematic Review. *Altern Ther Health Med.* 2023;29(1):258-68.
 16. Touche RL, García SM, García BS, Acosta AP, Juárez DA, Pérez JJF, Parreño SAD, Martínez FC, Alemany AP, Martí LS. Effect of Manual Therapy and Therapeutic Exercise Applied to the Cervical Region on Pain and Pressure Pain Sensitivity in Patients with Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-analysis. *Pain Med.* 2020;21(10):2373-84.
<https://doi.org/10.11607/ofph.3093>
 17. Asquini G, Pitance L, Michelotti A, Falla D. Effectiveness of Manual Therapy Applied to Craniomandibular Structures in Temporomandibular Disorders: A Systematic Review. *J Oral Rehabil.* 2022;49(4):442-55.
<https://doi.org/10.1111/joor.13299>
 18. Melo LAD, Medeiros AKBD, Campos MFTP, Resende CMBMD, Barbosa GAS, Almeida EOD. Manual Therapy in the Treatment of Myofascial Pain Related to Temporomandibular Disorders: A Systematic Review. *J Oral Facial Pain Headache.* 2020;34(2):141-8.
<https://doi.org/10.11607/ofph.2530>
 19. Valencia AH, Muñoz MR, Martín JM, Vargas AC, Sánchez MG. Efficacy of Manual Therapy in Temporomandibular Joint Disorders and Its Medium-and Long-Term Effects on Pain and Maximum Mouth Opening: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Med.* 2020;9(11):1-13.
<https://doi.org/10.3390/jcm9113404>
 20. Vieira LS, Pestana PRM, Miranda JP, Soares LA, Silva F, Alcantara MA, Oliveira VC. The Efficacy of Manual Therapy Approaches on Pain, Maximum Mouth Opening and Disability in Temporomandibular Disorders: A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Life(Basel).* 2023;13(2):292-311.
<https://doi.org/10.3390/life13020292>
 21. Anderson N. The Effect of Specific Isometric Muscle Energy Technique on Range of Opening of Temporomandibular Joint. *JOM.* 2004;42(2):445-50.
 22. Akridge L, Brent M, Hechst K, George JC. Effects of Masseter Manual Therapy or Cold Laser on Temporomandibular Dysfunction. *Logan University.* 2010:1-12.
 23. Puente MM, Pascual ÁO. Effects of the Masseter Muscle Energy Technique in Boxers with Temporomandibular Dysfunction(Efectos de la Técnica de Energía Muscular de los

- Maseteros en Boxeadores con Disfunción Temporomandibular). School of Osteopathy of Madrid Scientific European Federation of Osteopaths. 2011:1-141.
24. Trivedi P, Bhatt P, Dhanakotti S, Nambi G. Comparison of Muscle Energy Technique and Myofascial Release Technique on Pain and Range of Motion in Patients with Temporomandibular Joint Dysfunction. *International Journal of Physiotherapy and Research*. 2016;4(6):1788-92. <https://doi.org/10.16965/ijpr.2016.192>.
 25. Bártolo C, Mesquita C. Effect of the Muscle Energy Technique in Patients with Temporomandibular Disorder(Efeito da Técnica Energia Muscular em doentes com disfunção Temporomandibular). Instituto Politecnico do Porto. 2017:1-34.
 26. Urbański P, Trybulec B, Pihut M. The Application of Manual Techniques in Masticatory Muscles Relaxation as Adjunctive Therapy in the Treatment of Temporomandibular Joint Disorders. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(24):1-15. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412970>.
 27. Ram HK, Shah DN. Comparative Evaluation of Occlusal Splint Therapy and Muscle Energy Technique in the Management of Temporomandibular Disorders: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Indian Prosthodont Soc*. 2021; 21(4):356-65. https://doi.org/10.4103/jips.jips_332_21.
 28. Su WJ, Zhou TT, Lian SY, Lin YK. Clinical Study on the Effectiveness of Extracorporeal Shock Wave Therapy Combined with Muscle Energy Technology for Temporomandibular Disorders(体外冲击波联合肌肉能量技术对颞下颌关节紊乱疗效的临床研究). *Chinese Journal of Rehabilitation*. 2022;37(10):598-602. <https://doi.org/CNKI:SUN:ZLKF.0.2022-10-005>.
 29. Gębska M, Dalewski B, Pałka Ł, Kołodziej Ł. Evaluation of the Efficacy of Manual Soft Tissue Therapy and Therapeutic Exercises in Patients with Pain and Limited Mobility TMJ: A Randomized Control Trial(RCT). *Head Face Med*. 2023;19(1):42-59. <https://doi.org/10.1186/s13005-023-00385-y>.
 30. Herb K, Cho S, Stiles MA. Temporomandibular Joint Pain and Dysfunction. *Curr Pain Headache Rep*. 2006; 10(6):408-14. <https://doi.org/10.1007/s11916-006-0070-7>.
 31. Alomar X, Medrano J, Cabratosa J, Clavero JA, Lorente M, Serra I, Monill JM, Salvador A. Anatomy of the temporomandibular joint. *Semin Ultrasound CT MR*. 2007; 28(3):170-83. <https://doi.org/10.1053/j.sult.2007.02.002>.
 32. Eversole LR, Machado L. Temporomandibular Joint Internal Derangements and Associated Neuromuscular Disorders. *J Am Dent Assoc*. 1985;110(1):69-79. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1985.0283>.
 33. Chaitow L. *Muscle Energy Techniques*. 3rd ed. Seoul: Koonja. 2008:154-69.
 34. Rajadurai V. The Effect of Muscle Energy Technique on Temporomandibular Joint Dysfunction: A Randomized Clinical Trial. *Asian Journal of Scientific Research*. 2011;4(1):71-7. <https://doi.org/10.3923/ajsr.2011.71.77>
 35. Lisa A. DeStefano. *Greenman's Principles of Manual Medicine 5th Edition*. Wolters Kluwer. 2017:4.
 36. Waxenbaum JA, Lu M. *Physiology, Muscle Energy*. Starpearls [serial online] 2022 Jul[cited 2023 Nov]; 1(1): [6screens]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559029/>
 37. Kraus M, Reinhart E, Krause H, Reuther J. Low Energy Extracorporeal Shockwave Therapy(ESWT) for Treatment of Myogelosis of Masseter Muscle. *Mund Kiefer Gesichtschir*. 1999;3(1):20-3. <https://doi.org/10.1007/s100060050087>
 38. Kim C. Conservative Treatment Modalities for Patients with Temporomandibular Joint (TMJ) disorders. *Journal of the Korean Dental Association*. 2013;51(2):74-83. <https://doi.org/10.22974/jkda.2013.51.2.001>

ORCID

윤홍렬	https://orcid.org/0000-0002-0284-259X
변정원	https://orcid.org/0000-0002-6895-0665
김순중	https://orcid.org/0000-0001-8244-0197