

## Übersichten

Schmerz 2013 · 27:243–252

DOI 10.1007/s00482-013-1329-7

Online publiziert: 23. Mai 2013

© Deutsche Schmerzgesellschaft e.V.

Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg -

all rights reserved 2013

H.J. Schindler<sup>1</sup> · J.C. Türp<sup>2</sup> · P. Nilges<sup>3</sup> · A. Hugger<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Universität Heidelberg

<sup>2</sup> Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Myoarthropathien,

Universitätskliniken für Zahnmedizin, Universität Basel

<sup>3</sup> DRK-Schmerzzentrum Mainz

<sup>4</sup> Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Westdeutsche Kieferklinik, Universität Düsseldorf

# Therapie bei Schmerzen der Kaumuskulatur

## Aktualisierung der Empfehlungen

### Voraussetzungen und Ziel

Der Interdisziplinäre Arbeitskreis für Mund- und Gesichtsschmerzen der Deutschen Schmerzgesellschaft (DSG) hat im Jahr 2007 in dieser Zeitschrift Empfehlungen zur Therapie bei Schmerzen der Kaumuskulatur veröffentlicht [71]. Zwischenzeitlich publizierte Arbeiten zu diesem Thema machen es erforderlich, eine systematische Bestandsaufnahme der zwischen 2006 und 2012 veröffentlichten Literatur vorzunehmen und, sofern notwendig, die 2007 gegebenen Empfehlungen zu aktualisieren.

### Zusammenfassung der Empfehlungen von 2007

#### Muskuläre kranio-mandibuläre Dysfunktionen

Schmerzhafte kranio-mandibuläre Dysfunktionen (CMD) sind neben Zahnschmerzen die häufigsten Beschwerden im Kausystem [47]. Sie schließen Arthralgien der Kiefergelenke und Myalgien der Kaumuskulatur ein und repräsentieren so die muskuloskeletalen Beschwerden des Kiefer-Gesichts-Bereichs. Etwa 75% der Patienten mit CMD leiden unter primär myofaszialen Schmerzen der Kaumuskulatur [48, 99], im weiteren Text als muskuläre CMD (mCMD) bezeichnet. Neben belastungsrelevanten und psychologischen Faktoren [84] konnten endo-

gen oder exogen zugeführte Hormone, wie Östrogen, Nervenwachstumsfaktor [“nerve growth factor“ (NGF); [82]] und Glutamat [45], als mögliche Einflussfaktoren bei der Genese schmerzhafter mCMD identifiziert werden. Frauen sind – bevorzugt in der dritten bis fünften Lebensdekade, d. h. zwischen 20 und 49 Jahren – bis zu 4-mal häufiger betroffen als Männer [50].

Kaumuskelschmerzen sind durch einen dumpf-drückenden, manchmal ziehenden Charakter gekennzeichnet, weisen eine geringe bis mittlere Intensität auf und werden oft von einer eingeschränkten Bewegungskapazität des Unterkiefers begleitet. Belastungen beim Kauen, aber auch die Palpation der betroffenen Muskeln verstärken in der Regel die Symptome. Häufig werden die Schmerzen in den Kopfbereich übertragen und dort dominant wahrgenommen [104]. Lang anhaltende Kiefermuskelschmerzen können bei den Betroffenen zu psychosozialen Belastungen führen, z. B. zu Beeinträchtigungen der Tagesaktivitäten und Störungen der emotionalen Befindlichkeit [93]. Empfehlungen zur Behandlung myofaszialer Kaumuskelschmerzen betonen die Bedeutung nichtinvasiver therapeutischer Maßnahmen [71].

### Empfohlene Therapieelemente

Folgende Therapieelemente kommen bei der Behandlung von myofaszialen

Schmerzen der Kiefermuskulatur in der Regel in Betracht und werden daher allgemein empfohlen [71]:

- Patientenaufklärung [59, 97],
- Selbsttherapie [11, 52],
- Entspannungstherapie [15],
- physikalische Therapie [3, 7, 16, 25, 28, 62, 77, 98],
- Therapie mit intraoralen Okklusionsschienen [6, 21, 43, 68, 92, 98],
- Akupunktur [29, 41, 49],
- medikamentöse Therapie mit nicht-steroidalen Antiphlogistika, Diazepam, Cyclobenzaprin, Flupirtin, trizyklischen Antidepressiva, Lokalanästhesie und Botulinumtoxin [35, 64, 69, 79, 86, 100, 102] sowie
- Verhaltenstherapie [20, 88].

### Zusammenfassende Bewertung der 2007 publizierten Empfehlungen

Die 2007 vom Interdisziplinären Arbeitskreis erarbeiteten Therapieempfehlungen aktualisierten frühere Empfehlungen durch die Aufarbeitung von Publikationen zu diesem Thema mit ausschließlich hohem Evidenzniveau. Im deutschen Sprachraum war dies die erste Veröffent-

J.C. Türp ist stellvertretender Vorsitzender des Interdisziplinären Arbeitskreises für Mund- und Gesichtsschmerzen der Deutschen Schmerzgesellschaft. Die Autoren schreiben im Namen des Interdisziplinären Arbeitskreises für Mund- und Gesichtsschmerzen der Deutschen Schmerzgesellschaft.

lichung, die unter Berücksichtigung nachvollziehbarer evidenzbasierter Datenselektion zu therapeutischen Optionen bei Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen Empfehlungen gab. Zwischenzeitlich wurden diese mit dem internationalen Konsens übereinstimmenden Maßgaben [53, 65] im deutschen Sprachraum weitgehend angenommen [46, 81]. Besondere Erwähnung sollte der Sachverhalt erfahren, dass der Interdisziplinäre Arbeitskreis mit den Therapieempfehlungen [38, 71] und der standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen [89, 90] praxisnahe Instrumente erarbeitet hat, die in sich schlüssig ein evidenzbasiertes und gut nachvollziehbares Vorgehen bei den Patienten ermöglichen.

## Aktualisierung

### Material und Methoden

In einer systematischen Literatursuche in den Datenbanken PubMed/Medline, Cochrane Library sowie in der Verlagsdatenbank der *Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift*, die zwischen September und Dezember 2012 von 2 Personen durchgeführt wurde, wurden relevante Studienartikel zu Therapieverfahren bei Kiefermuskelschmerzen ermittelt. Als Suchbegriffe wurden eingesetzt:

- (myofascial temporomandibular pain OR myogenous temporomandibular disorder pain) AND therapy;
- (myogenous temporomandibular pain OR myofascial temporomandibular pain OR jaw muscle pain) AND (therapy OR therapies OR treatment);
- temporomandibular disorder AND muscle AND pain AND (therapy OR therapies OR treatment);
- Kiefermuskulatur und Schmerz und Therapie.

Die Suche wurde auf Metaanalysen, systematische Reviews und Artikel über randomisierte, kontrollierte Studien (RCT) beschränkt, die zwischen 2006 und 2012 erschienen waren. Die identifizierten RCT-Artikel wurden in die Bewertung aufgenommen, wenn folgende Bedingungen erfüllt waren:

- Text englisch- oder deutschsprachig;

- Schlüsselwörter: myogenous CMD patient, intervention, control;
- therapieassoziierte Schmerzreduktion >30%;
- Studie zur Therapie von – ausschließlichen – Schmerzen in den Kiefermuskeln;
- Skalierung der Schmerzstärke vor und nach Intervention mittels numerischer Rating-Skala (NRS), visueller Analogskala (VAS) oder vergleichbaren Instrumenten;
- mindestens 3 von 5 maximal erreichbaren Punkten bei der Bewertung der Studienqualität nach Jadad [39].

Keine Berücksichtigung bei der Literaturauswertung fanden Untersuchungen, die nicht durch Placebo, Standardtherapie, andere Therapieformen oder eine nicht-behandelte Patientengruppe kontrolliert wurden bzw. die primär die Therapie von schmerzhaften Arthralgien zum Thema hatten.

In Anlehnung an die Empfehlungen von 2007 [71] und die aktuelle Klassifizierung der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF) wurden folgende modifizierte Empfehlungsklassen verwendet:

- Klasse I (empfehlenswert): nach Evidenz und Expertenmeinung Nutzen und Wirksamkeit bei mCMD oder Wirkung für andere muskuloskeletale Regionen nachgewiesen;
- Klasse IIa (eingeschränkt empfehlenswert): Evidenz und Expertenmeinung zwar widersprüchlich, aber die Sachlage spricht eher für Nutzen und Wirksamkeit;
- Klasse IIb (nicht empfehlenswert): kein Beleg für die Wirksamkeit vorhanden.

Die zugehörigen Evidenzlevel wurden wie folgt interpretiert:

- Level A: Daten aus mehreren randomisierten klinischen Studien;
- Level B: Daten aus einer einzigen randomisierten klinischen Studie;
- Level C: Expertenmeinung, Daten aus Fall- oder retrospektiven Studien.

Die Aktualisierung allgemeiner Gesichtspunkte, d. h. neue Erkenntnisse zur Ätio-

logie, Diagnostik und generelle Maßgaben zu Therapiestrategien bzw. schmerzphysiologischen Aspekten, wurde im Wesentlichen aktuellen Übersichtsarbeiten zu den entsprechenden Themen entnommen und ggf. durch Grundlagenstudien ergänzt. Dieser Teil der Arbeit soll mit dem aktuellen Stand der Forschung und Entwicklungen auf diesen Gebieten vertraut machen.

## Ergebnisse

### Allgemeine Gesichtspunkte

**Ätiologie.** Die Basis für die Modellvorstellungen des Kaumuskel-schmerzes bildet der Nozizeptorschmerz, der durch Überlastung motorischer Einheiten ausgelöst und durch eine Vielzahl disponierender Faktoren begünstigt werden kann. Als übergreifende pathophysiologische Erklärungsmodelle dienen im Wesentlichen das Mikrotrauma und die lokale Ischämie [56, 73] sowie ihre strukturellen und funktionellen klinischen Entsprechungen, z. B. lokale Druckschmerzhaftigkeit (mechanische Allodynie), Muskelererschöpfung (Fatigue) und Muskelkater („delayed-onset muscle soreness“). Den Vorstellungen ist gemeinsam, dass am Ende der Kausalkette die Freisetzung von Protonen und anderen endogenen algischen Substanzen, wie Glutamat, Substanz P, Bradykinin, Histamin, Prostaglandin E, Serotonin, Kaliumionen und Adenosintriphosphat, aus Gewebszellen und afferenten Nervenfasern sowie die über sie vermittelte Erregung und Sensibilisierung von muskulären Nozizeptoren (Gruppe-III- und Gruppe-IV-Afferenzen) steht [56, 57].

Entgegen der landläufigen Vorstellung, dass nur große oder myographisch deutlich messbare Muskelaktivierungen in der Lage sind, Läsionen zu verursachen, gehen aktuellere Vorstellungen davon aus, dass sich das lädierende Belastungsmoment auch auf einzelne anhaltend aktivierte motorische Einheiten (MU, hier sog. Cinderella-MU) bei ansonsten geringer, die Ruheaktivität kaum oder nur gering überschreitender Gesamtmuskelaktivierung beschränken kann [30, 76, 105]. Anhaltspunkte für lang anhaltende Aktivierungen einzelner MU unter solchen

Bedingungen wurden in der Rücken-, Nacken- und Kaumuskulatur gefunden [24, 34, 105]. Diese Sichtweise könnte die oft widersprüchlichen Vorstellungen von biomechanischen Belastungsfaktoren auflösen und das Bild von Muskelschmerzen verursachenden Belastungen entscheidend erweitern. Dass bei Schmerzpatienten solche lang anhaltenden Aktivierungen gehäuft vorkommen, konnte am M. trapezius belegt werden [106]. Aber auch bezüglich der Halsmuskulatur werden Hinweise auf solche Phänomene berichtet [23].

Unter dem Gesichtspunkt der allgemein anerkannten multifaktoriellen Ätiologie der mCMD [84] scheint die Vulnerabilität betroffener Patienten entscheidend die Entstehung und Entwicklung von Kaumuskelschmerzen auf verschiedenen Ebenen zu beeinflussen. Neben belastungsrelevanten Läsionen [17] können zahlreiche weitere Faktoren die Ätiologie der mCMD mitbestimmen. Genetisch determinierte neurobiologische Merkmale, wie die im Fokus der Forschung stehende Schmerzmodulation [83] oder die pharmakogenetische Ausstattung der Betroffenen [40], können mit psychologischen Profilen interagieren und auf diese Weise Beginn und Progression der Schmerzen sowie das Ausmaß von Chronifizierungen prägen [8]. (Ergänzend sei hier erwähnt, dass mögliche Dispositionen im Bereich der Motormatrix bis dato so gut wie nicht wissenschaftlich thematisiert werden.) Darüber hinaus modulieren das Geschlecht, die psychische Belastung und Coping-Strategien den Verlauf der Erkrankung in unterschiedlichem Ausmaß [8]. Bisher ist es jedoch nicht möglich, die anteilige Bedeutung dieser Faktoren beim individuellen Patienten exakt zu bestimmen, um dadurch für den Betroffenen eine spezifisch zugeschnittene mechanismusbasierte Therapie entwickeln zu können. Im Wesentlichen bilden die vorgestellten Faktoren auch die ätiopathogenetische Grundlage für myofasziale Schmerzen in anderen Körperbereichen [36]. Ungeklärt ist allerdings, ob muskuloskeletale Beschwerden in den angrenzenden Körpersegmenten das kranio-mandibuläre System und so die Kaumuskelschmerzen über triviale biomechanische Verkettungen beeinflussen und ob

Schmerz 2013 · 27:243–252 DOI 10.1007/s00482-013-1329-7

© Deutsche Schmerzgesellschaft e.V. Published by Springer-Verlag Berlin Heidelberg - all rights reserved 2013

H.J. Schindler · J.C. Türp · P. Nilges · A. Hugger

## Therapie bei Schmerzen der Kaumuskulatur. Aktualisierung der Empfehlungen

### Zusammenfassung

Kaumuskelschmerzen sind nach Zahnschmerzen die häufigsten Schmerzen in der Kiefer-Gesichts-Region. Nach einer Zusammenfassung der vom Interdisziplinären Arbeitskreis für Mund- und Gesichtsschmerzen der Deutschen Schmerzgesellschaft im Jahre 2007 veröffentlichten Therapieempfehlungen wird anhand einer Literaturrecherche der Kenntnisstand von Ätiologie, Diagnostik und therapeutischen Möglichkeiten aktualisiert. Es erfolgte eine systematische Literatursuche in PubMed, der Cochrane Library und der Verlagsdatenbank der *Deutschen Zahnärztlichen Zeitschrift*. Die Ergebnisse bestätigen unsere früheren Empfehlungen, dass bei der überwiegenden Zahl der Patienten mit nichtinvasiven, reversiblen Maßnahmen Schmerzlinderung bzw. Schmerzfrei-

heit erreicht werden kann. Kurz- und Langzeitstudien haben weitere Belege dafür geliefert, dass verschiedene Behandlungsverfahren vergleichbar wirksam sind. Bei chronischen Verläufen ist neben der biomedizinischen Standardtherapie eine schmerzpsychologische Betreuung obligat. Als empfehlenswert wurden Aufklärung, Okklusionsschienen, physiotherapeutische Selbstbehandlung und Akupunktur, als eingeschränkt empfehlenswert physikalische Therapie, Pharmakotherapie und psychologische Schmerztherapie beurteilt.

### Schlüsselwörter

Myoarthropathien · Kranio-mandibuläre Dysfunktionen · Myalgie · Myofaszialer Schmerz · Therapieempfehlungen

## Clinical management of masticatory muscle pain. An update of the recommendations

### Abstract

Besides the different forms of odontalgia, myalgias of the masticatory muscles are the most frequent noninfectious complaints in the orofacial region. After summarizing the recommendations set forth by the Interdisciplinary Working Group of Orofacial Pain within the German Chapter of the IASP (German Pain Society), we present the current state of knowledge regarding the etiology, diagnosis, and therapeutic options, based on an extensive literature search. A systematic literature search was carried out in PubMed, the Cochrane Library, and the database of the *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift*. The results corroborate our previous recommendations that for the majority of patients pain reduction or pain relief can be achieved with

noninvasive, reversible methods. Short- and long-term trials have added more evidence to the fact that different therapeutic measures have similar efficacy. In patients with chronic myalgias of the jaw muscles, involvement of a psychotherapist is crucial. Patient education, oral appliances, physiotherapeutic exercises, and acupuncture are recommended therapeutic measures, while physical therapy, pharmacotherapy, and psychological therapy received a limited recommendation.

### Keywords

Temporomandibular disorders · Cranio-mandibular disorders · Myalgia · Myofascial pain · Therapeutic recommendations

umgekehrt Kaumuskelschmerzen über solche Wechselwirkungen Einfluss auf andere Körperregionen nehmen können [31, 54]. Für schmerz(patho)physiologische Interaktionen zwischen den unterschiedlichen Körpersegmenten sprechen epidemiologische Daten, die eine hohe Komorbidität von Gesichts-, Nacken- und Rückenschmerzen feststellen [42]. Obwohl die zugrunde liegenden Zusammenhänge weitgehend unklar sind, könnten die

schmerzhaften Wechselwirkungen zwischen diesen Segmenten auf einer zentralnervösen Ausbreitung von Sensibilisierungsmechanismen beruhen, wie dies in einer jüngeren Publikation belegt wird [101].

**Diagnostik.** Ein validiertes 2-achsiges Diagnoseschema, die RDC/TMD-Kriterien [19], liefert verlässliche Informationen zum Krankheitsbild der mCMD.

Eine für den klinischen Alltag modifizierte Version dieses Schemas wurde erstmals im Jahre 2000 vom DSG-Arbeitskreis für Mund- und Gesichtsschmerzen [91] veröffentlicht und 2006 aktualisiert [89]. Im Wesentlichen differenziert diese symptomorientierte Taxonomie 4 mit Schmerzen vergesellschaftete Diagnosen. Für die Kiefergelenke sind dies die Arthralgie und die aktivierte Arthrose, für die Muskulatur der myofasziale Schmerz ohne und mit eingeschränkter Kieferöffnung. Innerhalb dieser diagnostischen Kriterien erlaubt die sog. Achse-II-Beurteilung, d. h. die Erfassung der schmerzassoziierten psychosozialen Beeinträchtigung, als einzig verfügbare Möglichkeit (neben dem therapeutischen Misserfolg) wichtige Rückschlüsse auf eine mögliche Chronifizierung des Schmerzgeschehens. Zur neurobiologischen Interpretation chronischer Schmerzen unabhängig von psychosozialen und rein zeitlichen Aspekten der Erkrankung ( $\geq 3$  Monate) wird nachfolgend Stellung bezogen.

Nach wie vor stellt allerdings die Differenzierung in Patienten mit chronifizierten und nichtchronifizierten Schmerzen eine klinische Herausforderung dar. Die fehlende Trennschärfe einer validen Klassifizierung macht es oft nicht nur für den Therapeuten schwierig, die richtige Entscheidung hinsichtlich einer notwendigen Therapieoption zu treffen, sondern sie dürfte auch Ursprung für substantielle Verzerrungen in klinischen Studien darstellen und für Missverständnisse in der Kommunikation zwischen Experten bei Diskussionen um das Thema chronische Kaumuskel Schmerzen verantwortlich sein. Zur Lösung dieses Problems könnte ein kürzlich von Treede [87] empfohlenes 3-Phasen-Modell wesentlich beitragen, das ein ursprünglich von Cervero u. Laird [13] vorgestelltes Schmerzmodell modifiziert und aktualisiert. Es unterscheidet nicht nur akute und chronische Schmerzen, sondern

- akute Schmerzen,
- akut persistierende Schmerzen und
- chronische Schmerzen.

Begründet wird dieses Modell u. a. mit klinischen Phänomenen, wie sie etwa am repräsentativen Beispiel der Hüftendoprothetik zu beobachten sind, wo sich

nach den operativen Interventionen zuvor lang anhaltende Schmerzen in der Regel spontan zurückentwickeln. Neurobiologisch ist dies mit einerseits reversiblen funktionellen neuroplastischen Veränderungen bei (durch anhaltende periphere nozizeptive Signale aufrechterhaltenen) akut persistierenden Schmerzen zu erklären, im Gegensatz zu nicht- oder kaum reversiblen strukturellen Anpassungen in der Schmerzmatrix bei definitiv chronischen Schmerzen. Differenzialdiagnostisch kann hierbei der therapeutische Versuch einer peripheren Unterbrechung der nozizeptiven Reizleitung zielführende Informationen liefern [87].

Im Kontext von mCMD korrespondiert diese Taxonomie ebenfalls ausgezeichnet mit der klinischen Beobachtung, dass oft auch lang anhaltende myofasziale Schmerzen gut behandelbar bleiben. Darüber hinaus erklärt dieses Modell plausibel die häufig widersprüchlichen Ergebnisse bei Interventionsstudien als Selektionsbias, der durch unterschiedliche Anteile der 2 Subgruppen an den Studienpopulationen mit einerseits akut persistierenden (gut behandelbaren) bzw. chronischen (unzureichend behandelbaren) Schmerzen hervorgerufen wird. Gestützt wird diese Vermutung auch durch eine frühere Arbeit von Raphael u. Marbach [68], die diesen Selektionsbias deutlich aufzeigen konnte.

## Therapie

### Allgemeine Gesichtspunkte

Grundsätzlich sollte bei myofaszialen Beschwerden eine rasche Schmerzlinderung angestrebt werden, um Chronifizierungsphänomene (neuroplastische Veränderungen) zu minimieren [107] und neuromuskuläre Schmerzadaptationen möglichst bald zu normalisieren [36].

Basierend auf klinischen und experimentellen Daten wird aktuell argumentiert [37], dass unter Schmerzbedingungen die Aktivität innerhalb und zwischen den Muskeln keine stereotype Hemmung oder Erregung von Muskeln erkennen lässt, wie dies klassisch angenommen wird [51], sondern dass die inter- und intramuskulären Aktivierungsmuster reorganisiert werden [37, 61]. Diese Strategie ändert die Biomechanik der Neuromuskulatur in va-

riabler Weise mit dem Ziel, die Gewebe vor weiteren Schmerzen oder Verletzungen zu schützen [36, 61]. Diese Vorstellungen werden durch zahlreiche Studien zur differenzierten Aktivierbarkeit der Kaumuskelatur unter normalen und experimentellen Schmerzbedingungen [9, 10, 12, 32, 96] ebenfalls gestützt. Die auf multiplen Ebenen des motorischen Systems stattfindenden Veränderungen können komplementär, additiv oder gegenläufig sein. Sie sind von temporärem Nutzen, können aber auch aufgrund erhöhter biomechanischer Belastung, eingeschränkter Bewegungsspielräume und verminderter kinematischer Variabilität langfristig von unkalkulierbaren negativen Folgen begleitet sein [36]. Diese Maßgaben haben für alle muskuloskeletalen Teilsysteme uneingeschränkt Gültigkeit.

Therapeutische Interventionen bei lang anhaltenden Beschwerden sollten daher neben den psychosozialen Komponenten insbesondere auch rehabilitationsmedizinische Aspekte im Sinne einer neuromuskulären Rezidivprophylaxe einbeziehen [36].

Koordinatives Training [33, 85], Selbstübungen, Physiotherapie und selbst passive Bewegungen haben offensichtlich das Potenzial, die Performance von Gesunden und Patienten durch lang anhaltende motorische Adaptationen und kortikale Reorganisationen positiv zu beeinflussen [95].

### Identifizierte Studienartikel

Die Literaturrecherche ergab nach Abgleich der gewählten Suchstrategien in PubMed zunächst 107 Treffer, die durch 2 Arbeiten aus der Cochrane Library ergänzt wurden. Durch Filterung mit den Einschlusskriterien RCT, systematischer Review und Metaanalyse wurden 64 Publikationen ausgeschlossen, nach Überprüfung der verbliebenen Studienartikel mit den Kriterien Schmerzreduktion, mCMD und Jadad-Score weitere 23 Studienartikel. Nach Durchführung der Literatúrauswertung blieben so 20 Beiträge übrig, die im Konsens von beiden Untersuchern alle Einschlusskriterien erfüllten und daher zur weiteren Analyse herangezogen wurden. Systematische Übersichten und Metaanalysen wurden mit ihren Schlussfolgerungen als entschei-



**Tab. 1** Studien zum myofaszialen Schmerz der Kiefermuskulatur

Studie	Diagnose	Gruppen- größe	Behandlung	Studien- dauer	Schmerz- parame- ter	Ergeb- nisse	Qualitätsmaße (Jadad, Delphi, CONSORT)	NNT	Effekt (Schmerz- reduktion)
Ekberg u. Nilner [22]	TTH+mCMD; TTH+mCMD	30; 10	A: okklusale Schiene; B: palatinale Schiene	12 Monate	NRS Palpation	A>B A>B	3	n. b.	60% von N: Besserung
Michelotti et al. [58]	mCMD; mCMD	23; 18	A: Selbstübung; B: okklusale Schiene	3 Monate	VAS	A>B	3	n. b.	A: 30->19 B: 30->30 VAS
Pramod et al. 2011 [110]	mCMD; mCMD	25; 10	A: Diazepam; B: Placebo	2 Monate	VAS	A=B	3	n. b.	A: 63->17 B: 69->23
Ernberg et al. 2011 [109]	mCMD; mCMD	21; 21	A: Botulinum A; B: Placebo	3 Monate	VAS + diverse Parameter	A=B; n. s.	5	11	A: 58->38 B: 54->50 VAS
Öz et al. [66]	mCMD; mCMD	20; 20	A: okklusale Schiene; B: LL-Laser	3 Monate	VAS Palpation	A=B	4	n. b.	A: 53->32 B: 49->17
Fernandez- Camero et al. [26]	mCMD; mCMD	12; 12	A: Akupunktur TP; B: Akupunktur Sham	5 min	NRS Palpation	A>B	3	n. b.	A: 99->176 B: 109->100 PPT
Shen et al. [74]	mCMD; mCMD	16; 12	A: Akupunktur LI4; B: Akupunktur Sham	20 min	NRS	A>B	4	n. b.	A: 5,1->4,0 B: 5,2->4,3
Simma et al. [75]	mCMD; mCMD	11; 12	A: Akupunktur; B: Laser-Sham	OA	VAS	A>B	3	n. b.	A: 41->17 B: 41->30
Abrahamsen et al. [1]	mCMD; mCMD	20; 20	A: Hypnose; B: Entspannung	2 Wochen	NRS	A>B	4	2	A: 4,5->2,9 B: 4,2->3,9
Alencar u. Becker [5]	mCMD; mCMD; mCMD	14; 14; 14	A: okklusale Schiene H; B: okklusale Schiene W; C: mandibuläre Schiene P	3 Monate	SSI (modi- fiziert)	A=B=C	3	n. b.	A, B, C etwa 50% Besserung
Nilner et al. [63]	mCMD; mCMD	33; 32	A: okklusale Schiene; B: partielle Schiene	10 Wo- chen	NRS	A=B	4	n. b.	A=B 83% von N: Besserung (besser bis schmerzfrei)
Doepel et al. [18]	mCMD; mCMD	33; 32	A: okklusale Schiene; B: partielle Schiene	12 Monate	NRS	A=B	4	n. b.	A=B 81% von N: Besserung (besser bis schmerzfrei)
Smith et al. [78]	mCMD; mCMD	15; 12	A: Akupunktur ST7; B: Akupunktur Sham	7 Tage	VAS	A>B	4	n. b.	A: 62->29 B: 13->13
Melis et al. [55]	mCMD; aCMD	Review: 14 Studien	A: LL-Laser; B: Placebo	*	VAS Palpation	A=B; n. s.	MW: 3	n. a.	n. s.
Mujakperuo et al. [60]	mCMD; aCMC	Review: N: 496	A: Benzodiazepin, NSAR; Gabapentin, Glukosamin; Propranolol B: Placebo	1-12 Wo- chen	VAS	Un- schlüs- sig	Angabe: geringe Qualität	n. a.	Unschlüssig
La Touche et al. [44]	mCMD	Review: 4 Studien	A: Akupunktur; B: Placebo	Variabel	VAS	A>B	MW: 8 (Delphi)	n. a.	Etwa 50%
Aggarwal et al. [2]	mCMD; aCMD; Gesichts- schmerz	Review: 17 Studien	A: psychosoziale Inter- vention; B: übliche zahnärztliche Behandlung	n. a.	Schmerz- skalen	Unklar	Angabe: hetero- gene Qualität	n. b.	Schmerzre- duktion bei A und B
Al-Anil et al. [4]	mCMD; aCMD	Review: 12 Studien	A: okklusale Schiene; B: diverse alternative Therapien	n. a.	VAS Palpation PSS	A=B	Angabe: hetero- gene Qualität	n. b.	Schmerzre- duktion bei A und B
Fricton et al. [27]	mCMD; aCMD	Review: N: 385	A: okklusale Schiene; B: palatinale Schiene	n. a.	Schmerz- reduktion	A>B	55% (CONSORT)	n. a.	Moderat
Stapelmann u. Türp [80]	mCMD	Review: 9 Studien	A: Frontplateau (NTI-tss®); B: okklusale Schiene	n. a.	Schmerz- reduktion	A=B	MW: 3	n. a.	n. e.

aCMD arthrogene CMD; CMD kranio-mandibuläre Dysfunktion; CONSORT Consolidated Standards of Reporting Trials; H hart; LL-Laser Low-level-Lasertherapie; mCMD myogene CMD; MW Mittelwert; N Stichprobe; n. a. nicht anwendbar; n. b. nicht berechenbar; n. e. nicht ermittelbar; NNT „number needed to treat“; NRS numerische Rating-Skala; n. s. nicht signifikant; NSAR nichtsteroidale Antirheumatika; P „Placeboschiene“ ohne Okklusion; PPT „pressure pain threshold“ (Druckschmerzschwelle); Sham Placebo; SSI Symptom Severity Index; TP Triggerpunkt; TTH Spannungskopfschmerz; VAS visuelle Analogskala; W weich.



**Tab. 2** Zuordnung der verschiedenen Interventionen zu den Empfehlungsklassen

Intervention	Empfehlungsklasse		
	Unbedingt empfehlenswert	Empfehlenswert	Eingeschränkt empfehlenswert
Aufklärung	x		
Okklusionsschiene	x		
Physiotherapeutische Selbstbehandlung	x		
Physikalische Therapie		x	
Akupunktur	x		
Pharmakotherapie		x	
Verhaltenstherapie, Biofeedback, Muskelentspannung		x	

dende Quellen für die Therapieempfehlungen gewertet, sofern sie zeitnah zum Ende des Recherchezeitraums lagen. Die Ergebnisse von Metaanalysen wurden im Vergleich zu systematischen Reviews als aussagestärker gewertet. Die identifizierten Artikel sind im Einzelnen in **Tab. 1** dargestellt.

**Aktualisierte Behandlungsoptionen**

Die Empfehlungsklassen der aktualisierten Behandlungsoptionen sind in **Tab. 2** zusammengefasst.

**Aufklärung.** Aufklärung mit Anweisungen zur Selbstübung ist alleiniger Aufklärung überlegen und kann sogar besser abschneiden als ausschließliche Schienentherapie [58]. Diese Ergebnisse stützen die Wirksamkeit dieser einfach durchzuführenden Maßnahmen, wie es schon in den Empfehlungen von 2007 [72] zum Ausdruck kam. Sie bestätigen zudem die Bedeutung von Informationen zum Krankheitsgeschehen und der Anleitung zu Verhaltensmodifikationen als unverzichtbare Bestandteile der Therapie [67].

*Bewertung: empfehlenswert (Klasse I, Level A)*

**Okklusionsschienen.** Die eingeschlossenen Studienartikel belegen erneut überzeugend die schmerzreduzierende Wirksamkeit von Okklusionsschienen [5, 18, 22, 27, 63, 80] bei der Behandlung regionaler myofaszialer Schmerzen und bestätigen die Ergebnisse der Empfehlungen von 2007 [72]. Eine temporäre Tragedauer (in der Regel nachts) ist für die Erzielung therapeutischer Effekte ausreichend. Darüber hinaus zeigen die Studienergebnisse, dass unterschiedliche Konfigurationen [18, 63, 80] und Mate-

rialien [5] keinen messbaren Einfluss auf die therapeutische Wirkung haben. Dabei sind die mit Okklusionsschienen erzielten Behandlungseffekte mit anderen als wirksam belegten Interventionen vergleichbar [4].

Der bereits diskutierte Selektionsbias in den Studienpopulationen ist allerdings bei der definitiven Bewertung der Schmerzreduktionen zu berücksichtigen, denn im Gegensatz zu chronifizierten Patienten sprechen Patienten mit akuten oder akut persistierenden Beschwerden gut auf die Therapie mit Okklusionsschienen und vergleichbaren Interventionen an. Dieser Sachverhalt erklärt aufgrund der bis dato nicht möglichen A-priori-Differenzierung dieser Patientencenter die oft unterschiedlichen Ergebnisse von Therapiestudien (variable Verteilungen der Subpopulationen).

Für die Wirkungsweise von Okklusionsschienen scheint die Vorstellung einer Neuorganisation inter- und intramuskulärer Funktionsmuster, insbesondere auf der Basis der heterogenen Aktivierbarkeit der Kaumuskeln und der dadurch bewirkten Entlastung lädierter Muskelregionen [70, 94], wissenschaftlich am besten fundiert zu sein. Aktuelle Übersichten auch für andere Körperregionen stützen diesen Ansatz [36, 37, 61].

*Bewertung: empfehlenswert (Klasse I, Level A)*

**Medikamentöse Behandlung und Injektionen.**

Die Gabe von nichtsteroidalen Antirheumatika (NSAR; [60]), Diazepam [60, 110], Gabapentin [60], Propranolol [60], Glukosamin [60] und Botulinum-A-Toxin [109] zeigt keine schlüssigen Ergebnisse hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bei Kaumuskelschmerzen [60]. Gegen die all-

Hier steht eine Anzeige.



Hier steht eine Anzeige.



gemein akzeptierte Praxis, NSAR im akuten Stadium als antientzündliche und analgetische Therapie zu verordnen, konnten *keine* Studiendaten gefunden werden.

Für den Einsatz trizyklischer Antidepressiva war neben einer schon berichteten Studie [69] keine weitere Arbeit zum schmerztherapeutisch effektiven Einsatz bei mCMD zu finden. Gleiches gilt für Flupirtin [102, 103], für das unverändert keine Studienartikel bei mCMD identifiziert werden konnten. Bei der Bewertung der medikamentösen Optionen wurden nur die als wirksam belegten Pharmaka berücksichtigt.

*Bewertung: eingeschränkt empfehlenswert (Klasse IIa, Level B–C)*

**Physikalische Therapie.** Anmerkung: Der Begriff „physikalische Therapie“ wird als eine auf physikalischen Prinzipien beruhende äußere Beeinflussung des Körpers verstanden. Er schließt alle Formen der Physiotherapie und physikalischer Reize (z. B. Druck, Bewegung, Wärme, Kälte, Strahlung, Elektrizität) ein.

Ein Beleg für die Wirksamkeit von Physiotherapie bei Kaumuskelbeschwerden steht weiterhin aus [108] und wird, wie bereits in den Empfehlungen von 2007 [72] berichtet, nur durch fachübergreifende Studien [7, 28] als temporär wirksame Maßnahme belegt, die auch weiterhin als Richtschnur gelten sollen.

Für den Einsatz der transkutanen elektrischen Nervenstimulation (TENS) konnte ebenfalls keine relevante Studie für den Bereich der Kaumuskulatur entdeckt werden. Die TENS kann dennoch eine hilfreiche Behandlungsform sein, da sie als komplementäre Therapie zu einer erheblichen Reduktion des Medikamenteneinsatzes führt [14].

Der therapeutische Nutzen der Low-level-Lasertherapie (LLLT) ist durch keine Studie zu belegen [55, 66].

*Bewertung: eingeschränkt empfehlenswert (Klasse IIa, Level B–C)*

**Physiotherapeutische Selbstbehandlung.** Eine Selbstbehandlung nach eingehender Aufklärung und Einweisung in die unterschiedlichsten Selbsthilfestrategien mit biomedizinischen und verhaltensmodifizierenden Elementen ist ähnlich erfolgreich wie die Schienenbehand-

lung und Aufklärung. Dies wurde erneut durch eine Untersuchung von Michelotti et al. [58] bestätigt.

*Bewertung: empfehlenswert (Klasse I, Level A)*

**Akupunktur.** Aktuelle Studien zur Akupunktur bei Kaumuskelbeschwerden sichern die Kurzzeitwirksamkeit dieser Intervention [26, 44, 74, 75, 78].

*Bewertung: empfehlenswert (Klasse I, Level A)*

**Verhaltenstherapie, Hypnose, Biofeedback und Muskelentspannung.** Für die Wirksamkeit von Verhaltenstherapie bei isolierten Kaumuskelbeschwerden wurde auch bei der Aktualisierung keine Studie gefunden. Der Effekt verhaltenstherapeutischer Maßnahmen, gekoppelt mit Selbsthilfeanweisungen in kombinierten mCMD-Gruppen, ist bezüglich einer effektiven Schmerzreduktion weiterhin unschlüssig [2]. Die Maßnahme wird jedoch aufgrund ihrer Nichtinvasivität und wegen des begrenzten Therapiespektrums bei mCMD in einer kürzlich veröffentlichten Cochrane-Übersicht als Option empfohlen [2].

Hypnose könnte eine vielversprechende Option bei chronischen Schmerzpatienten werden, wie in einer Untersuchung gezeigt werden konnte, in der im Vergleich zu reiner Entspannung eine signifikante und klinisch relevante Schmerzreduktion festgestellt wurde [1].

Die Bewertung von Biofeedback und progressiver Muskelentspannung ist durch keine weiteren Studienergebnisse zu aktualisieren, sodass die Empfehlungen von 2007 [72] weiterhin Gültigkeit besitzen.

*Bewertung: eingeschränkt empfehlenswert (Klasse IIa, Level B)*

Als Limitation dieses Reviews muss die auf lediglich eine elektronische Datenbank und ausschließlich englisch- und deutschsprachige Texte eingeschränkte Recherche gewertet werden. Die gewählten Einschlusskriterien lassen jedoch vermuten, dass die Aktualisierung ein realistisches Bild der zur Verfügung stehenden Therapieoptionen zeichnen konnte. Die Auswertung der zur Verfügung stehen-

den Studienresultate lässt folgende zusammenfassende Schlussfolgerungen zu:

- Mehrere Therapieformen können als gleichwertig in Bezug auf die Schmerzreduktion betrachtet werden.
- Bei den verschiedenen als empfehlenswert anzusehenden Therapieoptionen sind Kosten und Verfügbarkeit in unterschiedlicher Weise zu berücksichtigen.
- Okklusionsschienen sind die am häufigsten untersuchten Therapieoptionen. Trotz der belegten Wirksamkeit sind sie allerdings immer noch Thema kontroverser Diskussionen. Da dieses Therapiemittel in Deutschland, im Gegensatz zum angloamerikanischen und skandinavischen Sprachraum, in vollem Umfang in die Leistungen der gesetzlichen Sozialversicherung integriert wurde sowie ubiquitär verfügbar, wirksam und kostengünstig ist, stellt es bei der Therapie von Kaumuskelbeschwerden das Mittel der ersten Wahl dar.

---

## Fazit für die Praxis

**Kaumuskelschmerzen stellen regionale muskuloskeletale Beschwerden dar, wie sie vergleichbar auch in anderen Körperregionen zu finden sind. Der überwiegende Teil der Patienten mit akuten und akut persistierenden myofaszialen Schmerzen spricht gut auf die bewährte zahnärztliche Standardtherapie an. Der nicht unerhebliche Anteil chronifizierter myogener mCMD-Patienten bedarf allerdings obligat einer interdisziplinären Betreuung.**

---

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. J.C. Türp**  
Klinik für Rekonstruktive Zahnmedizin und Myoarthropathien,  
Universitätsklinik für Zahnmedizin,  
Universität Basel  
Hebelstr. 3, 4056 Basel  
Schweiz  
jens.tuerp@unibas.ch

---

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.



## Literatur

1. Abrahamsen R, Zachariae R, Svensson P (2009) Effect of hypnosis on oral function and psychological factors in temporomandibular disorders patients. *J Oral Rehabil* 36:556–570
2. Aggarwal VR, Lovell K, Peters S et al (2011) Psychosocial interventions for the management of chronic orofacial pain. *Cochrane Database Syst Rev*:CD008456
3. Ainsworth L, Budelier K, Clinesmith M et al (2006) Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) reduces chronic hyperalgesia induced by muscle inflammation. *Pain* 120:182–187
4. Al-Ani MZ, Davies SJ, Gray RJ et al (2009) Stabilisation splint therapy for temporomandibular pain dysfunction syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*:CD002778
5. Alencar F Jr, Becker A (2009) Evaluation of different occlusal splints and counselling in the management of myofascial pain dysfunction. *J Oral Rehabil* 36:79–85
6. Alvarez CM, Litchfield R, Jackowski D et al (2005) A prospective, double-blind, randomized clinical trial comparing subacromial injection of beta-methasone and xylocaine to xylocaine alone in chronic rotator cuff tendinosis. *Am J Sports Med* 33:255–262
7. Assendelft WJ, Morton SC, Yu El et al (2004) Spinal manipulative therapy for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev*:CD000447
8. Benoliel R, Svensson P, Heir GM et al (2011) Persistent orofacial muscle pain. *Oral Dis* 17(Suppl 1):23–41
9. Blanksma NG, Eijden TM van, Ruijven LJ van, Weijts WA (1997) Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles during dynamic tasks guided by visual feedback. *J Dent Res* 76:542–551
10. Blanksma NG, Van Eijden TM, Weijts WA (1992) Electromyographic heterogeneity in the human masseter muscle. *J Dent Res* 71:47–52
11. Carlson CR, Bertrand PM, Ehrlich AD et al (2001) Physical self-regulation training for the management of temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 15:47–55
12. Castroflorio T, Falla D, Wang K et al (2011) Effect of experimental jaw-muscle pain on the spatial distribution of surface EMG activity of the human masseter muscle during tooth clenching. *J Oral Rehabil* 39:81–92
13. Cervero F, Laird JMA (1991) One pain or many pains? A new look at pain mechanism. *News Physiol Sci* 6:268–273
14. Chabal C, Fishbain DA, Weaver M, Heine LW (1998) Long-term transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) use: impact on medication utilization and physical therapy costs. *Clin J Pain* 14:66–73
15. Crider AB, Glaros AG (1999) A meta-analysis of EMG biofeedback treatment of temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 13:29–37
16. De Laat A, Stappaerts K, Papy S (2003) Counseling and physical therapy as treatment for myofascial pain of the masticatory system. *J Orofac Pain* 17:42–49
17. Dessem D, Lovering RM (2011) Repeated muscle injury as a presumptive trigger for chronic masticatory muscle pain. *Pain Res Treat* 2011:647967
18. Doepel M, Nilner M, Ekberg E, LE Bell Y (2012) Long-term effectiveness of a prefabricated oral appliance for myofascial pain. *J Oral Rehabil* 39:252–260
19. Dworkin S, LeResche L (1992) Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord Facial Oral Pain* 6:301–355
20. Dworkin SF, Turner JA, Mancl L et al (2002) A randomized clinical trial of a tailored comprehensive care treatment program for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 16:259–276
21. Ekberg E, Vallon D, Nilner M (2003) The efficacy of appliance therapy in patients with temporomandibular disorders of mainly myogenous origin. A randomized, controlled, short-term trial. *J Orofac Pain* 17:133–139
22. Ekberg EC, Nilner M (2006) Treatment outcome of short- and long-term appliance therapy in patients with TMD of myogenous origin and tension-type headache. *J Oral Rehabil* 33:713–721
23. Falla D, Lindstrom R, Rechter L, Farina D (2010) Effect of pain on the modulation in discharge rate of sternocleidomastoid motor units with force direction. *Clin Neurophysiol* 121:744–753
24. Farella M, De Oliveira ME, Gallo LM et al (2011) Firing duration of masseter motor units during prolonged low-level contractions. *Clin Neurophysiol* 122:2433–2440
25. Feine JS, Lund JP (1997) An assessment of the efficacy of physical therapy and physical modalities for the control of chronic musculoskeletal pain. *Pain* 71:5–23
26. Fernandez-Carnero J, La Touche R, Ortega-Santiago R et al (2010) Short-term effects of dry needling of active myofascial trigger points in the masseter muscle in patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 24:106–112
27. Friction J, Look JO, Wright E et al (2010) Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials evaluating intraoral orthopedic appliances for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 24:237–254
28. Furlan AD, Brosseau L, Imamura M, Irvin E (2008) Massage for low-back pain (Cochrane Review). *Cochrane Database Syst Rev* 4:CD001929
29. Goddard G, Karibe H, McNeill C, Villafuerte E (2002) Acupuncture and sham acupuncture reduce muscle pain in myofascial pain patients. *J Orofac Pain* 16:71–76
30. Hägg GM (1991) Static work and myalgia – a new explanation model. In: Andersson PA, Hobart DJ, Danoff JV (Hrsg) *Electromyographical kinesiology*. Elsevier Science, Amsterdam, S 141–144
31. Hanke BA, Motschall E, Türp JC (2007) Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 68:91–107
32. Hannam AG, McMillan AS (1994) Internal organization in the human jaw muscles. *Crit Rev Oral Biol Med* 5:55–89
33. Hellmann D, Giannakopoulos NN, Blaser R et al (2011) Long-term training effects on masticatory muscles. *J Oral Rehabil* 38:912–920
34. Hellmann D, Giannakopoulos NN, Schmitter M et al (2012) Anterior and posterior neck muscle activation during a variety of biting tasks. *Eur J Oral Sci* 120:326–334
35. Herman CR, Schiffman EL, Look JO, Rindal DB (2002) The effectiveness of adding pharmacologic treatment with clonazepam or cyclobenzaprine to patient education and self-care for the treatment of jaw pain upon awakening: a randomized clinical trial. *J Orofac Pain* 16:64–70
36. Hodges PW (2011) Pain and motor control: from the laboratory to rehabilitation. *J Electromyogr Kinesiol* 21:220–228
37. Hodges PW, Tucker K (2011) Moving differently in pain: a new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* 152:S90–S98
38. Hugger A, Schindler HJ, Böhner W et al (2007) Therapie bei Arthralgie der Kiefergelenke: Empfehlungen zum klinischen Management. *Schmerz* 21:116–130
39. Jadad AR, Moore RA, Carroll D et al (1996) Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? *Control Clin Trials* 17:1–12
40. Jannetto PJ, Bratanow NC (2011) Pain management in the 21st century: utilization of pharmacogenomics and therapeutic drug monitoring. *Expert Opin Drug Metab Toxicol* 7:745–752
41. Johansson A, Wenneberg B, Wagersten C, Haraldson T (1991) Acupuncture in treatment of facial muscular pain. *Acta Odontol Scand* 49:153–158
42. Kohlmann T (2002) Epidemiologie orofazialer Schmerzen. *Schmerz* 16:339–345
43. Kreiner M, Betancor E, Clark GT (2001) Occlusal stabilization appliances. Evidence of their efficacy. *J Am Dent Assoc* 132:770–777
44. La Touche R, Angulo-Diaz-Parreno S, de-la-Hoz JL et al (2010) Effectiveness of acupuncture in the treatment of temporomandibular disorders of muscular origin: a systematic review of the last decade. *J Altern Complement Med* 16:107–112
45. Lam DK, Sessle BJ, Cairns BE, Hu JW (2005) Neural mechanisms of temporomandibular joint and masticatory muscle pain: a possible role for peripheral glutamate receptor mechanisms. *Pain Res Manag* 10:145–152
46. Leder S (2010) Funktionsstörungen erkennen und behandeln. Spitta, Balingen
47. Lipton JA, Ship JA, Larach-Robinson D (1993) Estimated prevalence and distribution of reported orofacial pain in the United States. *J Am Dent Assoc* 124:115–121
48. List T, Dworkin SF (1996) Comparing TMD diagnoses and clinical findings at Swedish and US TMD centers using research diagnostic criteria for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 10:240–253
49. List T, Helkimo M, Andersson S, Carlsson GE (1992) Acupuncture and occlusal splint therapy in the treatment of craniomandibular disorders. Part I. A comparative study. *Swed Dent J* 16:125–141
50. List T, Wahlund K, Wenneberg B, Dworkin SF (1999) TMD in children and adolescents: prevalence of pain, gender differences, and perceived treatment need. *J Orofac Pain* 13:9–20
51. Lund J, Donga R, Widmer C, Stohler C (1991) The pain-adaptation model: a discussion of the relationship between chronic musculoskeletal pain and motor activity. *Can J Physiol Pharmacol* 69:683–694
52. Magnusson T, Syren M (1999) Therapeutic jaw exercises and interocclusal appliance therapy. A comparison between two common treatments of temporomandibular disorders. *Swed Dent J* 23:27–37
53. Manfredini D (2010) Current concepts on temporomandibular disorders. Quintessence, London
54. Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, Guardanardini L (2012) Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil* 39:463–471

55. Melis M, Di Giosia M, Zawawi KH (2012) Low level laser therapy for the treatment of temporomandibular disorders: a systematic review of the literature. *Cranio* 30:304–312
56. Mense S (1999) Neurobiologische Grundlagen von Muskelschmerz. *Schmerz* 13:3–17
57. Mense S, Simons DG (2001) Muscle pain: understanding its nature, diagnosis, and treatment. *Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia*, S 253–259
58. Michelotti A, Iodice G, Vollaro S et al (2012) Evaluation of the short-term effectiveness of education versus an occlusal splint for the treatment of myofascial pain of the jaw muscles. *J Am Dent Assoc* 143:47–53
59. Michelotti A, Steenks MH, Farella M et al (2004) The additional value of a home physical therapy regimen versus patient education only for the treatment of myofascial pain of the jaw muscles: short-term results of a randomized clinical trial. *J Orofac Pain* 18:114–125
60. Mujakperuo HR, Watson M, Morrison R, Macfarlane TV (2010) Pharmacological interventions for pain in patients with temporomandibular disorders. *Cochrane Database Syst Rev*:CD004715
61. Murray GM, Peck CC (2007) Orofacial pain and jaw muscle activity: a new model. *J Orofac Pain* 21:263–278 (Diskussion: 279–288)
62. Nachemson AL, Jonsson E (2000) Neck and back pain. The scientific evidence of causes, diagnosis, and treatment. *Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia*
63. Nilner M, Ekberg E, Doepel M et al (2008) Short-term effectiveness of a prefabricated occlusal appliance in patients with myofascial pain. *J Orofac Pain* 22:209–218
64. Nixdorf DR, Heo G, Major PW (2002) Randomized controlled trial of botulinum toxin A for chronic myogenous orofacial pain. *Pain* 99:465–473
65. Okeson JP (2004) *Bell's orofacial pains*. Quintessence, Chicago
66. Oz S, Gokcen-Rohlig B, Saruhanoglu A, Tuncer EB (2010) Management of myofascial pain: low-level laser therapy versus occlusal splints. *J Craniofac Surg* 21:1722–1728
67. Palla S (2002) Principles on therapy of myoarthropathic pain. *Schmerz* 16:373–380
68. Raphael KG, Marbach JJ (2001) Widespread pain and the effectiveness of oral splints in myofascial face pain. *J Am Dent Assoc* 132:305–316
69. Rizzatti-Barbosa CM, Nogueira MT, Andrade ED et al (2003) Clinical evaluation of amitriptyline for the control of chronic pain caused by temporomandibular joint disorders. *Cranio* 21:221–225
70. Schindler HJ, Stengel E, Spieß WEL (1999) Die neuromuskuläre Wirkung von Aufbisschienen. *Dtsch Zahnärztl Z* 54:332–338
71. Schindler HJ, Türp JC (2011) Myogene kranio-mandibuläre Dysfunktionen. *Freier Zahnarzt* 55:48–57
72. Schindler HJ, Türp JC, Sommer C et al (2007) Therapie bei Schmerzen der Kaumuskelatur: Empfehlungen zum klinischen Management. *Schmerz* 21:102–115
73. Sessle BJ (1999) The neural basis of temporomandibular joint and masticatory muscle pain. *J Orofac Pain* 13:238–245
74. Shen YF, Younger J, Goddard G, Mackey S (2009) Randomized clinical trial of acupuncture for myofascial pain of the jaw muscles. *J Orofac Pain* 23:353–359
75. Simma I, Gleditsch JM, Simma L, Piehslinger E (2009) Immediate effects of microsystem acupuncture in patients with oromyofascial pain and craniomandibular disorders (CMD): a double-blind, placebo-controlled trial. *Br Dent J* 207:E26
76. Sjøgaard G, Sjøgaard K (1998) Muscle injury in repetitive motion disorders. *Clin Orthop Relat Res*:21–31
77. Sluka KA, Walsh D (2003) Transcutaneous electrical nerve stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain* 4:109–121
78. Smith P, Mossrop D, Davies S et al (2007) The efficacy of acupuncture in the treatment of temporomandibular joint myofascial pain: a randomized controlled trial. *J Dent* 35:259–267
79. Sommer C (2002) Pharmakologische Behandlung orofazialer Schmerzen. *Schmerz* 16:381–388
80. Stapelmann H, Türp JC (2008) The NTI-tss device for the therapy of bruxism, temporomandibular disorders, and headache – where do we stand? A qualitative systematic review of the literature. *BMC Oral Health* 8:22
81. Stelzenmüller W, Wiesner J (2010) Therapie von Kiefergelenkschmerzen: Ein Behandlungskonzept für Zahnärzte, Kieferorthopäden und Physiotherapeuten. Thieme, Stuttgart
82. Stohler CS (1997) Masticatory myalgias. Emphasis on the nerve growth factor-estrogen link. *Pain Forum* 6:176–180
83. Stohler CS (2006) TMJD 3: a genetic vulnerability disorder with strong CNS involvement. *J Evid Based Dent Pract* 6:53–57
84. Suvinen TI, Reade PC, Kemppainen P et al (2005) Review of aetiological concepts of temporomandibular pain disorders: towards a biopsychosocial model for integration of physical disorder factors with psychological and psychosocial illness impact factors. *Eur J Pain* 9:613–633
85. Svensson P, Romaniello A, Wang K et al (2006) One hour of tongue-task training is associated with plasticity in corticomotor control of the human tongue musculature. *Exp Brain Res* 173:165–173
86. Todorov AA, Kolchev CB, Todorov AB (2005) Tiagabine and gabapentin for the management of chronic pain. *Clin J Pain* 21:358–361
87. Treede RD (2011) Entstehung der Schmerzchronifizierung. In: Baron R, Koppert W, Strumpf M, Willweber-Strumpf A (Hrsg) *Praktische Schmerztherapie*. Springer, Berlin, S 3–13
88. Turk DC, Rudy TE, Kubinski JA et al (1996) Dysfunctional patients with temporomandibular disorders: evaluating the efficacy of a tailored treatment protocol. *J Consult Clin Psychol* 64:139–146
89. Türp JC, Hugger A, Siegert J et al (2006) Aktualisierung der Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen. *Schmerz* 20:481–489
90. Türp JC, John M, Nilges P, Jurgens J (2000) Recommendations for the standardized evaluation and classification of patients with painful temporomandibular disorders. *Schmerz* 14:416–428
91. Türp JC, John M, Nilges P et al (2000) Schmerzen im Bereich der Kaumuskelatur und Kiefergelenke. Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Patienten. *Schmerz* 14:416–428
92. Türp JC, Komine F, Hugger A (2004) Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. *Clin Oral Investig* 8:179–195
93. Türp JC, Kowalski CJ, Stohler CS (1997) Temporomandibular disorders-pain outside the head and face is rarely acknowledged in the chief complaint. *J Prosthet Dent* 78:592–595
94. Türp JC, Schindler HJ (2003) Zum Zusammenhang zwischen Okklusion und Myoarthropathien: Einführung eines integrierenden neurobiologischen Modells. *Schweiz Monatsschr Zahnmed* 113:964–977
95. Türp JC, Schindler HJ (2010) Occlusal therapy of temporomandibular pain. In: Manfredini D (Hrsg) *Current concepts on temporomandibular disorders*. Quintessence, London, S 359–382
96. Türp JC, Schindler HJ, Pritsch M, Rong Q (2002) Antero-posterior activity changes in the superficial masseter muscle after exposure to experimental pain. *Eur J Oral Sci* 110:83–91
97. Vallon D, Nilner M, Soderfeldt B (1998) Treatment outcome in patients with craniomandibular disorders of muscular origin: a 7-year follow-up. *J Orofac Pain* 12:210–218
98. van der Glas HW, Buchner R, Grootel RJ van (2000) Comparison of treatment options for myogenous temporomandibular dysfunction. *Ned Tijdschr Tandheelkd* 107:505–512
99. Vollaro S, Michelotti A, Cimino R et al (2001) Epidemiologic study of patients with craniomandibular disorders. Report of data and clinical findings. *Minerva Stomatol* 50:9–14
100. von Lindern JJ, Niederhagen B, Berge S, Appel T (2003) Type A botulinum toxin in the treatment of chronic facial pain associated with masticatory hyperactivity. *J Oral Maxillofac Surg* 61:774–778
101. Wiesinger B, Malke H, Englund E, Wänman A (2009) Does a dose-response relation exist between spinal pain and temporomandibular disorders? *BMC Musculoskelet Disord* 10:28
102. Wörz R, Bolten W, Heller B et al (1996) Flupirtine in comparison with chlormezanone in chronic musculoskeletal back pain. Results of a multicenter randomized double-blind study. *Fortschr Med* 114:500–504
103. Wörz R, Müller-Schwefe G, Stroehmann I et al (2000) Back pain: guidelines for drug therapy. Utilize the therapeutic spectrum. *MMW Fortschr Med* 142:27–33
104. Wright EF (2000) Referred craniofacial pain patterns in patients with temporomandibular disorder. *J Am Dent Assoc* 131:1307–1315
105. Zennaro D, Laubli T, Krebs D et al (2003) Continuous, intermittent and sporadic motor unit activity in the trapezius muscle during prolonged computer work. *J Electromyogr Kinesiol* 13:113–124
106. Zennaro D, Laubli T, Krebs D et al (2004) Trapezius muscle motor unit activity in symptomatic participants during finger tapping using properly and improperly adjusted desks. *Hum Factors* 46:252–266
107. Ziegelgänsberger W (1996) Der chronische Schmerz. *Jatros Neurol* 1:25–29
108. Craane B, Dijkstra PU, Stappaerts K et al (2012) One-year evaluation of the effect of physical therapy for masticatory muscle pain: a randomized controlled trial. *Eur J Pain* 16:737–747
109. Ernberg M, Hedenberg-Magnusson B, List T et al (2011) Efficacy of botulinum toxin type A for treatment of persistent myofascial TMD pain: a randomized, controlled, double-blind multicenter study. *Pain* 152:1988–1996
110. Pramod GV, Shambulingappa P, Shashikanth MC et al (2011) Analgesic efficacy of diazepam and placebo in patients with temporomandibular disorders: a double blind randomized clinical trial. *Indian J Dent Res* 22:404–409