



# Zentrikschienen zur physischen Leistungssteigerung

## Legales Doping für den Kiefer?

Nicolas Plein · Sarah Bühling · Stefan Kopp · Babak Sayahpour

Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Carolinum Zahnärztliches Universitäts-Institut gGmbH, Poliklinik für Kieferorthopädie, JW Goethe-Universität, Frankfurt am Main, Deutschland

### Zusammenfassung

Wie ein Dominoeffekt beeinflusst die Funktionseinheit aus Zähnen, Kaumuskulatur und Kiefergelenk, das kranio-mandibuläre System (CMS), im Zusammenspiel mit der Halswirbelsäule die gesamte Körperstatik. Verändert sich ein Teil des Systems, sorgt das auch für Veränderungen bei allen nachfolgenden Gliedern der Funktionskette bis hin zum Fuß. In diesem Beitrag wird diese Thematik aufgegriffen und anhand aktueller Forschungsergebnisse hinsichtlich der Auswirkungen und Folgen für Sportler und Sportlerinnen näher beleuchtet. Im Rahmen der Funktionsdiagnostik und Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) werden in der Zahnmedizin vermehrt Aufbissbehelfe in zentrischer Kondylenposition eingesetzt. Dabei soll eine physiologisch möglichst optimale Kiefergelenkposition erreicht werden, um das CMS vor Belastungsschäden zu schützen. Doch der veränderten Unterkieferlage wird inzwischen nicht allein Beachtung im Rahmen der Prävention und Behandlung der CMD geschenkt. Untersuchungen konnten belegen, dass sich die myozentrische Kiefergelenkposition nicht nur positiv auf die Aktivität der absteigenden Muskelgruppen und die Wirbelsäule auswirkt, sondern auch positive Effekte auf den Bewegungsumfang und die Koordination während der Durchführung sportmotorischer Tests hat. Interessiert uns bei Athleten die sportliche Performance, sollte daher auch auf das CMS geschaut werden, um eine womöglich bestehende Dysfunktion zu beheben und so die physische Leistungsfähigkeit des Sportlers zu steigern. Besonders wichtig ist hierbei die Unterscheidung in auf- und absteigende Kette. Im Vorfeld gilt es zu diagnostizieren, wo der Ursprung der Dysfunktion bzw. Leistungseinschränkung liegt, sodass problemorientiert interveniert werden kann. In Sportarten, in denen ohnehin ein Mundschutz getragen werden muss, wäre es fahrlässig, dessen Potenzial nicht vollständig auszuschöpfen. Aber auch im Alltag dient das Tragen eines individuellen Aufbissbehelfs der Verletzungsprophylaxe, indem es der übermäßigen Belastung des CMS, insbesondere in Stresssituationen, vorbeugt und somit den negativen Auswirkungen auf den Gesamtorganismus entgegenwirkt.

### Schlüsselwörter

Kieferorthopädie · Sportmedizin · Kranio-mandibuläre Dysfunktion · Kausystem · Bewegungsapparat



QR-Code scannen &amp; Beitrag online lesen

In der Zahnmedizin werden im Rahmen der Funktionsdiagnostik und Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) vermehrt Aufbissbehelfe in zentrischer Kondylenposition eingesetzt. Dabei soll eine physiologisch möglichst optimale Kiefergelenkposition erreicht werden, um das CMS vor Belastungsschäden zu schützen. Doch der veränderten Unterkieferlage wird inzwischen nicht allein Beachtung

im Rahmen der Prävention und Behandlung der CMD geschenkt. Untersuchungen konnten belegen, dass sich die myozentrische Kiefergelenkposition nicht nur positiv auf die Aktivität der absteigenden Muskelgruppen und die Wirbelsäule auswirkt, sondern auch positive Effekte auf den Bewegungsumfang und die Koordination während der Durchführung sportmotorischer Tests hat [15]. Doch wie kommt



**Abb. 1** ◀ CAD/CAM-gefräste Zentrikschiene mit Gegenkiefermodell. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren)

es zu diesen Phänomenen? Und können Zentrikschienen (▣ Abb. 1) dadurch neben der Zahnmedizin tatsächlich auch als legales leistungssteigerndes Mittel im Sport und anderen Lebensbereichen eingesetzt werden?

### Das kranio-mandibuläre System

Wie ein Dominoeffekt beeinflusst die Funktionseinheit aus Zähnen, Kaumuskelatur und Kiefergelenk, das CMS, im Zusammenspiel mit der Halswirbelsäule die gesamte Körperstatik. Verändert sich ein Teil des Systems, sorgt das auch für Veränderungen bei allen nachfolgenden Gliedern der Funktionskette bis hin zum Fuß. Bei maximalem Zusammenschluss der Zahnreihen beider Kieferhälften wird die Stellung des Unterkiefers (Mandibula) zum Schädel durch das Höckerfurchenrelief der Zähne dominiert. Damit ist auch der Einfluss zum gesamten dorsalen und ventralen Halteapparat und der entsprechenden Muskulatur offensichtlich. So führen oft schon geringe Veränderungen im Biss, z. B. durch Zahnkorrekturen oder Zahnfehlstellungen, über eine verspannte Kaumuskelatur und eine veränderte Position eines oder beider Kiefergelenke zu Problemen im Halswirbelsäulenbereich und zu Rückenschmerzen [8]. Fehlstellungen des Unterkiefers und somit Funktionsstörungen im CMS können nicht nur mitverantwortlich für Probleme

im Stütz- und Bewegungssystem sein [5, 16], sondern nach Ansicht von Experten langfristig gesehen zu Haltungsschäden führen [5, 9, 10].

Um vorliegende Funktionsstörungen im Vorfeld diagnostizieren bzw. ausschließen zu können, muss demnach jeder Behandlung eine allumfassende Funktionsanalyse vorgeschaltet sein (▣ Abb. 2).

### Muskelaktivität

Auf einen unterschiedlich starken Zusammenbiss beider Kiefer und damit hohe wechselnde Beanspruchung der Kaumuskelatur sind nachweislich ebenso signifikante Aktivitätsunterschiede der Nackenmuskulatur zurückzuführen [6, 7]. Bei einer daraus resultierenden Verspannung handelt es sich i. A. um eine statische, isometrische Muskelarbeit, bei der das Muskelsystem Haltearbeit übernimmt, die von Natur aus eigentlich dem knöchernen Skelett zugeordnet ist. Wird dieses knöcherner System aus dem Gleichgewicht gebracht, muss es durch zusätzliche Muskelkraft wieder ausgeglichen werden. Eine permanente, bewegungslose Muskelanstrengung wird zusätzlich notwendig, um die posturale Integrität zu wahren ([8]; ▣ Abb. 3).

Hier setzen die sog. Zentrikschienen an. Sie bewirken zumeist eine Vorverlagerung der Unterkieferkondylen und somit eine Veränderung der Diskus-Kondylus-Relation bei gleichzeitiger Entspannung der umliegenden Muskulatur. Diese neu eingenommene myozentrische Position resultiert im Optimalfall wiederum in einer besseren Funktionsweise des Gesamtorganismus.

### Aufbisschiene

Die komplex geformten Kauflächen der Zähne müssen beim Biss des Menschen punktgenau ineinandergefügt werden. Hier gibt es kein „give and take“, denn durch den harten Schmelz der Zähne können bereits kleine Störungen das entspannte Spiel der Muskeln empfindlich stören [1]. Treten beispielsweise Verspannungen und Durchblutungsstörungen in der Kau- und/oder Nackenmuskulatur auf, kann dem mit einer Aufbisschiene entgegengewirkt werden. Unterschieden wird hier zwischen vorkonfektionierten Aufbissbehelfen, wie z. B. dem Aqualizer (▣ Abb. 4), und individuell angefertigten Aufbisschienen (▣ Abb. 1).

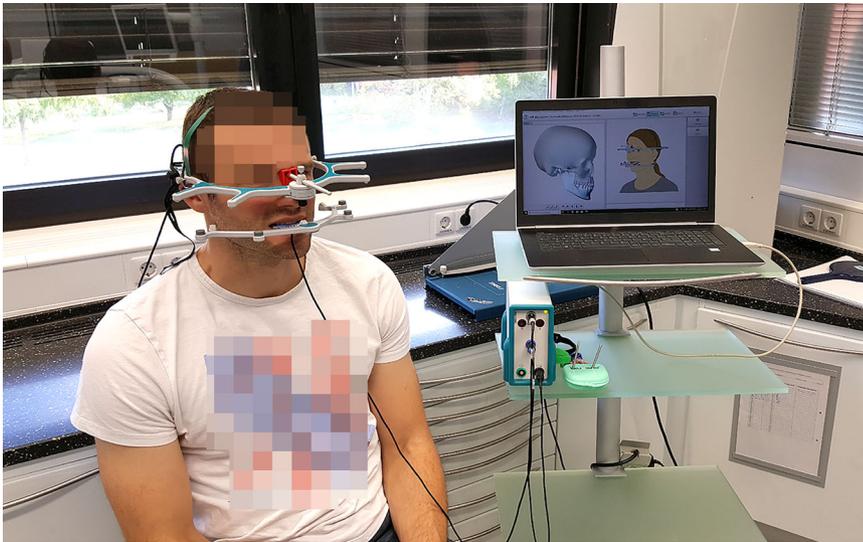
Der Aqualizer kann beispielsweise nach Behandlung beim Physiotherapeuten oder Manualmediziner eingesetzt werden. Auf dem Weg in die zahnärztliche Praxis werden vom Biss verursachte Probleme vorübergehend ausgeschaltet, sodass er als Pufferzone zwischen den Zahnreihen wertvolle Dienste sowohl hinsichtlich der Linderung der Schmerzen als auch bei der Erforschung ihrer Ursachen leistet.

Bei höherer Belastung, z. B. bei sportlicher Aktivität, geraten vorkonfektionierte Aufbissbehelfe wie der Aqualizer jedoch an ihre Grenzen. Zum einen ist die Passgenauigkeit in den meisten Fällen nicht hinreichend gegeben, sodass es nahezu unvermeidbar ist, dass der Aufbissbehelf während der Durchführung komplexer Bewegungsabläufe verloren geht. Zum anderen bieten die mit Wasser oder Luft gefüllten Aufbisskissen nicht die notwendige Stabilität, um den bei Belastung extrem hohen Kaukräften im Seitenzahngelände standzuhalten. Die Folge ist ein Platzen der Kissen und damit Nutzlosigkeit des Aufbissbehelfs. Hinzu kommt, dass ein vorkonfektionierter Aufbissbehelf, zu denen auch die Variante des „Boil-and-Bite-Mundschutzes“ gehört, nicht den Schutz einer individuellen Aufbisschiene bieten kann, der exakt an die anatomischen Gegebenheiten des Trägers angepasst ist. Dies führt v. a. bei Kontaktsportarten zu einer höheren Verletzungsgefahr und somit Schädigung der Zähne und des umliegenden Gewebes.

Jedoch kann sich auch in Disziplinen, in denen die Unfallgefahr durch Fremdein-

#### Abkürzungen

CAD	„Computer-aided design“
CAM	„Computer-aided manufacturing“
CMD	Kranio-mandibuläre Dysfunktion
CMS	Kranio-mandibuläres System
EMG	Elektromyographie



**Abb. 2** ▲ Gelenkbezügliche digitale Registrierung der Unterkieferlage und des Bewegungsumfanges im Rahmen der Funktionsanalyse mit dem Zebris JMAlyser+ (Fa. zebris Medical, Isny, Deutschland). (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren)

wirkung geringer ist, das Tragen eines vorkonfektionierten Aufbissbehelfs negativ auswirken. Leroux et al. [25] untersuchten im Jahr 2018 den Einfluss der Okklusion auf die sportliche Leistungsfähigkeit bei Ruderern. Hierbei wurden mithilfe verschiedener Silikonschienen unterschiedliche Okklusionsstörungen simuliert, was zu einem Anstieg der asymmetrischen Muskelkontraktion und zu einer Reduktion der Muskelkraft um 17,7% führte. Es zeigt sich, dass eine bloße Sperrung der Okklusion bzw. unspezifische Intervention in das Kausystem negative Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Athleten zur Folge hat. Eine individuell angefertigte Aufbisschiene und ein individuell angepasster Mundschutz sind den vorkonfektionierten Modellen aus medizinischer Sicht deutlich überlegen und diesen dementsprechend vorzuziehen.

Infolgedessen stellt sich die Frage: Warum nicht den ohnehin in vielen Sportarten zwingend notwendigen Mundschutz mit der Funktion einer Zentrikschiene kombinieren? Die Möglichkeit, einen Mundschutz, der in vielen Sportarten der Verletzungsprophylaxe dient, entsprechend anzufertigen, dass er den Unterkiefer in die zentrische Kondylenposition führt, bietet eine einmalige Möglichkeit, die protektive Funktion mit der leistungssteigernden Komponente einer individuellen Zentrikschiene zu verbinden.

Hierzu ist ein Materialmix aus Kunststoffvarianten mit unterschiedlichem Härtegrad notwendig, damit die Dämpfung bei einem Aufprall oder bei Fremdeinwirkung zum Schutz von Zähnen, Knochen und Weichgewebe weiterhin gewährleistet bleibt. Darüber hinaus muss die Stabilisierung der Okklusion durch einen entsprechend festen Aufbiss gegeben sein. Zudem können negative Effekte auf die sportliche Leistungsfähigkeit, die ein vorkonfektionierter Mundschutz mit sich bringt, vermieden werden.

### CMD-Patienten

Besonders bei Patienten mit kranio-mandibulären Dysfunktionen hat der Einsatz einer individuellen Aufbisschiene positive Auswirkungen auf die physische Leistungsfähigkeit. So konnten Lai et al. [14] feststellen, dass sich bei diesen Patienten durch den Einsatz einer solchen Schiene die Sprungkraft sowie die Ausdauer bei Belastungstests verbessern. Funktionell positive Auswirkungen auf die Wirbelsäulenstellung zur Linderung kranio-mandibulärer Dysbalancen mittels individueller Aufbissbehelfe bekräftigte Kopp [13]. Insbesondere die Wirbelsäule ist ein verletzungsanfälliges Konstrukt. In Zeiten zunehmend sitzender Tätigkeit, verbunden mit Bewegungsmangel im Alltag und damit einhergehender Rückenproblematik,

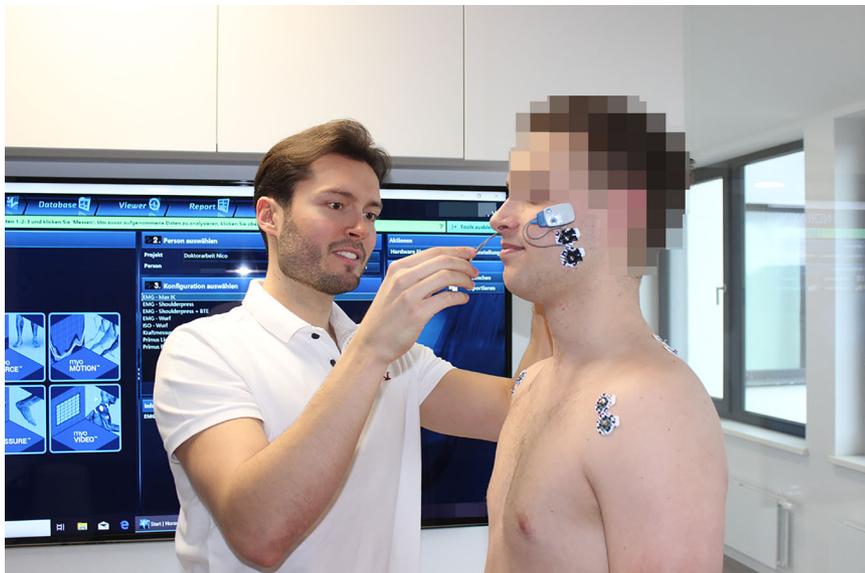
bedarf sie nicht nur bei Athleten besonderer Beachtung [17–20]. Spezielles Augenmerk gilt zudem Personen, die unter chronischen Kopf- und Nackenschmerzen leiden. Die Ursache hierfür liegt oftmals in einer nicht optimal eingestellten Okklusion und kann durch Bruxismus begünstigt werden. Auch in diesem Fall ist der Einsatz eines individuellen Aufbissbehelfs ratsam.

### Okklusion und Bewegungsapparat

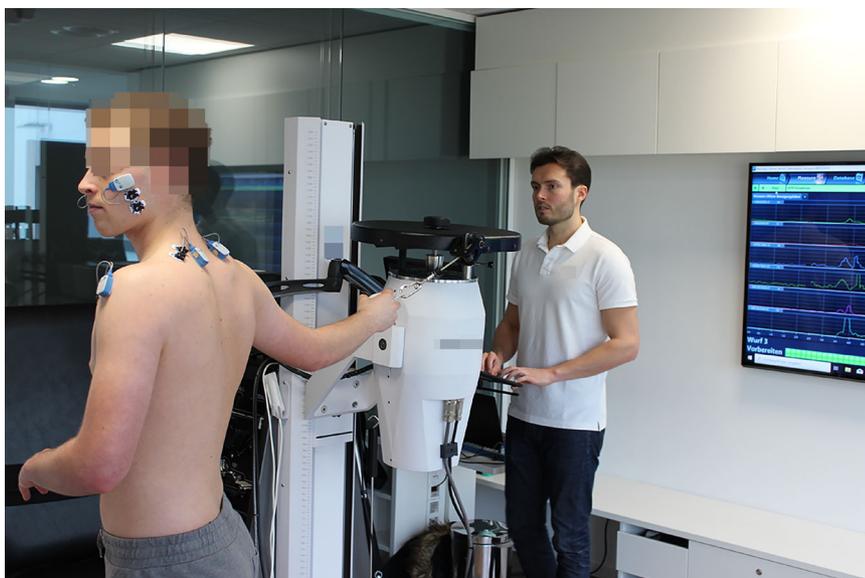
In der Literatur wird kontrovers über den Zusammenhang von CMD, insbesondere Okklusionsstörungen, und der sportlichen Leistungsfähigkeit diskutiert. Hier gibt es verschiedene wissenschaftliche Ansätze. „Besonders wichtig ist die Unterscheidung in auf- und absteigende Kette. Im Vorfeld gilt es zu diagnostizieren, wo der Ursprung der Dysfunktion bzw. Leistungseinschränkung liegt, sodass problemorientiert interveniert werden kann. Löst beispielsweise eine Störung im Bewegungsapparat im Sinne einer aufsteigenden Kette eine Störung im Kausystem aus, gilt es hier zunächst therapeutisch einzugreifen“ [4].

Basierend auf der Studienlage der letzten 10 Jahre ist festzuhalten, dass keine signifikant unterschiedlichen Prävalenzen von CMD bei Athleten und Nichtathleten festgestellt werden konnten. Der Mangel an strukturierten und standardisierten Untersuchungsmethoden lässt die gesamte Studienlage sehr inhomogen erscheinen. Jedoch zeigt sich ein Trend im Minimum zu Komorbiditäten bei CMD und Funktionsstörungen im Bewegungsapparat [21–24]. Interessiert uns bei Athleten die sportliche Performance, sollte daher auch auf das CMS geschaut werden, um eine womöglich bestehende Dysfunktion zu beheben und so die physische Leistungsfähigkeit des Sportlers zu steigern.

Im Vergleich zu CMD-Patienten scheint bei stomatognath gesunden Personen der Effekt eines individuell angefertigten Aufbissbehelfs auf die Funktions- und Leistungsfähigkeit des Organismus geringer zu sein. Dies wurde jedoch nicht widerlegt und das Tragen einer solchen Schiene erscheint zumindest im Hinblick auf eine Stabilisierung der Okklusion sinnvoll [13]. Zudem besitzen die wenigsten Menschen von Natur aus eine physiologisch „optima-



**Abb. 3** ▲ EMG-basierte Messung der Muskelaktivität mit dem Noraxon MR3-System (Fa. Noraxon, Scottsdale, AZ, USA). (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren)

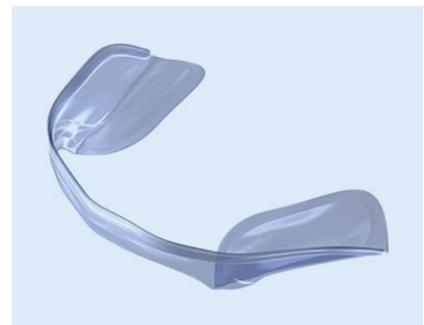


**Abb. 5** ▲ EMG-basierte Messung der Wurfkraft mit dem Noraxon MR3-System (Fa. Noraxon, Scottsdale, AZ, USA) und der BTE PrimusRS Isokinetik (Fa. BTE Technologies, Hanover, MD, USA) unter Einsatz einer individuellen Aufbisschiene. (Mit freundlicher Genehmigung der Autoren)

le“ Okklusion und Kiefergelenksposition, sodass der Ansatz hier nicht ausschließlich bei CMD-Patienten liegen darf. Umfassende Untersuchungen finden hierzu aktuell in Zusammenarbeit mit der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Frankfurt am Main (ZZMK Carolinum) statt (■ Abb. 5).

### Sportliche Leistungsfähigkeit

Ein entscheidender Faktor im Hinblick auf die sportliche Leistungsfähigkeit ist die Mundgesundheit der Athleten. Durch den Konsum von Nahrungsergänzungsmitteln und zuckerhaltigen „Sportdrinks“ ist diese besonders stark beeinträchtigt. Im Jahr 2012 führten Needleman et al. [12] im Rahmen der Olympischen Sommerspiele in London eine groß angelegte Studie hier-



**Abb. 4** ▲ Aufbissbehelf „Aqualizer“ (Fa. Bausch-Dentrade International e. K., Köln, Deutschland; [2])

zu durch. Die Auswertung der Daten von 278 Athleten aus 25 Sportarten ergab, dass Zahnarztbesuche mit 30 % einen großen Anteil aller notwendigen Arztbesuche ausmachen. Die Kariesinzidenz lag bei den untersuchten Sportlern bei 55 %; bei 76 % wurde eine Gingivitis festgestellt und 40 % der Athleten gaben an, durch ihre Mundgesundheit negativ beeinträchtigt zu sein. Zudem berichteten 18 % über einen direkten Einfluss auf ihr Training und ihre sportliche Performance. Auch 2020 zeigte eine Metaanalyse über den Einfluss oraler Gesundheit auf die körperliche Leistungsfähigkeit deutlich den negativen Effekt mangelnder Mundgesundheit (Malokklusion und Parodontitis) auf die körperliche Fitness und Leistungsfähigkeit [3].

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass besonders bei Leistungssportlern der Zahnarztbesuch unter allen Arztbesuchen keinesfalls als zweitrangig angesehen werden darf. Wird die Konsultierung eines Zahnarztes erst bei Schmerzsymptomatik in Erwägung gezogen, ist es oftmals schon zu spät. Eine unnötig lange Ausfallzeit wird unvermeidbar, was besonders im Profibereich nicht nur längerfristige gesundheitliche, sondern auch finanzielle Einbußen zur Folge hat.

Darüber hinaus konnten die positiven Auswirkungen einer individuellen Aufbisschiene auf die physische Leistungsfähigkeit bereits in einer Reihe von Studien festgestellt werden. Baldini et al. [26] haben einen Kraftanstieg im M. quadriceps femoris nachgewiesen, wenn der Proband seinen okklusalen Splint trug. Auch Maurer et al. [11] konnten den positiven Effekt eines myozentrischen Aufbissbehelfs

auf die Kraftentwicklung und Maximalkraft bei sportmotorischen Sprungtests nachweisen. Der Einfluss der Okklusion auf die untersuchten Parameter war jedoch im Vergleich zu anderen Faktoren relativ klein, was nochmals die Notwendigkeit der ganzheitlichen Betrachtungsweise des Athleten und die Relevanz interdisziplinärer Zusammenarbeit verdeutlicht, um die individuell bestmögliche sportliche Leistung erzielen zu können.

## Fazit

Die Steigerung der physischen Leistungsfähigkeit des Individuums ist von vielen Variablen abhängig und nach aktuellem Stand der Forschung nicht auf das alleinige Tragen einer Zentrikschiene zurückzuführen. Jedoch hat die myozentrische Kiefergelenkposition und damit veränderte Unterkieferlage durchaus Auswirkungen auf den Gesamtorganismus. Insbesondere die bisher festgestellten positiven Auswirkungen auf den Bewegungsapparat bekräftigen die leistungssteigernde Wirkung einer individuell angefertigten Aufbisschiene und lassen Spielraum für weitere Forschungsansätze. Vor allem im Spitzensport bedeuten wenige Prozent oftmals den Unterschied zwischen Sieg und Niederlage. In Sportarten, in denen ohnehin ein Mundschutz getragen werden muss, wäre es fahrlässig, dessen Potenzial nicht vollständig auszuschöpfen [27]. Aber auch im Alltag dient das Tragen eines individuellen Aufbissbehelfs der Verletzungsprophylaxe, indem es der übermäßigen Belastung des kranio-mandibulären Systems, insbesondere in Stresssituationen, vorbeugt und somit den negativen Auswirkungen auf den Gesamtorganismus entgegenwirkt.

## Korrespondenzadresse

### Nicolas Plein

Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Carolinum Zahnärztliches Universitäts-Institut gGmbH, Poliklinik für Kieferorthopädie, JW Goethe-Universität  
Theodor-Stern-Kai 7 | Haus 29, 60596 Frankfurt am Main, Deutschland  
plein@med.uni-frankfurt.de

**Interessenkonflikt.** N. Plein, S. Bühling, S. Kopp und B. Sayahpour geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Centric splints for physical performance enhancement. Legal doping for the jaw?

The functional unit of teeth, masticatory muscles, and temporomandibular joint (TMJ), the craniomandibular system (CMS), interacts with the cervical spine and influences the entire body statics as in a domino effect. If one part of the system changes, it will cause change in all subsequent links of the functional chain, right down to the feet. This article focuses on this topic based on current research results with regard to the effects and consequences for athletes. In the context of functional diagnostics and treatment of craniomandibular dysfunction (CMD), occlusal devices in centric condylar position are used increasingly in dentistry. The aim is to achieve a physiologically optimal TMJ position in order to protect the CMS from stress damage. However, nowadays the altered mandibular position is not only taken into consideration in the context of prevention and treatment of CMD: studies have shown that the myocentric TMJ position not only has a positive effect on the activity of descending muscle groups and the spinal column, but also on range of motion and coordination during the performance of sports motor skills tests. If we are interested in the physical performance of athletes, we should therefore also look at the CMS in order to correct any dysfunction that may exist and thus increase the athlete's physical performance. It is particularly important to differentiate between the ascending and descending chains. In the preliminary stage, it is necessary to diagnose the origin of the dysfunction or performance restriction, so that problem-oriented intervention can take place. In sports where a mouthguard must be worn anyway, it would be negligent to not fully exploit its potential. But also in everyday life, wearing an individual bite block helps to prevent injuries by avoiding excessive load on the CMS, especially in stressful situations, and thus counteracts the negative effects on the whole organism.

### Keywords

Orthodontics · Sports medicine · Craniomandibular disorders · Masticatory system · Musculoskeletal system

## Literatur

### Verwendete Literatur

1. Aqualizer-Shop Website. <https://aqualizer-shop.de/>. Zugegriffen: 16. Juni 2022
2. Docplayer Aufbissbehelf „Aqualizer“. <https://docplayer.org/75672296-Hydrostatische-schiene.html>. Zugegriffen: 16. Juni 2022
3. Bramantoro T, Hariyani N, Setyowati D, Purwanto B, Zulfiana AA, Irmalia WR (2020) The impact of oral health on physical fitness: a systematic review. *Heliyon* 6(4):e3774
4. Bumann A (2020) CMD und Spitzensport. Vortrag, Internationaler Jahreskongress Sportzahnmedizin, Berlin
5. Gadowski B, Reitz J (2004) Falscher Biss und schwacher Stand mit fatalen Folgen im Bewegungsapparat. *Orthopress* 1:8–10
6. Giannakopoulos NN, Hellmann D, Schmitter M, Krüger B, Hauser T, Schindler HJ (2013) Neuromuscular interaction of jaw and neck muscles during jaw clenching. *J Orofac Pain* 27(1):61–71
7. Hellmann D, Giannakopoulos NN, Schmitter M, Lenz J, Schindler HJ (2012) Anterior and posterior neck muscle activation during a variety of biting tasks. *Eur J Oral Sci* 38(10):726–736
8. Hülse M, Losert-Bruggner B (2013) Neuromuskulär ausgerichtete Bisslagenbestimmung mit Hilfe niedrigfrequenter transkutaner elektrischer

- Nervenstimulation. Wechselwirkung der kraniozervikalen und kranio-mandibulären Region. *Man Med* 41:120–128
9. Kraus H (1989) Diagnose und Behandlung von Muskelschmerzen. Quintessenz, Berlin
10. Lotzmann U (1991) The effect of divergent positions of maximum intercuspitation on head posture. *J Gnathol* 10:63–68
11. Maurer C, Heller S, Sure JJ, Fuchs D, Mickel C, Wanke EM, Groneberg DA, Ohlendorf D (2018) Strength improvements through occlusal splints? The effects of different lower jaw positions on maximal isometric force production and performance in different jumping types. *PLoS ONE* 13(2):e193540
12. Needleman I, Ashley P, Petrie A et al (2013) Oral health and impact on performance of athletes participating in the London 2012 Olympic Games: a cross-sectional study. *Br J Sports Med* 47(16):1054–1058
13. Ohlendorf D, Kopp S (2014) Funktionelle Interdependenzen zwischen Kieferlage und motorischer Kontrolle von Haltung und Bewegung – Absteigende Funktionsketten. *Man Med* 52:509–520
14. Ohlendorf D, Riegel M, Kopp S Wirken sich Veränderungen der Unterkieferlage auf sportmotorische Tests aus? [https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/prothetik/story/wirken-sich-veraenderungen-der-unterkieferlage-auf-sportmotorische-tests-aus\\_\\_555.html](https://www.zmk-aktuell.de/fachgebiete/prothetik/story/wirken-sich-veraenderungen-der-unterkieferlage-auf-sportmotorische-tests-aus__555.html). Zugegriffen: 14. Juni 2022
15. Ohlendorf D, Riegel M, Chung LT, Kopp S (2013) The significance of lower jaw position

- in relation to postural stability. Comparison of a premanufactured occlusal splint with the Dental Power Splint. *Minerva Stomatol* 62(11–12):409–417
16. Slavicek R (2000) Funktion – die Haltung. In: Slavicek R (Hrsg) *Das Kauorgan: Funktionen und Dysfunktionen*. Gamma, Klosterneuburg
  17. Holzgreve F, Maurer-Grubinger C, Fraeulin L, Bausch J, Groneberg DA, Ohlendorf D (2022) Home office versus ergonomic workstation—is the ergonomic risk increased when working at the dining table? An inertial motion capture based pilot study. *BMC Musculoskelet Disord* 23(1):745
  18. Holzgreve F, Fraeulin L, Betz W, Erbe C, Wanke EM, Brüggmann D, Nienhaus A, Groneberg DA, Maurer-Grubinger C, Ohlendorf D (2022) A RULA-based comparison of the ergonomic risk of typical working procedures for dentists and dental assistants of general dentistry, endodontology, oral and Maxillofacial surgery, and orthodontics. *Sensors* 22(3):805
  19. Holzgreve F, Fraeulin L, Maurer-Grubinger C, Betz W, Erbe C, Weis T, Janssen K, Schulte L, de Boer A, Nienhaus A, Groneberg DA, Ohlendorf D (2022) Effects of resistance training as a behavioural preventive measure on musculoskeletal complaints, maximum strength and ergonomic risk in dentists and dental assistants. *Sensors* 22(20):8069
  20. Kim D, Ko SG, Lee EK, Jung B (2019) The relationship between spinal pain and temporomandibular joint disorders in Korea: a nationwide propensity score-matched study. *BMC Musculoskelet Disord* 20(1):631–643
  21. Silva D, Mendes J, Castro JAE et al (2018) Development and implementation of an intraoral device for occlusal stability during sports performance: a case report. *Dent J* 6(4):63
  22. Ohlendorf D, Arenz E, Brückner D, Mickel C, Arenz-Orth S, Kopp S (2013) Kurzzeiteffekte einer temporär erzeugten Okklusionsveränderung auf die posturale Kontrolle bei männlichen Leistungssportlern. *Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol* 61(1):7–12
  23. Scharnweber B, Adjami F, Schuster G et al (2017) Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. *Cranio* 35(6):358–366
  24. Amaricai E, Onofrei RR, Suci O et al (2020) Do different dental conditions influence the static plantar pressure and stabilometry in young adults? *PLoS ONE* 15(2):e228816
  25. Leroux E, Leroux S, Maton F, Ravalec X, Sorel O (2018) Influence of dental occlusion on the athletic performance of young elite rowers: a pilot study. *Clinics* 73:e453
  26. Baldini A, Beraldi A, Nota A, Danelon F, Ballanti F, Longoni S (2012) Gnatho-logical postural treatment in a professional basketball player: a case report and an overview of the role of dental occlusion on performance. *Ann Stomatol* 3(2):51–58
  27. Sliwkanich L, Ouanounou A (2021) Mouthguards in dentistry: current recommendations for dentists. *Dent Traumatol* 37(5):661–671

## Weiterführende Literatur

28. Deutsche Gesellschaft für Sportzahnmedizin <https://dgszm.de/protection/>. Zugegriffen: 16. Juni 2022