

Zusammenfassung

Die Bewegungen des Unterkiefers hängen von der Kondylenposition ab, welche von der Okklusion beeinflusst wird. Störungen in Okklusion und Kondylenposition führen zu Dysfunktionen und schränken die Kieferbeweglichkeit ein. Dieser Beitrag thematisiert in einem Überblick die Zusammenhänge von Okklusion, Kondylenposition und Unterkieferbewegungen.

Indizes

Okklusion, Kondylenposition, Muskulatur, Dysfunktion, Kiefergelenk, Unterkiefer, CMS

Okklusion und Kondylenposition

Wolfgang Boisserée, Werner Schupp

In der habituellen Interkuspidation (HIKP) bestimmt die Okklusion die Kondylenpositionen in den Fossae articulares. Somit determiniert die Okklusion in der HIKP das gesamte CMS und alle angrenzenden Strukturen.

Für alle Gelenke gilt, dass die Steuerung und Positionierung über das zentrale Nervensystem erfolgt. Die Muskulatur bewegt die Gelenke und legt die Gelenkposition fest – mit einer Ausnahme: den Kiefergelenken. Zwar werden auch diese durch die Kaumuskulatur bewegt, aber die finale Position der Kiefergelenke bei festem Zusammenbeißen (HIKP) wird durch den Kontakt der oberen und unteren Zähne, also die Okklusion, eindeutig determiniert. Die Muskulatur kann nur den Kieferschluss herbeiführen, die Gelenkposition in HIKP bestimmen weitgehend die Zähne. In der HIKP determiniert dementsprechend nicht nur das neuromuskuläre System, sondern maßgeblich die Okklusion die Gelenkposition.^{1,10,11} Eine physiologische Okklusion bedingt eine physiologische Kondylenposition (Abb. 1). Dieser Zusammenhang ist Ursache für die Wirkung der Okklusion auf Strukturen des CMS und auf die Peripherie.

Plato und Kopp konstatieren, dass die Einbindung der Kiefergelenke in verschiedene Schmerzsyndrome viel komplexer ist, als man zunächst annehmen könnte. Sie heben hervor, dass die korrekte Funktion oder aber auch Dysfunktion für die Entstehung, Erhaltung, Therapieresistenz oder die chronische Verlaufsform von Schmerzsyndromen verantwortlich

Allgemeine Grundlagen

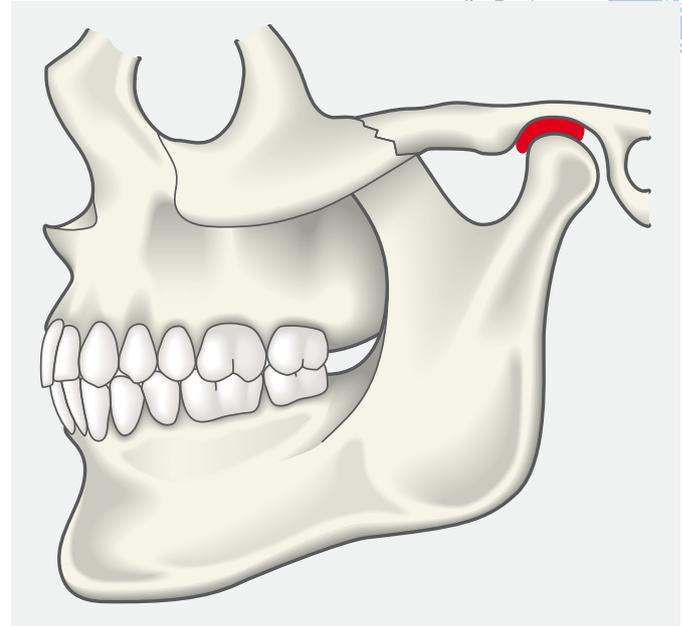


Abb. 1 Beim Kiefergelenk diktiert die Okklusion die Lage des Kondylus in HIKP. Grafische Darstellung einer physiologischen Okklusion und einer physiologischen Kondylus-Diskus-Fossa-Relation.

ist.²¹ Sie legen außerdem dar: „Dysfunktionen im Bereich der Kiefergelenke können nicht nur Schmerzen in ihrem unmittelbaren Bereich bedingen, z. B. Kiefergelenksschmerzen, Otagien, atypische Gesichtsschmerzen, Zephalgien, Dysphonien oder Globusgefühl, sie können auch Schmerzen unterhalten, die wegen ihrer weit entfernten anatomischen Lage anscheinend nichts mit ihnen zu tun haben.“²¹ Diese Tatsache und ein verzögertes zeitliches Auftreten der Symptome führen somit zu Dysfunktionen im Bereich einer Verkettung, bei der folgende Strukturen besonders häufig beteiligt sind: die substernalen Faszien, das Diaphragma abdominale, die Viszera, der Beckenboden, das Becken, das Os coccygis und die übrige Wirbelsäule²¹. Dysfunktionen im Bereich des Muskel-Fasziens-Apparats ebenso wie die Funktion der Halswirbelsäule können zu Funktionsänderungen der Okklusion und damit der Kiefergelenke führen, die auch in umgekehrter Reihenfolge auftreten können. Dies bedeutet für Kopp und Plato auch, dass einzelne okklusale Disharmonien sowie jedes Knacken und jede muskuläre Diskoordination bei chronischen Problemen als Lösungsansatz betrachtet werden können. In der von ihnen dargestellten Studie konnte im Rahmen einer dreidimensionalen Messung aus dem Jahre 1989 der direkte Zusammenhang zwischen der Ruhelage des Unterkiefers und dem Funktionszustand des Achsenorgans nachgewiesen werden. Die Ergebnisse zeigten, dass unmittelbar nach Behandlung der Kopfgelenke (Atlasimpuls nach Arlen) eine Millimeter umfassende Veränderung eintrat, die sich während der anschließenden Minuten dauernden Messung nicht mehr veränderte. Weitere Messergebnisse dieser Teststudie ergaben, dass sich durch eine Mobilisierung der Iliosakralgelenke und des Beckenbodens eine unmittelbare Veränderung der Ruhelage ergab. Die Autoren schließen aus ihren Beobachtungen, dass ein funktioneller Zusammenhang zwischen Beckenboden und Okklusion existiert, und stimmen somit Beobachtungen aus der Manuellen Medizin vollständig zu.²¹

Durch die Umverteilung der Belastung bei fehlerhafter Okklusion ist die gesamte Organisation des Arthrions und damit die Funktion gefährdet. Gestört werden die Lubrikation,



die Ernährung des Knorpels, der passive Halt und die Führung des Gelenks durch Bänder und Diszi. Diese pathologische Belastung der Kiefergelenke wird durch Parafunktionen wie Bruxismus oder Pressen verstärkt.

Trotz intensiver Forschung zur Gelenkposition konnten sich nur wenige evidente Faktoren über eine dreidimensionale physiologische Position des Kondylus zur Fossa herauskristallisieren. In der zweidimensionalen und häufigsten Analyseverfahren der Vergangenheit wurde meist durch eine subjektiv gewählte sagittale Schnittebene die Kondylenposition bestimmt und analysiert. Bei dieser Projektion war im Laufe der letzten Jahrzehnte eine deutliche Wandlung der Kondylenposition von posterior nach kranioventral erkennbar. Aber selbst in Studien mit dreidimensionalen Bildgebungsverfahren konnten sich nur wenige Fakten wirklich herauskristallisieren.²⁷

Stamm sieht es in seiner Metaanalyse als bewiesen an, dass das Kiefergelenk sechs Freiheitsgrade hat und Kondylus und Fossa eine ausgesprochene Formvariabilität aufweisen. Die Vereinfachung der dreidimensionalen Struktur der Kiefergelenke auf eine zweidimensionale Projektion in besagten Studien stellt sich dadurch für ihn als äußerst fragwürdig dar. Ein Vorteil dieser Reduktion auf eine zweidimensionale sagittale Ebene sei zwar eine einfach zu handhabende und damit praktikable und nachvollziehbare Auswertungsmethode, die Überlegenheit dieser reduzierten Betrachtung sei jedoch nicht bewiesen. Bemerkenswert ist auch die histologische Entwicklung der Determination der vermeintlich physiologischen Kondylenposition, beginnend mit dem von McCollum und Stewart¹⁷ sowie Boucher⁴ vertretenen Konzept der dorsalen Verlagerung, das noch bis in die 60er-Jahre des 20. Jahrhunderts präsent war. Erst Jahrzehnte später wurde die Funktionsdiagnostik intensiver betrieben, um schließlich in den 1970er- und 1980er-Jahren von der retrokranialen in die zentrische Position überzugehen. In den 1990er-Jahren etablierte sich dagegen das kranioventrale Konzept. Für Stamm ist es logisch erwiesen, dass ein Gelenk mit sechs Freiheitsgraden sich eben nicht in eine Position zwingen lässt, da dies die Funktionsvielfalt und die adaptive Reaktion auf äußere Störungen einschränken würde. Der große Raum, der zur Abstützung des Unterkiefers an der knöchernen Norma basilaris besteht, bestätigt den Autor in dieser Konklusion. Er beruft sich hierbei auch auf Nachuntersuchungen von orthognathen Chirurgiepatienten, die bei Fehlpositionierung der Kondylen Resorptionserscheinungen aufwiesen^{20,33,34} und damit die These eines eng umschriebenen physiologischen Raumes stützen.²⁷

Eine ideale Kondylenposition lässt sich nach unserem heutigen Wissensstand wie folgt beschreiben: Die Kondylen befinden sich auf beiden Seiten in der am meisten anterosuperioren Position gegenüber der Eminentia articularis in einer „loose packed position“.²⁵ Hierbei, so Rocabado, haben wir einen „range of motion“, einen Freiraum in der Sagittalen, nicht jedoch in der Vertikalen, weshalb nach Rocabado bei einer Kiefergelenkpathologie die Kompression vorrangig eliminiert werden sollte.^{5,25} Williamson, Girardot, Wood und Gibbs haben ebenfalls gezeigt, dass eine gesunde Kiefermuskulatur die Kondylen in einer nach oben und vorne gerichteten Position hält.^{6,13,30-32} Der Discus articularis liegt zwischen dem Kondylus und der Eminentia articularis, sodass er die inkongruenten Gelenkanteile zu einem stabilen Gelenk formiert (Abb. 2). Aus dieser Position heraus arbeitet die Muskulatur mit geringstem Kraftaufwand und ohne neurologische Störungen.

Die ideale
Kondylenposition

Abb. 2 Physiologische Kondylenposition mit zentriertem Discus articularis. In der bilaminären Zone befinden sich das Stratum superius (Lig. discotemporale) und inferius (Lig. discocondylare), die zur dorsalen Gelenkkapsel ziehen. Anterior inseriert der M. pterygoideus lateralis mit seinem oberen Anteil am Diskus und der Gelenkkapsel sowie der untere Anteil an Gelenkkapsel und Kondylus.

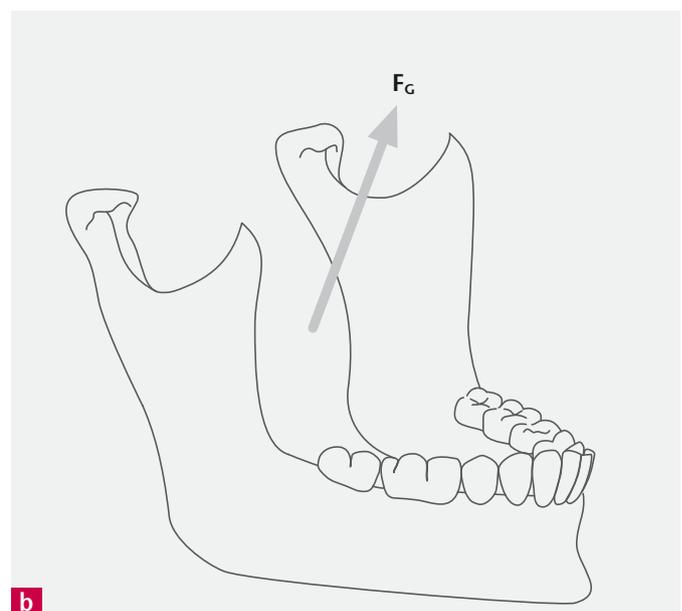
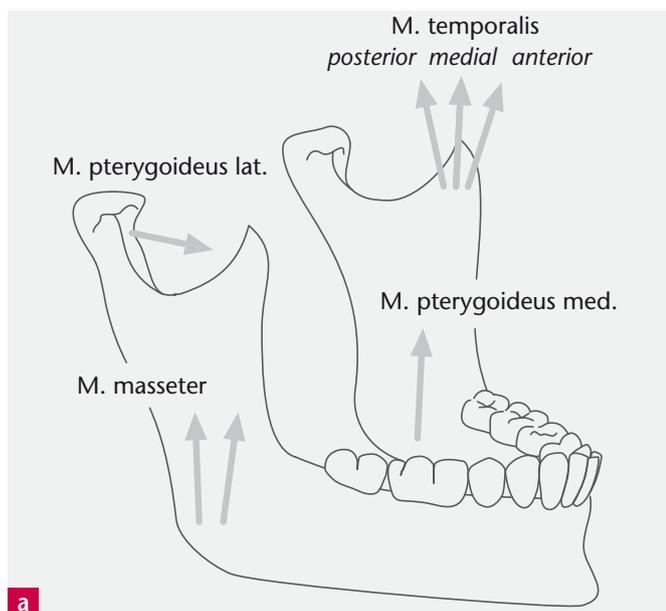
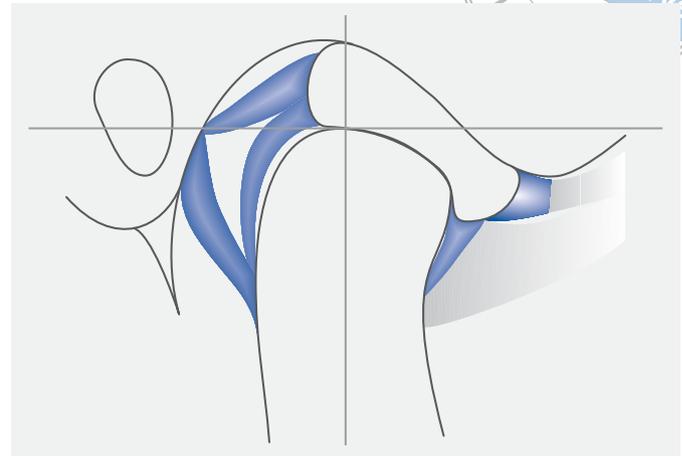


Abb. 3a und b Für die Schließbewegung lässt sich aus den Einzelkomponenten (links) die Gesamtkraft (rechts) errechnen, mit der der Kondylus nach kranial bewegt wird und die Kraft über den Discus articularis auf das Os temporale überträgt.

Die Belastung der Kiefergelenke

Wirken verschiedene Kräfte auf ein Objekt ein, kann daraus eine Gesamtkraft F_G ($F_G = \sum m_i g$) errechnet werden. Kraft kann durch Muskeln generiert werden. Aus den unterschiedlichen Kräften, die auf die Mandibula einwirken, kann eine F_G beschrieben werden, wie sie in Abbildungen 3 ersichtlich ist.^{2,3,7-9,12,22,26,28,29}

Lange Zeit wurde angenommen, dass während der Funktion die Kiefergelenke nicht belastet sind. Aufgrund der vorliegenden mathematischen Modelle, der experimentellen Untersuchungen sowie der In-vivo-Untersuchungen ist heute allgemein akzeptiert, dass das Kiefergelenk belastet ist, d. h., die Kaukraft wird z. T. ins Kiefergelenk und darüber hinaus in den Schädel übertragen (Abb. 3).^{2,3,7-9,12,22,26,28,29} Die biomechanische Belastung der Kiefergelenke und der Eminentia articularis steht in direkter funktioneller Interaktion mit der Kaumuskulatur und der Okklusion und deren räumlicher Zuordnung zueinander.^{18,19} Die

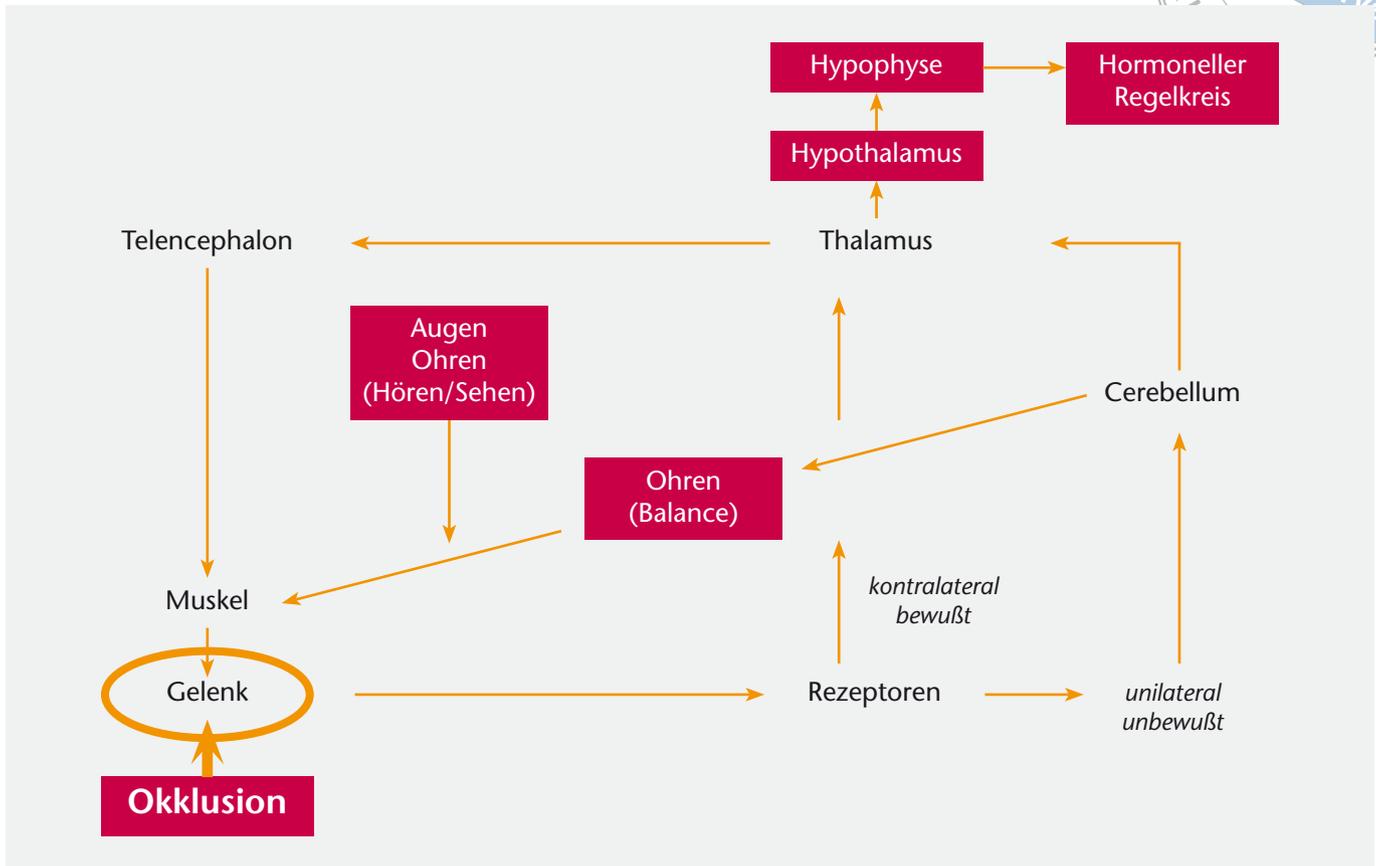
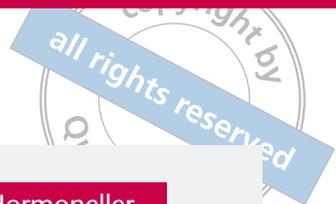


Abb. 4 Darstellung der Beziehung zwischen der Okklusion und den damit verbundenen neurologischen Wechselwirkungen sowohl auf die Körperhaltung als auch auf den hormonellen Regelkreis (mod. nach M. Allen). Während alle Gelenke durch das neuromuskuläre System eingestellt werden, diktiert in der finalen Schlussbissituation die Okklusion die Gelenklage. Die Muskulatur führt lediglich den Kieferschluss herbei (M. Allen, Vortrag Köln 1999).

Gelenkstrukturen benötigen Belastung. Fehlende Belastung führt ebenso wie exzessive Belastung zu Gewebeschäden.²³ Dies gilt für alle Synovialgelenke. Der Knorpel der Kondylen besteht in der Hauptsache aus kollagenen Fasern und Proteoglykanen. Dadurch entsteht eine viskoelastische Oberfläche, die während einer physiologischen Funktion die Druckbelastung im Kiefergelenk absorbieren kann.

Hatcher et al. betonen, dass eine der Funktionen des Discus articularis die bessere Belastungsverteilung im Kiefergelenk ist. Fehlt der Diskus, werden bestimmte Anteile im Gelenk stärker belastet.⁷

In der HIKP kommt es bei einer physiologischen Okklusion nicht zu einer Kompression im Gelenk und damit zu einer unphysiologischen Kraftübertragung auf das Os temporale sowie auf die zusammenhängenden kraniosakralen Strukturen im Sinne einer geschlossenen kinematischen Kette.^{14-16,24}

Jedes Gelenk wird durch das neuromuskuläre System gesteuert, sowohl die Ruhestellung als auch die aktive Bewegung. Abbildung 4 stellt die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten dar. Gelenkrezeptoren geben die Informationen kontralateral-bewusst

im Thalamus, und unilateral-unbewusst über das Cerebellum im Thalamus weiter. Über den Thalamus sind der Hypothalamus und die Hypophyse und damit der hormonelle Regelkreis mitbetroffen. Die Informationen gelangen weiter in das Telencephalon, welches wiederum die Muskulatur steuert, die das Gelenk bewegt.

Beim Kieferschluss führt zwar die Muskulatur die untere Zahnreihe zur oberen, aber die HIKP bestimmt letztendlich die Lage der Kondylen.

Im Kiefergelenk wird bei einer Fehlokklusion die passive Bewegung durch den falschen Zahnkontakt gesteuert. Wie beim Joint play wird der Kondylus nach seiner aktiven Bewegung passiv weitergeführt. Dies kann einige Zeit kompensiert werden, langfristig jedoch zu Pathologien unterschiedlicher Art führen.

Fazit Es existieren zahlreiche Zusammenhänge zwischen dem CMS und dem Gesamtorganismus sowie eine wechselseitige funktionelle Beziehung zwischen der Okklusion und peripheren Strukturen. Die Zusammenhänge sind komplex und vielschichtig.

Anmerkung Dieser Beitrag entspricht dem Kapitel 3 aus dem Buch der beiden Autoren: Kraniomandibuläres und Muskuloskelettales System. Funktionelle Konzepte in der Zahnmedizin, Kieferorthopädie und Manualmedizin. Berlin: Quintessenz, 2012.

- Literatur**
1. Ash MM, Ramfjord SP. Okklusion und Funktion. Eine Anleitung. Berlin: Quintessenz, 1988.
 2. Barbenel JC. The biomechanics of the temporomandibular joint: a theoretical study. J Biomech 1972;5:251–256.
 3. Barbenel JC. The mechanics of the temporomandibular joint- a theoretical and electromyographical study. J Oral Rehab 1974;1:19–27.
 4. Boucher CO. Swenson's complete dentures. St. Louis: CV Mosby, 1964.
 5. Deodato F, Cristiano S, Trusendi R, Giorgetti R. A functional approach to the TMJ disorders. Prog Orthod 2003;4:20–37.
 6. Girardot RA. Condylar displacement in patients with TMJ dysfunction. CDS Rev 1989;89:49–55.
 7. Hatcher DC, Faulkner MG, Hay A. Development of mechanical and mathematic models to study temporomandibular joint loading. J Prosth Dent 1986;55:377–384.
 8. Hylander WL. Mandibular function in Galago crassicaudatus and Macaca fascicularis: an in vivo approach to stress analysis of the mandible. J Morphol 1979;159:253–296.
 9. Koolstra JH, van Eijden TM, Weijs WA, Naeije M. A three-dimensional mathematical model of the human masticatory system predicting maximum possible bite forces. J Biomech 1988;21:563–576.
 10. Kopp S, Seebald WG, Plato G. Erkennen und Bewerten von Dysfunktionen und Schmerzphänomenen im kraniomandibulären System. Man Med 2000;38:329–234.
 11. Kopp S, Seebald WG, Plato G. Kraniomandibuläre Dysfunktion. Eine Standortbestimmung. Man Med 2000;38:335–341.
 12. Kuroda S, Tanimoto K, Izawa T, Fujihara S, Koolstra JH, Tanaka E. Biomechanical and biochemical characteristics of the mandibular condylar cartilage. Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society 2009;17:1408–1415.
 13. Lundeen HC, Gibbs CH. Advances in occlusion. Boston: John Wright PSG, 1982.
 14. Mac Neil C. Science and practice of occlusion. Chicago: Quintessence, 1997.
 15. Magoun HI, Sr. The temporal bone: trouble maker in the head. J Am Ost Assoc 1974;73:825–835.
 16. Gelb H. New Concepts in Craniomandibular and Chronic Pain Management. St. Louis, Barcelona: Mosby-Wolfe, 1994.
 17. Mc Collum BB, Stuart CE. Gnathology- a Research Report. Pasadena: Scientific Press, 1955.
 18. Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. A theoretical model of loading and eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. J Dent Res 1988;67:903–910.
 19. Nickel JC, McLachlan KR, Smith DM. Eminence development of the postnatal human temporomandibular joint. J Dent Res 1988;67:896–902.



20. Ochs MW. Bicortical screw stabilization of sagittal split osteotomies. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:1477–1484.
21. Plato G, Kopp S. Kiefergelenk und Schmerzsyndrome. *Man Med* 1999;37:143–151.
22. Ralph JP, Caputo AA. Analysis of stress patterns in the human mandible. *J Dental Res* 1975;54:814–821.
23. Radin EL, Paul IL, Rose RM. Role of mechanical factors in pathogenesis of primary osteoarthritis. *Lancet* 1972;1(7749):519–522.
24. Ricketts RM. *Provocations and perceptions in cranio-facial orthopedics*. Denver: Rocky Mountain Orthodontics, 1989.
25. Rocabado M, Johnston BE, Jr., Blakney MG. Physical therapy and dentistry: an overview. *J Craniomand Pract* 1982;1:46–49.
26. Smith DM, McLachlan KR, McCall WD, Jr. A numerical model of temporomandibular joint loading. *J Dent Res* 1986;65:1046–1052.
27. Stamm T, Hohoff A, Van Meegen A, Meyer U. On the three-dimensional physiological position of the temporomandibular joint. *Fortschr Kieferorthop* 2004;65:280–289.
28. Standlee JP, Caputo AA, Ralph JP. Stress trajectories within the mandible under occlusal loads. *J Dental Res* 1977;56:1297–1302.
29. Throckmorton GS. Quantitative calculations of temporomandibular joint reaction forces-II. The importance of the direction of the jaw muscle forces. *J Biomech* 1985;18:453–461.
30. Williamson EH, Evans DL, Barton WA, Williams BH. The effect of bite plane use on terminal hinge axis location. *Angle Orthod* 1977;47:25–33.
31. Williamson EH, Steinke RM, Morse PK, Swift TR. Centric relation: a comparison of muscle-determined position and operator guidance. *Am J Orthod* 1980;77:133–145.
32. Wood DP, Floreani KJ, Galil KA, Teteruck WR. The effect of incisal bite force on condylar seating. *Angle Orthod* 1994;64:53–61.
33. Wolford LM, Karras S, Mehra P. Concomitant temporomandibular joint and orthognathic surgery: a preliminary report. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60:356–362.
34. Wolford LM, Reiche-Fischel O, Mehra P. Changes in temporomandibular joint dysfunction after orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg* 2003;61:655–660.



Dr. med. dent. Wolfgang Boisserée, M.D.Sc.

Heidelweg 4
50999 Köln
E-Mail: mail@dr-boisseree.de



Dr. med. dent. Werner Schupp

Visiting Professor
Hauptstraße 50
50996 Köln
E-Mail: schupp@schupp-ortho.de