

M. Fink¹, M. Stiesch¹, B. Schwab¹, M. Shapev¹, E. Cay¹, H. Buhck¹, A. Demling¹

Einflüsse okklusaler Interventionen auf den Gleichgewichtssinn

Influences of malocclusions on the postural balance



M. Fink

(Foto: privat)

Einführung: In der Literatur werden immer wieder Zusammenhänge zwischen Erkrankungen des cochleovestibulären Systems und kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD), die unter anderem durch okklusale Interferenzen hervorgerufen werden können, diskutiert. Ein Zusammenhang zwischen Malokklusion und Gleichgewichtssinn wäre somit ein Bindeglied zwischen CMD und dem cochleovestibulären System.

Material und Methode: 26 gesunde beschwerdefreie Probanden im Alter zwischen 23 und 35 Jahren ($27,4 \pm 2,8$ Jahre) wurden unter unterschiedlichen Untersuchungsbedingungen mit der dynamischen Posturographie (EquiTest-System) untersucht. Die Bedingungen waren Unterkiefer-Ruheposition, habituelle Okklusion (je $n = 11$), adjustierte Schiene und Hypomochlionschiene (je $n = 26$). Der Vergleich der Daten erfolgte mittels dem U-Test und dem Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$.

Ergebnisse: Die statistische Analyse ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Versuchsmodalitäten. Allerdings konnten deutliche Einflüsse des Alters und des Body-Mass-Index sowie, weniger ausgeprägt, des Geschlechts auf den Ausgang der Versuche festgestellt werden.

Schlussfolgerung: Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass durch kurzzeitige okklusale Interferenzen eine Beeinflussung des Gleichgewichtssinns nicht gegeben ist. Vor diesem Hintergrund müssen Untersuchungen des Gleichgewichtssinns zur Diagnostik von Patienten mit CMD kritisch hinterfragt werden.

(Dtsch Zahnärztl Z 2012, 67: 364–371)

Schlüsselwörter: kranio-mandibuläre Dysfunktion, Gleichgewicht, dentale Okklusion, vestibulocochleäres System, Posturographie

Introduction: A functional connection between diseases of the vestibulocochlear system and temporomandibular disorders (TMD), which are related to malocclusions, is discussed in the literature. An interaction of occlusion and balance would contribute to the proposed connection between TMD and the vestibulocochlear system.

Material and Methods: 26 healthy volunteers between 23 and 35 years of age (mean, 27.4 ± 2.8 years) were examined with the dynamic posturography (EquiTest system) under four different occlusal conditions (balanced rest, habitual occlusion [each $n = 11$], adjusted splint and hypomochlion splint [each $n = 26$]). Comparison of data was performed with the U-test and Spearman's rank correlation coefficient at $p < 0.05$.

Results: There were no appreciable differences between conditions in the recorded locomotor reactions; however, age, body mass index and – to a lesser extent – sex influenced the results substantially.

Conclusion: The results of the present study do not demonstrate influences of short-term occlusal alteration on the postural balance, and therefore the informative value of its evaluation in CMD patients seems at best limited.

Keywords: temporomandibular disorders, sense of balance, dental occlusion, vestibulocochlear system, posturography

¹ Medizinische Hochschule Hannover, Carl-Neuberg-Str. 1, 30625 Hannover

Peer-reviewed article: eingereicht: 27.07.2011, revidierte Fassung akzeptiert: 17.10.2011

DOI 10.3238/dzz.2012.0364-0371

Einleitung

Ohne dass dafür bislang ein überzeugendes physiologisches Erklärungskonzept erarbeitet worden wäre, wird in der Literatur vielfach eine enge Verbindung zwischen dem Temporomandibulargelenk (temporo-mandibular joint, TMJ) und dem cochleovestibulären System postuliert [4, 14, 39]. In erster Linie gilt das Interesse dabei dem empirisch vermehrten Auftreten von Ohrenschmerzen, Schwindel, Tinnitus und anderen Störungen des auditorischen und des Gleichgewichtssinns und möglichen Kausalverhältnissen bei Patienten mit einer kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD) [11, 34, 37, 40, 42, 55]. Gleichzeitig gibt es eine kaum überschaubare Vielfalt von Konzepten, mit denen einerseits die Entstehung einer CMD erklärt wird und auf denen andererseits – konsequenterweise – therapeutische Modalitäten aufbauen [1, 16, 32, 53].

Weder die möglichen klinischen Bezüge zwischen der CMD und anderen Erkrankungen [3, 21, 50] noch Reaktionen der Muskulatur von Kopf und Hals, Rumpf und Extremitäten auf eine experimentelle okklusale Intervention [15, 22, 43, 47] konnten bislang im Sinne eines halbwegs einheitlichen Ursachen-Wirkungs-Konzepts operationalisiert werden. Die vorliegende Evidenz ist diesbezüglich ungeachtet einer Vielzahl von Publikationen mehr als dürftig.

Beim Versuch einer Bewertung von ätiopathogenetischen Wechselwirkungen zwischen einer CMD des Kauorgans und anderen Organsystemen stellen sich zwei Grundprobleme [45]:

- Die sehr häufige zeitliche Koinzidenz zwischen einer CMD, die mit Okklusionsstörungen einhergeht, und anderen Schmerzsyndromen (z. B. der Wirbelsäule und der Schulter-Armregion oder dem generalisierten Schmerzsyndrom der Fibromyalgie);
- das gemeinsame Auftreten einer CMD und cochleovestibulären Störungen wie Schwindel und Tinnitus.

Diese häufige Koinzidenz erschwert den empirischen Nachweis von Wechselbeziehungen erheblich, da sich entsprechende Untersuchungen jeweils auf umschriebene Gruppen von Patienten beziehen, die typischerweise zwei oder mehr solcher Störungen aufweisen. Grundsätzlich sind bei der Bewertung solcher Konstellationen drei mögliche

Erklärungen – gleichwertig – zu berücksichtigen:

1. Die Koinzidenz ist zufällig,
2. sie ist Ausdruck der Verursachung des einen Phänomens (z. B. der cochleovestibulären Störung) durch das andere (die CMD), oder
3. beide Syndrome sind Ausdruck einer dritten, vorläufig unbekanntem Ursache.

Die einzige dieser drei Hypothesen, über die rein statistisch entschieden werden kann, ist die erste, und die Evidenz für ihr Nicht-Zutreffen ist überwältigend. Die Entscheidung zwischen der zweiten und dritten Aussage kann dagegen nur entweder durch lückenlose Aufklärung der Kausalverhältnisse oder durch Identifikation der gemeinsamen dritten Ursache erfolgen.

In der vorliegenden Arbeit wird mit Hilfe einer experimentellen Anordnung eine der möglichen Kausalbeziehungen *ad 2.* geprüft. Das Modell der Untersuchung an gesunden Probanden ist deshalb sinnvoll, da bei diesen die – putative – „dritte“ Ursache *per definitionem* nicht vorhanden ist.

Würde man also bei diesen Probanden eine signifikante Störung des Gleichgewichtssinns und der sensorischen Kompensationsmechanismen durch eine artifizielle okklusale Intervention nachweisen, so wäre dies ein deutliches Indiz dafür, dass der zweite der o. g. Erklärungsansätze prinzipiell zutreffend ist. Daher wurden bei den Versuchspersonen in der vorliegenden Untersuchung unterschiedliche okklusale Schienen inseriert und deren Einfluss auf die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts unter verschiedenen Störeinflüssen mit dem EquiTest-System untersucht.

Material und Methode

Untersucht wurden insgesamt 26 gesunde Probanden im Alter zwischen 23 und 35 Jahren ($27,4 \pm 2,8$ Jahre; 7 [26,9 %] männlich und 19 [73,1 %] weiblich). Die Ein- und Ausschlusskriterien wurden durch Befragung sowie zahnärztliche Untersuchung eruiert. Bei sämtlichen Probanden erfolgte außerdem zur Objektivierung der Befunde eine klinische Funktionsanalyse anhand des Funktionsstatus der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

(DGZMK). Einschlusskriterium war ein vollbezahntes Gebiss ohne Okklusionsstörungen (z. B. kein Kreuzbiss, keine Zwangsführung des Unterkiefers). Als Ausschlusskriterien wurden Zahnlockerungen, skelettale Dysgnathien, Allgemeinerkrankungen oder psychische Alterationen sowie Beschwerden im Bereich des Kiefergelenks oder andere subjektive Symptome einer kranio-mandibulären Dysfunktion gewertet. Orthopädische Erkrankungen wurden lediglich durch Befragung der Probanden ausgeschlossen, eine orthopädisch-klinische Untersuchung wurde nicht durchgeführt. Die Befragung der Probanden wurde an jedem Untersuchungstermin vorgenommen, um einen gleichbleibenden Gesundheitszustand sicherzustellen.

Die vorliegende Studie wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Hochschule Hannover genehmigt (Ethikvotum-Nr.: 3706). Alle Versuchspersonen hatten nach ausführlicher mündlicher und schriftlicher Aufklärung ihr Einverständnis zur Teilnahme erklärt.

Nach der zahnärztlichen Untersuchung zur Identifikation der Ein- und Ausschlusskriterien wurden zunächst Situationsabformungen (Alginoplast, Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland) beider Kiefer genommen, mit deren Hilfe anschließend Registrierschablonen für eine intraorale Stützstiftregistrierung angefertigt wurden. Basierend auf den Befunden wurden schließlich im zahn-technischen Labor zwei Schienen für den Oberkiefer hergestellt (Erkodur, Erkodent, Pfalzgrafenweiler, Deutschland; Palapress, Heraeus Kulzer, Hanau, Deutschland), für die der Artikulator (Protar 5, KaVo, Leutkirch, Deutschland) gleich stark vertikal gesperrt wurde. Eine der beiden Schienen (im Folgenden als „Hypomochlion-Schiene“ bezeichnet) wurde mit antagonistischen Kontakten ausschließlich auf den zweiten Molaren angefertigt [46], die zweite Schiene („adjustierte Schiene“) als Stabilisierungsschiene mit gleichmäßigen Zahnkontakten [7]. Bei der Anfertigung beider Schienen wurde darauf geachtet, dass eine Schienendimension von 1 mm nicht unterschritten wurde. Die Hypomochlion-Schienen wurden so bearbeitet, dass sie nur einen einseitigen Frühkontakt im Bereich der zweiten Molaren aufwiesen; 0,5 mm wurden einseitig ab-



Abbildung 1 Untersuchungsanordnung im EquiTest-System.

Figure 1 EquiTest examination setting.

getragen. Nach klinischer Einprobe und Anpassung erfolgte bei allen Patienten sofort die Durchführung der EquiTest-Untersuchung mit inserierter Hypomochlion-Schiene und adjustierter Schiene. Zu einem späteren Zeitpunkt wurden bei 11 für die Wiederholungsuntersuchung noch zur Verfügung stehenden Probanden (Zahnmedizinstudenten im Examensemester) in gleicher Weise die Befunde in Unterkiefer-Ruheposition und physiologischer Okklusion erhoben. Die Probanden wurden angewiesen, während des gesamten Messvorganges fest zusammenzubeißen (Ausnahme: Unterkiefer-Ruheposition). Nach erfolgter Messung wurden die Probanden befragt, ob die Anweisungen während des Versuchs eingehalten wurden. Da es sich bei den Probanden um Studierende der Zahnmedizin höherer Semester handelte, konnte somit die

Einhaltung des Versuchsaufbaus weitgehend sichergestellt werden.

Eine Verblindung des Untersuchers erfolgte nicht, da die Messung automatisiert durchgeführt wurde und der statistische Störfaktor „Einfluss des Untersuchers auf die Messergebnisse“ somit ausgeschlossen werden konnte.

Die dynamische Posturographie erfolgte mit dem EquiTest-System, das Reaktionen des Probanden auf unterschiedliche Stimuli aufzeichnet und auswertet. Das System besteht aus einer Plattform, die aus zwei 45 x 22,5 cm großen Fußplatten zusammengesetzt ist; beide Fußplatten sind mit einem Gelenk verbunden und können unabhängig voneinander bewegt werden. Zusätzlich kann sich auch die Umgebung – ein dreiwandiger farbig gestalteter Rundhorizont – um den Patienten bewegen; der Patient ist dabei durch ein spezielles Geschirr gegen Sturz gesichert, das seine Bewegungen aber anderweitig nicht beeinflusst (Abb. 1). Die vertikale Kraft, die auf die Fußplatten ausgeübt wird, wird in Echtzeit gemessen und aufgezeichnet. Die Datenanalyse erfolgt geräteintern in Bezug auf die Messwerte einer gesunden Referenzpopulation.

Die Untersuchung wird im Detail an anderer Stelle [49] beschrieben; sie besteht aus drei Hauptteilen (Sensory Organization Test [44], Motor Control Test [MCT] und Adaptation Test [ADT]), bei denen die Reaktionen des Probanden auf unterschiedliche Stimuli unter vier verschiedenen Bedingungen (Unterkiefer-Ruheposition, physiologische Okklusion [Interkuspitation], Hypomochlion- und adjustierte Schiene) ausgewertet wurden. Aus dem Gleichgewichtsscore wurden zusätzlich die Quotienten SOM (**somatosensory**; Fähigkeit, die Informationen des somatosensorischen Systems für die Aufrechterhaltung der Balance zu verwenden), VIS (**visual**; Fähigkeit, die Informationen des visuellen Systems für die Aufrechterhaltung der Balance zu verwenden), VEST (**vestibular**; Fähigkeit, die Informationen des vestibulären Systems für die Aufrechterhaltung der Balance zu verwenden) und PREF (**Preference**; Ausmaß, in dem der Proband auf visuelle Informationen für die Aufrechterhaltung der Balance vertraut, auch wenn diese falsch sind) sowie die Latenz (aus dem MCT) berechnet. Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit dem U-Test und

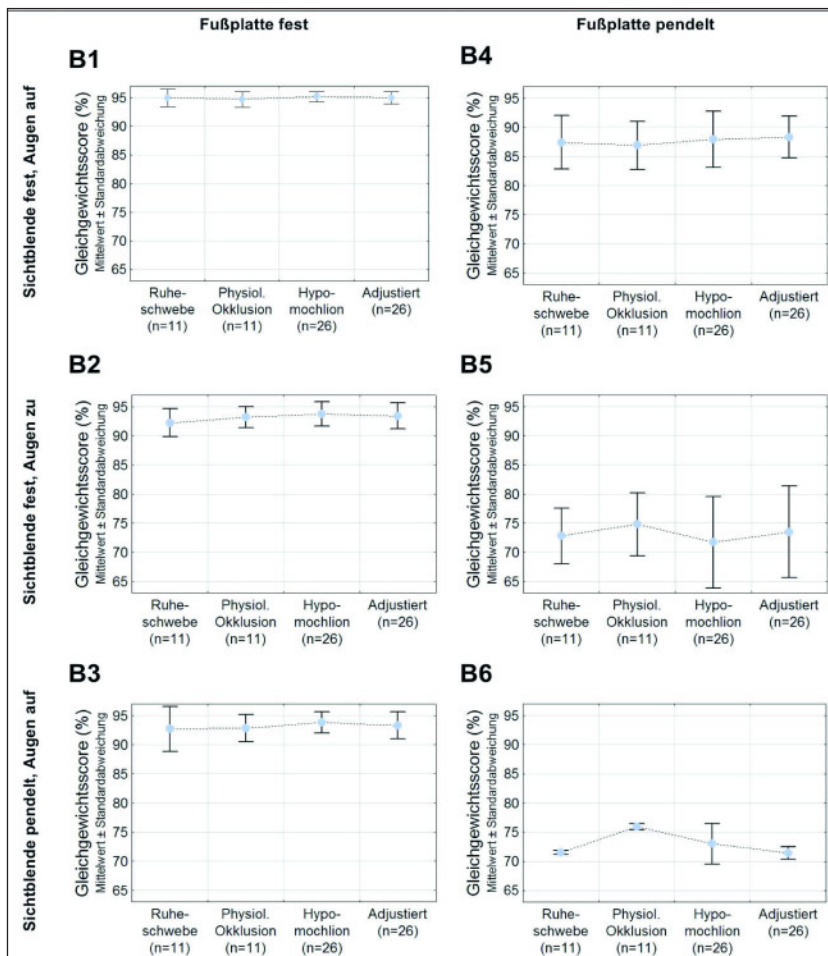


Abbildung 2 Vergleich der mittleren Gleichgewichtsscores zwischen verschiedenen Okklusionsbedingungen unter den 6 verschiedenen Standardbedingungen des EquiTest.

Figure 2 Mean equilibrium scores in the 6 standard EquiTest settings under different occlusion conditions.

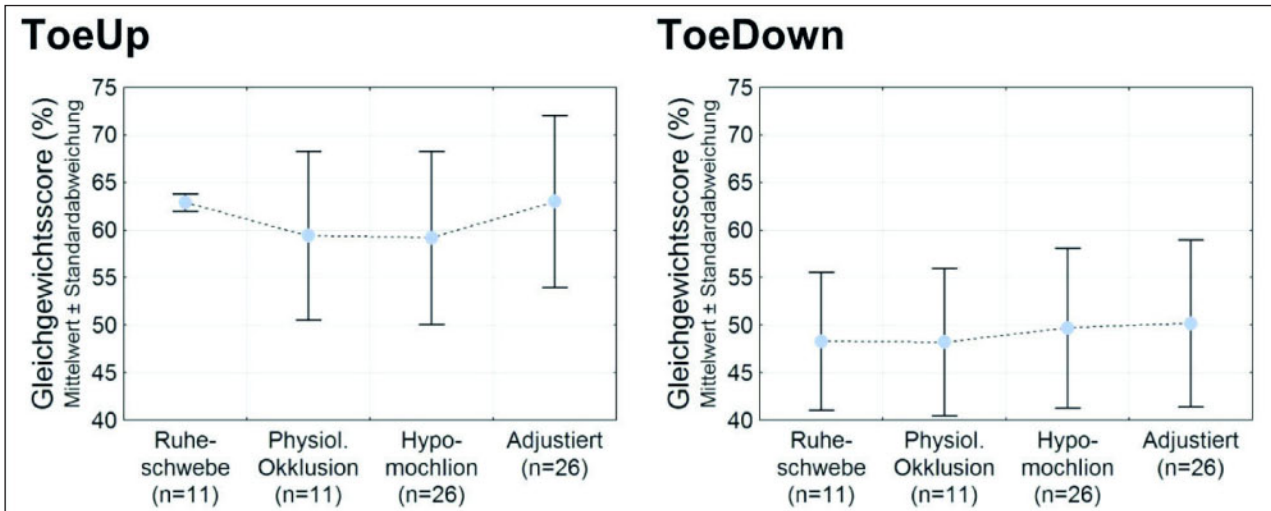


Abbildung 3 Vergleich der mittleren Gleichgewichtsscores zwischen verschiedenen Okklusionsbedingungen unter den Bedingungen ToeUp und ToeDown des EquiTest.

Figure 3 Mean equilibrium scores in the ‚ToeUp‘ and ‚ToeDown‘ settings under different occlusion conditions.

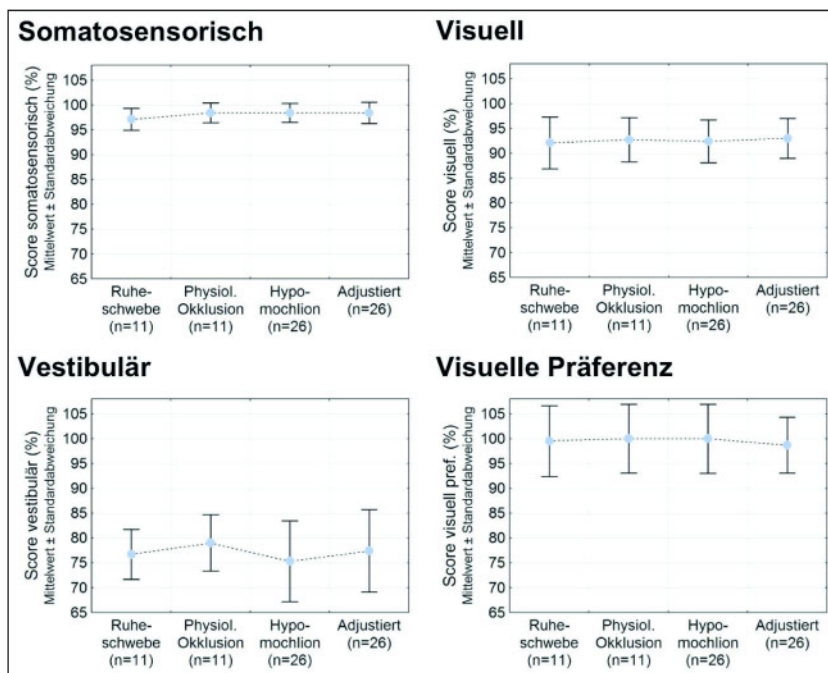


Abbildung 4 Vergleich der aus den Gleichgewichtsscores abgeleiteten Größen zwischen verschiedenen Okklusionsbedingungen.

Figure 4 Mean derived scores under different occlusion conditions.

dem Spearman'schen Rang-Korrelationskoeffizienten; bei der prüfstatistischen Auswertung wurde das Signifikanzniveau auf $p < 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Der EquiTest wurde unter sechs Standardbedingungen durchgeführt, die

durch Variationen im Hinblick auf die Sichtblende (fest/pendelnd), die Standplatte (fest/pendelnd) und die Sicht (Augen auf/zu) vorgegeben wurden.

Abbildung 2 zeigt deutliche Unterschiede im mittleren Gleichgewichtsscore zwischen den verschiedenen Bedingungen: So waren die Mittelwerte bei pendelnder Fußplatte (B4, B5, B6) unter sonst gleichen Bedingungen zwi-

schen etwa 8 (Sichtblende fest, Augen auf) und 20 Prozentpunkten (Sichtblende pendelt oder Augen zu) niedriger als für die entsprechenden Versuche bei fest stehender Fußplatte (B1, B2, B3). Ebenso führte der Einfluss entweder geschlossener Augen (B2, B5) oder pendelnder Sichtblende (B3, B6) gegenüber den Versuchen mit geöffneten Augen und fester Sichtblende (B1, B4) zu rückläufigen Gleichgewichtsscores, deren Betrag etwa bei 1–2 Prozentpunkten (Fußplatte fest) bzw. 10–15 Prozentpunkten lag (Fußplatte pendelt). Im Vergleich dazu waren die Einflüsse der verschiedenen Okklusionsbedingungen sehr gering und nicht statistisch signifikant.

Abbildung 3 zeigt, dass auch unter den Bedingungen „ToeUp“ und „ToeDown“ keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Okklusionsbedingungen bestanden.

Auch bezüglich der Quotienten SOM; VIS, VEST und Pref (Abb. 4) sowie der Latenzzeiten (Abb. 5) wiesen die Versuchsbedingungen keine verwertbaren Unterschiede auf.

Als zusätzliches Resultat zeigten sich einige Zusammenhänge der Ergebnisse mit den Basisdaten der Patienten:

- Höhere Mittelwerte der Scores „ToeUp“ und „ToeDown“ und eine kürzere Latenz bei weiblichen Probanden;
- Abnahme der Scores „ToeUp“ (Abb. 6) und „ToeDown“ und Zunahme der Latenz mit steigendem Body Mass Index (BMI);

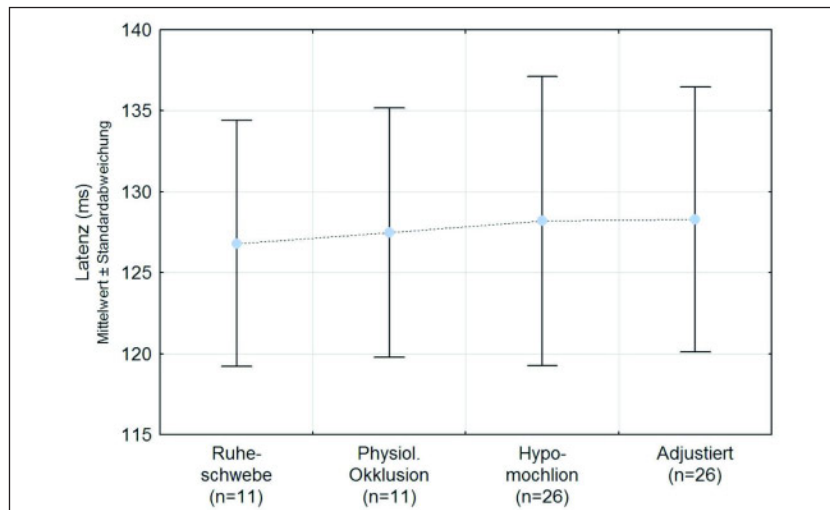


Abbildung 5 Vergleich der Latenzzeiten zwischen verschiedenen Okklusionsbedingungen.

Figure 5 Mean latency under different occlusion conditions.

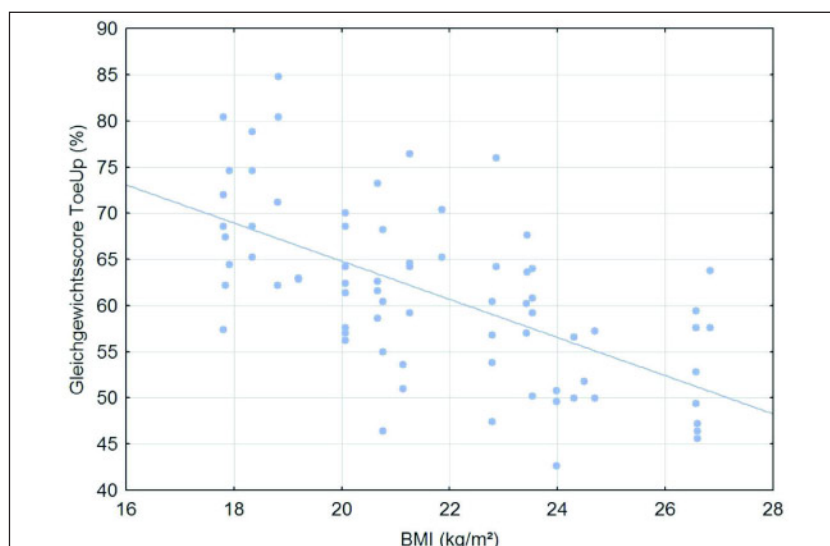


Abbildung 6 Zusammenhang zwischen BMI und Gleichgewichtsscore ToeUp für alle Probanden und alle Okklusionsbedingungen gemeinsam. Die eingezeichnete Linie ist die am besten angepasste (minimale Summe der Fehlerquadrate) Ausgleichsgerade zwischen den Datenwerten.

Figure 6 Correlation between BMI and equilibrium score ‚ToeUp‘ for all subjects and occlusion conditions. The regression function is the result of a linear ‚least squares‘ fitting.

(Abb. 1–6: M. Fink, H. Buhck)

– Zunahme der Latenz und Abnahme der visuellen Präferenz mit steigendem Alter.

Bei 42,3 % der subjektiv asymptomatischen Probanden fanden sich objektive klinische Zeichen von Fehlfunktionen im Kiefergelenk. Dieser Anteil entspricht ungefähr der Größenordnung objektiver Befunde, die in der Literatur angegeben werden [25], so dass die

Stichprobe diesbezüglich als repräsentativ anzusehen ist.

Diskussion

Als Erklärung für das vollständige Fehlen eines Zusammenhanges zwischen Okklusion und Gleichgewicht muss natürlich die Möglichkeit eines falsch ne-

gativen Resultats der Messmethode erwogen werden. Das EquiTest-Messinstrumentarium ist allerdings bereits seit relativ langer Zeit im klinischen und experimentellen Gebrauch (eingeführt von Black et al. [9] für die Diagnostik von Perilymphfisteln) und wurde in verschiedenen Untersuchungen für die Erfassung von Normabweichungen in der Sensomotorik des Gleichgewichts eingesetzt (z. B. [6]).

Im klinischen Einsatz liefert die computerisierte Posturographie wertvolle Hinweise z. B. in der Diagnostik von neurologischen Erkrankungen wie M. Parkinson oder der multiplen Sklerose [23, 38], vestibulären Tumoren [27], medikamenteninduzierten Störungen der Gleichgewichtskompensation bei älteren Patienten [59] oder bei der Rehabilitation von Beinamputierten [56]. In der Evaluation der Gleichgewichtskompensation von Gesunden kam das System beispielsweise zum Einsatz in der Diagnostik von Gleichgewichtsstörungen nach einer Anästhesie [28, 33], bei Astronauten nach Raumflügen [10], in der Unterscheidung zwischen echtem und simuliertem Schwindel [5] oder zur Identifikation von Personen mit einer Neigung zur See- bzw. Reisekrankheit [12, 48]. Lerneffekte, die die Ergebnisse wiederholter Untersuchungen verfälschen können, wurden in der Literatur [26, 30] berichtet und fanden sich auch in der vorliegenden Untersuchung; da die Abfolge der Untersuchungsbedingungen willkürlich gewählt wurde und die Nachuntersuchung eines Teils der Versuchspersonen in Unterkiefer-Ruheposition und physiologischer Okklusion – wiederum in willkürlicher Reihenfolge – 6 bis 12 Monate später erfolgte, dürften systematische Verzerrungen der Ergebnisse durch Lerneffekte hier ausgeschlossen sein.

Auch der demonstrierte Einfluss von Kofaktoren wie Alter und BMI, für den es in der Literatur Bestätigungen gibt [20], scheidet als Erklärung aus, da in der vorliegenden Arbeit intraindividuelle Unterschiede untersucht wurden.

Eine „Unterschwelligkeit“ der Intervention, d. h. ein inadäquater Stimulus, scheidet als Erklärung ebenfalls aus, da die Schienen nach exakt den gleichen Vorgaben hergestellt wurden, die für die Erstellung einer therapeutischen CMD-Schiene gelten; es wäre kaum plausibel zu erklären, dass die Intervention in die-

ser Größenordnung zwar einerseits den therapeutischen Zweck einer Behandlung der CMD erfüllen, nicht aber für eine pathogenetisch „adäquate“ Imbalance im stomatognathen System sorgen würde. Überdies wurde in einer anderen Auswertung identischer Schienen deutlich gezeigt, dass diese für eine deutliche Verlagerung der Kondylen nach anterior kaudal sorgten [18, 19].

Damit ist davon auszugehen, dass Änderungen des okklusalen Reliefs sich nicht in einer Beeinträchtigung der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts manifestieren. Es gibt allerdings in der Literatur Hinweise darauf, dass Haltungsänderungen durch okklusale Interventionen erst mit einer gewissen zeitlichen Latenz nachweisbar werden [31, 35], d. h. es ist nicht auszuschließen, dass die okklusale Intervention in der vorliegenden Studie erst nach längerer Tragedauer zu Störungen in der Aufrechterhaltung des Gleichgewichts geführt haben würde, die dann durchaus in den pathogenetischen Prozess der CMD-Entwicklung involviert sein könnten. Da solche Daten momentan nicht vorliegen – und entsprechende prospektive Studien erhebliche Hürden im Sinne der Genehmigung durch Ethikkommissionen sowie der Compliance von Probanden zu überwinden hätten –, lässt sich diese Frage derzeit nur anhand der externen Evidenz diskutieren.

Als einzige Untersuchung mit vergleichbarem Design fand sich dazu eine Studie von *Hosoda* et al. [31], in der die Versuchspersonen in Okklusion starke Störeinflüsse besser – und vor allem schneller – kompensieren konnten als in Unterkiefer-Ruheposition (Schieneninterventionen wurden hier nicht durchgeführt), was sich im Sinne einer leichten Tendenz auch in unserer Untersuchung bestätigt. Der Schlussfolgerung einer Verbesserung der Reaktion auf Störungen des Gleichgewichts in Okklusion kann

damit nicht widersprochen werden, und sie deckt sich mit der Erfahrung der mit der Durchführung der Versuche betrauten Verfasserin (M. Sh.) sowie einigen Hinweisen in der Literatur [2, 24]; sie trägt allerdings zur Frage des Einflusses von Okklusionsstörungen, die der vorliegenden Arbeit zugrunde liegt, nichts bei.

Es gibt einige Untersuchungen eines möglichen Zusammenhanges zwischen okklusionsbedingten Irritationen im stomatognathen System und der Körperhaltung, die Verbindungen über die afferenten Kerngebiete im Bereich von Rautengrube und Mittelhirn postulieren (Übersicht bei [14]); diese Studien sprechen zwar insgesamt mehrheitlich für einen Zusammenhang, sind aber in vielen Details widersprüchlich, und es gibt erhebliche Defizite im Verständnis der zugrunde liegenden Mechanismen [39] zwischen CMD und Gleichgewichtsstörungen auch einfach unterstellt und mit rein spekulativen „Mechanismen“ begründet [13]. Es muss dabei betont werden, dass Normabweichungen der Körperhaltung bei Patienten mit CMD, für die es in der Tat eine recht deutliche empirische Evidenz gibt [14, 42], nicht als Beweis der Verursachung der einen durch die andere (fehl-)gedeutet werden dürfen, wie dies häufig geschieht [13, 14, 41]. Solche Zusammenhänge sind vor dem Hintergrund der aktuellen Literatur sehr viel wahrscheinlicher als Ausdruck einer gemeinsamen Grundursache aufzufassen, für die gegenwärtig sowohl psychische [8] als auch biologisch-genetische Komponenten [17] diskutiert werden.

Auch für die Besserung otologischer Symptome bei CMD-Patienten durch die funktionelle und/oder Schienenbehandlung [54, 57, 58] ist die vorliegende Evidenz unzureichend [44], und der Effekt ist zudem mindestens in Bezug auf den Tinnitus sehr fraglich [40]. Selbst wenn man diesen Effekt aber als vorhanden un-

terstellt, spricht er keineswegs gegen den letztgenannten Erklärungsansatz.

Insgesamt lässt sich aus der vorliegenden Arbeit und der Literatur kein überzeugender Hinweis darauf ableiten, dass Störungen der Okklusion den Gleichgewichtssinn beeinflussen und auf diesem Wege zur Entstehung kraniofazialer oder -zervikaler Schmerzsyndrome beitragen. Neuere Untersuchungen zur Komorbidität von CMD und anderen Erkrankungen [45] sowie zur Heritabilität einer Empfindlichkeit gegenüber spinalen Schmerzsyndromen [29, 36] legen nahe, dass der CMD keine monokausale Verkettung mit einer Malokklusion als Ursache zugrunde liegt, sondern eher eine Maladaptation aufgrund intrinsischer Ursachen, die am ehesten als genetisch bedingte erhöhte Vulnerabilität mit überwiegender ZNS-Komponente aufzufassen sind [51, 52]. Mit dieser Vorstellung lassen sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit problemlos in Einklang bringen und sie deuten darauf hin, dass eine Untersuchung der Sensomotorik des Gleichgewichtssinns in der Evaluation von Patienten mit CMD ein vernachlässigbarer Stellenwert zukommt. D77

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadressen

Prof. Dr. Matthias Fink
Klinik für Rehabilitationsmedizin
Medizinische Hochschule Hannover
Carl-Neuberg-Str. 1
30625 Hannover
E-Mail: Fink.Matthias@mh-hannover.de

Dr. Hartmut Buhck
Taubenweg 19
30880 Laatzen
E-Mail: dr.buhck@medcommtools.de

Literatur

1. Al-Ani Z, Gray RJ, Davies SJ, Sloan P, Glenn AM: Stabilization splint therapy for the treatment of temporomandibular myofascial pain: a systematic review. *J Dent Educ* 69, 1242–1250 (2005)
2. Aloï A: Effects of mandibular appliances on athletic performance. *Cranio Clin Int* 1, 99–105 (1991)
3. Armijo Olivo S, Magee DJ, Parfitt M, Major P, Thie NM: The association between the cervical spine, the stomatognathic system, and craniofacial pain: a critical review. *J Orofac Pain* 20, 271–287 (2006)
4. Armstrong B, McNair P, Taylor D: Head and neck position sense. *Sports Med* 38, 101–117 (2008)
5. Artuso A, Garozzo A, Contucci AM, Frenguelli A, Di Girolamo S: Role of dynamic posturography (Equitest) in the identification of feigned balance disturbances. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 24, 8–12 (2004)
6. Asai M, Watanabe Y, Ohashi N, Mizukoshi K: Evaluation of vestibular

- function by dynamic posturography and other equilibrium examinations. *Acta Otolaryngol Suppl* 504, 120–124 (1993)
7. Ash MM, Ramfjord S, Schmidseder J: Schienentherapie. Urban & Schwarzenberg, München 1995
 8. Benoliel R, Sela G, Teich S, Sharav Y: Painful temporomandibular disorders and headaches in 359 dental and medical students. *Quintessence Int* 42, 73–78 (2011)
 9. Black FO, Lilly DJ, Nashner LM, Peterka RJ, Pesznecker SC: Quantitative diagnostic test for perilymph fistulas. *Otolaryngol Head Neck Surg* 96, 125–134 (1987)
 10. Black FO, Paloski WH: Computerized dynamic posturography: What have we learned from space? *Otolaryngol Head Neck Surg* 118, S45–51 (1998)
 11. Boniver R: Temporomandibular joint dysfunction in whiplash injuries: association with tinnitus and vertigo. *Int Tinnitus J* 8, 129–131 (2002)
 12. Bosser G, Gauchard GC, Brembilla-Perrot B, Marçon F, Perrin PP: Experimental evaluation of a common susceptibility to motion sickness and vasovagal syncope in children. *Brain Res Bull* 71, 485–492 (2007)
 13. Christine DC: Temporal bone misalignment and motion asymmetry as a cause of vertigo: the craniosacral model. *Altern Ther Health Med* 15, 38–42 (2009)
 14. Cuccia A, Caradonna C: The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics (Sao Paulo)* 64, 61–66 (2009)
 15. D'Attilio M, Filippi MR, Femminella B, Festa F, Tecco S: The influence of an experimentally-induced malocclusion on vertebral alignment in rats: a controlled pilot study. *Cranio* 23, 119–129 (2005)
 16. Dao TT, Lavigne GJ: Oral splints: the crutches for temporomandibular disorders and bruxism? *Crit Rev Oral Biol Med* 9, 345–361 (1998)
 17. Demerjian GG, Sims AB, Stack BC: Pro-teomic signature of Temporomandibular Joint Disorders (TMD): Toward diagnostically predictive biomarkers. *Bio-information* 5, 282–284 (2010)
 18. Demling A, Fauska K, Ismail F, Stiesch M: A comparison of change in condylar position in asymptomatic volunteers utilizing a stabilization and a pivot appliance. *Cranio* 27, 54–61 (2009)
 19. Demling A, Ismail F, Fauska K, Schweska-Polly R, Stiesch-Scholz M: Änderung der Kondylenposition nach Eingliederung verschiedener Okklusions-schienen. *Dtsch Zahnärztl Z* 63, 749–754 (2008)
 20. Ferber-Viart C, Ionescu E, Morlet T, Froehlich P, Dubreuil C: Balance in healthy individuals assessed with Equi-test: maturation and normative data for children and young adults. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 71, 1041–1046 (2007)
 21. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M: Asymptomatic cervical spine dysfunction (CSD) in patients with internal derangement of the temporomandibular joint. *Cranio* 20, 192–197 (2002)
 22. Fink M, Tschernitschek H, Stiesch-Scholz M, Wähling K: Kraniomandibuläres System und Wirbelsäule. Funktionelle Zusammenhänge mit der Zervikal- und Lenden-Becken-Hüft-Region. *Man Med* 41, 476–480 (2003)
 23. Furman JM: Posturography: uses and limitations. *Baillieres Clin Neurol* 3, 501–513 (1994)
 24. Gelb H, Mehta NR, Forgione AG: The relationship between jaw posture and muscular strength in sports dentistry: a reappraisal. *Cranio* 14, 320–325 (1996)
 25. 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)
 26. Goebel JA, Paige GD: Dynamic posturography and caloric test results in patients with and without vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg* 100, 553–558 (1989)
 27. Gouveris H, Helling K, Victor A, Mann W: Comparison of electronystagmography results with dynamic posturography findings in patients with vestibular schwannoma. *Acta Otolaryngol* 127, 839–842 (2007)
 28. Gupta A, Ledin T, Larsen LE, Lennmarken C, Odkvist LM: Computerized dynamic posturography: a new method for the evaluation of postural stability following anaesthesia. *Br J Anaesth* 66, 667–672 (1991)
 29. Hartvigsen J, Nielsen J, Kyvik KO et al.: Heritability of spinal pain and consequences of spinal pain: a comprehensive genetic epidemiologic analysis using a population-based sample of 15328 twins ages 20–71 years. *Arthritis Rheum* 61, 1343–1351 (2009)
 30. Hochhausen O: Untersuchung zur Aussagekraft des EquiTest bei der Diagnostik verschiedener Schwindelerkrankungen. Dissertation, Hannover: Medizinische Hochschule, 2008
 31. Hosoda M, Masuda T, Isozaki K et al.: Effect of occlusion status on the time required for initiation of recovery in response to external disturbances in the standing position. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 22, 369–373 (2007)
 32. Klasser GD, Greene CS: Oral appliances in the management of temporomandibular disorders. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 107, 212–223 (2009)
 33. Ledin T, Odkvist LM: Effect of alcohol measured by dynamic posturography. *Acta Otolaryngol Suppl* 481, 576–581 (1991)
 34. Matheus RA, Ramos-Perez FM, Menezes AV et al.: The relationship between temporomandibular dysfunction and head and cervical posture. *J Appl Oral Sci* 17, 204–208 (2009)
 35. Milani RS, De Periere DD, Lapeyre L, Pourreyron L: Relationship between dental occlusion and posture. *Cranio* 18, 127–134 (2000)
 36. Mogil JS: The genetic mediation of individual differences in sensitivity to pain and its inhibition. *Proc Natl Acad Sci USA* 96, 7744–7751 (1999)
 37. Munhoz WC, Marques AP: Body posture evaluations in subjects with internal temporomandibular joint derangement. *Cranio* 27, 231–242 (2009)
 38. Nelson SR, di Fabio RP, Anderson JH: Vestibular and sensory interaction deficits assessed by dynamic platform posturography in patients with multiple sclerosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 104, 62–68 (1995)
 39. Perinetti G: Correlations between the stomatognathic system and body posture: biological or clinical implications? *Clinics (Sao Paulo)* 64, 77–78 (2009)
 40. Peroz I: Otaglie und Tinnitus bei Patienten mit kraniomandibulären Dysfunktionen. *HNO* 49, 713–718 (2001)
 41. Ramirez LM, Ballesteros LE, Sandoval GP: Topical review: temporomandibular disorders in an integral otic symptom model. *Int J Audiol* 47, 215–227 (2008)
 42. Saito ET, Akashi PM, Sacco Ide C: Global body posture evaluation in patients with temporomandibular joint disorder. *Clinics (Sao Paulo)* 64, 35–39 (2009)
 43. Sakaguchi K, Mehta NR, Abdallah EF et al.: Examination of the relationship between mandibular position and body posture. *Cranio* 25, 237–249 (2007)
 44. Salvetti G, Manfredini D, Barsotti S, Bosco M: Otologic symptoms in temporomandibular disorders patients: is there evidence of an association-relationship? *Minerva Stomatol* 55, 627–637 (2006)
 45. Schur EA, Afari N, Furberg H et al.: Feeling bad in more ways than one: comorbidity patterns of medically unexplained and psychiatric conditions. *J Gen Intern Med* 22, 818–821 (2007)
 46. Sears VH: Occlusal pivots. *J Prosthet Dent* 6, 332–336 (1956)
 47. Sforza C, Tartaglia GM, Solimene U, Morgun V, Kaspranskiy RR, Ferrario VF: Occlusion, sternocleidomastoid muscle activity, and body sway: a pilot study in male astronauts. *Cranio* 24, 43–49 (2006)
 48. Shahal B, Nachum Z, Spitzer O et al.: Computerized dynamic posturography

- and seasickness susceptibility. *Laryngoscope* 109, 1996–2000 (1999)
49. Shapev M, Cay E: Einflüsse okklusaler Interventionen auf die Aufrechterhaltung des Gleichgewichts bei gesunden Probanden. Dissertation, Hannover: Medizinische Hochschule, 2010
50. Stiesch-Scholz M, Fink M, Tschernitschek H: Comorbidity of internal derangement of the temporomandibular joint and silent dysfunction of the cervical spine. *J Oral Rehabil* 30, 386–391 (2003)
51. Stohler CS: Taking stock: from chasing occlusal contacts to vulnerability alleles. *Orthod Craniofac Res* 7, 157–161 (2004)
52. Stohler CS: TMJD 3: a genetic vulnerability disorder with strong CNS involvement. *J Evid Based Dent Pract* 6, 53–57 (2006)
53. Tsukiyama Y, Baba K, Clark GT: An evidence-based assessment of occlusal adjustment as a treatment for temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 86, 57–66 (2001)
54. Tullberg M, Ernberg M: Long-term effect on tinnitus by treatment of temporomandibular disorders: a two-year follow-up by questionnaire. *Acta Odontol Scand* 64, 89–96 (2006)
55. Tuz HH, Onder EM, Kisnisci RS: Prevalence of otologic complaints in patients with temporomandibular disorder. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123, 620–623 (2003)
56. Vanicek N, Strike S, McNaughton L, Polman R: Postural responses to dynamic perturbations in amputee fallers versus nonfallers: a comparative study with able-bodied subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 90, 1018–1025 (2009)
57. Williamson EH: Interrelationship of internal derangements of the temporomandibular joint, headache, vertigo, and tinnitus: a survey of 25 patients. *Cranio* 8, 301–306 (1990)
58. Wright EF: Otologic symptom improvement through TMD therapy. *Quintessence Int* 38, e564–571 (2007)
59. Zammit G, Wang-Weigand S, Peng X: Use of computerized dynamic posturography to assess balance in older adults after nighttime awakenings using zolpidem as a reference. *BMC Geriatr* 8, 15 (2008)