Copyright by Quintessence Not for Publication

G. Christiansen

Computer-aided measurement of the functional joint space of the temporomandibular joint

Computergestützte Messung des funktionellen Gelenkraums des Kiefergelenks

Niedergelassener Zahnarzt, Ingolstadt

Practising dentist, Ingolstadt, Germany

Zusammenfassung

In der Literatur wird die Rolle der Okklusion in der Ätiopathogenese der kraniomandibulären Dysfunktion (CMD) kontrovers beurteilt. Damit einhergehend würde aber auch die Stellung des Kondylus innerhalb der Fossa articularis als ätiopathogenetisch fragwürdig beurteilt werden, denn die statische Okklusion definiert die Stellung des Kondylus in habitueller Interkuspidationsposition. Mithilfe optoelektronischer Untersuchungstechniken, deren Auflösungsvermögen weit über dem bildgebender Verfahren (MRT) liegt, kann ein Raum definiert werden, der sogenannte funktionelle Gelenkraum, innerhalb dessen sich die Kondylen befinden müssen. Dieser Raum konnte durch passive Manipulationen, ausgehend von der habituellen Interkuspidation (HIKP) der Probanden, kondylografisch als passive Bewegungskapazität in allen Ebenen dargestellt werden. Die passiven Manipulationen wurden in retraler, kranialer sowie medialer Richtung mit einer Kraft von 0,5 bis 1 Newton ausgeführt. Probanden, deren Kondylen sich im „Zentrum" dieses funktionellen Gelenkraums befanden, zeigten physiologische Bewegungsabläufe der Kiefergelenke und waren frei von Symptomen einer CMD. Die Untersuchung von 50 CMD-Patienten ergab diesbezüglich ein verändertes Bild. Sowohl die Art des Bewegungsablaufs dysfunktionell, als auch die unphysiologische Richtung der kondylären Bewegungskapazitäten innerhalb der Fossa articularis ließen die Bedeutung der Kondyluslage

Abstract

In relevant literature, the subject of occlusion and etiopathogenetic factor for TMD (temporomandibular joint disorder) is controversially discussed. The position of the condyle amid the fossa articularis is questionable in the same way, since static occlusion defines the position of the condyle in ICP (intercuspation position). Using optoelectronic measurement devices with a resolving capacity more than MRI (magnetic resonance imaging), the so-called functional joint space is defined, and within its limits the condyles must be arranged. This space could be represented by passive manipulations coming from ICP of the probands, measured by condylography, as passive movement capacity in all dimensions. The passive manipulations were achieved in retral, cranial and medial direction with a force of 0.5-1 N. Probands whose condyles were located in the center of the functional joint space, had shown physiologic jaw movements and were free from symptoms of TMD syndrome. The study of 50 TMD patients has shown quite another characteristic. The manner of condylar movement was dysfunctional, and the direction of the condylar movement capacity amid the fossa articularis was different. Thus the importance of the position of the condyle in the development of TMD is obvious and also according to this, the role of static occlusion. In addition, as secondary cognition this article will accentuate the role of computerized condylography in diagnostics and therapy of TMD.

Copyright by Quintessence Not for Publication

Key words: *computer-assisted examination, condylar position analysis, TMD, functional joint space*

Introduction

As with other mammals, the joints of the human body are characterized by a joint gap between the articular condyle and the joint cavity, which allows the condyle to move at all levels[1]. Since it deals with a three-dimensional space, it is called the functional joint space. Within the orthopedic musculoskeletal system, reductions of physiological articular space width are discussed[1,2] as the potential etiopathogenetic factors of arthrosis, since this may involve:

- partial overload of the soft-tissue structures
- reduction of the synovial fluid
- metabolic disorders within cartilaginous proportions of the joints.

Based on these examinations in this study, clarification of the following questions was pursued:

- Does there exist a so-called functional joint space for the temporomandibular joint as well?
- Is it possible to demonstrate its extent?
- By which method?
- Does this extent correlate with a physiological work movement?
- Is a patient with a dysfunctional work movement accompanied by a changed functional joint space as well?
- So is it possible to distinguish healthy probands from dysfunctional patients based on the representation of their functional joint space? (Fig 1a and b)

Problems of earlier examinations

A number of studies have investigated this latter question, however the results could not be unanimously interpreted [3]. For practicality, two different methods have been applied for this purpose:

- manual clinical methods have been applied[3] to distinguish between healthy and dysfunctional,

in der Ätiopathogenese der CMD vorrangig erscheinen. Damit ist die Rolle, zumindest der statischen Okklusion, als primäre CMD-Ursache als gesichert anzusehen. Des Weiteren wird als sekundäre Erkenntnis die Rolle der computergestützten Kondylografie in Diagnostik und Therapie als wesentlich hervorgehoben.

Indizes: *Computergestützte Befunderhebung, Kondylenpositionsanalyse, CMD, funktioneller Gelenkraum*

Einleitung

Die Gelenke des menschlichen Körpers zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass sich zwischen Gelenkkopf und Gelenkpfanne ein Gelenkspalt befindet, der die Bewegungen des Gelenkkopfes in allen Ebenen zulässt[1]. Da es sich um einen dreidimensionalen Spalt handelt, bezeichnet man ihn als funktionellen Gelenkraum. In der Orthopädie des Bewegungsapparats werden Reduzierungen physiologischer Gelenkspaltenbreiten als potenzielle ätiopathogenetische Faktoren der Arthrose diskutiert[1,2], da dies zu

- partiellen Überlastungen der Weichgewebsstrukturen,
- Verringerung der Synovia
- sowie zu Stoffwechselstörungen innerhalb knorpeliger Anteile der Gelenke führen kann.

Entsprechend der Untersuchungen wurde in der hier vorgestellten Studie folgenden Fragestellungen nachgegangen:

- Existiert auch für das Kiefergelenk ein sogenannter funktioneller Gelenkraum?
- Ist dessen Ausmaß darstellbar?
- Durch welche Methode ist dies darstellbar?
- Korreliert dieses Ausmaß bei Probanden mit einem physiologischen Bewegungsablauf?
- Liegt bei Patienten mit einem funktionsgestörten Bewegungsablauf auch ein veränderter funktioneller Gelenkraum vor?
- Können funktionsgesunde Probanden von funktionsgestörten Patienten anhand der Darstellung ihres funktionellen Gelenkraums unterschieden werden (Abb. 1a und b)?

Zur Problematik früherer Untersuchungen

Dieser zuletzt angeführten Fragestellung gingen sehr viele Studien nach, deren Ergebnisse nicht einheitlich interpretiert werden können[3]. Dabei wurden praktisch zwei unterschiedliche Methoden vollzogen:

Copyright by Quintessence Not for Publication

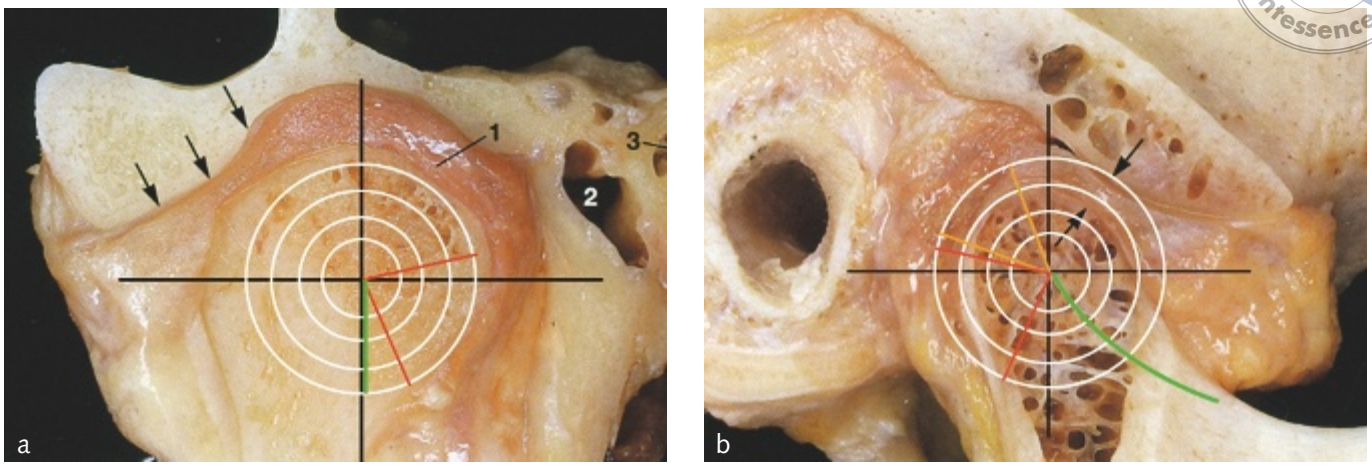


Fig 1a and b The passive motion capacity of the condyle with the limits of the surrounding soft tissues forms the "functional joint space" frontal (a) and sagittal (b) aspect.

Abb. 1a und b Die passive Bewegungskapazität des Kondylus innerhalb des ihn umgebenden Weichgewebes bildet den sogenannten funktionellen Gelenkraum. Frontale (a) und sagittale Ansicht (b).

- für die Unterscheidung zwischen funktionsgesund und funktionsgestört wurden manuell klinische Methoden angewandt[3],
- die Messung eines funktionellen Gelenkraums wurde vielfach optoelektronisch durchgeführt[3,4].

Durch dieses Vorgehen konnten, methodisch bedingt, keine eindeutigen Ergebnisse generiert werden. Studien dieser Art endeten vielfach mit der Aussage: „Die Rolle der Okklusion bei der Entstehung der CMD wird kontrovers diskutiert". Als weitere Problematik stellte sich heraus, dass die Messungen des funktionellen Gelenkraums optoelektronisch zumeist nur in einer Ebene erfolgten[4,5]. Da der funktionelle Gelenkraum jedoch dreidimensional ist, musste dies zwangsläufig auch unklare Ergebnisse liefern. Unterschiedliche Resultate zwischen gelenknah und gelenkfern aufzeichnenden Registriersystemen, berührungslosen und berührenden Systemen, manipulierten und unmanipulierten Messungen generierten vieldeutige Resultate[3,4,6,7].

Zielsetzung

Es wurde folgenden Fragestellungen nachgegangen:

- Besteht ein Zusammenhang zwischen einem funktionsgestörten Bewegungsablauf und der Veränderung eines physiologischen funktionellen Gelenkraums?
- Ist dieser in mehreren Ebenen optoelektronisch erfassbar?

- meanwhile the measuring of a functional joint space in many cases was carried out using optoelectronic means [3,4].

For methodological reasons, this procedure has failed to generate long-lasting results. Studies of this kind often end in the remark: "The role of occlusion for the development of CMD is controversially discussed."

A further problem was the fact that optoelectronic measurements of the functional joint space have been mostly carried out at just one level[4,5]. Since the functional joint space is three-dimensional, however, unclear results have been obvious. Different results between registration systems recording close and distant to the joint, non-contact and contact systems, manipulated and non-manipulated measurements, have generated ambiguous results[3,4,6,7].

Objective

The following questions were formulated to discover:

- Is there a correlation between a dysfunctional work movement detected by optoelectronic means and the change of a physiologic functional joint space?
- Is this detected in an optoelectronic way in several levels?

If one can unambiguously answer these with a yes, this would mean that the reason for a dysfunctional work movement is usually a dysfunctional joint space. This would mean

Copyright by Quintessence Not for Publication

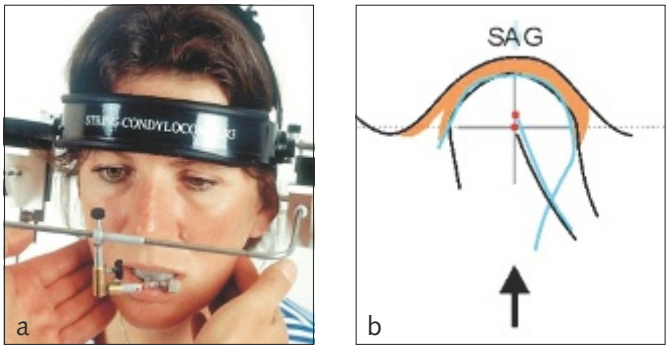


Fig 2a and b Investigation of the trajectory with the inclusion of manual-clinical manipulations.

Abb. 2a und b Untersuchung des Bewegungsablaufs unter Einbeziehung manuell klinischer Manipulation.

a quantum leap in the etiopathogenesis of TMD, but also in TMD-therapy and in prevention.

Materials and methods

Measuring device

The Condylocomp LR3 (Dentron, Höchberg, Germany) served as the registration system. It records:

- close to the joint,
- contact-less,
- with a resolution of 1/100 mm,
- in timing cycles of 10 ms.

Measurement procedure

For the measurement procedure, a common standard of the computer-aided assessment of previous findings was used, which has been applied at the author's practice for years[8]. This standard consists in the examination of the work movement with the involvement of manual-clinical examination methods as well as the examination of the movement capacity. Fourteen sequences refer to the work movement (Fig 2):

- unguided,
- under cranial compression,
- under dynamic translation.

Mediotrusion and laterotrusion were recorded non-manipulated, and tooth-guided. The starting point of each measurement is the habitual intercuspation, taken casually of the patient.

The measurement of the movement capacity was based on 12 sequences. Constancy of habitual intercuspation was tested three times, and the movement capacity in retral direction was ascertained at a pressure of about 0.5 N. Moreover, the movement capacity was in a transverse direction to medial (Fig 3).

Kann man diese Fragen eindeutig mit Ja beantworten, so würde dies bedeuten, dass ein funktionsgestörter Bewegungsablauf in der Regel einen funktionsgestörten Gelenkraum als Ursache hat. Dies würde einen großen Schritt in der Aufklärung der Ätiopathogenese der CMD, aber auch in der Therapie der CMD und ebenso in der Prävention bedeuten.

Material und Methode

Messgerät

Als Registriersystem wurde der Condylocomp LR3 (Dentron, Höchberg) verwendet. Dieser zeichnet sich durch folgende Eigenschaften aus:

- gelenknahe Aufzeichnung,
- berührungslose Aufzeichnung,
- Auflösungsvermögen von 1/100 mm,
- Aufzeichnung zeitgetaktet in 10 ms.

Messverfahren

Als Messverfahren wurde ein Standard der computergestützten Befunderhebung angewendet, wie er in der Praxis des Autors seit vielen Jahren ausgeübt wird[8]. Dieser Standard gliedert sich in die Untersuchung des Bewegungsablaufs unter Einbeziehung manuell-klinischer Untersuchungsmethoden und in die Untersuchung der Bewegungskapazität. Vierzehn Sequenzen beziehen sich dabei auf den Bewegungsablauf (Abb. 2a und b):

- ungeführt,
- unter kranialer Kompression,
- unter dynamischer Translation.

Die Medio- bzw. Laterotrusion wird unmanipuliert und zahngeführt aufgezeichnet. Der Ausgangspunkt jeder Messung ist die zwanglos eingenommene habituelle Interkuspidation des Patienten. Zwölf Sequenzen bildeten die Messungen der Bewegungskapazität. Die habituelle

Copyright by Quintessence Not for Publication

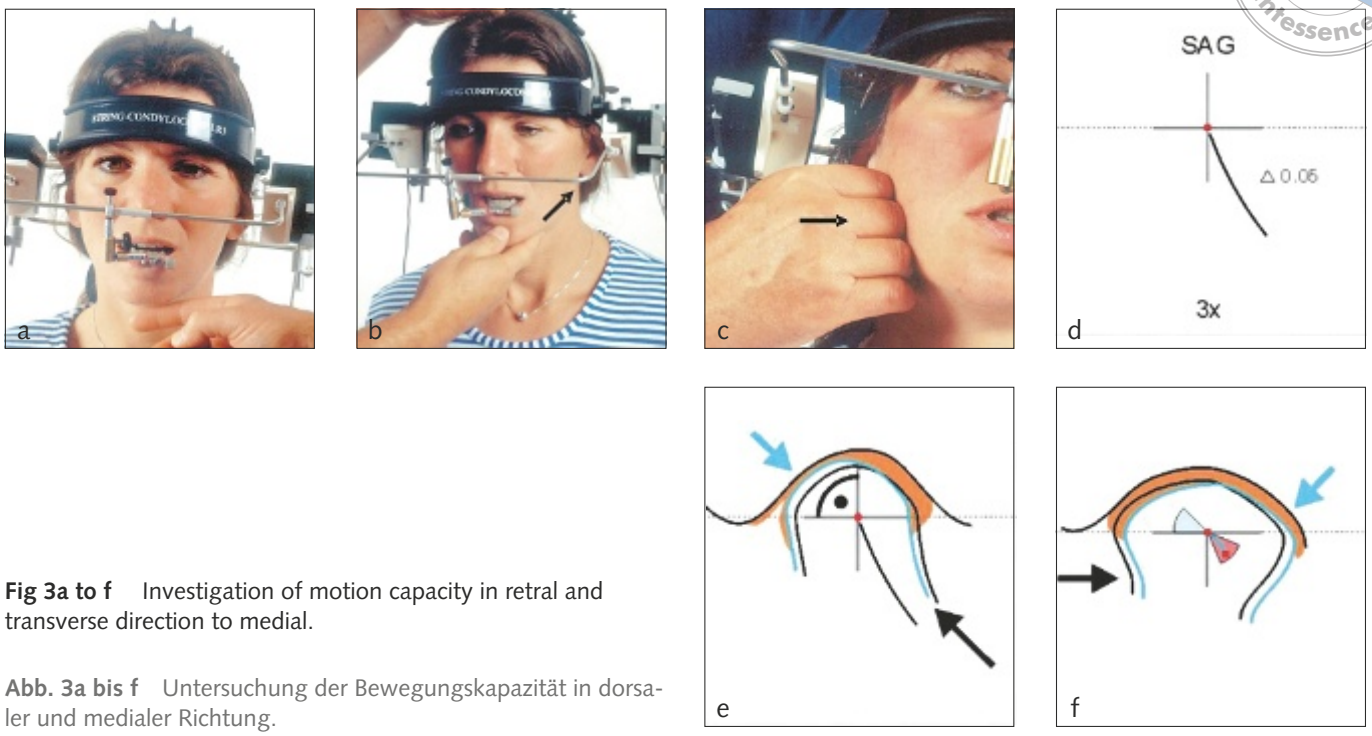


Fig 3a to f Investigation of motion capacity in retral and transverse direction to medial.

Abb. 3a bis f Untersuchung der Bewegungskapazität in dorsaler und medialer Richtung.

Interkuspidation wurde jeweils dreimal auf Konstanz überprüft. Die Bewegungskapazität in retraler Richtung wurde bei einem Druck von etwa 0,5 N ermittelt, gleichermaßen erfolgte die Bewegungskapazität in transversaler Richtung nach medial (Abb. 3a bis f).

Definitionen

Um funktionsgesunde von funktionsgestörten Bewegungsabläufen unterscheiden zu können, müssen funktionsgesunde Bewegungsabläufe in der Protrusion und Öffnungs- bzw. Schließbewegung in Länge und Konkavität definiert werden. Ist die Bewegung weder durch kraniale Kompression (etwa 0,5 N) noch durch dynamische Translation in ihrem Ablauf zu destabilisieren, wird das Gelenk als stabil bezeichnet (Abb. 4a bis d).

Anders verhält es sich bei instabilen funktionsgestörten Bewegungsabläufen. Hier zeigen sich – rein deskriptiv – charakteristische Abweichungen, welche in dieser Form Hinweise auf Einschränkungen der Bewegungskapazität in der sagittalen Ebene liefern (Abb. 5). Der gestörte Bewegungsablauf tritt in der Betrachtung der frontalen Ebene häufig und stärker in Erscheinung. Eine Vielzahl messbarer Parameter wiederum – rein deskriptiver Natur – zeigen hier Abweichungen vom beschriebenen physiologischen Bewegungsablauf. Gelenke dieser Charakteristik weisen

Definitions

In order to be able to distinguish functional work movement from dysfunctional movement, one has to define them. The functional work movements in protrusion and opening and closing movement shows the typical illustrated form both in length and concavity. Its sequence is neither destabilized by cranial compression (approximately 0.5 N) nor by dynamic translation. The joint can be described as stable (Fig 4).

The situation with an unstable dysfunctional work movement is different. Purely descriptive characteristic deviations can be seen here, which in this form provide references to restrictions of the movement capacity at the sagittal plane (Fig 5). The dysfunctional work movement often appears rather under consideration of the frontal plane. A multitude of measurable parameters again – purely descriptive – show deviations from the described physiological work movement. In the event of a manipulative procedure, the joints of these characteristics present a change of their path behavior in both cranial and transverse direction. They are instable (Fig 6)[9,10].

Copyright by Quintessence Not for Publication

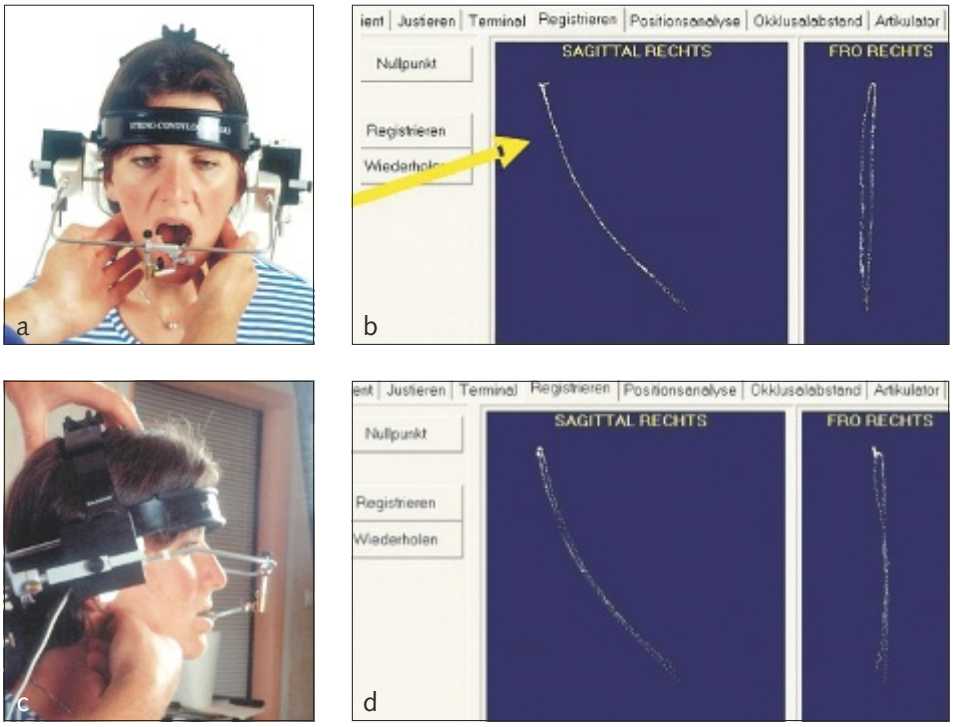


Fig 4a to d The physiologic trajectory is neither destabilized by cranial compression nor by dynamic translation.

Abb. 4a bis d Der physiologische Bewegungsablauf kann weder durch kraniale Kompression noch durch dynamische Translation destabilisiert werden.

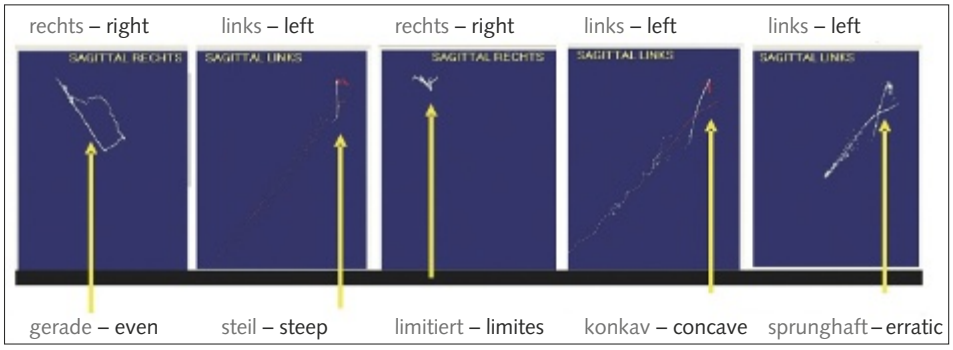


Fig 5 The dysfunctional work movement sagittal characteristics.

Abb. 5 Der funktionsgestörte Bewegungsablauf – sagittale Darstellung.

Investigated groups

The investigation included the patient group, which consulted the author's practice due to discomfort in the sense of the TMD syndrome. It dealt with 50 patients; male = 16 patients, female = 34 patients.

Severity of their discomfort (subjective) resulted in a score average of 35. "Score" denotes the severity of pain declared by patient and multiplied by severity of pain from a numerical analog scale (1 to 10). In the computer-aided movement recording, all patients showed an unphysiological work movement in one of the two joints. As probands without dysfunctions, 17 (male = 12, female = 5) patients' own practice was considered as well as course participants who:

bei manipulativem Vorgehen in kranialer wie transversaler Richtung eine Veränderung ihres Bahnverhaltens auf. Sie sind als instabil zu betrachten (Abb. 6)[9,10].

Untersuchte Personengruppen

In die Untersuchung einbezogen wurde eine Patientengruppe, welche wegen Beschwerden, einem CMD-Syndrom, die Praxis des Autors aufsuchten. Insgesamt nahmen 50 Patienten (16 männliche und 34 weibliche) an der Untersuchung teil. Der subjektive Schweregrad ihrer Beschwerden ergab einen Score von durchschnittlich 35. Dabei bezeichnet der „Score" die Gesamtheit der vom Patienten angegebenen Schmerzen multipliziert mit dem Schweregrad dieser Schmerzen anhand einer

Copyright by Quintessence Not for Publication

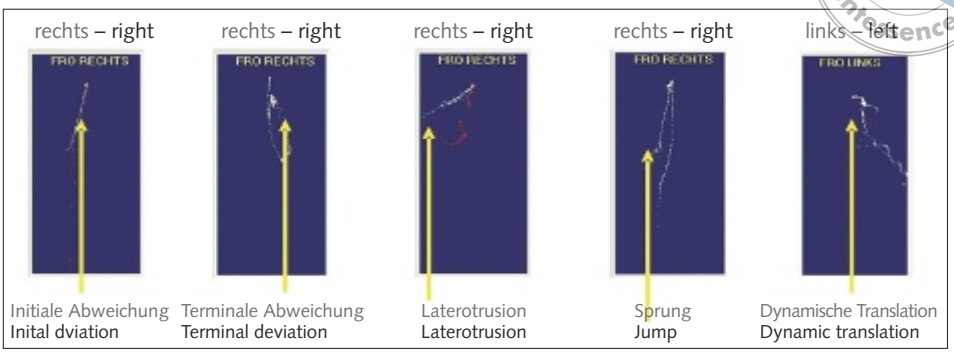


Fig 6 The dysfunctional trajectory frontal plane.

Abb. 6 Der funktionsgestörte Bewegungsablauf – frontale Darstellung.

numerischen Analogskala (1 bis 10). Alle Patienten zeigten in der computergestützten Bewegungsaufzeichnung in einem oder beiden Gelenken einen unphysiologischen Bewegungsablauf.

Die Gruppe der funktionsgesunden Probanden setzte sich aus Patienten der eigenen Praxis und Kursteilnehmern zusammen und bestand aus insgesamt 17 Personen (5 weiblich, 12 männlich). Der Score lag bei durchschnittlich 0. Die Probanden zeichneten sich dadurch aus, dass sie keine subjektiven Beschwerden im Sinne eines CMD-Syndroms aufwiesen, und ihre Aufzeichnung des Bewegungsablaufs eine physiologische Charakteristik zeigte.

Statistische Auswertung

Der Vergleich zweier Variablen (zum Beispiel Verlagerung vertikal bei Probanden versus Verlagerung vertikal bei Patienten) erfolgte mit dem Mann-Whitney-U-Test für nicht normal verteilte Werte. Dabei zeigte sich im Vergleich der Verlagerungsrichtung zwischen den Gruppen ein hochsignifikanter Unterschied ($p < 0{,}01$).

Ergebnisse

Reproduzierbarkeit der habituellen Interkuspidation

Da die Reproduzierbarkeit, mit der die untersuchten Personen ihre habituelle Interkuspidation einnehmen konnten, als Ausgangspunkt aller Messungen diente, wurde diese für beide Untersuchungsgruppen als Nullposition herangezogen. Dabei zeigte sich im Einklang mit anderen Autoren[4,11] bei mehrfacher Einnahme der HIKP eine hohe Genauigkeit. Verglichen wurden die Einnahme der HIKP 1 mit 2, 3 mit 4, und 5 mit 6. Die Ergebnisse wurden für die Patienten- und Probandengruppe ausgewertet.

- had no subjective discomfort in the sense of a TMD syndrome
- and whose recordings of the movement sequence presented physiological characteristics.

The average score was 0.

Statistic analysis

Two metric variables (eg. dislocation vertical of the probands and the patients, respectively) were compared with the Mann-Whitney-U-Test for non-parametric values. This revealed a highly significant difference ($P < 0.01$) when comparing the dislocation between both groups.

Results

Reproducibility of ICP

Since the persons investigated were able to take their habitual intercuspation as the starting point of all measurements, they have been investigated for both groups. In line with other authors[4,11], taking the habitual intercuspation several times resulted in high precision. For this purpose, the habitual intercuspation has compared 1 with 2, 3 with 4, and 5 with 6. The greatest constancy, the horizontal value, was achievable at frontal level. The average value of all measurements was 0.02 to 0.03 mm (Fig 7).

Reproducible values were obtained among the patients, which in comparison to the proband group, were slightly increased. The median of all measurements was M total = 0.03 to 0.04.

This constancy has given cause to assume that the HICP (habitual intercuspation) is usable as a zero position for the present measurements of the functional joint space (Fig 8).

Copyright by Quintessence Not for Publication

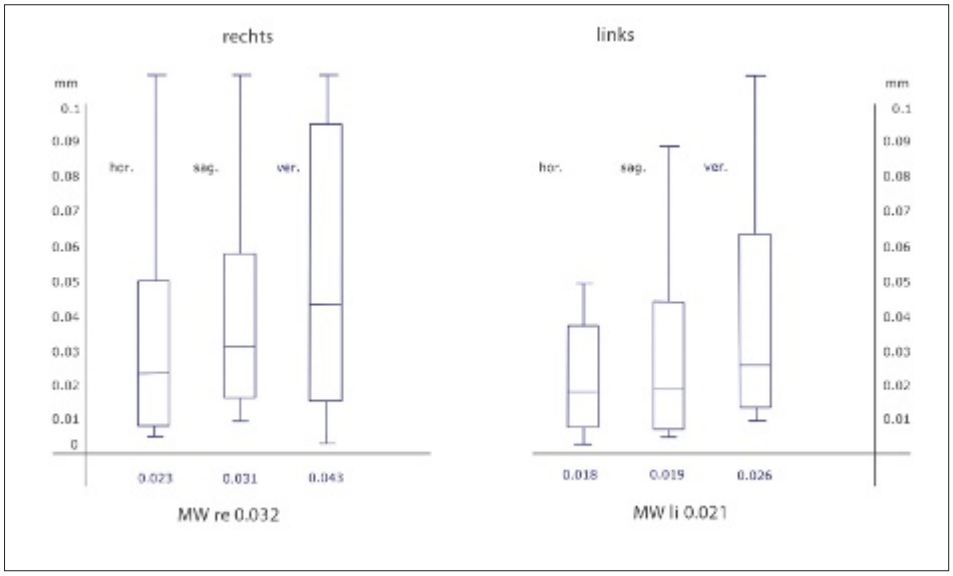


Fig 7 ICP stability of the probands: group overview of the distribution of the measured values.

Abb. 7 HIKP-Konstanz (= habituelle Interkuspidationsposition) der Probandengruppe. Darstellung der Messwerteverteilung.
hor = horizontal
sag = sagittal
ver = vertikal
MW re = Mittelwert rechts
MW li = Mittelwert links

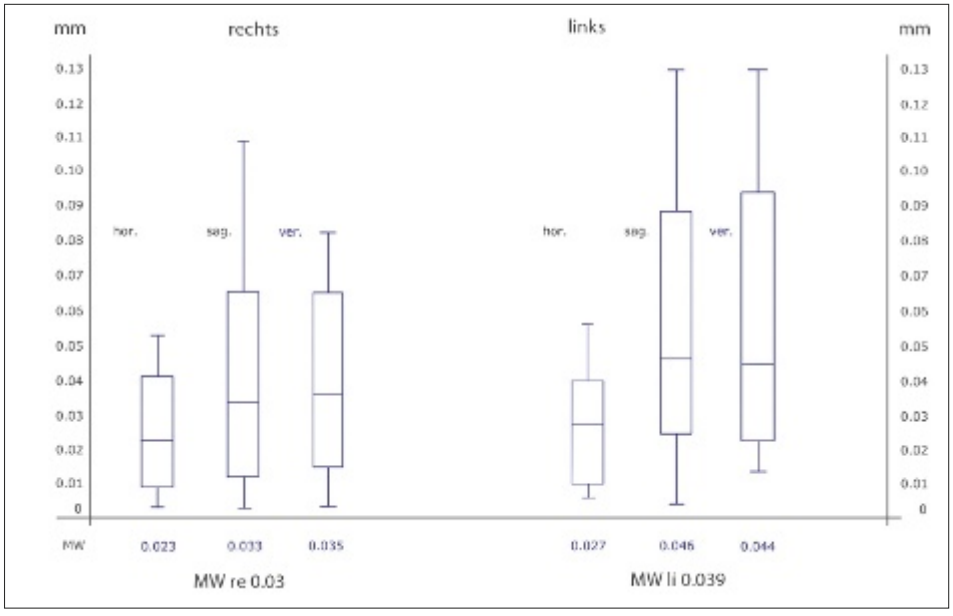


Fig 8 ICP constancy of the patients: group overview of measured values distribution.

Abb. 8 HIKP-Konstanz (= habituelle Interkuspidationsposition) der Patientengruppe. Darstellung der Messwerteverteilung.

Investigation of retral movement capacity of the condyles

Experimental procedure

The patients were asked to take their HICP: "Close the same way you always close." This position served for all measurements, as the first measuring point and lay in the center of the coordinate plane, in the programme of the condylar position analysis. Then the mandible of the patient was manipulated with different amounts of pressure (0.5 to 1 N) to retral with their dental arches slightly

Die größte Konstanz, der horizontale Wert, wurde in der frontalen Ebene erzielt. Der Mittelwert aller Messungen belief sich auf 0,02 bis 0,03 mm (Abb. 7). Auch in der Patientengruppe wurden reproduzierbare Werte erzielt, die jedoch im Vergleich zur Probandengruppe eine geringfügig höhere Streuung aufwiesen. Der Median aller Messungen belief sich auf 0,03 bis 0,04 mm. Diese Konstanz berechtigte zu der Annahme, dass für die Messungen des funktionellen Gelenkraums die habituelle Interkuspidationsposition als Nullposition einsetzbar ist (Abb. 8).

Copyright by Quintessence Not for Publication

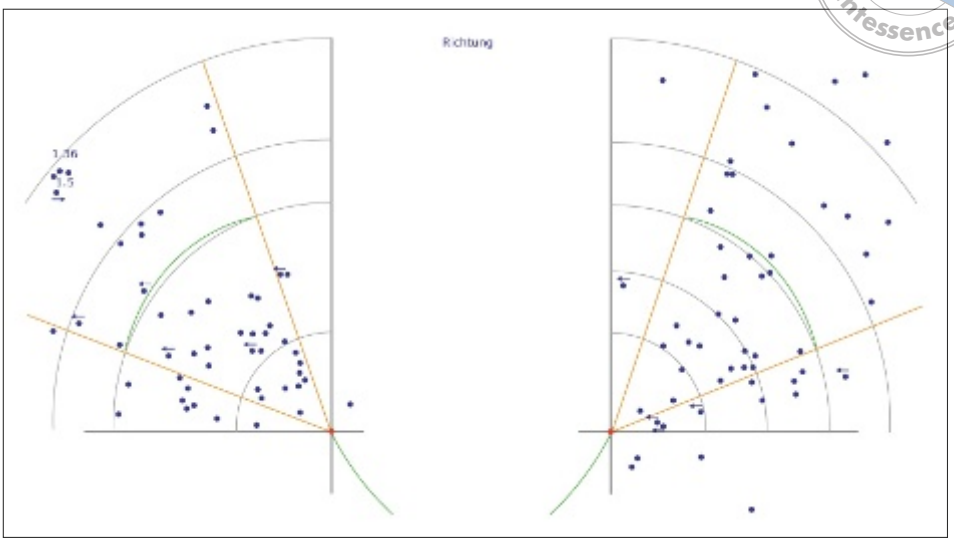


Fig 9 Overview of measured values from probands in the right and left jaw. Manipulation to the retral direction, beginning in ICP, all condyles are moving to dorso-cranial.

Abb. 9 Funktioneller Gelenkraum retral/Probanden. Darstellung der Messwerteverteilung im rechten und linken Kiefergelenk. Die Dorsalmanipulation erfolgte aus der HIKP heraus und erzeugte in der Probandengruppe nach dorsokranial gerichtete Messpunkte.

Untersuchung der retralen Bewegungskapazität der Kondylen

Versuchsdurchführung

Die Studienteilnehmer wurden gebeten, die HIKP einzunehmen und aufgefordert „Schließen Sie so, wie Sie immer schließen!"

Diese Position diente als Nullpunkt für alle Messungen und lag in der Mitte des Koordinatenkreuzes, im Programm Kondylenpositionsanalyse. Dann wurde, bei leicht geöffneten Zahnreihen, der Unterkiefer mit unterschiedlicher Druckstärke von 0,5 bis 1 N nach retral geführt. Am Ende der Bewegung wurde der zweite Messpunkt fixiert. Dieser Vorgang wurde dreimal wiederholt.

Ergebnisse in der Probandengruppe

Die Kondylen funktionsgesunder Probanden bewegten sich unter retral gerichteter Manipulation ausschließlich in die dorsokraniale Richtung. Dabei wurden unterschiedliche Entfernungen vom Ausgangspunkt (siehe Histogramm) gemessen. Alle Manipulationen blieben im Sektor III und sogar innerhalb einer Grenze von +/- 20 Grad (Abb. 9).

In der Probandengruppe wurden unterschiedliche Werte erzielt bei:

- unterschiedlichen Probanden,
- unterschiedlicher Manipulationsstärke,
- nicht jedoch bei unterschiedlichem Winkel der Mundöffnung.

Dabei belief sich der Mittelwert aller Messungen auf MW = 0,6 bis 0,8 mm, gemessen vom Ausgangspunkt (Abb. 10).

open. At the end of movement, the second measuring point was fixed. This process, respectively, was repeated three times.

Results in a group of probands

Under retrally directed manipulation, the condyles of probands without dysfunctions move exclusively to a dorsocranial direction. Different distances have been achieved from the starting point (see histogram).

All manipulations remained in sector III, even within the limit +/- 20 degrees (Fig 9). Different values were obtained:

- in the event of different probands
- in the event of different strengths of manipulation
- but not in the event of different angles of the mouth opening.

The average value was AV = 0.6 – 0.8 mm measured from the starting point (Fig 10).

The measurement procedure of the functional joint space in the patients group, ie, condyles with an unphysiological work movement, was the same as that carried out in the probands[12,13].

Results in a group of patients

The dysfunctional condyles of the patients group moved under manipulation in a retral direction into the dorsocaudal range, the fourth quadrant. A small part of the measuring points could be found in the limit range z = 0 and x = 0. The measuring points were found in the second quadrant, so the condylar movement to anterior was required to be interpreted as a so-called "defense musculaire" (Fig 11).

Copyright by Quintessence Not for Publication

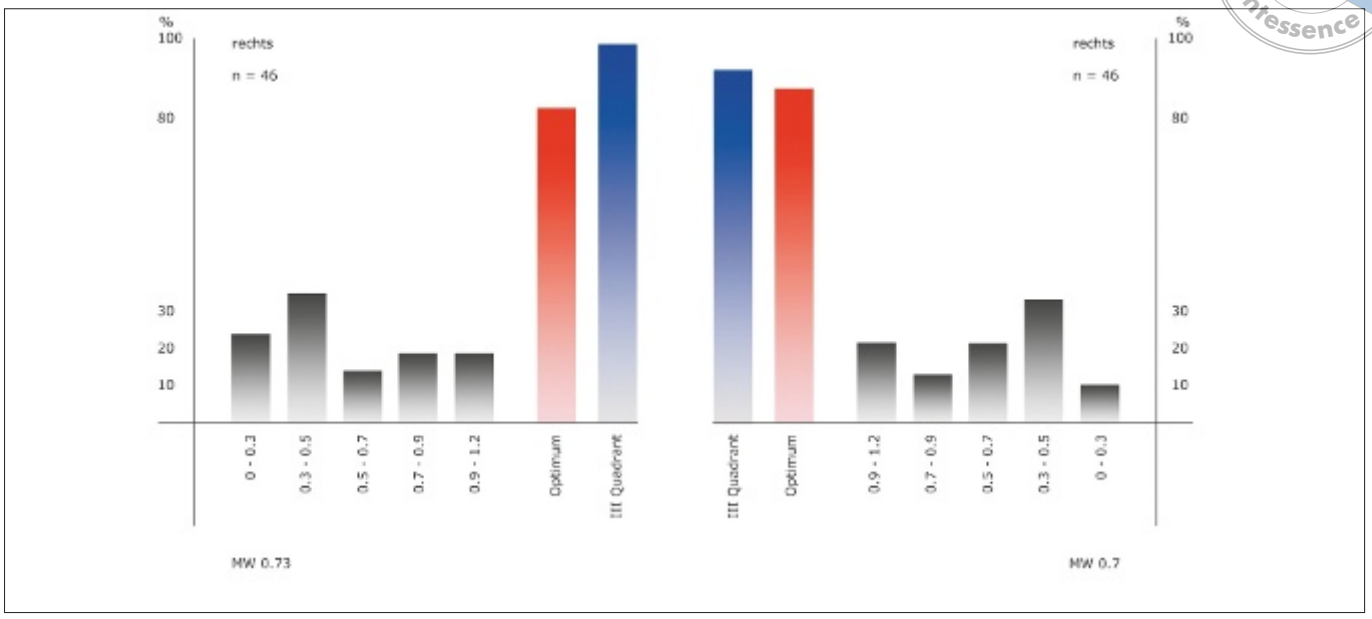


Fig 10 Probands: percent distribution of the width of the tracks to retral, right and left jaw (black bars). Percentile distribution of the direction to dorso-cranial (blue bars). The red bars quote the percentage distribution of dorso-cranial movement in which the traces of movement are in an optimum (+/-20 degrees).

Abb. 10 Funktioneller Gelenkraum retral/Probanden. Prozentuale Verteilung der Längenwerte der Retrusionsspuren für beide Kiefergelenke (schwarze Balken) sowie prozentuale Verteilung der Bewegung nach dorsokranial (blaue Balken). Die roten Balken geben die prozentuale Verteilung der Bewegung nach dorsokranial an, bei der die Bewegungsspuren sich in einem Optimum (+/- 20 Grad) befinden.

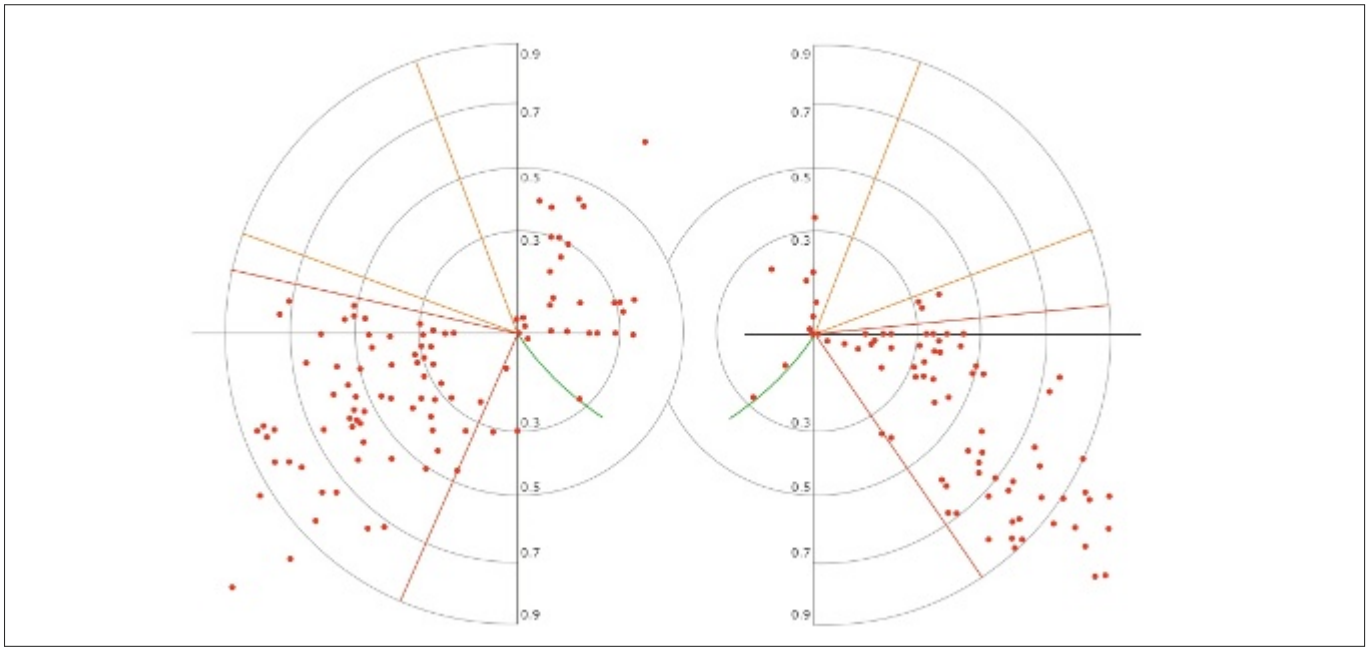


Fig 11 Patients: overview of the distribution of measured values to retral. The retral manipulation to retral stretches on the patients group to caudal.

Abb. 11 Funktioneller Gelenkraum retral/Patienten. Darstellung der Messwerte für das rechte und linke Kiefergelenk. Die Dorsalmanipulation aus der HIKP heraus erzeugt bei der Patientengruppe vorwiegend nach dorsokaudal gerichtete Messpunkte.

Copyright by Quintessence Not for Publication

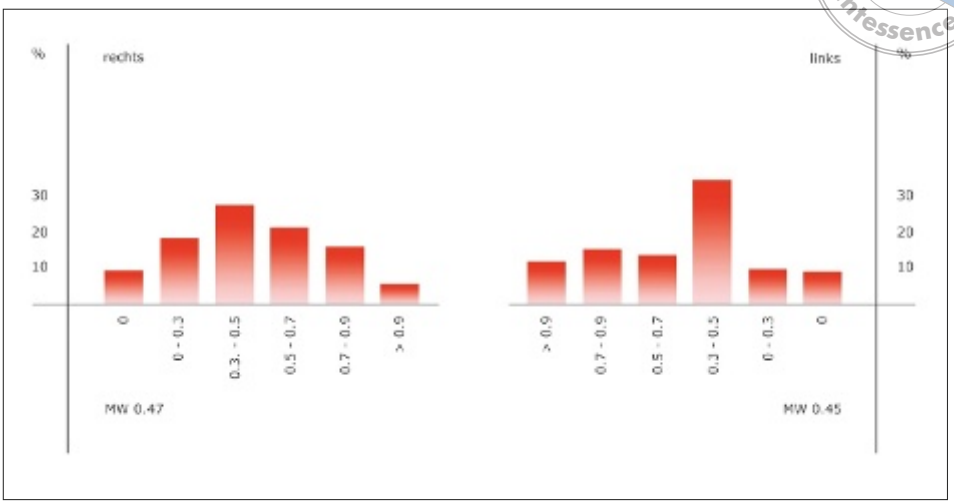


Fig 12 Patients' width of movement capacity percent distribution.

Abb. 12 Funktioneller Gelenkraum retral/Patienten. Prozentuale Verteilung der Längen der Retrusionsspuren bei Dorsalmanipulation.

Die Messungen des funktionellen Gelenkraums wurden in der Probanden- und Patientengruppe gleichermaßen durchgeführt[12,13].

Ergebnisse in der Patientengruppe

Die Kondylen funktionsgestörter Patienten bewegten sich unter retral gerichteter Manipulation in dorsokaudaler Richtung in den IV. Quadranten. Ein kleiner Teil der Messpunkte lag im Grenzbereich z = 0 bzw. x = 0. Kondyläre Bewegungen nach anterior mussten als muskuläre Abwehrbewegung (Défense musculaire) interpretiert werden (Abb. 11).

Die Bewegungskapazität funktionsgestörter Gelenke zeigte gänzlich unterschiedliche Bewegungsweiten. Eine Betrachtung, die sehr wahrscheinlich mit der unterschiedlichen Laxizität des kondylären Bandapparats in Verbindung gebracht werden muss (Abb. 12). Von Bedeutung ist jedoch, dass sich keine Bewegung in den Normbereich der Probanden erstreckte. Dies gilt nicht für Ausreißer, die im Anschluss gesondert besprochen werden[14].

Untersuchung der transversalen Bewegungskapazität der Kondylen

Versuchsdurchführung

Die Messung der transversalen Bewegungskapazität der Kondylen funktionsgesunder Probanden wurde wie folgt durchgeführt. Sie wurden gebeten, ihre HIKP einzunehmen und aufgefordert „Schließen Sie so, wie Sie immer schließen." Dies war der erste Messpunkt unserer Untersuchung. Dann wurde flächig im Bereich des aufsteigenden Astes, das Gelenk nach medial mit einer Stärke von etwa 0,5 N, bei leicht geöffneten Zahnreihen manipuliert. Dabei bewegte sich

The movement width of the movement capacity of dysfunctional joints was completely different, which is most likely to be associated with a different laxity of the condylar ligamentous apparatus (Fig 12). However, it is important that no movement has stretched into the normal range of healthy probands. This does not apply to outliers, which will be discussed separately later[14].

Investigation of transverse movement capacity of the condyles

Experimental procedure

For measuring the transverse movement capacity of the condyles of probands without dysfunctions, they were asked to take the HICP: "Close the same way you always close."

This was the first measuring point of the examination. In the area of the rising branch, the joint was manipulated half-way with a strength of approximately 0.5 N, and the dental arches slightly open. The condylar measuring point moves to medial and anterior-caudal on the manipulated side. The overall distance – starting point to end point – was recorded. This process was repeated two times for each side (Fig 13).

The movement capacity in transverse direction achieved an average width of 0.6–0.8 mm. The measurement of the capacity refers to a path length of 1 mm at the most (Fig 14). However, the observation that the movement developed strictly within a small limited range of +/- 20 degrees was decisive. Measurements at adolescent probands have shown an exactly curved course, just as an illustration of the medial fossa curvature[15].

Copyright by Quintessence Not for Publication

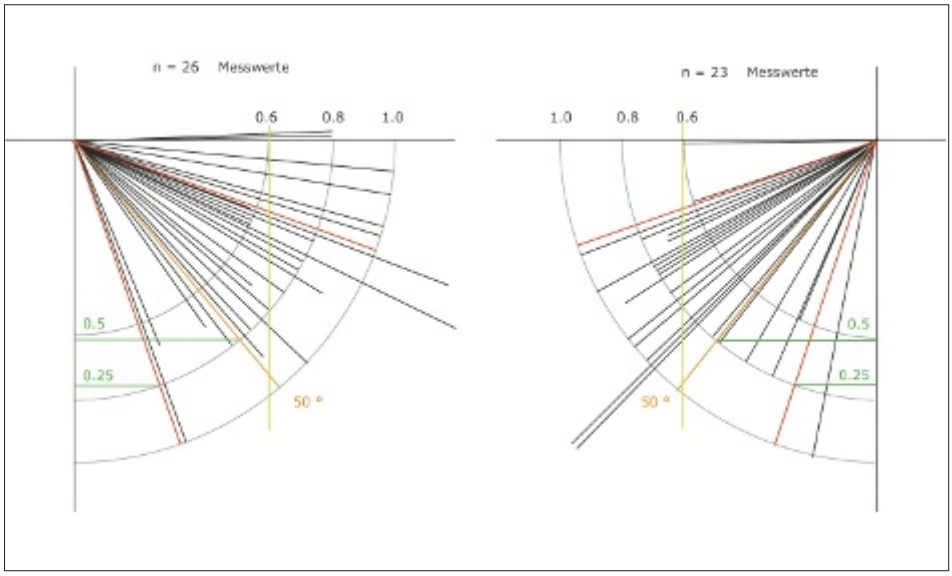


Fig 13 Probands motion capacity to medial direction, right and left jaw, beginning in ICP.

Abb. 13 Funktioneller Gelenkraum transversal/Probanden. Bewegung des Kondylus des rechten und linken Kiefergelenks bei Manipulation nach medial, beginnend in HIKP.

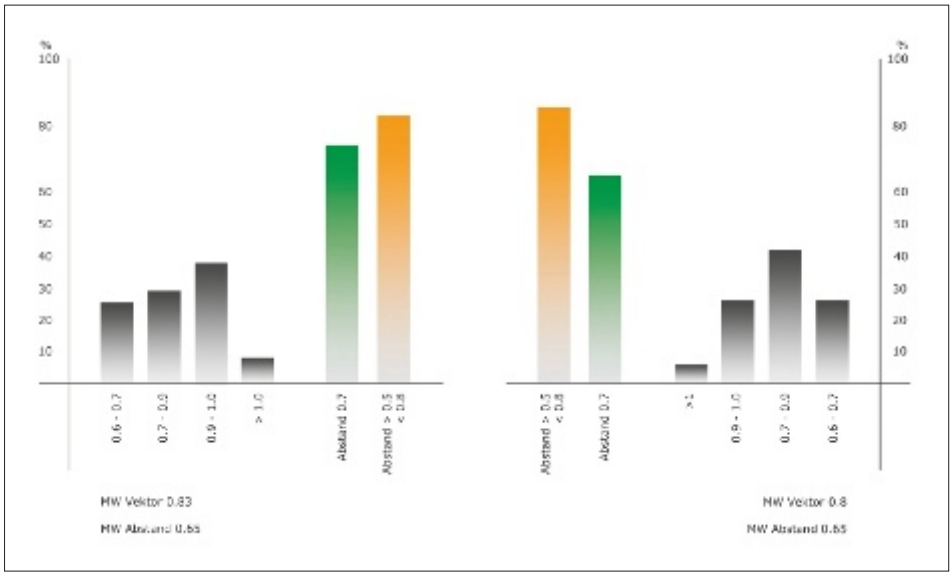


Fig 14 Probands percent distribution of the width of transverse capacity (length of black and colored bars).

Abb. 14 Funktioneller Gelenkraum transversal/Probanden. Prozentuale Verteilung der durch Medialisierung erzeugten Kondylenbewegungen (Länge der schwarzen und farbigen Balken).

Outliers

In the patients' group with dysfunctional work movement, measurement points in the normal range of a physiologic joint space were also found. This would mean that dysfunctional work movements could be combined with a physiologic functional joint space throughout. But this is on no account the case. Considering these measuring points are more detailed, one may find that the outliers predominantly referred to joints displaced to transverse, which is demonstrated here by means of an arrow in the direction of the displacement. In this connection, recent studies about the transverse joint space, which plays a decisive role at least

der kondyläre Messpunkt auf der manipulierten Seite nach medial und anterior-kaudal. Zur Aufzeichnung gelangte die gesamte Strecke vom Ausgangs- bis zum Endpunkt. Dieser Vorgang wurde für jede Seite zweimal wiederholt (Abb. 13).

Die Bewegungskapazität in transversaler Richtung wies eine durchschnittliche Weite von 0,6 bis 0,8 mm auf. Die Messung der Kapazität bezog sich auf maximal 1 mm Bahnlänge (Abb. 14). Entscheidend war jedoch die Beobachtung, dass die Bewegungsentwicklung sich strikt in einem eng begrenzten Korridor von +/- 20 Grad ereignete. Messungen an jugendlichen Probanden zeigten einen exakt bogenförmigen Verlauf, als ob hier die mediale Fossa-Kurvatur abgebildet würde[15].

Copyright by Quintessence Not for Publication

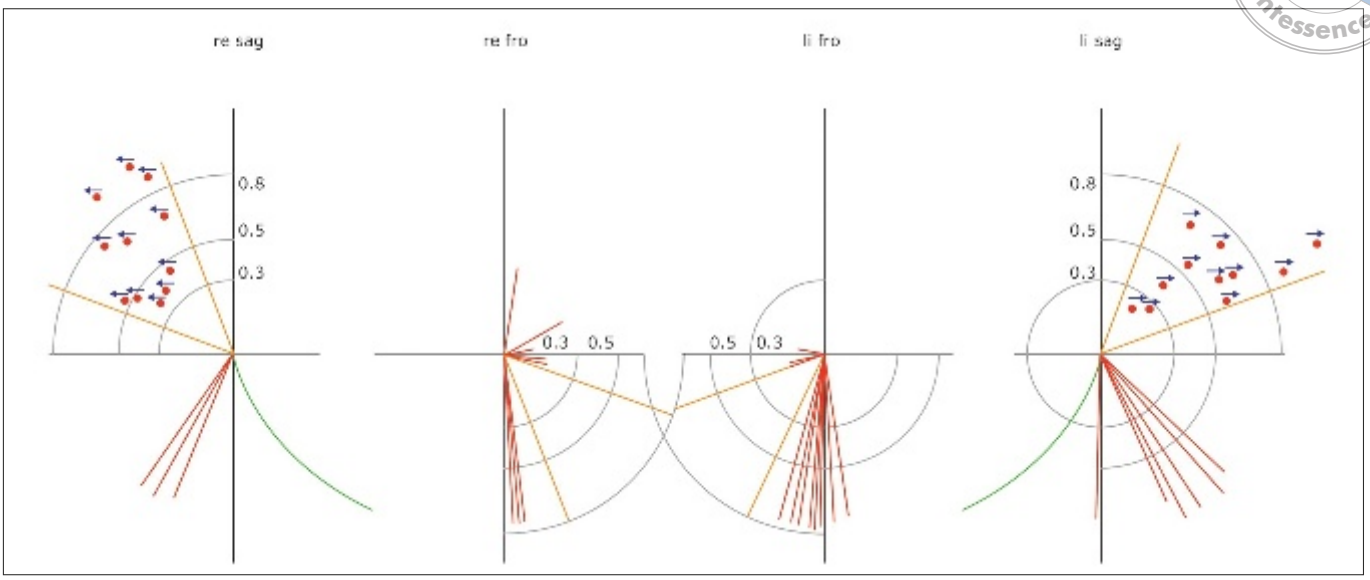


Fig 15 Outliers patients' distribution of measuring points. Patients' manipulation to retral direction, right and left jaw. If the condyle is displaced into a lateral direction, it appears to be sliding to a cranial direction.

Abb. 15 Funktioneller Gelenkraum retral/Patienten-Ausreißer. Dorsalmanipulation: Verteilung der Messpunkte funktionsgestörter Probanden im rechten und linken Kiefergelenk; Kondylen funktionsgestörter Patienten gleiten unter Dorsalmanipulation nach dorsokaudal. Sind sie zugleich nach lateral verlagert, gleiten sie trotz Funktionsstörung nach dorsokranial.

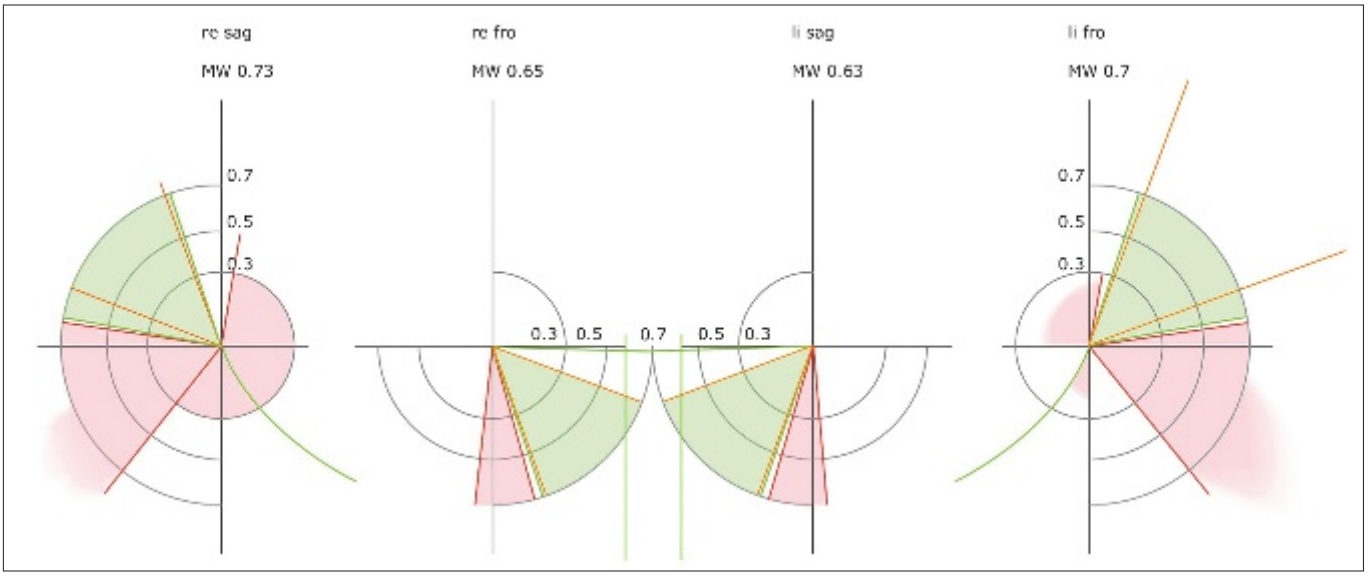


Fig 16 Summary: probands and patients groups. Condyles showing a physiologic trajectory movement capacity in the green area. The movement capacity of condyles with dysfunctional trajectory stretches at least in one of the red areas.

Abb. 16 Zusammenfassung der Ergebnisse. Kondylen, deren retrale bzw. transversale Bewegungskapazität sich im grünen Bereich erstreckt, zeigen einen physiologischen Bewegungsablauf. Die Bewegungskapazität von Kondylen mit funktionsgestörtem Bewegungsablauf erstreckt sich zumindest in einem der roten Bereiche.

Copyright by Quintessence Not for Publication

in the event of anterior disk displacements with reposition, are remembered (Fig 15)[16,17].

Results

The condyles of healthy probands show, as measured by condylography, a passive movement capacity in dorso-cranial as well as in medial direction. As seen in Figure 16, the green sectors show the physiologic functional joint space. Meanwhile the dysfunctional condyles of the patient group show a passive movement capacity in dorso-caudal direction, or a limited capacity in medial direction. As shown in Figure 16 too, the red sectors represent a pathologic functional joint space.

Discussion

As a result of this study the following conclusions can be made:

- There is a functional joint space for the jaw.
- It can be measured by means of optoelectronic measurement devices.
- A normal range for probands can be realized without TMD.
- Patients with dysfunctional trajectory (TMD patients) show a modified joint space.
- TMD patients show, when examined by optoelectronic measurement devices in one or both jaws, a dysfunctional trajectory.
- Evidence suggests that an alteration of the functional joint space caused by static occlusion produces the primary reason for TMD.
- Therefore the preservation of the functional joint space during prosthetic, conservative, or orthodontic work is of great importance.
- Regarding the functional joint space in conjunction with the trajectory offers information for therapeutic position.

Conclusion

For best practice it should be remembered that the maintenance of functional joint space in prosthetic work is of great importance in the prevention of TMD.

Acknowledgment

I would like to express my gratitude to Dr. Markus Roggensack for the statistical evaluation.

Ausreißer

Auch in der Patientengruppe mit dysfunktionellem Bewegungsablauf lagen Messpunkte im Normbereich eines physiologischen funktionellen Gelenkraums. Dies könnte bedeuten, dass dysfunktionelle Bewegungsabläufe durchaus mit einem physiologischen funktionellen Gelenkraum (FGR) kombiniert sein können. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Betrachtet man die Messpunkte eingehender, so kann festgestellt werden, dass sich die Ausreißer überwiegend auf Gelenke beziehen, die transversal verlagert waren, was mit Pfeilen in Richtung der Verlagerung in der Abbildung 15 gekennzeichnet ist. In diesem Zusammenhang sei an neuere Studien zum transversalen Gelenkraum erinnert, der zumindest bei anterioren Diskusverlagerungen mit Reposition eine entscheidende Rolle spielt[16,17].

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Kondylen funktionsgesunder Probanden zeigen, kondylografisch gemessen, eine passive Bewegungskapazität in dorsokranialer sowie in medialer Richtung (Abb. 16). Die in der Abbildung grün dargestellten Sektoren bilden in ihrer Gesamtheit den physiologischen funktionellen Gelenkraum.

Die Kondylen funktionsgestörter Patienten zeigen, kondylografisch gemessen, eine passive Bewegungskapazität in dorsokaudaler Richtung sowie eine eingeschränkte Kapazität in medialer Richtung (Abb. 16). Die in der Abbildung rot dargestellten Sektoren bilden in ihrer Gesamtheit den pathologischen funktionellen Gelenkraum.

Diskussion

Aus den dargestellten Ergebnissen ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

- Für das Kiefergelenk existiert ein funktioneller Gelenkraum.
- Dieser kann optoelektronisch gemessen werden.
- Es kann ein Normbereich für gelenkgesunde Probanden erstellt werden.
- Patienten mit dysfunktionellem Bewegungsablauf (CMD-Patienten) weisen diesbezüglich einen veränderten Gelenkraum auf.
- CMD-Patienten zeigen bei optoelektronischer kondylografischer Untersuchung in einem oder beiden Gelenken einen dysfunktionellen Bewegungsablauf.
- Es spricht vieles dafür, dass die okklusionsbedingte Veränderung des funktionellen Gelenkraums eine primäre Ursache für die CMD-Erkrankung darstellt.

Copyright by Quintessence Not for Publication

- Somit kommt dem Erhalt eines funktionellen Gelenkraums während prothetischer, konservierender und kieferorthopädischer Tätigkeit eine hochrangige Bedeutung zu.
- Die Betrachtung des funktionellen Gelenkraums im Zusammenhang mit dem Bewegungsablauf ergibt in qualitativer und quantitativer Hinsicht Hinweise für die therapeutische Position[18].

Fazit für die Praxis

Für die Praxis ist festzuhalten, dass die Wahrung des funktionellen Gelenkraums während prothetischer Arbeiten, in der Prävention der CMD, eine große Rolle spielt.

Danksagung

Für die statistische Auswertung danke ich Herrn Dr. Markus Roggensack, Berlin.

References

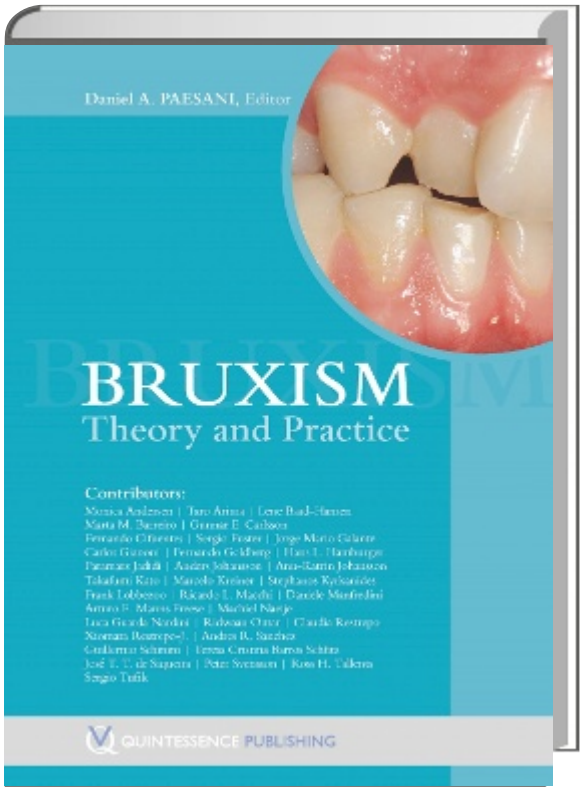
1. Debrunner, A. In: Debrunner A (ed). Orthopädie. Teil II. Orthopädische Krankheiten: Die Störungen des Bewegungsapparates in Klinik und Praxis. Bern: Hans Huber, 1985.
2. Gerber A, Steinhardt G. Kiefergelenkstörungen, Diagnostik und Therapie. Berlin: Quintessenz Verlag, 1989.
3. Hugger A. Gelenknahe elektronische Erfassung der Unterkieferfunktion und ihre Umsetzung in den Artikulator. Habilitationsschriften der Zahn- Mund- und Kieferheilkunde. Berlin: Quintessenz Verlag, 2000.
4. Lückerath W. Das transversale und vertikale Bewegungsspiel des Unterkiefers im Bereich der Kauflächen und der Kiefergelenke. Med. Habil. Bonn, 1991.
5. Freesmeyer WB. Zahnärztliche Funktionstherapie. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1993.
6. Freesmeyer WB. Funktionelle Befunde im orofazialen System und deren Wechselwirkung. Med. habil. München, Wien: Carl Hanser Verlag, 1987.
7. Kobs G. Differentialdiagnostische Aspekte bei der Beurteilung von Funktionsstörungen des stomatognathen Systems mittels elektronischer Achsiographie und Magnetresonanztherapie. Med. Diss. Greifswald, 2003.
8. Christiansen G. Computergestützte Befunderhebung, Tagungsvortrag der DGZPW. Freiburg, 2003.
9. Farrar WB, Mc Carty WL. A clinical outline of Temporomandibular Joint. Diagnosis and Treatment. Alabama: Normandie Publications, Montgomery, 1982.
10. Ritter D. Interdisziplinäre Therapie der CMD mit Hilfe der Orthopädischen Wirbelsäulenvermessung. Masterthesis. Greifswald, 2008.
11. Lotzmann U. Studien zum Einfluß der okklusalen Prä-Therapie auf die zentrische Kieferrelation. Habilitationsschriften der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Berlin: Quintessenz Verlag, 1999.
12. Gruber H. Comparing the behaviour of workingside in mediotrusion within the first five millimeters. Masterthesis. Donau Universität Krems, 2004.
13. Akimoto S, Kubota M, Sasaguri K, Quismundo CP, Slavicek R, Sato S. Condylar movement in different skeletal frames during phonation assessed by condylography. Z Stomatol 2008;105:7-12.
14. International Research Cooperation. Die Bedeutung der kondylären Position. Eine kondylographische und fMRI-Studie. Kanagawa Dental University. Yokusuka, Japan.
15. Schöttl W. Die craniomandibuläre Regulation. Heidelberg: Hüthig, 1991.
16. Piehslinger E, Celar A, Celar RM, Slavicek R. Orthopedic jaw movement observations. Part V: Transversal condylar shift in protrusive and retrusive movement. Cranio 1994;12:247-251.
17. Mito T, Ishizaki K, Suzuki K, Sato S. Mandibular lateral translation during symmetric mandibular movement. J Stomat Occ Med 2009;2:24-31.
18. Kordaß B. Koppelung der Kernspintomographie des Kiefergelenks mit computergestützten Aufzeichnungen der Kondylenbahn. Habilitationsschriften der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. Berlin: Quintessenz Verlag, 1996.

Address/Adresse

Niedergelassener Zahnarzt,
Practising dentist
Gerd Christiansen
CMD-Matrix-Centrum Ingolstadt
Ludwigstraße 27, 85049 Ingolstadt, Germany
E-Mail: g.christiansen@t-online.de

BRUXISM: Theory and Practice

Copyright by Quintessence
Not for Publication

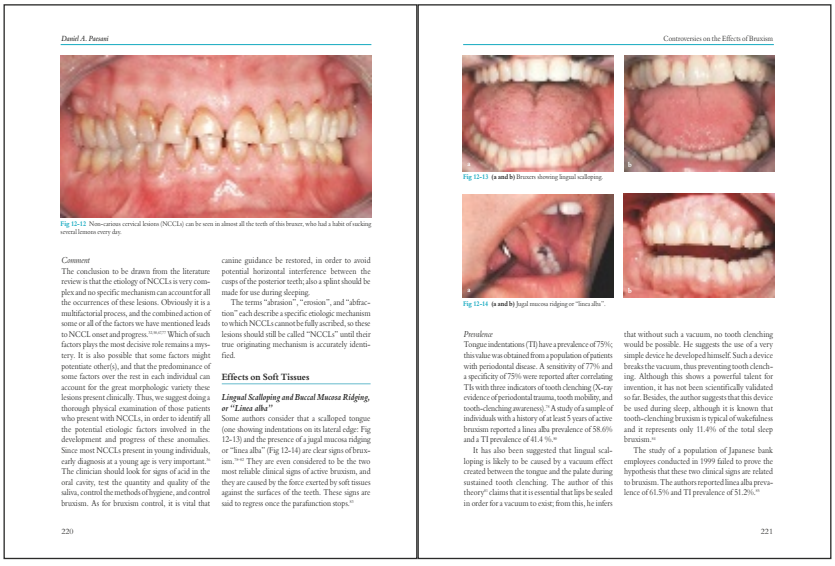


Edited by Daniel A. Paesani

This comprehensive evidence-based guide to bruxism provides answers to many questions arising in everyday dental practice. The first part reviews general bruxism knowledge as well as guidelines for diagnosis, sleep physiology, etiology, peripheral and emotional factors, movement disorders, and bruxism in children. The second part is devoted to the effects of bruxism on the different components of the masticatory system and explores its relationship to pain. The final part addresses the various aspects of bruxism treatment–both pharmacological and clinical management–as well as aspects of restoration specific to the bruxing patient, including recommended dental materials, considerations for use of implant-supported prostheses, and an overview of complex oral restoration. Researchers, students, and specialists will benefit from the in-depth analysis of bruxism and its treatment and the extensive, up-to-date bibliographies.

560 pp; 848 illus (color); ISBN 978-1-85097-191-7; € 178 / £ 162

Contents: Introduction • Diagnosis • Sleep Physiology • Etiology • Peripheral Sensory Factors • Emotional Factors • Movement Disorders • Bruxism in Children • Tooth Wear • Dental Erosion • Gastroesophageal Reflux and Dental Erosion • Effects of Bruxism • Bruxism and Endodontics • Occlusion Trauma and the Periodontium • Bruxism and Muscles • TMD and Bruxism • Pain and Bruxism • Pharmacological Considerations • Dental Materials for Bruxing Patient • Treatment • Complex Oral Restoration • Restoration of the Worn Dentition • Bruxism and Implant-Assisted Prostheses • Botulinum Toxin • Clinical Treatment



Daniel A. Paesani

Fig 12-12 Non-carious cervical lesions (NCCLs) can be seen in almost all the teeth of this bruxer, who had a habit of sucking several lemons every day.

Comment

The conclusion to be drawn from the literature review is that the etiology of NCCLs is very complex and no specific mechanism can account for all the occurrences of these lesions. Obviously it is a multifactorial process, and the combined action of some or all of the factors we have mentioned leads to NCCL onset and progress.[32,46,47,57] Which of such factors plays the most decisive role remains a mystery. It is also possible that some factors might potentiate other(s), and that the predominance of some factors over the rest in each individual can account for the great morphologic variety these lesions present clinically. Thus, we suggest doing a thorough physical examination of those patients who present with NCCLs, in order to identify all the potential etiologic factors involved in the development and progress of these anomalies. Since most NCCLs present in young individuals, early diagnosis at a young age is very important.[56] The clinician should look for signs of acid in the oral cavity, test the quantity and quality of the saliva, control the methods of hygiene, and control bruxism. As for bruxism control, it is vital that canine guidance be restored, in order to avoid potential horizontal interference between the cusps of the posterior teeth; also a splint should be made for use during sleeping.

The terms "abrasion", "erosion", and "abfraction" each describe a specific etiologic mechanism to which NCCLs cannot be fully ascribed, so these lesions should still be called "NCCLs" until their true originating mechanism is accurately identified.

Effects on Soft Tissues

Lingual Scalloping and Buccal Mucosa Ridging, or "Linea alba"

Some authors consider that a scalloped tongue (one showing indentations on its lateral edge: Fig 12-13) and the presence of a jugal mucosa ridging or "linea alba" (Fig 12-14) are clear signs of bruxism.[58-61] They are even considered to be the two most reliable clinical signs of active bruxism, and they are caused by the force exerted by soft tissues against the surfaces of the teeth. These signs are said to regress once the parafunction stops.[61]

220

Controversies on the Effects of Bruxism

Fig 12-13 (a and b) Bruxers showing lingual scalloping.

Fig 12-14 (a and b) Jugal mucosa ridging or "linea alba".

Prevalence

Tongue indentations (TI) have a prevalence of 75%; this value was obtained from a population of patients with periodontal disease. A sensitivity of 77% and a specificity of 75% were reported after correlating TIs with three indicators of tooth clenching (X-ray evidence of periodontal trauma, tooth mobility, and tooth-clenching awareness).[70] A study of a sample of individuals with a history of at least 5 years of active bruxism reported a linea alba prevalence of 58.6% and a TI prevalence of 41.4 %.[58]

It has also been suggested that lingual scalloping is likely to be caused by a vacuum effect created between the tongue and the palate during sustained tooth clenching. The author of this theory[61] claims that it is essential that lips be sealed in order for a vacuum to exist; from this, he infers that without such a vacuum, no tooth clenching would be possible. He suggests the use of a very simple device he developed himself. Such a device breaks the vacuum, thus preventing tooth clenching. Although this shows a powerful talent for invention, it has not been scientifically validated so far. Besides, the author suggests that this device be used during sleep, although it is known that tooth-clenching bruxism is typical of wakefulness and it represents only 11.4% of the total sleep bruxism.[58]

The study of a population of Japanese bank employees conducted in 1999 failed to prove the hypothesis that these two clinical signs are related to bruxism. The authors reported linea alba prevalence of 61.5% and TI prevalence of 51.2%.[60]

221

ORDER FORM

Please send me _____ copies of **BRUXISM:Theory and Practice** (ISBN: 978-1-85097-191-7) € 178 / £ 162 per copy

Name: Address:

City: Postal Code: Country:

Tel: Fax: E-mail:

☐ Invoice me ☐ Charge to my credit/debit card: ☐ VISA/Delta ☐ AmEx ☐ Switch

Card No: _____ Start date: _____ Exp. date: _____ Security Code: _____ Signature: _____

Postage and Packing will be added to all book orders. All sales are final. Prices are subject to change without notice.

QUINTESSENCE PUBLISHING www.quintpub.co.uk

Quintessence Publishing Co Ltd
Quintessence House • Grafton Road • New Malden • Surrey KT3 3AB • UK
Tel: +44(0)20 8949 6087 • Fax: +44(0)20 8336 1484
E-mail: info@quintpub.co.uk • www.quintpub.co.uk

Quintessenz Verlag
Komturstrasse 18 • 12099 Berlin • Germany
Tel.: +49(0)30 761 80 662 • Fax: +49(0)30 761 80 692
E-Mail: buch@quintessenz.de • www.quintessenz.de