

N. Vogel<sup>1</sup>

# Effektivität aktiver Übungen in der Therapie Craniomandibulärer Dysfunktionen (CMD) – ein systematisches Review



N. Vogel

## *Effectiveness of active exercises for CMD – a systematic review*

**Einführung:** Störungen am Kiefergelenk treten mit hoher Prävalenz auf und können weitreichende Konsequenzen haben. Da aktive Behandlungsmodalitäten zunehmend an Relevanz gewinnen, sollte deren Evidenz auch für das Kiefergelenk überprüft werden. Dieses Review soll den derzeitigen Stand der Forschung bezüglich der Effektivität aktiver Übungstherapie bezogen auf das Kiefergelenk darlegen.

**Methode:** Die Literaturrecherche fand in den Datenbanken von PubMed, CINAHL und PEDro statt. Aus den letzten 14 Jahren konnten 11 für die Fragestellung relevante Publikationen über RCTs identifiziert werden.

**Ergebnisse:** Eine statistisch signifikante Effektivität hinsichtlich aktiver Übungen für das Kiefergelenk ist sowohl kurzfristig als auch längerfristig nachweisbar. Verschiedene Übungsprotokolle zeigen positive Resultate. Übungen direkt am Kiefergelenk scheinen insbesondere bei Diskusverlagerungen wirksam, haltungsverbessernde Maßnahmen eher bei myofaszialen bzw. chronischen CMD effektiv.

**Schlussfolgerung:** Der Einsatz aktiver Übungstherapie für das Kiefergelenk kann mit einem Evidenzlevel Ib empfohlen werden. Vor allem für die Parameter Schmerzminderung, Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit und Alltags-Aktivitäten lassen sich signifikante Nachweise finden.

(Dtsch Zahnärztl Z 2012, 67: 372–384)

*Schlüsselwörter:* CMD, Kiefergelenk, aktive Übungen, Behandlungsergebnis

**Introduction:** Craniomandibular disorders occur with high prevalence and can have wide-ranging consequences. Active therapy gain in importance and should be verified for temporomandibular joint. The purpose of this review is to show current status according the effectiveness of active exercise therapy on temporomandibular joint.

**Method:** The research was accomplished in the databases of PubMed, CINAHL and PEDro. For the last 14 years 11 relevant papers about randomized clinical trials were found.

**Results:** There is evidence for the use of active exercises for therapy of CMD in regard to short-term and long-term effects. Different exercise protocols show positive results. Exercises directly at temporomandibular joint seem to be effective for disc displacement, posture training is more effective for myofascial and chronic CMD.

**Conclusion:** The use of active exercise therapy can be recommended with Ib level of evidence for temporomandibular joint especially for pain relief and to improve range of motion and activities of daily life.

*Keywords:* CMD, temporomandibular joint, active exercises, treatment outcome

<sup>1</sup> LMU München, Masterstudiengang Public Health, Hermannstr. 6, 81927 München

Peer-reviewed article: eingereicht: 15.07.2011, revidierte Fassung akzeptiert: 16.11.2011

DOI 10.3238/dzz.2012.0372-0384

## 1 Einleitung

Positive Effekte aktiver Übungstherapie werden in der Literatur für zahlreiche Gelenke des menschlichen Körpers beschrieben. Das Kiefergelenk als synoviales Gelenk folgt denselben physiologischen Regeln wie andere Synovialgelenke, so dass positive Auswirkungen einer Bewegungstherapie übertragbar sind [22]. Zur Erhaltung struktureller und funktioneller Integrität synovialer Gelenke ist ein Bewegungsstimulus essentiell [22]. So findet auch am Kiefergelenk eine aktive Therapie zunehmend Beachtung in Literatur und Praxis.

Störungen der Kiefergelenksregion werden als craniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) oder temporomandibuläre Dysfunktionen (TMD) bezeichnet und stellen die Hauptproblematik im craniocerviko-mandibulären System dar [4]. Die American Academy of Orofacial Pain (AAOP) definiert sie als umfassenden Begriff zahlreicher klinischer Probleme des Kaumuskelsystems, des Temporomandibulargelenks und zugehöriger Strukturen [18]. Betroffene Patienten berichten typischerweise von ein- oder beidseitigen Kiefergelenkschmerzen, Gelenkgeräuschen, eingeschränkter Kieferbeweglichkeit oder Schmerzempfindlichkeit der Muskulatur, aber teilweise auch von Symptomen in der Kopf- und Nackenregion [47]. In verschiedenen Übersichtsarbeiten und Studien werden weitere Zusammenhänge zwischen Kiefergelenk, dem craniovertebralen System und ferner dem gesamten Bewegungsapparat näher dargelegt [6, 9, 16, 45, 51]. Erheblich beeinträchtigt sind CMD-Patienten auch hinsichtlich ihrer Lebensqualität, vor allem psychosoziale Auswirkungen konnten festgestellt werden [25].

Die Ätiologie der CMD ist, insofern kein Trauma oder eine systemische Ursache vorliegt, zumeist unbekannt. Laut *Türp* et al. liegen für fast keine in den Zahnmedizinischen Lehrbüchern genannten ätiologischen Theorien Belege hoher Evidenzstufen vor [54]. Als Risikofaktoren gelten Parafunktionen und Bruxismus. Vermutlicher Auslöser für CMD sind aber auch lokale Hyperlaxizität und Stress; genetischen Faktoren und kieferorthopädischen Behandlungen konnte kein konkreter Zusammenhang nachgewiesen werden [48]. Die Rolle der Okklusion bleibt weiterhin unklar [3, 27, 28, 20, 53]. Für die meist multiplen Sympto-

me sieht die AAOP eine ebenso multifaktorielle Ursache [18]. Laut *Israel* [22] begünstigt ein Bewegungsmangel am Kiefergelenk die Pathogenese einer CMD und entsprechend hat vor allem im Kontext chirurgischer Eingriffe eine Wiederherstellung der Beweglichkeit profunde Effekte auf den Erhalt und die Integrität von Knorpel und synovialen Gewebe.

Ca. 3–7 % der Bevölkerung suchen eine Therapie für CMD [7, 48], wobei dies wohl nur ein Fünftel der symptomatischen Patienten darstellt [47]. Eine in Deutschland durchgeführte epidemiologische Studie stellte bei fast der Hälfte der Untersuchten klinische Zeichen einer CMD fest, wobei nur 3 % an Beschwerden des Kiefergelenks litten [12]. So finden sich in Bildgebungsstudien häufig Alterationen ohne klinische Zeichen und radiographische Veränderungen bezüglich Osteoarthrose werden in 14–44 % der Bevölkerung beobachtet [48]. Es liegen hinreichend Belege für eine höhere Prävalenz orofazialer Schmerzen bei Frauen als bei Männern vor [5]. Über einen möglichen Einfluss von körpereigenen sowie von exogen zugeführten Östrogenen und anderen weiblichen Geschlechtshormonen auf die Prävalenz schmerzhafter CMD wird diskutiert [54].

Klare Leitlinien mit Hinsicht auf Diagnostik und Therapie von CMD existieren aktuell keine, obwohl beispielsweise Organisationen wie die AAOP und die American Academy of Oral Medicine Leitlinien veröffentlichten, werden diese wohl offiziell nicht als verbindlich anerkannt [14].

Das vielfältige Therapiespektrum bei CMD reicht von konservativen Behandlungen bis hin zu invasiven Eingriffen. Für die Option des okklusalen Einschleifens fanden *Koh* et al. in einem Review keine Evidenz hinsichtlich einer Prävention oder Therapie von CMD [32]. Insgesamt mangelnde Evidenz zeigte sich in einem Review für oder gegen den Gebrauch einer stabilisierenden Schienentherapie in der Behandlung von schmerzhaften CMD [1], andere Autoren befürworten jedoch den Einsatz einer Schiene bei Patienten mit myogener CMD [30, 55]. Für eine kieferorthopädische Behandlung zur Prävention oder Therapie von CMD fand sich keine Evidenz [36]. Physiotherapeutische Behandlungen betreffend fanden *McNeely* et al. Evidenz für muskuläres Wahrnehmungs- und Entspannungstraining, Biofeedback-Trai-

ning und Lasertherapie [40]. Die European Association of Orofacial Pain proklamiert als globale Ziele der Physiotherapie bei CMD eine Schmerzlinderung, Beseitigung der Dysfunktion und Wiederherstellung einer optimalen Muskel- und Gelenkfunktion, Haltung und Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL). Betont wird ein effektives, präventives Selbstmanagement [21].

Eine umfassende gesundheitsökonomische Kosten-Nutzen-Analyse steht noch aus, die Gesundheitsausgaben für CMD-Patienten können jedoch beträchtlich sein [54]. Pro Jahr werden allein in Deutschland nach konservativer Schätzung mindestens 240 Mio. EUR für die Diagnostik und Therapie von CMD aufgewendet [17]. Umso wichtiger scheint eine kostengünstige, effektive Therapie, welche einmal erlernt eigenständig vom Patienten durchgeführt werden kann und verstärkt auch in das Tätigkeitsfeld von Physiotherapeuten implementiert werden sollte. *Israel* [22] verweist auf die Wichtigkeit von Bewegung, um der Pathogenese arthrogener CMD entgegenzuwirken und findet ein Heimübungsprogramm unerlässlich.

Nachdem kein einheitlicher Konsens über die physiotherapeutische Behandlung von Patienten mit CMD besteht, soll dieses Review derzeit verfügbare Übungsprogramme zur Therapie von CMD hinsichtlich deren Evidenz prüfen. Vor allem die Parameter Schmerzminderung, Bewegungsverbesserung und Verbesserung der ADL sollen näher betrachtet werden.

## 2 Material und Methoden

Die Literaturrecherche fand im Mai 2011 in den Datenbanken von PubMed, CINAHL und PEDro statt. Es wurden nur Arbeiten in deutscher und englischer Sprache berücksichtigt, deren Abstract verfügbar war. Aus qualitativen Überlegungen und Gründen der Aussagekräftigkeit wurden nur randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) eingeschlossen. Um möglichst den aktuellen Forschungsstand wiederzugeben, wurde sich auf ein Review von 1997 [22] bezogen und nur die anschließend veröffentlichten Studien der letzten 14 Jahre erfasst.

In Tabelle 1 wird die Suchstrategie der PubMed-Recherche dargelegt. Die Suche bei CINAHL und PEDro ergab kei-

Suchbegriffe	Treffer
„Temporomandibular Joint“[Mesh] AND „Exercise Therapy“[Mesh]	6
„Temporomandibular Joint“[Mesh] AND „Physical Therapy Modalities“[Mesh]	12
„Temporomandibular Joint Disorders“[Mesh] AND „Exercise Therapy“[Mesh]	12
„Temporomandibular Joint Disorders“[Mesh] AND „Physical Therapy Modalities“[Mesh]	31
„Craniomandibular Disorders“[Mesh] AND „Exercise Therapy“[Mesh]	12
„Craniomandibular Disorders“[Mesh] AND „Physical Therapy Modalities“[Mesh]	32
„Stomatognathic System“[Mesh] AND „Exercise Therapy“[Mesh]	25
„Stomatognathic System“[Mesh] AND „Physical Therapy Modalities“[Mesh] AND „Treatment Outcome“[Mesh]	40
Limits: Randomized Controlled Trial, English, German, Publication Date from 1997 to 2011	

**Tabelle 1** Trefferliste der PubMed-Recherche.**Table 1** Hits of PubMed search.

ne zusätzlichen Treffer, ebenso wenig die Funktion „related articles“. Ergänzend wurden die Referenzen aller Artikel zum Thema auf ihre Relevanz geprüft. Es konnte dadurch ein weiterer Artikel identifiziert werden. Nach Sichtung der Abstracts und entsprechender Volltexte wurden durch den Autor insgesamt 11 Studien herausgefiltert und analysiert. Der Prozess zur Auswahl der Studien wird in Abbildung 1 verdeutlicht.

Weitere Einschlusskriterien sahen folgendermaßen aus:

- diagnostizierte CMD
- Probanden mit bleibendem Gebiss
- aktive Übungstherapie in mindestens einer Interventionsgruppe
- mindestens ein Outcome bezüglich des Kiefergelenks

Als Ausschlusskriterien galten:

- operative Eingriffe
- Probanden mit Zahnprothesen
- Systemische Grunderkrankung
- Mischbehandlung aus aktiven und passiven Maßnahmen in einer Gruppe
- PEDro-Score < 5

Nach Durchsicht von Titel, Abstract und Schlüsselwörtern fand durch den Autor eine Überprüfung der Volltexte statt. Bei passenden Ein- und Ausschlusskriterien wurden diese analysiert und Daten hin-

sichtlich Studiencharakteristika, Studienpopulation, Art und Dosierung der Intervention, sowie Outcomes extrahiert.

Die qualitative Bewertung der klinischen Studien erfolgte anhand der laut *Maher* als reliabel geltenden PEDro-Skala [38], basierend auf der Delphi-Liste [58]. Dabei werden 11 Kriterien beurteilt, welche in Tabelle 3 dargestellt sind. Das erste Kriterium spiegelt die externe Validität wider, hierfür wird kein Punkt erteilt, somit sind maximal 10 Punkte als Ergebnis möglich. Entscheidungskriterien für das Ergebnis dieser Arbeit erfolgten unter Berücksichtigung des PEDro-Scores und des in Tabelle 2 aufgezeigten Schemas hinsichtlich des Evidenzlevels.

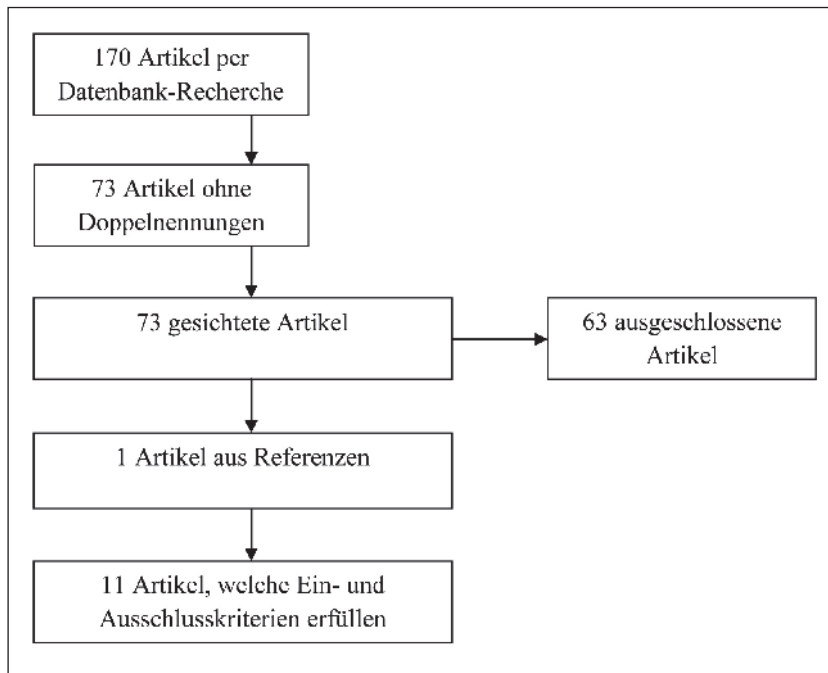
### 3 Ergebnisse

Elf für die Fragestellung relevante RCTs, die oben aufgeführte Ein- und Ausschlusskriterien erfüllen, konnten identifiziert werden.

Die Ergebnisse der qualitativen Bewertung zeigen einen durchschnittlichen PEDro-Score von 5,6 (Median: 5) und deuten somit auf eine mittlere Qua-

lität der Studien. Eine Randomisierung fand in allen Studiendesigns statt, kaum jedoch eine verborgene Zuordnung. Physiotherapeutische Interventionsstudien stehen zudem immer vor dem Problem der Verblindung von Patienten und Therapeuten. Keine der ausgewerteten Arbeiten erfüllte hierfür die Bedingungen. Entsprechende Untersuchungen laufen Gefahr, dass Probanden der offensichtlichen Therapiegruppe besser abschneiden (Performance Bias) und Placebo-Probanden schneller ausscheiden als Folge der Enttäuschung, nicht die potentiell wirksame Therapie erhalten zu haben (Attrition Bias). In 5 der Arbeiten gab es zudem keine verblindeten Untersucher (Detection Bias). Mögliche Verzerrungen der Ergebnisse zeigen sich auch hinsichtlich der Intention-to-treat-Analyse. Nur 4 Studiendesigns sahen diese vor. Eine Gesamtdarstellung der einzelnen Bewertungspunkte zeigt Tabelle 3.

Zur Studienpopulation zählten insgesamt 511 Probanden mit CMD, wobei einzelne Gruppen aus 8 bis 36 Teilnehmern bestanden. Fünf der Studien untersuchten Patienten mit myogenen CMD [33, 39, 43, 44, 60], 3 Studien betrachteten Patienten mit Diskusverlage-

**Abbildung 1** Prozess zur Studienauswahl**Figure 1** Process concerning selection of studies.

rung [15, 61, 62] und 3 Autoren differenzierten CMD nicht genauer [31, 52, 57]. Chronische Patienten wurden dabei in 3 Arbeiten analysiert [31, 39, 60].

Interventionen, welche zum Einsatz kamen, waren alle aktiven Maßnahmen mit Auswirkungen auf die Kiefergelenke. Die Bandbreite variierte dabei sehr stark, sowohl hinsichtlich der Therapieprotokolle und Kontrollgruppen, als auch bezogen auf Dosierung und Anwendungsdauer. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Arbeiten kategorisiert und die Ergebnisse entsprechend gegliedert dargelegt. Eine Kategorie bilden dabei Übungen mit dem Ziel einer Haltungsverbesserung, eine weitere waren Übungen, welche direkt an den Kiefergelenken stattfanden. Alle wesentlichen p-Werte, soweit von den Autoren angegeben, werden aufgeführt. Eine Übersicht bietet nachfolgend Tabelle 4.

### 3.1 Haltungsverbessernde Übungen bzw. kognitive Verhaltenstherapie zur Haltungskorrektur

Die Auswirkungen von Haltungstraining bei Patienten mit primär muskulären, chronischen CMD untersuchten 2000 Wright et al. [60]. Über einen Zeitraum von 4 Wochen führten sie eine

randomisierte Studie mit 60 Teilnehmern (51 ♀) durch. Probanden beider Gruppen erhielten Instruktionen zum Selbstmanagement, welche weitestgehend zur Schonung der Kaumuskulatur ermutigten. Zudem sollten sich die Probanden ihrer Parafunktionen bewusst werden und diese eliminieren. Eine Applikation von Wärme oder Kälte gehörte ebenso dazu wie rezeptfreie Schmerzmedikamente. Eine Gruppe (n = 30, 26 ♀) erhielt zusätzlich ein Haltungstraining für Zuhause, unterbreitet und kontrolliert von einem Physiotherapeuten. Probanden der Interventionsgruppe wurden zudem von einem Physiotherapeuten untersucht, wobei Kopf- und Schultertranslation in Zentimetern gemessen wurden.

Die Datenerhebung nach 4 Wochen zeigte eine signifikant vermehrte Kieferöffnung in der Interventionsgruppe um 5,3 mm (p < .05). Innerhalb dieser Gruppe zeigte sich zudem eine Korrelation zwischen verbesserten CMD-Symptomen und Nacken-Beschwerden (p < .005). Je größer die Differenz zwischen den Kopf- und Schultermessungen (und damit die Fehllhaltung) im Vorfeld, je größer die Verbesserungen der CMD-Symptomatik (p < .05). Die Messungen der Kopf- und Schultertranslation bzw. deren Differenz zeigten für alle Probanden eine Verbesse-

rung, jedoch keine Signifikanz. Alle oben genannten Werte zeigten in der Kontrollgruppe keine Signifikanz.

Wright et al. stellten einen positiven Kurzzeiteffekt eines Haltungstrainings bei Patienten mit muskulären CMD fest. Besonders geeignet scheint die Behandlung für Patienten mit anteriorer Kopfhaltung.

Der RCT von Maluf et al. [39] befasste sich 2010 mit dem Vergleich eines globalen Dehnungsprogrammes zur Haltungsschulung und Dehnungsübungen direkt am Kiefergelenk. Für diesen Zweck teilten sich 28 Probanden mit chronischen, myogenen CMD gleichmäßig auf zwei Gruppen. 4 Teilnehmer beendeten die Studie nicht.

Innerhalb von 8 Wochen fanden 1-mal wöchentlich Behandlungen à 30 min statt. Teilnehmer der Haltungsschulung nahmen jeweils für 15 min in Rückenlage eine Dehnposition der gesamten posterioren bzw. anterioren Muskelkette ein. Probanden der zweiten Gruppe dehnten statisch für je 30 Sekunden Nacken-, Kopf-, Arm- und Kiefermuskulatur.

Statistisch signifikant konnten in beiden Gruppen Kiefergelenks- und Kopfschmerzen laut einer visuellen Analogskala (VAS) gemindert werden (p < .05). Die Algometer-Werte zeigen eine signifikante Verbesserung beider Gruppen nach 8 Wochen, jedoch nicht mehr nach 4 Monaten. Die EMG-Messungen zeigten eine statistisch signifikante Verbesserung in beiden Gruppen, auch nach 4 Monaten. Insgesamt ergab sich kein Gruppenunterschied. Die Autoren empfehlen beide Programme zur schmerzmindernden Therapie einer CMD, diskutieren jedoch das Fehlen einer Kontrollgruppe.

Einen Zusammenhang zwischen Haltung und CMD sehen auch Mulet et al. [44] und untersuchten 2007 in ihrer Arbeit ein haltungsverbesserndes Übungsprogramm („6 x 6“) hinsichtlich dessen Evidenz bei Patienten mit myofaszialem Schmerz der Kaumuskulatur. 45 Probanden (43 ♀) teilten sich nach einer klinischen Untersuchung auf zwei Gruppen: Selbstmanagement und ein Übungsprogramm (für Nacken und Kiefer) bzw. nur Selbstmanagement. Nicht-steroidale Entzündungshemmer (NSAID) waren in beiden Gruppen zulässig. Eingeschlossen wurden Patienten mit chronischem Schmerz und einer

Level	Empfehlung	Definition
<b>Ia</b>	<b>A</b>	Meta-Analyse Systematisches Review von RCT's Megatrial
<b>Ib</b>		mindestens ein RCT
<b>IIa</b>	<b>B</b>	Kohortenstudie mit Kontrollgruppe/nicht randomisierter Kontrolle quasiexperimentelle Studie
<b>IIb</b>		Fall-Kontroll-Studie
<b>III</b>		Querschnittstudie ökologische Studie Kohorte ohne Kontrollgruppe
<b>IV</b>	<b>C</b>	Fallserien Expertenmeinung Grundlagenforschung

**Tabelle 2** Evidenzlevel (Einteilung des Oxford Center for Clinical Evidence [19]).

**Table 2** Level of evidence (according to Oxford Center for Clinical Evidence[19]).

ventralen Kopfhaltung. Zusätzlich zur myogenen Problematik durften andere CMD bestehen.

Beide Programme unterbreitete ein Physiotherapeut. Den Teilnehmern wurde nicht gesagt, dass auch die Körperhaltung evaluiert wird. Ein Assessment fand nach der ersten und der vierten Woche statt, der Drop-out lag bei 3 Probanden. Primäres Outcome war ein Selbstassessment der Schmerzintensität im Kieferbereich auf einer numerisch grafischen Ratingskala (NGRS). Beide Gruppen verbesserten sich hinsichtlich dessen nach 4 Wochen ( $p < .001$ ). Laut verbaler Ratingskala (VRS) verminderte sich bei allen Teilnehmern die Schmerzintensität des Kieferbereichs ( $p = .006$ ). Alle Teilnehmer zeigten einen verminderten Nackenschmerz, sowohl gemessen durch NGRS ( $p = .002$ ), als auch VRS ( $p = .001$ ). Die Kopfhaltung veränderte sich zum Positiven, jedoch nicht signifikant.

Insgesamt verbesserten sich 91 % der Selbstmanagement-Probanden und 85 % der Probanden mit zusätzlichen Übungen (Gruppendifferenz:  $p = .79$ ). Hinsichtlich der Compliance ergab sich in der Gruppe mit Selbstmanagement nach 4 Wochen eine signifikant höhere Compliance als in der Übungsgruppe ( $p < .05$ ).

Es konnte keine Überlegenheit des Übungsprogrammes gegenüber dem Selbstmanagement festgestellt werden, beide Methoden waren wirkungsvoll. Die Frage, ob eine Verbesserung der an-

terieren Kopfhaltung einen Effekt auf CMD hat, blieb unbeantwortet.

In der 1999 veröffentlichten Arbeit beobachteten Treacy et al. [52] 23 Patienten (14♀) mit kurzzeitig bestehender Dysfunktion und Bruxismus. Ausgehend von einer Korrelation zwischen Bruxismus und Stress, wollten sie eine stressmindernde, wahrnehmungsschulende Behandlung zur Therapie der CMD nutzen. Eine Gruppe bekam zur Wahrnehmungsverbesserung im Kieferbereich TENS am M. masseter ( $n = 7$ ).

Ein muskuläres Wahrnehmungs- und Entspannungstraining bezüglich der Haltung und Atmung, des weiteren Muskelrelaxation für Nacken, Augen, Arme, Beine und Rücken kam in einer weiteren Gruppe (MART,  $n = 8$ ) zum Einsatz. Die Kontrolle ( $n = 8$ ) erhielt ScheintENS. Durchgeführt wurden zweimal wöchentlich individuelle Sitzungen für 20–30 min über einen Zeitraum von 4 Monaten.

Eine körperliche und zahnmedizinische Untersuchung diente als Assessment. Des weiteren schätzten die Teilnehmer den Grad ihrer Beeinträchtigung auf einer Skala von 0 bis 6 ein und ein EMG von Kopf- und Kiefermuskeln wurde erhoben. Um den Stressstatus der Probanden zu dokumentieren, kamen ein kognitiv-somatischer Angstfragebogen, das „Beck Depression Inventory“ und die multidimensionale gesundheitliche Kontrollüberzeugungs-Skala zum Einsatz.

Die Teilnehmer der MART-Gruppe konnten ihre maximale Kieferöffnung signifikant verbessern, sowohl gegenüber der TENS-Gruppe ( $p < .05$ ) als auch verglichen zur Kontrollgruppe ( $p < .01$ ). Die EMG-Aktivität in der MART-Gruppe konnte signifikant gesenkt werden ( $p < .05$ ) und gegenüber der Kontrollgruppe zeigte sich ein signifikanter Gruppenunterschied in beiden Interventionsgruppen ( $p < .05$ ). Als Nebeneffekt fiel eine verminderte Atemfrequenz in der MART-Gruppe auf ( $p < .05$ ) und in beiden Interventionsgruppen für Probanden mit arterieller Hypo- oder Hypertonie eine Tendenz in Richtung Normwerte. Zwischen der TENS- und Kontrollgruppe fand sich keine Signifikanz. Der Grad der Beeinträchtigung verminderte sich in allen drei Gruppen, war jedoch nicht statistisch signifikant.

Die Autoren gelangen zu der Überzeugung, dass Wahrnehmungsschulung eine wichtige Rolle in der Behandlung von Patienten mit Bruxismus spielt und vermuten einen näher zu untersuchenden Zusammenhang zwischen Atmung und Bruxismus.

60 Probanden (47♀) mit einem muskuloskelettalen Problem und verminderter Kieferöffnung untersuchten 1999 Komiyama et al. [33]. In diesem RCT verteilten sich Probanden gleichmäßig auf eine Interventionsgruppe mit kognitiver Verhaltenstherapie bzw. mit Verhaltenstherapie und Haltungsschulung sowie auf eine Kontrollgruppe. Die kogni-

tive Verhaltenstherapie für die Teilnehmer der Interventionsgruppen gab Erklärungen zur Biomechanik des Kiefergelenkes, zum Zusammenhang zwischen Muskelspannung, Stress und chronischem Schmerz, sowie eine Einführung in verhaltenstherapeutische Schmerz- und Coping-Strategien. Probanden der zweiten Gruppe erhielten zudem Anweisungen zur Korrektur ihrer Haltung im Alltag und bekamen die Information, dass sich eine verbesserte Kopfhaltung günstig auf ihre Kieferbeschwerden auswirken kann.

Monatlich für 12 Monate fanden eine Instruktion und ein Assessment der Probanden der Interventionsgruppen statt, 51 Probanden beendeten die Studie (7 Drop-outs in der Kontrollgruppe). Nach einem Monat verbesserte sich die schmerzfreie Öffnung mit Hilfe der Haltungskorrektur um 8,1 mm ( $p < .05$ ) und wies damit einen Gruppenunterschied zur Kontrollgruppe auf ( $p < .05$ ). Auch in den beiden anderen Gruppen verbesserte sich dieser Parameter signifikant ( $p < .05$ ) – nach 2 Monaten in der Verhaltenstherapiegruppe und nach 6 Monaten in der Kontrollgruppe. Schmerz und Beeinträchtigungen sanken in allen 3 Gruppen signifikant ( $p < .05$ ) – nach einem Monat in der Gruppe mit Haltungskorrektur, nach 2 Monaten in den beiden anderen Gruppen. Nach 6 und 9 Monaten zeigten sich Gruppendifferenzen zwischen den Interventionsgruppen zur Kontrolle ( $p < .05$ ) hinsichtlich des Schmerzes und nach 6 Monaten hinsichtlich der Beeinträchtigungen. Nach Beendigung der Studie ergab sich kein Gruppenunterschied, und zu keinem Zeitpunkt fand sich ein Unterschied zwischen den beiden Interventionsgruppen.

Die Verfasser kommen zu dem Schluss, dass kognitive Verhaltenstherapie ergänzt durch eine Haltungskorrektur im Alltag wirksam scheint und bessere Effekte erzielte als ein alleiniger verhaltenstherapeutischer Ansatz.

### 3.2 Übungen am Kiefergelenk

In einem aktuell publizierten RCT von *Haketa et al.* [15] wurden 52 Probanden (46♀) mit einer anterioren Diskusverlagerung ohne Reposition rekrutiert. Alle Teilnehmer erhielten ein Selbstmanagement-Programm sowie 3-mal täglich ein NSAID. Zusätzlich praktizierte eine

Gruppe ( $n = 24$ ) 4-mal täglich Dehnungsübungen zur Kieferöffnung.

Laut *Haketa et al.* soll der dislozierte Diskus in einer anterioren Position gehalten werden, wodurch der Kondylus besser nach vorn gleiten kann und sich die schmerzfreie Kieferöffnung trotz Dislokation vergrößert. Die verbleibenden Probanden ( $n = 28$ ) wurden mit einer nachts zu tragenden Aufbiss-Schiene behandelt. Der Drop-out lag bei 14 Probanden (27 %), 9 davon in der Übungsgruppe. Nach 8 Wochen zeigten alle Outcome-Parameter eine statistisch signifikante Verbesserung ( $p < .05$ ) in beiden Interventionsgruppen. Vor allem die Kieferöffnung verbesserte sich deutlicher in der Übungsgruppe und dies bereits nach 4 Wochen. Die Autoren schließen daraus eine Genesung sei mittels Übungstherapie frühzeitiger möglich als durch Aufbiss-Schienen.

*Yuasa et al.* [62] veröffentlichten 2001 eine Studie zur Wirksamkeit von Physiotherapie in Verbindung mit NSAIDs verglichen mit einer interventionsfreien Kontrollgruppe. 60 Probanden (48♀) wurden zu gleichen Teilen randomisiert einer von 2 Gruppen zugewiesen. Eingeschlossen wurden Patienten mit schmerzhafter Diskusverlagerung ohne Reposition und ohne ossäre Veränderungen (laut MRT) sowie mit unilateraler, moderater bis starker Dysfunktion seit mehr als 2 Wochen. Bestimmt wurden die maximal mögliche Kieferöffnung sowie die ADL auf einer VAS. Die Interventionsgruppe bekam Instruktionen für Dehnungsübungen zur Kieferöffnung. Diese sollten 4-mal täglich selbstständig für 2 Wochen durchgeführt werden.

Probanden ohne Verbesserung bis zur zweiten Woche, führten das Programm bis zur vierten Woche weiter, in welcher eine zweite Datenerhebung stattfand. Es gab keinen Drop-out.

Die Datenerhebung nach 2 Wochen zeigte keine signifikanten Gruppenunterschiede. Nach 4 Wochen jedoch hatte sich die Interventionsgruppe um 60 % und die Kontrollgruppe nur um 33 % verbessert ( $p < .019$ ), die „number to treat“ lag bei 3,75. Im Vergleich der Ergebnisse nach 4 Wochen zeigte sich eine statistisch signifikante Verbesserung hinsichtlich maximaler Kieferöffnung, Schmerz beim Öffnen und Schließen und Schmerz beim Kauen in beiden Gruppen ( $p < .05$ ). Eine Signifikanz zwi-

schen den Gruppen zeigte sich bezüglich der maximalen Kieferöffnung ( $p = .005$ ) und Beeinträchtigung der ADL ( $p = .04$ ) zugunsten der Interventionsgruppe. Eine Interpretation der Ergebnisse zeigte, dass Probanden mit stärkerer Dysfunktion oder höherem Alter oder länger bestehendem Problem besser auf die Behandlung ansprachen.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Dehnungsübungen über 4 Wochen in Verbindung mit NSAIDs wirkungsvoll bei Patienten mit Diskusverlagerung ohne Reposition sind.

Die 2006 veröffentlichte Arbeit von *Klobas et al.* [31] betrachtet stationäre Rehabilitations-Patienten mit chronischen Beschwerden nach Schleudertrauma und CMD. Die Autoren verweisen auf die häufige Prävalenz von CMD bei Schleudertrauma-Patienten. Die 55 Probanden (39♀) unterzogen sich einer anamnestic Befragung mit dem Outcome „anamnestic dysfunction index of Helkimo“ und einer umfangreichen klinischen Untersuchung, zusammengefasst im „dysfunction index of Helkimo“.

Beide Gruppen erhielten das vorgesehene Reha-Programm bezogen auf das Schädel-Hirn-Trauma. Zusätzlich erhielt eine Gruppe ( $n = 25$ ) Übungen für das Kiefergelenk. Ein Physiotherapeut vermittelte Mobilisations- und Dehnungsübungen, wobei die Probanden angehalten wurden jede Übung 5– bis 10-mal schmerzfrei zu wiederholen und 3-mal täglich durchzuführen. Schmerzhaftere Übungen sollten ausgelassen und erst nach 1 Woche erneut versucht werden. Die Patienten wurden ermutigt mit den Übungen zu Hause fortzufahren.

Eine erneute klinische Untersuchung fand nach 3 Wochen und nach 6 Monaten statt. Der Fragebogen wurde ebenfalls nach 6 Monaten erneut ausgefüllt. Die Drop-out-Quote ist mit 20 % der Übungsgruppe und 13 % der Kontrollgruppe als eher hoch einzustufen.

Es fanden sich zu keinem Zeitpunkt signifikante Gruppenunterschiede hinsichtlich des anamnestic Dysfunktionsindex und auch nicht bezüglich der klinischen Parameter. Innerhalb der Gruppen gab es nur einen statistisch signifikanten Parameter: die maximale aktive Kieferöffnung in der Kontrollgruppe verbesserte sich geringfügig. Der Fragebogen bewies eine hohe Compliance (86–96 %) und zeigte als signifikantes

Klinische Studien	Einschlusskriterien	Randомisierte Zuordnung	Verborgene Zuordnung	Gruppenvergleichbarkeit	Blinde Probanden	Blinde Therapeuten	Blinde Untersucher	Ausfall-Quote <15%	Intention to treat Analyse	Statistische Analyse	Punkt- und Streuungsmaße	Summe
Haketa et al. [15]	✓	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	7
Maluf et al. [39]	✓	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	7
Klobas et al. [31]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	6
Wright et al. [60]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	6
Komiyama et al. [33]	x	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	5
Michelotti et al. [43]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	5
Mulet et al. [44]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	5
Treacy et al. [52]	✓	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	5
Ueda et al. [57]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	5
Yoda et al. [61]	✓	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	5
Yuasa et al. [62]	x	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	5

**Tabelle 3** Ergebnisse der PEDro-Bewertung.

**Table 3** Results of PEDro-assessment.

Ergebnis eine häufigere Übungsdurchführung in der Interventionsgruppe ( $p < .001$ ). Die Mehrheit der Patienten beider Gruppen berichtete gleichbleibende Symptome, sie konnte ihren Alltag jedoch besser bewerkstelligen.

Zusammenfassend bemerken die Autoren, dass weder Symptome noch klinische Zeichen durch Übungen am Kiefergelenk bei Patienten mit Schleudertrauma und CMD reduziert werden konnten. Berücksichtigt werden muss, dass es sich bei den Probanden um chronische Schmerzpatienten handelte. Es wird zu bedenken gegeben, dass ein chronischer Schmerz potentiell die Schmerzwahrnehmung beeinflusst und unangepasstes Verhalten verursachen kann. Eventuell liegt hierfür die Erklärung für die nicht signifikante Schmerzminderung und Symptombesserung.

2003 gingen Yoda et al. [61] der Frage nach, ob Übungstherapie verglichen mit der als Standard geltenden Schienentherapie bei Kiefergelenkknacken durch anteriore Diskusverlagerung mit Reposition nicht schonender, kostengünstiger und unkomplizierter sei. Eine Hälfte der 42 Probanden (29♀) vollzog für 3 Monate Repositionsübungen à 5 min jeder Mahlzeit folgend, die andere Hälfte galt als Kontrolle und blieb ohne Intervention. Einschlusskriterium war ein schmerzfreies, unilaterales, reziprokes Knacken, welches durch eine protrusive Position der Mandibula eliminiert werden konnte und durch anteriore Diskusverlagerung mit Reposition ausgelöst wurde (MRT gesichert).

Per Palpation identifizierten die Untersucher das Gelenkknacken, Beschwerden und Beeinträchtigungen der

Probanden mittels eines Fragebogens auf einer Fünf-Punkte-Skala. Die Diskus-Dislokation bei geschlossenem Mund wurde durch sagittale MRT-Bilder in schwerwiegend, moderat und gering eingeteilt.

Änderungen des Gelenkknackens wurden nach 3 Monaten in 4 Kategorien eingeteilt, wobei die Patienten mit exzellenten oder guten Resultaten als erfolgreich therapiert galten: Exzellentes Outcome mit maximaler Öffnung/Schließung ohne Knacken, gutes Outcome mit gelegentlichem Knacken 1– bis 2-mal täglich, ausreichendes Outcome mit Diskus-Reposition nahe der Mittelposition oder leiseres Knacken und schlechtes Outcome mit einem unveränderten, lauten oder schmerzvollen Knacken oder verminderter maximaler Öffnung.

Probanden mit erfolgreicher Therapie wurden anhand eines MRT bei geschlossenem Mund in 4 Gruppen klassifiziert (Diskus oberhalb des Kondylus, zurückverlagerter Diskus, keine Änderung, keine Reposition). Alle Teilnehmer beendeten die Studie. Die Erfolgsrate in der Übungsgruppe lag bei 13 von 21 Probanden (62 %) und bei keinem Proband der Kontrollgruppe ( $p = .0001$ ). In den erfolgreichen Fällen verbesserte sich die mediane Punktzahl bezüglich der Beschwerden und Beeinträchtigungen signifikant ( $p = .015$ ). In physiologischer Position fand sich der Diskus nur bei 3 der 13 erfolgreichen Probanden und in zurückverlagerter Position bei 5 Probanden. Bei 2 der Probanden fand sich im MRT sogar eine Reposition, jedoch klinisch keine Verschlechterung.

Yoda et al. erhielten ein besseres Ergebnis als erwartet, jedoch nur 23 % Probanden mit Diskus oberhalb des Kondylus, einem Zustand von dem vorher angenommen wurde, dass er eng in Verbindung zum Heilungsmechanismus steht. Demgegenüber steht jedoch eine Erfolgsquote von 62 %. Dies zeigt eine teilweise mangelnde Korrelation zwischen Klinik und Bildgebung. Die Verfasser schlussfolgern weitere notwendige Studien zur Aufklärung dieser fehlenden Korrelation und befinden die durchgeführten Übungen als wirkungsvoller im Vergleich zu keiner Behandlung.

Ueda et al. [57] verglichen 2009 in einem Crossover-Design zwei verschiedene Übungsarten am Kiefergelenk bei Patienten mit Schlafapnoe oder Rhonopathie während einer Schienentherapie. Die für diese Klientel häufig und erfolgreich angewandte dauerhafte Nachtschientherapie hat oftmals eine verminderte okklusale Kontaktfläche, sowie einen Beißkraftverlust zur Folge. Die Autoren wollten dies durch bestimmte Übungen am Kiefergelenk positiv beeinflussen. Randomisiert führten 16 Probanden (7 ♀) für 4 Wochen jeden Morgen entweder isometrische Spannungs- oder Dehnungsübungen am Kiefergelenk durch. Nach 4 Wochen ohne Intervention fand ein Wechsel in die jeweils andere Therapiegruppe statt.

Evaluiert wurden nach 4, 8 und 16 Wochen durch ein okklusales Diagnostiksystem, bestehend aus einer drucksensitiven Platte und einem Bildscanner für die Beißkraft und die Okklusionsflä-

che. Ergebnisse lagen nur von 10 Patienten vor, da ein hohes Drop-out zu verzeichnen war.

Signifikant größer war die okklusale Kontaktfläche in der Spannungsübungsgruppe am Morgen (12,96 mm) verglichen zu keiner Intervention (8,37 mm,  $p < .05$ ). Ebenfalls statistisch signifikant war die höhere Beißkraft bei der Übungsgruppen am Morgen verglichen zur Kontrollgruppe. Bezüglich der Daten am Abend fand sich nur ein signifikantes Ergebnis: eine größere Kontaktfläche der Molaren in der Dehnungsgruppe (11,57 mm) verglichen zur Kontrollgruppe ohne Intervention (10,26 mm,  $p < .05$ ). Es zeigte sich tendenziell, dass Dehnübungen effektiver in der Molar-Region waren und Spannungsübungen eher in der anterioren Region wirkten.

Trotz der kleinen Stichprobengröße sind Ueda et al. der Auffassung, dass Kiefergelenksübungen Muskelsteifigkeit mindern können. Des Weiteren forcieren sie scheinbar die Reposition der Mandibula zur Normposition und minimieren okklusale Veränderungen bei prädisponierten Patienten.

Mit myogenen CMD beschäftigte sich 2004 die Arbeit von Michelotti et al. [43] Die Einschlusskriterien eines rein myogenen Schmerzes, der länger als 3 Monate bestand, erfüllten 70 Patienten. Die erste Gruppe ( $n = 34$ , 31 ♀) erhielt als Therapie ein Edukationsprogramm, unterbreitet durch einen Zahnarzt. Die zweite Gruppe ( $n = 36$ , 31 ♀) bekam zusätzlich ein Übungsprogramm (Entspannung, Dehnung, Koordination) für Zuhause. Das Edukationsprogramm bestand aus generellen Informationen zum Kiefergelenk und Anweisungen zum Selbstmanagement. Beide Therapieformen sollten für 3 Monate durchgeführt werden, auch bei erreichter Schmerzfreiheit.

Eine Evaluation erfolgte alle 3 Wochen. Dabei fanden sowohl eine klinische und anamnestiche Datenerhebung statt, als auch eine Beurteilung des Motivationszustandes der Patienten. Die Patienten wurden außerdem bestärkt mit dem ihnen zugewiesenen Programm fortzufahren, wobei eine richtige Übungsdurchführung kontrolliert wurde.

Als ein vorrangiger Outcome-Parameter wurde der Behandlungs-Vergleich (TC = treatment-contrast) errechnet. Dieser bildete sich aus der Differenz der

relevanten Bewertungsziffern bezüglich Schmerzintensität und Einschränkung der oralen Funktion. Auf Basis dessen teilten die Autoren die Probanden in 2 Gruppen: erfolgreich therapiert und nicht erfolgreich therapiert. Der TC beruhte auf den Daten der Erhebung zu Beginn und nach 3 Monaten, bezog sich auf subjektive und objektive Parameter und wurde anhand einer Formel errechnet.

Der Drop-out lag bei 30 % ( $p > .05$ ) und war gleichmäßig auf beide Gruppen verteilt, wobei die Probanden meist praktikable Gründe angaben oder schmerzfrei waren. Statistisch signifikant war die größere maximale schmerzfreie Kieferöffnung in der Übungsgruppe gegenüber der Gruppe mit nur Edukation ( $p = .017$ ). Unter den Teilnehmern, welche die Studie beendeten, fanden sich weiter keine Gruppenunterschiede. Bezüglich des TC ergab sich in der Edukationsgruppe eine Erfolgsrate von 57 % und in der Gruppe mit zusätzlichen Übungen 77 % ( $p = .157$ ). Die relative Veränderung der Schmerzschwelle im Gruppenvergleich war nicht signifikant. Signifikant war sie jedoch bezogen auf die erfolgreich therapierten Probanden im Vergleich zu den nicht erfolgreich therapierten ( $.009 < p < .039$ ) mit einer höheren Schmerzschwelle bei den erfolgreich behandelten Probanden.

Die Autoren diskutieren das Fehlen einer interventionsfreien Kontrollgruppe und die insgesamt geringe Compliance (46 % mittelmäßig, 27 % schwach). Zusammenfassend fanden sie einen geringen Vorteil der zusätzlichen Übungstherapie zu einem Edukationsprogramm hinsichtlich kurzfristiger Ergebnisse, welcher jedoch so gering ausfiel, dass Michelotti et al. keine Überlegenheit in einer der beiden Methoden sahen.

In einer weiteren Tabelle (Tab. 5) werden – bezogen auf die drei wichtigsten Outcome Parameter Schmerz, Beweglichkeit und ADL – die signifikanten Ergebnisse der einzelnen Autoren übersichtlich gegliedert dargestellt.

## 4 Diskussion

Die vorliegende Arbeit zeigt die derzeit verfügbare Evidenz aktiver Übungstherapie bei CMD bezogen auf deutsch- und englischsprachige Publikationen.



Autor	n	Patienten	Gruppen	Art der Übungen	Outcome	Empfehlung für Übungen
<b>I. Haltungsverbessernde Übungen bzw. kognitive Verhaltenstherapie zur Haltungskorrektur</b>						
<b>Wright et al. [60]</b>	60	chron. muskuläre CMD	1. Selbstmanagement + Haltungstraining 2. Selbstmanagement	Haltung	CMD-Level Nackenbeschwerden ROM Schmerz Haltung	<b>Ja</b>
<b>Maluf et al. [39]</b>	28	chron. muskuläre CMD	1. globale Dehnungen 2. Dehnungen für Muskulatur am Arm, Nacken, Kopf und Kiefer	Dehnung	Schmerz ADL Muskelaktivität	<b>Ja</b>
<b>Mulet et al. [44]</b>	45	myofasziale CMD	1. Selbstmanagement + Übungen 2. Selbstmanagement	Haltung ROM Stabilisation	Schmerz Allg. Veränderungen Compliance Kopfhaltung	<b>Nein</b>
<b>Treacy et al. [52]</b>	23	CMD und Bruxismus	1. Wahrnehmung Entspannung 2. TENS 3. Schein-TENS	Wahrnehmung Muskelrelaxation	Untersuchung ADL Muskelaktivität Stress	<b>Ja</b>
<b>Komiyama et al. [33]</b>	60	muskuloskeletale CMD	1. Verhaltenstherapie 2. Verhaltenstherapie + Haltungsschule 3. Kontrolle	Verhaltenstherapie Haltung	Schmerz ADL ROM	<b>Ja</b>
<b>II. Übungen am Kiefergelenk</b>						
<b>Haketa et al. [15]</b>	52	Diskusverlagerung ohne Reposition	1. Übungen 2. Aufbißschiene	ROM Dehnung	ROM Schmerz ADL	<b>Ja</b>
<b>Yuasa et al. [62]</b>	60	Diskusverlagerung ohne Reposition	1. Übungen + NSAID 2. Kontrolle	ROM	ROM Schmerz ADL	<b>Ja</b>
<b>Klobas et al. [31]</b>	55	CMD und chron. Beschwerden nach Schleudertrauma	1. Reha Schleudertrauma + Übungen 2. Reha Schleudertrauma	Entspannung ROM Widerstand Dehnung	Dysfunktionsindex Compliance	<b>Nein</b>
<b>Yoda et al. [61]</b>	42	Diskusverlagerung mit Reposition	1. Übungen 2. Kontrolle	Reposition	Knacken ADL Diskusposition	<b>Ja</b>
<b>Ueda et al. [57]</b>	16	Schlafapnoe oder Rhonopathie bei Schienentherapie	1. Spannungsübungen 2. Dehnung	Isometrie Dehnung	Beißkraft Okklusionsfläche	<b>Ja</b>
<b>Michelotti et al. [43]</b>	70	myogene CMD	1. Edukation 2. Edukation + Übungen	Atemübungen Dehnung Koordination	Behandlungsvergleich (TC) Schmerz ROM	<b>Nein</b>

**Tabelle 4** Zusammenfassende Darstellung der RCTs.

**Table 4** Summarizing presentation of RCTs.

Die Recherche fand praktikablerweise mittels elektronischer Quellen statt. Allerdings sind jedoch in PubMed nur 40 % aller aktiven Fachzeitschriften der Zahnmedizin gelistet [16] und laut Türp et al. ist zudem fast die Hälfte aller in Deutschland veröffentlichten zahnmedizinischen RCTs nicht in PubMed inkludiert [54]. Die Trefferquote wäre demnach per Handsuche in entspre-

chenden Journalen höher aber auch deutlich aufwändiger gewesen. Da eher Studien veröffentlicht werden mit positiven Effekten einer Maßnahme und signifikanten Ergebnissen, lässt sich ein Publikationsbias wohl ebenso kaum ausschließen.

Generell ist zu bemerken, dass qualitativ hochwertige Fachliteratur (RCTs) zum Thema nur begrenzt verfügbar ist.

Auf methodische Mängel der Studien wurde auch von zahlreichen Autoren in vorangegangenen Reviews hingewiesen [40–42]. Eine aktuelle Analyse von CMD-Studien zeigte ebenfalls eine nur moderate Qualität – nur 58 % der Qualitätskriterien nach *Consort* wurden von den Studien erfüllt und nur 10 % der Arbeiten erfüllten die 4 wichtigsten Kriterien [10].

Häufig mangelt es schon an validen und standardisierten Diagnostikkriterien. Die RDC/TMD (Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders) stellt beispielsweise eine gut evaluierte und international etablierte Methode dar [8]. Eine schnelle und effiziente Diagnostik therapiebedürftiger CMD bildet die Basis einer entsprechenden Therapie. *Reißmann* [49] sieht hierin eine wichtige klinische und gesundheitspolitische Herausforderung. Laut ihm liefert eine einzelne Frage nach Schmerzen im Gesicht einen deutlichen Hinweis, inwieweit eine schmerzhaft CMD vorliegt und stellt damit einen effizienten CMD-Schnelltest dar.

Meist fehlten von den Autoren auch Angaben zur Validität oder Reliabilität der eingesetzten Messinstrumente. Lediglich *Wright* et al. [60] und *Mulet* et al. [44] verwiesen auf entsprechende Quellen. So ist jedoch die Reliabilität eines Millimeter-Lineals, wie es zur Messung der maximalen Kieferöffnung von den meisten Autoren genutzt wurde, exzellent [26]. Auch Algometer zur Messung der Druckschmerzschwelle erwiesen sich als reliabel und valide [27] sowie die VAS oder NGRS zur Evaluierung von Schmerzen [23, 24]. Im Zusammenhang mit einer Besserung der Symptomatik gilt der Determinant vermindertes Gelenkgeräusch als geringfügig reliabel [26].

Auffällig ist die höhere Prävalenz orofazialer Schmerzen bei Frauen, welche sich auch in den ausgewerteten Studien offenbart. 70 % der 511 Probanden waren weiblich. Wie eingangs erwähnt, wird ein hormoneller Hintergrund diskutiert. Frauen mit myofaszialem Schmerz am Kiefergelenk zeigen zudem signifikant häufiger Depressionen, als Frauen der Normalbevölkerung bzw. Frauen mit Gelenkproblematik [13]. Auf diesen Zusammenhang wurde in den analysierten RCTs nicht eingegangen.

Wie bereits angeführt scheint die cranio-cervikale Haltung eine wichtige Rolle hinsichtlich der Therapie von Kieferschmerzen zu spielen. Eine Korrelation zwischen Haltung und CMD wird in der Literatur debattiert, es wird angenommen, dass eine veränderte Kopfhaltung CMD auslöst oder dafür prädisponiert. Zahlreiche Autoren führten Untersuchungen zu diesem Sachverhalt durch und konnten eine Korrelation nachweisen [4]. *La Touche* et al. [34]

konnten eine biomechanische Relation zwischen cranio-cervicaler Region und der Dynamik des Kiefergelenkes, genau wie trigeminale nozizeptive Verarbeitung in verschiedenen cranio-cervicalen Haltungen nachweisen. In einem Review von *Olivo* et al. [47] bleibt der Zusammenhang zwischen CMD und Kopf- bzw. HWS-Haltung jedoch unklar. Auch hier wurden methodische Mängel der eingeschlossenen Arbeiten beanstandet. Aktuell wurde für Patienten mit cervicogenen Kopfschmerzen ein Benefit durch eine CMD-Therapie beschrieben [59]. In der vorliegenden Arbeit konnten positive Effekte eines Haltungs- bzw. Wahrnehmungstrainings nachgewiesen werden, vor allem bei Probanden mit anteriorer Kopfhaltung.

Multimodaler, interdisziplinärer Therapiestrategien bedarf es bei Patienten mit wesentlicher psychologischer Beteiligung im Gegensatz zu Patienten ohne psychologische Symptome, denen eine „einfache“ Therapie ausreicht [54]. Laut der AAOP sollten CMD-Patienten aufgeklärt werden, dass die Störungen chronifizieren können und multifaktoriell bedingt sind, also auch emotionale Instabilität eine wichtige ätiologische Rolle spielt [18]. Sie schlussfolgert weiterhin, dass auch bei länger bestehender CMD-Symptomatik meist keine invasive Therapie erforderlich ist. Kieferorthopädische oder dentale Rekonstruktions-Behandlungen, welche auf permanente Veränderung des Bisses oder Reposition des Kiefers zielen, seien ebenfalls meist nicht notwendig. Stattdessen wird auch hier einem aktiven Selbstmanagement-Programm ein hoher Stellenwert eingeräumt und in diesem Sinne empfiehlt auch die DGZMK in ihrer Patienteninformation „Muskelübungen“, Selbstmassage und Entspannungstechniken bei CMD [20].

Durch ein aktives Übungsprogramm, welches sich auf das Kiefergelenk auswirkt, werden Nebenwirkungen anderer Behandlungsmodalitäten verhindert. *Yoda* et al. [61] fanden zahlreiche Nebenwirkungen durch Schienentherapie, nicht selten einen posterioren offenen Biss oder Wachstumsstörungen des Kiefers bei Adoleszenten. *Ueda* et al. [57] berichten bei Langzeit-Schienentherapie von Kieferbeschwerden mit Schwierigkeiten beim Kauen am Morgen, okklusale Veränderungen sowie Minderung der okklusalen Kontaktfläche und Beißkraft.

Unnötige operative Eingriffe können laut der Studie von *Schiffman* et al. [50] bei Patienten mit Diskusverlagerung ohne Reposition vermieden werden. In einem qualitativ hochwertigen RCT (PEDro-Score: 8) zeigte sich über 60 Monate anhand von 106 Patienten die Überlegenheit einer medikamentösen Therapie bzw. einer von Zahnärzten und Physiotherapeuten durchgeführten Rehabilitation. Da man aktive Maßnahmen und Splint-Therapie in einer Gruppe vereinte, konnte diese Arbeit leider nicht als Ergebnis in das Review einfließen, zeigt aber dennoch das Potential physiotherapeutischer Methoden.

In einer Studie von *Magnusson* et al. [37], wegen des niedrigen PEDro-Scores ausgeschlossen, zeigten sich die Vorteile von Übungstherapie gegenüber einer Okklusionsschiene. Zwar verbesserten sich die Werte in beiden Gruppen signifikant, deutlicher jedoch in der Übungsgruppe, in welcher zusätzlich auch Parafunktionen und Schmerzmittel-Gebrauch sanken. Die Autoren konstatierten zudem eine deutliche Kostenersparnis durch Übungstherapie, da diese nur einen Assistenten und keinen Arzt voraussetzt und die Schiene per se einen hohen finanziellen Aufwand bedeutet.

Neben RCTs fanden sich während der Recherche aber auch vielversprechende kontrollierte klinische Studien (CCTs). So konnten *Gavish* et al. [11] in einer Pilot-Studie zeigen, dass durch Kräftigung der Kaumuskelatur (mittels eines Kaugummi) eine signifikante Schmerzreduktion möglich ist. Auch *Nicolakis* et al. [46] wiesen eine höhere Wirksamkeit aktiver Therapie gegenüber keiner Intervention nach. Zur Schmerzreduktion und Verbesserung der Kieferöffnung nutzten sie Mobilisation, Haltungskorrektur und Entspannungstechniken. In einer longitudinalen Studie mit mehr als 2.000 Patienten konnten *Brown* et al. [2] zeigen, dass sich unbehandelte CMD-Patienten nicht spontan verbessern und aktive Übungs-Modalitäten bessere klinische und statistische Ergebnisse erzielen als passive.

Eine interessante zusätzliche Entdeckung machten *Treacy* et al. [52]: bei Patienten mit Bruxismus scheint das Atemmuster eine Rolle zu spielen, so dass zukünftig die Korrelation Atmung und Bruxismus näher untersucht werden sollte.

	kurzfristig			langfristig		
	⚡	ROM	ADL	⚡	ROM	ADL
Wright et al. [60]	↑	↑				
Maluf et al. [39]				↑		n.s.
Mulet et al. [44]	↑					
Treacy et al. [52]					↑	n.s.
Komiyama et al. [33]	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Haketa et al. [15]	↑	↑	↑			
Yuasa et al. [62]	↑	↑	↑			
Klobas et al. [31]	n.s.	n.s.		n.s.	n.s.	
Yoda et al. [61]						
Ueda et al. [57]						
Michelotti et al. [43]				↑	n.s.	

⚡ = Schmerz, ↑ = Verbesserung, n.s. = nicht signifikant, „leer“ = nicht untersucht  
 kurzfristig ≤ 4 Wo, langfristig ≥ 3 Mo

**Tabelle 5** Zusammenfassung der wichtigsten signifikanten Ergebnisse.

**Table 5** Summary of important significant results.

(Abb. 1 u. Tab. 1–5: N. Vogel)

Eine erfolgreiche Rehabilitation bedarf kontinuierlicher Mobilisation, welche sichergestellt werden kann durch ein vom Patienten akzeptiertes und frequent durchgeführtes Heimübungsprogramm. Die Compliance des Patienten betont *Israel* [22], ist ein Schlüsselement in der Behandlung von CMD-Patienten. Wichtig scheint ein praktisches, verständliches und mit wenig Aufwand durchzuführendes Programm, erfolgreich realisiert von *Yuasa et al.* [62] und *Klobas et al.* [31].

Häufiger Diskussionspunkt der Autoren waren die Kontrollgruppen. So entschieden sich beispielsweise *Michelotti et al.* [43] gegen eine interventionsfreie Kontrollgruppe, da nach ihrer Meinung die Möglichkeit einer Spontanheilung bei chronischen Patienten eher gering scheint. In der Interventionsgruppe von *Yuasa et al.* [62] waren NSAIDs er-

laubt, wogegen grundsätzlich nichts spricht, spiegelt es doch die gängige Praxis wider. Jedoch hätten auch in der Kontrollgruppe NSAIDs zum Einsatz kommen müssen, um den wahren Effekt der Übungstherapie zu verdeutlichen. *Mulet et al.* [44] meinten, dass eine Placebogruppe den natürlichen Verlauf gezeigt hätte. *Yoda et al.* [61] wiederum betrachten die Wahl ihrer interventionsfreien Kontrollgruppe kritisch, da für ihr Patientenkontext eine Schienentherapie den Standard darstellt und somit als Kontrolle hätte dienen müssen. Generell ist anzumerken, dass eine reine Kontroll- oder Placebogruppe nicht immer vertretbar ist. Ein Crossover-Design scheint da eine gute Alternative.

Die Schwierigkeit einzelne Übungen in ihrer Wirkung zu evaluieren, wenn ein komplettes Übungsprogramm zum Einsatz kommt, debattieren *Mulet et al.*

[44]. Wie sich zeigte, waren sowohl Mobilisationsprogramme, Widerstandsübungen, Dehnungen, Haltungstraining und Verhaltenstherapie erfolgreich in Bezug auf eine Symptomverbesserung. Klassischerweise gehört die kognitive Verhaltenstherapie nicht in den Handlungsbereich von Physiotherapeuten, gewinnt aber immer mehr an Bedeutung hinsichtlich der Patienten-Eduktion und Vermittlung von Kompetenzen. Bei nur 11 relevanten Arbeiten fällt es schwer, konkrete Übungen zu empfehlen. Betrachtet man die zum Einsatz gekommenen Programme zeichnet sich jedoch ab, dass bei Diskusverlagerungen eher Übungen direkt am Kiefergelenk wirksam sind und bei myofaszialen bzw. chronischen CMD scheint ein Haltungstraining effektiv.

In Hinblick auf kommende Reviews scheint eine Unterscheidung in arthro-

gene oder myogene bzw. akute oder chronische Problematiken des Kiefergelenkes sinnvoll, so dass zukünftig homogenere Gruppen im Vergleich stehen. Für diese Übersichtsarbeit war jedoch die aktuelle Studienlage zum Thema zu wenig ergiebig, um dies zu realisieren. Wie sich zeigte, besteht ein deutlicher Bedarf an methodisch gut durchgeführten RCTs im Bereich aktiver Übungen für das Kiefergelenk. Dies beinhaltet eine ausreichend große Probandenzahl, langfristige Studien sowie valide und reliable Outcome-Parameter. Mehr Forschung ist notwendig auch bezogen auf eine Kosten-Nutzen-Analyse der einzelnen Therapie-Modalitäten und zur Vermeidung chirurgischer Interventionen.

## 5 Schlussfolgerung

Zusammenfassend lässt sich eine Level Ib Empfehlung für den Gebrauch aktiver Übungen bei CMD geben, da sich mehrere RCTs mit positiven Ergebnissen zur Thematik fanden. Übungen können dabei direkt am Kiefergelenk wirken, aber auch an der HWS oder generell einen haltungsverbessernden Charakter haben. Die Ergebnisse entsprechen denen in ähnlich angelegten Übersichtsarbeiten [40–42]. Aktive Übungstherapie sollte mehr in den physiotherapeutischen Aufgabenbereich implementiert werden, dies gilt generell für CMD-Therapie im Sinne einer interdisziplinären Zusammenarbeit mit Ärzten und Zahnärzten. Weitere methodisch hochwertige Studi-

en sollten zukünftig realisiert werden, um evidente Richtlinien für den therapeutischen Alltag zu gewinnen. **DZZ**

**Interessenkonflikt:** Die Autorin erklärt, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

### Korrespondenzadresse

Nicole Vogel, B.Sc. PT  
LMU München, Masterstudiengang  
Public Health  
Hermannstr. 6, 81927 München  
E-Mail: Physio.vogel@gmx.de

## Literatur

- Al-Ani MZ, Davies SJ, Gray RJ, Sloan P, Glennay AM: Stabilisation splint therapy for temporomandibular pain dysfunction syndrome. *Cochrane Database Syst Rev* 1, CD002778 (2004)
- Brown DT, Gaudet EL: Temporomandibular disorder treatment outcomes: second report of a large-scale prospective clinical study. *Cranio* 20, 244–253 (2002)
- Carlsson GE: Some dogmas related to prosthodontics, temporomandibular disorders and occlusion. *Acta Odontol Scand* 68, 313–322 (2010)
- Cuccia A, Caradonna C: The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics* 64, 61–66 (2009)
- Dao TT, LeResche L: Gender differences in pain. *J Orofac Pain* 14, 169–184 (2000)
- De Laat A, Meuleman H, Stevens A, Verbeke G: Correlation between cervical spine and temporomandibular disorders. *Clin Oral Investig* 2, 54–57 (1998)
- Dimitroulis G: Temporomandibular disorders: a clinical update. *BMJ* 317, 190–194 (1998)
- Dworkin SF, LeResche L: Research diagnostic criteria for temporomandibular disorders: review, criteria, examinations and specifications, critique. *J Craniomandib Disord* 6, 301–355 (1992)
- Fink M, Wähling K, Stiesch S, Tschernitschek H: The functional relationship between the craniomandibular system, cervical spine, and the sacroiliac joint: a preliminary investigation. *J Craniomandibular Pract* 21, 202–208 (2002)
- Fricton JR, Ouyang W, Nixdorf DR, Schiffman EL, Velly AM, Look JO: Critical appraisal of methods used in randomized controlled trials of treatments for temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 24, 139–151 (2010)
- Gavish A, Winocur E, Astandzelov-Nachmias T, Gazit E: Effect of controlled masticatory exercise on pain and muscle performance in myofascial pain patients: A pilot study. *Cranio* 24, 184–190 (2006)
- Gesch D, Bernhardt O, Alte D et al.: Prevalence of signs and symptoms of temporomandibular disorders in an urban and rural German population: results of a population-based study of health in Pomerania. *Quintessence Int* 35, 143–150 (2004)
- Giannakopoulos NN, Keller L, Rammelsberg P, Kronmüller KT, Schmitter M: Anxiety and depression in patients with chronic temporomandibular pain and in controls. *J Dent* 38, 369–376 (2010)
- Greene CS: Diagnosis and treatment of temporomandibular disorders: emergence of a new care guidelines statement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 110, 137–139 (2010)
- Haketa T, Kino K, Sugisaki M, Takaoka M, Ohta T: Randomized clinical trial of treatment for TMJ disc displacement. *J Dent Res* 89, 1259–1263 (2010)
- Hanke BA, Motschall E, Türp JC: Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 68, 91–107 (2007)
- Hirsch C, John MT: Szenarien zu Krankheitskosten in der Diagnostik und Therapie craniomandibulärer Dysfunktionen in Deutschland. *Dtsch Zahnärztl Z* 60, 108–111 (2005)
- <http://www.aap.org/> Download vom 26.09.2010
- <http://www.cebm.net/> Download vom 26.09.2010
- <http://www.dgzmk.de/> Download vom 26.09.2010
- <http://www.eacmd.org/> Download vom 26.09.2010
- Israel HA, Syrop SB: The important role of motion in the rehabilitation of patients with mandibular hypomobility: a review of the literature. *Cranio* 15, 74–83 (1997)
- Jensen MP, Karoly P, Braver S: The measurement of clinical pain intensity: a comparison of six methods. *Pain* 27, 117–126 (1986)
- Jensen MP, Karoly P, O'Riordan EE, Bland F, Burns R: The subjective experience of acute pain. An assessment of the utility of 10 indices. *Clin J Pain* 5, 153–159 (1989)
- John MT, Reissmann DR, Schierz O, Wassell R: Oral health-related quality of life in patients with temporomandibular disorders. *J Orofac Pain* 21, 46–54 (2007)
- John MT, Zwijnenburg AJ: Interobserver variability in assessment of signs of TMD. *Int J Prosthodont* 14, 265–270 (2001)
- Kinser AM, Sands WA, Stone MH: Reliability and validity of a pressure algometer. *J Strength Cond Res* 23, 312–314 (2009)
- Kirveskari P, Jämsä T: Health risk from occlusal interferences in females. *Eur J Orthod* 31, 490–495 (2009)
- Kirveskari P: The role of occlusal adjustment in the management of temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 83, 87–90 (1997)
- Klasser GD, Greene CS: Oral appliances in the management of temporomandi-

- bular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107, 212–223 (2009)
31. Klobas L, Axelsson S, Tegelberg A: Effect of therapeutic jaw exercise on temporomandibular disorders in individuals with chronic whiplash-associated disorders. *Acta Odontologica Scandinavica* 64, 341–347 (2006)
  32. Koh H, Robinson PG: Occlusal adjustment for treating and preventing temporomandibular joint disorders. *J Oral Rehabil* 31, 287–292 (2004)
  33. Komiyama O, Kawara M, Arai M, Asano T, Kobayashi K: Posture correction as part of behavioural therapy in treatment of myofascial pain with limited opening. *J Oral Rehabil* 26, 428–435 (1999)
  34. La Touche R, Paris-Alemany A, von Piekartz H, Mannheimer JS, Fernández-Carnero J, Rocabado M: The influence of cranio-cervical posture on maximal mouth opening and pressure pain threshold in patients with myofascial temporomandibular pain disorders. *Clin J Pain* 27, 48–55 (2010)
  35. Look JO, Schiffman EL, Truelove EL, Ahmad M: Reliability and validity of axis I of the research diagnostic criteria for temporomandibular disorders (RDC/TMD) with proposed revisions. *J Oral Rehabil* 37, 744–759 (2010)
  36. Luther F, Layton S, McDonald F: Orthodontics for treating temporomandibular joint (TMJ) disorders. *Cochrane Database of Syst Rev Issue* 7, CD006541 (2010)
  37. Magnusson T, Syren M: Therapeutic jaw exercise and interocclusal appliance therapy. *Swed Dent J* 23, 27–37 (1999)
  38. Maher C, Sherrington C, Herbert RD, Moseley AM, Elkins M: Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy* 83, 713–721 (2003)
  39. Maluf SA, Moreno BG, Crivello O, Cabral CM, Bortolotti G, Marques AP: Global postural reeducation and static stretching exercises in the treatment of myogenic temporomandibular disorders: a randomized study. *J Manipulative Physiol Ther* 33, 500–507 (2010)
  40. McNeely ML, Olivo SA, Magee DJ: A systematic review of the effectiveness of physical therapy interventions for temporomandibular disorders. *Phys Ther* 86, 710–725 (2006)
  41. Medlicott M, Harris S: A systematic review of the effectiveness of exercise, manual Therapy, electrotherapy, relaxation training, and biofeedback in the management of temporomandibular disorder. *Phys Ther* 86, 955–973 (2006)
  42. Michelotti A, de Wijer A, Steenks M, Kronmüller KT, Schmitter M: Home-exercise regimes for the management of non-specific temporomandibular disorders. *J Oral Rehabil* 32, 779–785 (2005)
  43. Michelotti A, Steenks MH, Farella M, Parisini F, Cimino R, Martina R: 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 (2004)
  44. Mulet M, Decker KL, Look JO, Lenton PA, Schiffman EL: A randomized clinical trial assessing the efficacy of adding 6x6 exercises to self-care for the treatment of masticatory myofascial pain. *J Orofac Pain* 21, 318–328 (2007)
  45. Neuhuber W: M. longissimus als Vermittler zwischen kraniozervikalem Übergang und Becken. *Manuelle Medizin* 43, 395–399 (2005)
  46. Nicolakis P, Erdogmus B, Kopf A, Ebenbichler G, Kollmitzer J, Piehslinger E: Effectiveness of exercise therapy in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *J Oral Rehabil* 28, 1158–1164 (2001)
  47. Olivo SA, Bravo J, Magee DJ, Thie NM, Major PW, Flores-Mir C: The association between head and cervical posture and temporomandibular disorders: a systematic review. *J Orofac Pain* 20, 9–23 (2006)
  48. Poveda Roda R, Bagan JV, Díaz Fernández JM, Hernández Bazán S, Jiménez Soriano Y: Review of temporomandibular joint pathology. Part I: Classification, epidemiology and risk factors. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 12, E292–298 (2007)
  49. Reissmann DR, John MT, Schierz O: Eine Kurzversion der RDC/TMD. *Schmerz* 23, 618–627 (2009)
  50. Schiffman EL, Look JO, Hodges JS et al.: Randomized effectiveness study of four therapeutic strategies for TMJ closed lock. *J Dent Res* 86, 58–63 (2007)
  51. Schupp W: Craniomandibuläre Dysfunktionen und deren periphere Folgen. *Manuelle Medizin* 43, 29–33 (2005)
  52. Treacy K: Awareness/relaxation training and transcutaneous electrical neural stimulation in the treatment of bruxism. *Journal of Oral Rehabilitation* 26, 280–287 (1999)
  53. Türp JC, Greene CS, Strub JR: Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *J Oral Rehabil* 35, 446–445 (2008)
  54. Türp JC, Jokstad A, Motschall E, Schindler HJ, Windecker-Gétaz I, Ettlin DA: Is there a superiority of multimodal as opposed to simple therapy in patients with temporomandibular disorders? A qualitative systematic review of the literature. *Clin Oral Impl Res* 18, 138–150 (2007)
  55. Türp JC, Komine F, Hugger A: Efficacy of stabilization splints for the management of patients with masticatory muscle pain: a qualitative systematic review. *Clin Oral Investig* 8, 179–195 (2004)
  56. Türp JC, Schindler H: Chronische Myoarthropathien des Kausystems. *Schmerz* 18, 109–117 (2004)
  57. Ueda H, Fernanda RA, Chen A, Lowe AA: Effect of 2 jaw exercises on occlusal function in patients with obstructive sleep apnea during oral appliance therapy: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 135, 430.e1–430.e7 (2009)
  58. Verhagen AP, de Vet HC, de Bie RA et al.: The Delphi list: a criteria list for quality assessment of randomized clinical trials for conducting systematic reviews developed by Delphi consensus. *J Clin Epidemiol* 51, 1235–1241 (1998)
  59. von Piekartz H, Lütcke K: Effect of treatment of temporomandibular disorders (TMD) in patients with cervicogenic headache: a single-blind, randomized controlled study. *Cranio* 29, 43–56 (2011)
  60. Wright EF, Manuel AD, Fischer JR: Usefulness of posture training for patients with temporomandibular disorders. *J Am Dent Assoc* 131, 202–210 (2000)
  61. Yoda T, Sakamoto I, Imai H et al.: A randomized controlled trial of therapeutic exercise for clicking due to disk anterior displacement with reduction in the temporomandibular joint. *Cranio* 21, 10–16 (2003)
  62. Yuasa H, Kurita K: Randomized clinical trial of primary treatment for temporomandibular joint disk displacement without reduction and without osseous changes: A combination of NSAIDs and mouth-opening exercise versus no treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 91, 671–675 (2001)