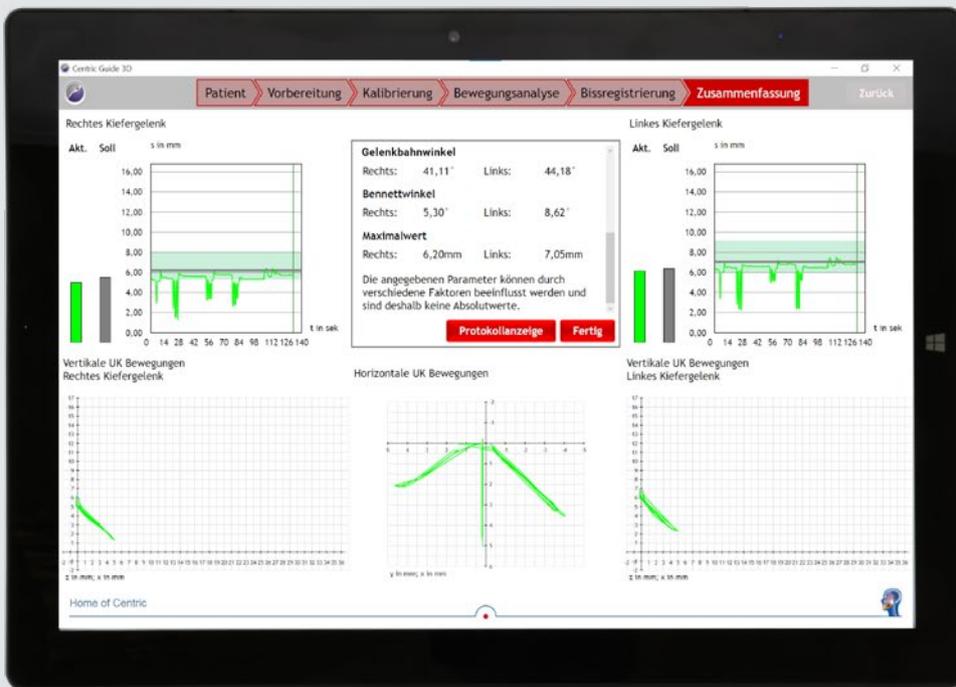


Therapie von Dysfunktionen des stomatognathen Systems

Arbeit im Team mit dem Theratecc Bisskonzept

YURIY VOVK, VOLODYMYR VOVK, CHRISTIAN WAGNER



Einleitung

Die strukturelle und funktionelle Wiederherstellung des stomatognathen Systems (SGS) ist ein wichtiger Bestandteil der modernen Zahnheilkunde. Eine ihrer wichtigsten Funktionen ist die Indikation des physiologischen Zustands der afferent-efferenten Mechanismen des Zentralnervensystems (ZNS) des menschlichen Körpers, wobei die koordinierte Arbeit der Kiefergelenke, der Kau- und Gesichtsmuskulatur sowie der okklusalen Kontakte der Zähne analysiert wird^{5,11,15,16,24,32,35,38}. Eine Störung der Kieferrelation, die entsprechend der Plastizität und Anpassungsfähigkeit der Nervenstrukturen des Zentralnervensystems zu funktionalen Kaustörungen führt, kann zur Ursache einer Funktionsstörung des stomatognathen Systems werden^{1,2,9,12,19,22,27}.

Einer Störung des Kausystems liegen komplexe Prozesse der zentralnervösen Steuerung zugrunde, die zu einer SGS-Dysfunktion führen können^{4,6,8,13,18,31,34,39}. Um sie diagnostizieren und therapieren zu können, braucht es ein schlüssiges Gesamtkonzept, das eine koordinierte Teamarbeit von Ärzten und Zahn Technikern ermöglicht³⁵⁻³⁷ und die biomechanischen und kinematischen Funktionsparameter innerhalb des physiologischen Optimums präzise wiederherstellen kann.

Prothetische Zahnbehandlungen haben einen radikalen Einfluss auf die neuromuskuläre Arbeit und Kontrolle des stomatognathen Systems, indem sie die okklusalen Kontakte verändern und dadurch die okklusale Belastung in einer neuen intermaxillären Position verursachen^{3,7,21,24,25,40}. Es ist hinlänglich bekannt, dass okklusale Störkontakte die Funktionalität des stomatognathen Systems stören und beeinträchtigen können. Gleichzeitig kann durch das Auffinden und Be-

seitigen dieser Störkontakte eine therapeutische Wirkung erzielt werden. Die Beseitigung der Funktionsstörung stellt damit auch eine Art Prophylaxe für das stomatognathe System, vor allem aber für die Kiefergelenke und das Zentralnervensystem dar^{17,23,28,30,33}.

Der Beitrag demonstriert die gemeinsamen Ergebnisse der praktischen Arbeit der Autoren bei der Diagnostik der Dysfunktion des stomatognathen Systems bei Patienten, die darauf beruht, den Grad der Veränderungen der physiologischen intermaxillären Position mithilfe der Centric Guide®3D Technologie (Fa. Theratecc, Chemnitz) zu bestimmen.

Konzept und Vorgehen

Im ersten Schritt erfolgt eine klinische Funktionsanalyse. Dafür werden an den ersten Scheidezähnen und den beiden ersten Molaren Markierungen in habitueller Position im Mund angebracht. Für das erste Screening wird der CMD-Kurzbefund nach dem Jakstat-Ahlers-Konzept verwendet. Durch die Markierungen auf den Zähnen kann eine mögliche Störung der intermaxillären Position (IP) während der klinischen Untersuchung einfach erkannt werden. Zudem können in der Untersuchung das Ausmaß und die Richtung der Verschiebung der angebrachten vertikalen Markierungen einfach nachvollzogen werden (Abb. 1 bis 4).

Wenn sich durch die klinische Funktionsanalyse der Verdacht auf eine Funktionsstörung bestätigt, werden im zweiten Schritt Ober- und Unterkiefer abgeformt und es erfolgt die Gesichtsbogenregistrierung. Hierfür wird das therafaceline® Gesichtsbogensystem verwendet (Fa. Theratecc, Chemnitz). Dieses Gesichtsbogensystem ermöglicht es, die Camper-Ebene als Bezugsebene exakt zu erfassen. Zudem kann der Gesichtsbogen durch zwei stufenlos höhenverstellbare

Zusammenfassung

Die strukturelle und funktionelle Wiederherstellung des stomatognathen Systems (SGS) ist ein wichtiger Bestandteil der modernen Zahnheilkunde. Der Beitrag erklärt die Diagnostik der Dysfunktion des stomatognathen Systems bei Patienten mithilfe der Centric Guide®3D Technologie (Fa. Theratecc, Chemnitz). Mit dem vorgestellten Konzept ist es möglich, bei funktionsgestörten Patienten die physiologische intermaxilläre Position (FIP) dauerhaft wiederherzustellen.

Indizes

Dysfunktion, Funktion, stomatognathes System, Kieferrelation, Registrierung

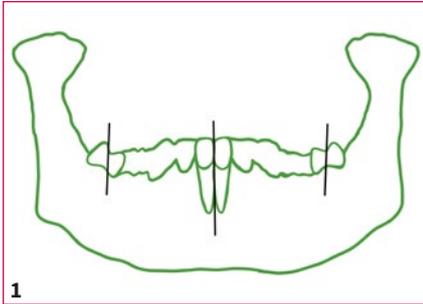


Abb. 1 bis 4 Markierungen zwischen den mittleren oberen und unteren Schneidezähnen und den Vestibulärflächen der ersten Molaren auf der rechten und linken Seite der Zahnreihen des Unterkiefers beim normalen Gebiss.

Ohroliven exakt zur Bipupillarlinie ausgerichtet werden. Dadurch wird eine reale eins-zu-eins-schädelbasierte Einstellung in den Artikulator ermöglicht. Zusätzlich kann mit dem therafaceline Gesichtsbogensystem auch die physiologische Bisshöhe der Patienten bestimmt werden (Abb. 5 bis 7).

Nachdem die beiden Modelle in einen Artikulator eingestellt wurden, können die Registrierschablonen für die Bestimmung der physiologischen intermaxillären Position (FIP) gefertigt werden. Für die reproduzierbare Bestimmung der FIP wird das Centric Guide® 3D System genutzt. Das System basiert auf dem Wissen der klassischen Stützstiftregistrierung nach Prof. Gerber. Der Vorteil gegenüber der Gerberversion ist, dass das System über vier induktive Sensoren verfügt, die im Mund der Patienten alle sagitalen, transversalen und vertikalen Unterkieferbewegungen in Echtzeit erfassen und auf einem Tablet PC visualisieren. Dank der dreidimensionalen Erfassung der UK-Bewegungen kann die FIP eindeutig in der Centric Software visu-

alisiert und sofort in ein analoges oder digitales Bissregistrator überführt werden (Abb. 8 bis 10).

Nach dem Erfassen der FIP wird das Unterkiefermodell einartikuliert. Im Artikulator werden die okklusale Störkontakte und die damit verbundene Fehlstellung des Unterkiefers sichtbar. Im Vollwertartikulator können nun alle statischen und dynamischen Kontakte visualisiert und okklusale Störkontakte aufgezeigt werden. Im Artikulator werden an den Modellen in der FIP-Position ebenfalls Markierungen an den ersten Schneidezähnen und beiden Molaren angebracht. Dadurch kann die habituelle Fehlstellung des Unterkiefers und die damit einhergehende Lageveränderung beider Kondylen eindeutig visualisiert und damit auch diagnostiziert werden (Abb. 11).

Anhand der angebrachten Markierungen kann die Veränderung der Kondylenposition in habitueller und zentrischer Relation aufgezeigt werden. Dadurch können Funktionsstörungen der intermaxillären Position des stomatognathen Systems identifiziert werden.

Unterschiedliche Vektorpositionen der Markierungen in den untersuchten Bereichen der Zahnreihen führen dazu, dass sich die intermaxilläre Position asymmetrisch verschiebt, was eine pathologische Reaktion des stomatognathen Systems auf diese Form der IP-Störung verursacht und zu einer Dysfunktion des stomatognathen Systems führt.

Die Hauptgruppe der Untersuchung umfasste die Patienten, bei denen eine asymmetrische Verschiebung der intermaxillären Position bei der Dysfunktion des stomatognathen Systems festgestellt wurde. Bei der klinischen Untersuchung von Patienten mit FIP und dem habituellen Biss wurde eine Multi-Vektor-Verschiebung der Markierungen (Abb. 12 und 13) der Front- und Eckzähne des Ober- und Unterkiefers festgestellt.

Bei diesen Patienten ergaben die Laterotrusionsbewegungen eine Eckzahn- oder Gruppenführung mit Interferenzen auf der Balanceseite, geringen Störungen der Protrusionsbewegung, bei gleichzeitiger übermäßiger Störung der Retrusions-

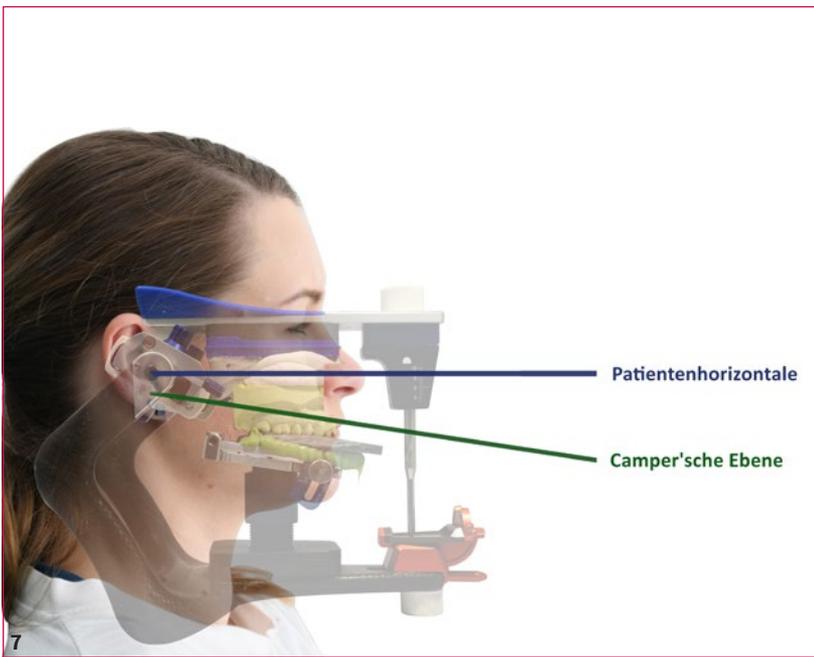
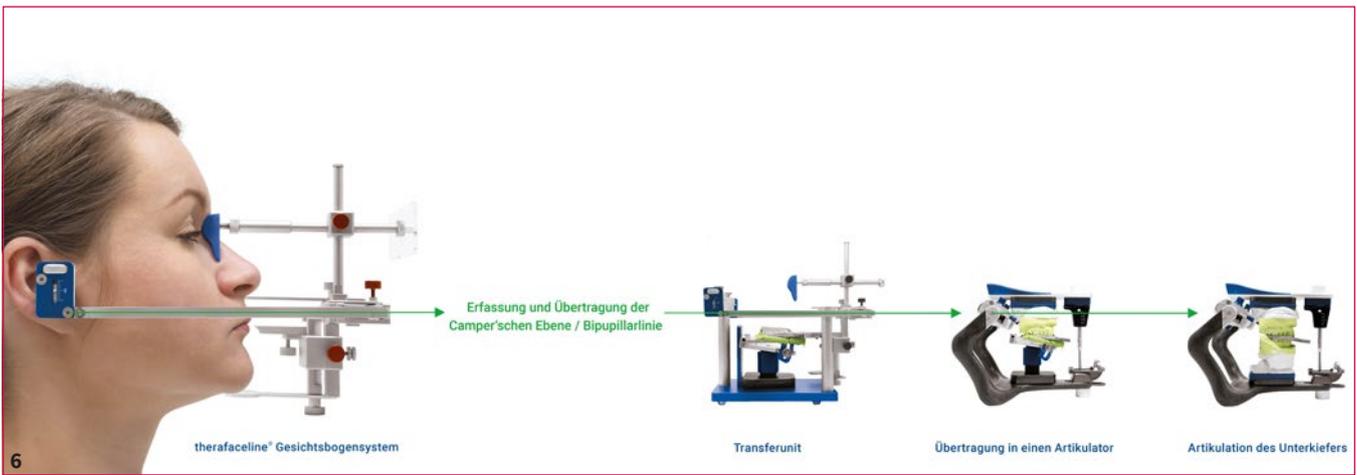
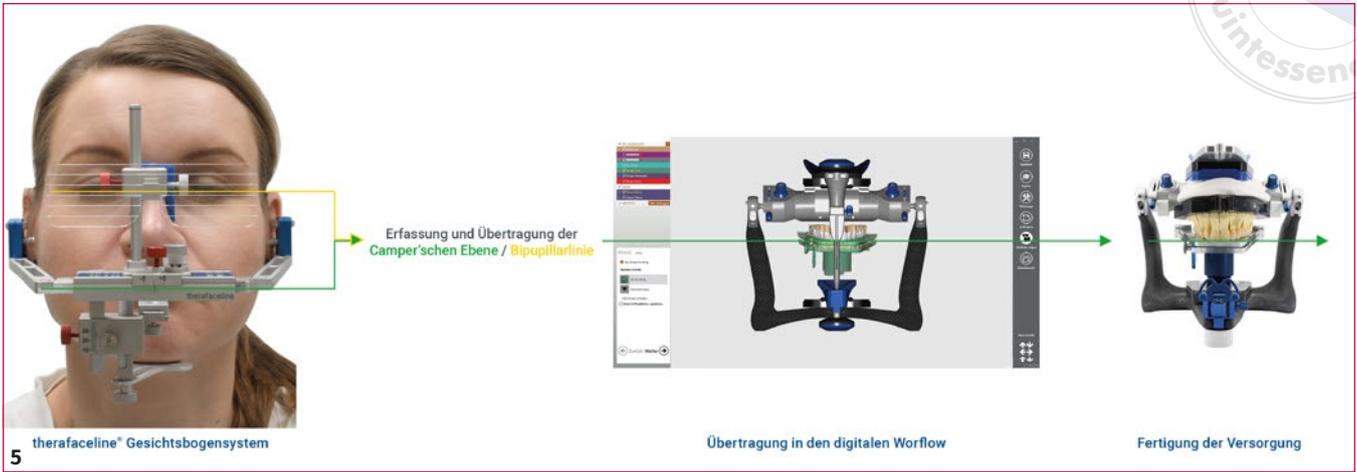


Abb. 5 bis 7 Workflow des therafaceline Gesichtsbogens, inklusive der Erfassungsmöglichkeiten der Camper'schen Ebene, Bipupillarlinie und der Bisshöhe.

bewegung und Dyskinesien der Kiefergelenke sowie der Kaumusculatur. Der klinische Diagnoseprozess wurde durch funktionale instrumentale Untersuchungen und zusätzliche instrumentale Panoramaröntgenuntersuchung, 3-D-Kegel-Computertomographie oder MRT der Gelenke bei geschlossenem und offenem Mund, Kondylometrie mit dem A-CPM-Gerät und digitale Okklusionsanalyse mit dem T-Scan-Evolution-Gerät präzisiert. Zusätzliche Indikatoren der klinischen instrumentalen Untersuchung von Patienten ermöglichen die Ergänzung des diagnostischen Befundes über die Schwere von FIP-Veränderungen – vom kompensatorischen Grad der Funktionsstörungen bis hin zu Dysfunktionen des stomatognathen Systems.

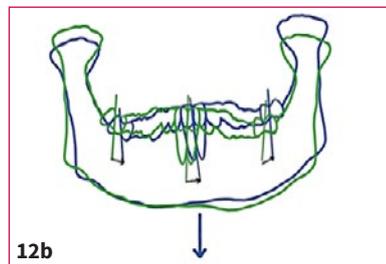
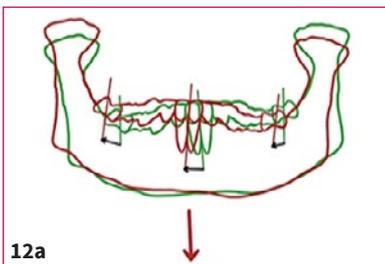
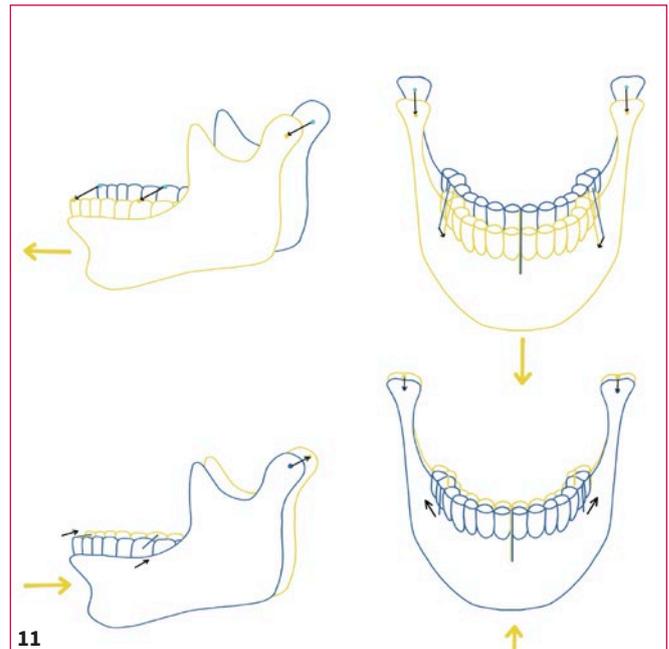
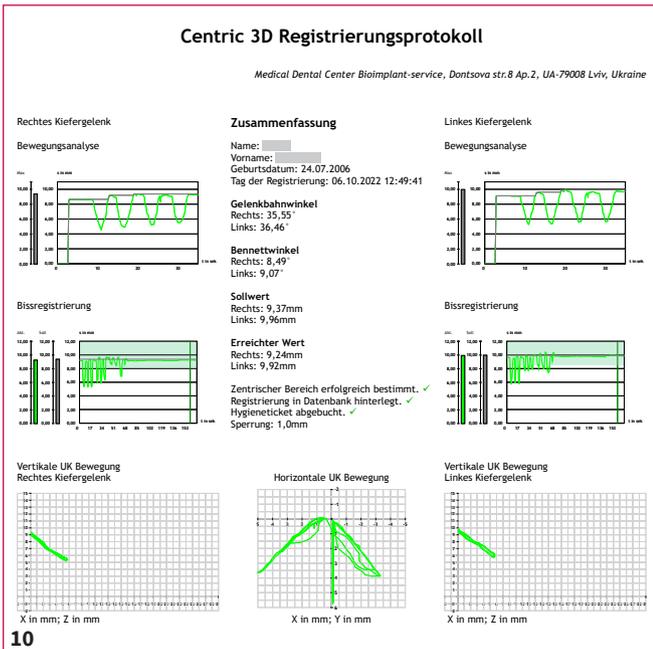


Abb. 8 bis 10 System Centric Guide 3D inklusive der Registrierschablonen; im Oberkiefer wird der Stützstift und im Unterkiefer der Sensor eingesetzt. Beide Schablonen sind somit das Trägermedium für die intraorale Sensorik. Detailsicht der Registrierschablonen. Centric Guide 3D Registrierungsprotokoll der Patientin, in dem alle Bewegungen des Unterkiefers und die anatomischen Parameter der Gelenkbahnneigung und Bennettwinkel dokumentiert werden. **Abb. 11** Markierung in Protrusion (oben) und Retrusion (unten) zwischen den oberen und unteren mittleren Schneidezähnen und den Vestibulärflächen der ersten Molaren beider Kiefer rechts und links in der physiologischen intermaxillären Position im Vergleich zum normalen Gebiss. **Abb. 12** Asymmetrische Lage der Markierungen im normalen Gebiss und in der physiologischen intermaxillären Position. **a** Ventro-medial-kaudal. **b** Dorso-lateral-kränial.

Es wurden 55 Personen (34 Frauen und 21 Männer) im Alter von $44 \pm 27,5$ Jahren mit teilweise und vollständigem Zahnverlust untersucht und behandelt. Ausschlusskriterien aus der Studie waren Patienten mit traumatischen Schäden des stomatognathen Systems, angeborenen Defekten und Deformitäten der maxillofazialen Region sowie Patienten mit psychosomatischen Störungen, Okklusionsneurose und Okklusionsdysästhesie.

Im Folgenden wird anhand eines klinischen Falls der innovative Ansatz

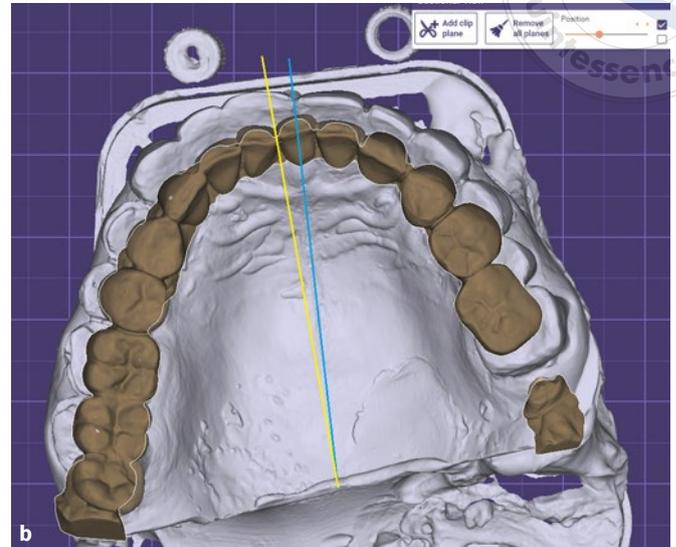
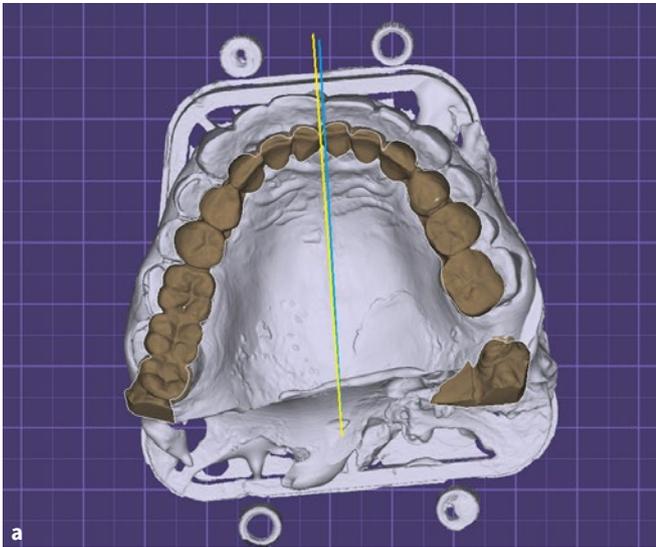


Abb. 13a und b Die Präzisionen werden auf den digitalisierten Modellen mit zusätzlicher Analyse der axialen Verschiebung in der axialen Projektion durchgeführt.

Abb. 14 bis 16 Klinische und radiologische Indikatoren der Patientin vor der Behandlung in der Klinik.

zur Diagnostik und Therapie präsentiert.

Die Patientin

Die 17-jährige Frau klagte über Schmerzen in der rechten Gesichtshälfte. Die Schmerzsymptome traten morgens auf und klangen in der ersten Tageshälfte ab.

Zahnärztliche Fallgeschichte

- angeborene Adentia 47
- innerhalb von zwei Jahren wurde eine vorläufige kieferorthopädische Behandlung durchgeführt
- kompositorische Lokalrestorationen -36 O, 27-,46-O,13,14-D, 23, 24-D (Abb. 14 bis 16)

Biomechanische und kinematische Überlastung

- distaler Biss
- Fehlen des Antagonisten bei 17 aufgrund angeborener Adentia 46
- Vorhandensein einer Zahn-Alveolar-Deformation 17-46 mit der Bildung einer Rezession 17



Funktionsstatus des stomatognathen Systems

- mäßige Schmerzreaktion auf die Berührung der rechten Muskeln Temporalis anterior und Pterygoideus lateralis
- fremdes Stakkato-Geräusch im rechten Kiefergelenk beim Öffnen und Schließen des Mundes und bei Protrusion
- ein normales Profil des Kauzyklus mit vertikalen Kontakten in der Statik, übermäßig ausgeprägt an allen

Höckern 17,16-46 und 27,26,25 und 24-37,36,35

- okklusale Dysfunktion mit MIK-Instabilität und Vorhandensein von Interferenzen während der Protrusion und Mediotrusion, laterotrusive Bewegungen nach rechts und links werden durch Gruppenführung begleitet

Diagnostische Schlussfolgerung

Nach Angaben der Patientin traten die Schmerzen zunächst nach einer kiefer-

orthopädischen Behandlung auf und verstärkten sich mit zunehmender Vorbereitung auf den Studieneintritt. Die Schmerzen wurden durch die eingesetzten Medikamente nicht wirksam beseitigt. Die vorübergehende Deprogrammierung des stomatognathen Systems NTI-tss führte nur zu einem kurzfristigen positiven Ergebnis. Hinzu kamen Fremdgeräusche im rechten und linken Gelenk mit dem Verlust der physiologischen Kondylus-Diskus-Relation und der Dorsalverschiebung beider Gelenke (Abb. 17 bis 21).

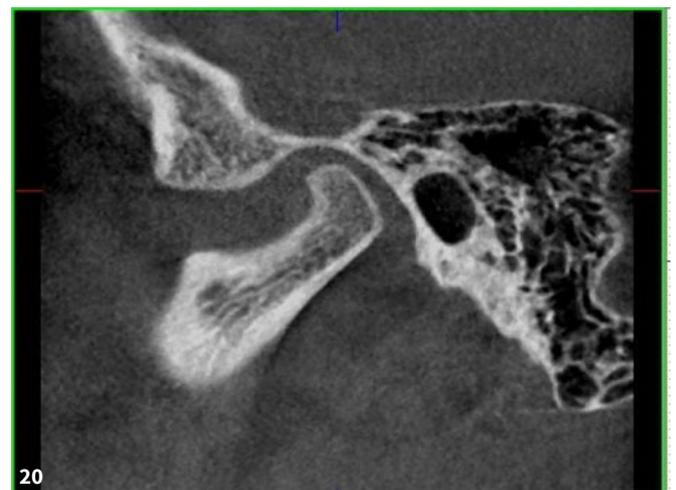
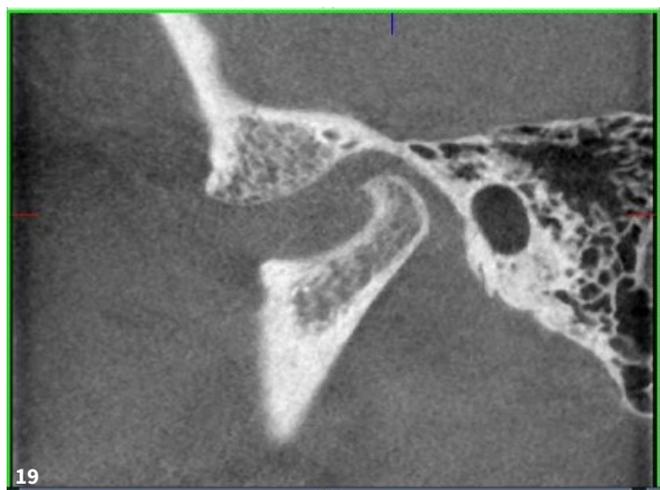
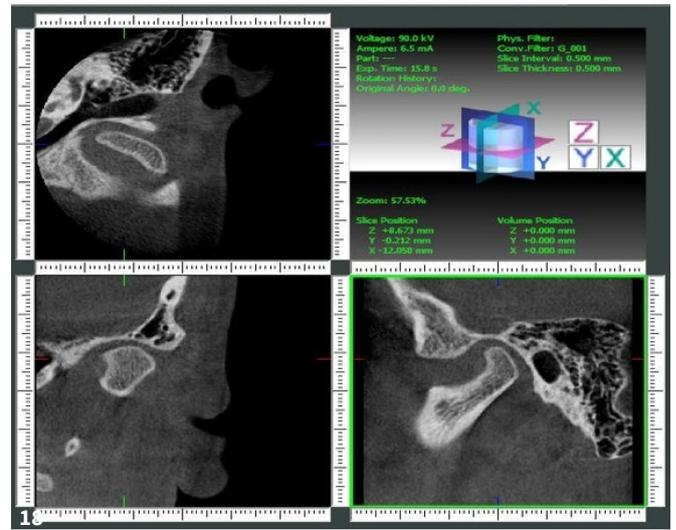
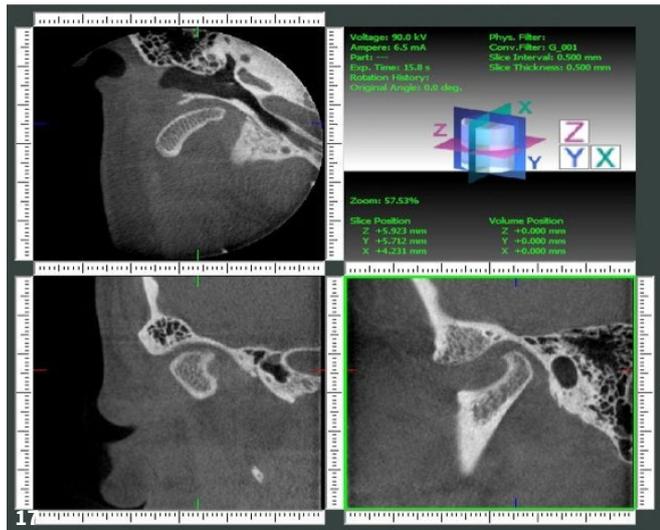


Abb. 17 bis 20 In der 3-D-CT-Aufnahme ist eine Dorsalverschiebung beider Gelenke zu beobachten.

Anmerkung: Erstkontakt mit FIP im Bereich der Eckzähne 24-34 (siehe Abb. 14 bis 16).

Diagnose

Dysfunktion des stomatognathen Systems mit asymmetrischer Verschiebung der FIP.

Ziel und Aufgabe der Behandlung

- Linderung der Schmerzsymptome
- Beseitigung der dysfunktionalen Störung des stomatognathen Systems der Patientin durch Neuprogrammierung und Harmonisierung der koordinierten Arbeit der Kaumuskulatur
- Linderung von Dyskinesien
- Wiederherstellung der Positionierungsreflexe mit schrittweiser Erreichung einer komplementären physiologischen Position der beiden Kondylen
- Erzielen einer stabilen Okklusion (Abb. 22 bis 30).

Behandlungsmethode

Die Patientin erhielt eine Unterkiefer-Repositionsschiene (Abb. 31 und 32) in der FIP-Position, die mit dem Centric Guide® 3D System ermittelt wurde. Die Schienen werden im digitalen Workflow im Labor gefertigt, anschließend im Vollwertartikulator nochmals in allen Bewegungsrichtungen auf mögliche Hyperbalancen überprüft, die, soweit vorhanden, beseitigt wurden. Die Schienentherapie ermöglichte eine Rückführung des Unterkiefers in die FIP-Position, was zu einer deutlichen Entlastung der Kaumuskulatur, der beteiligten Gewebe und Strukturen führte. Dies kann mit der zweiten Centric Guide 3D Registrierung jederzeit objektiv überprüft werden (Abb. 33 bis 37, Tab. 1 und 2).

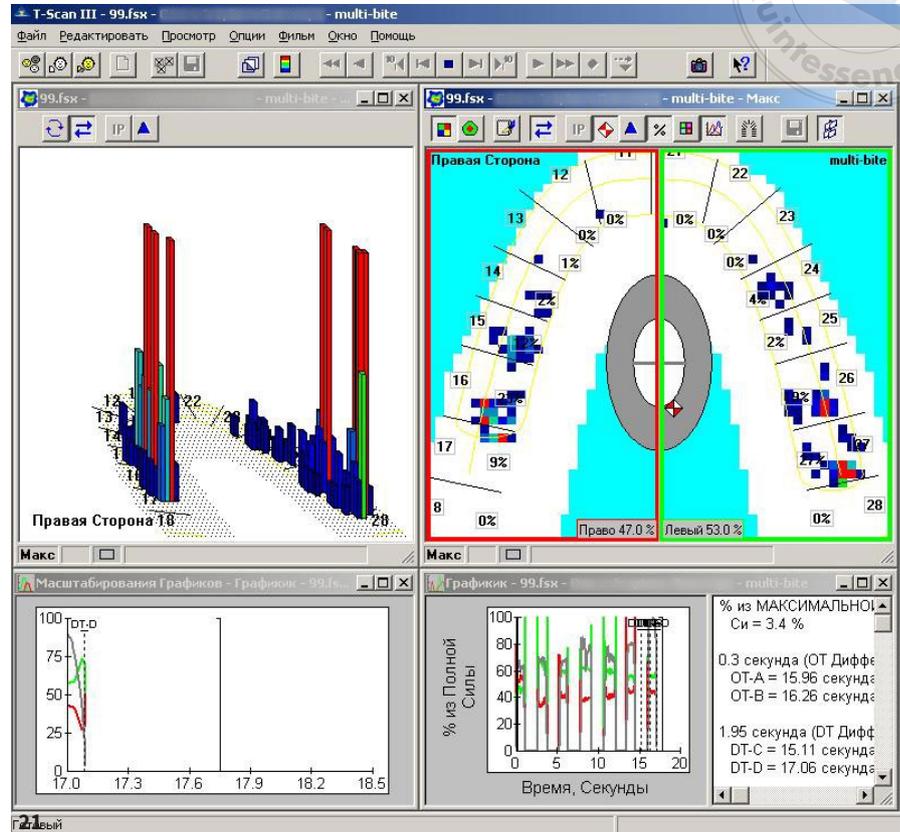
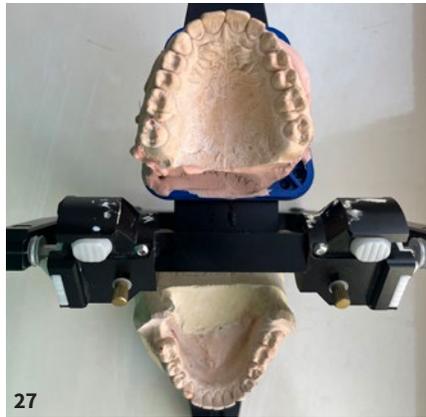
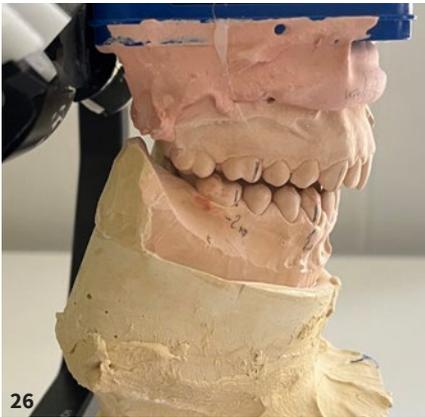


Abb. 21 In der digitalen Analyse der statischen Okklusion treten ein übermäßiger Kontakt der Seitenzähne auf beiden Seiten und eine Unverhältnismäßigkeit der Belastung der Zahnreihen (rechts 45,7 %; links 54,3 %) auf. **Abb. 22 bis 25** Die Gipsmodelle der Kiefer befinden sich im Artikulator, eine asymmetrische Verschiebung der intermaxillären Position nach rechts ist sichtbar. Bei der Kondylometrie der FIP mithilfe des A-CPM-Geräts wird die Zentrierung der Rotationsachse der Gelenke beobachtet. Die im A-CPM Gerät erfassten Werte werden auf den Gipsmodellen dokumentiert.



29

Patienten-Nummer: 2006
Geburtsdatum:
Praxis-Stempel:
Vorbereitung:
Aufbau: preCheck Schienenposition:
Bezugsebene:
Kondylenbahnneigung:
Bennettwinkel:
Messung und Auswertung:
Messpunkte:
Auswertung 1:
Auswertung 2:
Rechts:
Links:
Bemerkungen:
CR after 30 CG = 24/34
h = -1. mm.

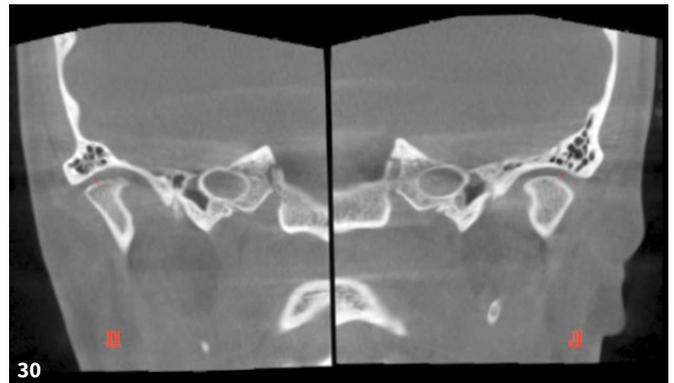


Abb. 26 bis 30 Die Gipsmodelle der Kiefer befinden sich im Artikulator, eine asymmetrische Verschiebung der intermaxillären Position nach rechts ist sichtbar. Bei der Kondylometrie der FIP mithilfe des A-CPM-Geräts wird die Zentrierung der Rotationsachse der Gelenke beobachtet. Die im A-CPM Gerät erfassten Werte werden auf den Gipsmodellen dokumentiert. **Abb. 31 bis 34** Intraorale Repositionierung der physiologischen intermaxillären Position (FIP) mit einer 3D-CG®-Schiene mit Wiederherstellung der vertikalen Bisshöhe und exkursiven Bewegungen des Unterkiefers im physiologischen Bereich.

Schlussfolgerungen

Das hier vorgestellte Konzept des Centric Guide® 3D Teamworks kann im analogen und digitalen Workflow angewendet werden.

Das Konzept unterstützt die praktische Anwendung, visualisiert strukturelle und funktionelle Algorithmen in der Diagnose und hilft bei der Behandlung von Funktionsstörungen und Dysfunktionen.

Die physiologische intermaxilläre Position (FIP) kann bei funktionsgestörten Patienten reproduzierbar bestimmt werden. Damit leistet das Konzept einen elementaren Betrag bei der instrumentalen

Untersuchung von stomatologischen Beschwerdenbildern sowie deren Therapie.

Durch zusätzliche Überprüfungen des diagnostischen Ergebnisses mit weiteren Untersuchungsmethoden, zum Beispiel einem 3-D-CT-Scan, konnte aufgezeigt werden, dass mit dem Centric Guide® 3D System die physiologische Kondylenposition beider Kondylen reproduzierbar bestimmt werden kann. Die Wirksamkeit der anschließenden Schienentherapie konnte durch T-Scan-Analysen bestätigt werden. Dabei konnte die ausgewogene Okklusion beider Zahnreihen sowie die Normalisierung der Kaumuskelkräfte während der digitalen T-Scan-Analyse, aufgezeigt werden. Die Zentrierung der Rotationsachse beider Kondylen wurde durch Untersuchung mit dem A-CPM-Kondylometer) nachgewiesen.

Anhand der Ergebnisse der Untersuchungen von 55 Patienten konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass es mit dem vorgestellten Konzept möglich ist, funktionsgestörten Patienten eine Therapie zu ermöglichen, bei der die FIP dauerhaft wiederhergestellt werden kann. Die Kombination der hier aufgezeigten Untersuchungen zeigt die Wirksamkeit des vorgestellten Konzeptes, die für die Wiederherstellung der physiologischen intermaxillären Position bei der komplexen Behandlung von Dysfunktionen des stomatognathen Systems wichtig ist.

Literatur

1. Abduo J. Safety of increasing vertical dimension of occlusion: a systematic review. *Quintessenz Int* 2012;43:369–380.
2. Alvarez G, Dias FJ, Lezcano F, Arias A, Navarro P, Fuentes R. Description of tongue movements on swallowing patterns. *Arch Oral Biol* 2020;113:104706.
3. Blatz MB, Chiche G, Bahat O, Roblee R, Coachman C, Heymann HO. Evolution of aesthetic dentistry. *J Dent Res* 2019;98:1294–1304.



Abb. 35 Skala des täglichen Schmerzempfindens der Patientin, die eine nahezu vollständige Beseitigung der Schmerzsymptome bezeugt.

Tab. 1 Ergebnisse der ersten Centric Guide 3D-Registrierung.

21.11.22p.	Ergebnisse mit einer Schiene	Ergebnisse ohne Schiene
Startmodus Multibite	88,7	79,4
Protrusion	43,1	80,5
links Laterotrusion	75,0	66,8
rechts Laterotrusion	64,5	84,5
Endmodus Multibite	84,3	78,6
durchschnittliche statische Indikatoren	86,5	79,0
durchschnittliche dynamische Indikatoren	61,0	78,6

Tab. 2 Ergebnisse der zweiten Centric Guide 3D-Registrierung.

6.04.23p.	Ergebnisse mit einer Schiene	Ergebnisse ohne Schiene
Startmodus Multibite	80,4	96,4
Protrusion	80,5	73,8
links Laterotrusion	71,9	79,1
rechts Laterotrusion	83,0	89,2
Endmodus Multibite	96,4	95,9
durchschnittliche statische Indikatoren	88,4	96,2
durchschnittliche dynamische Indikatoren	78,5	80,7

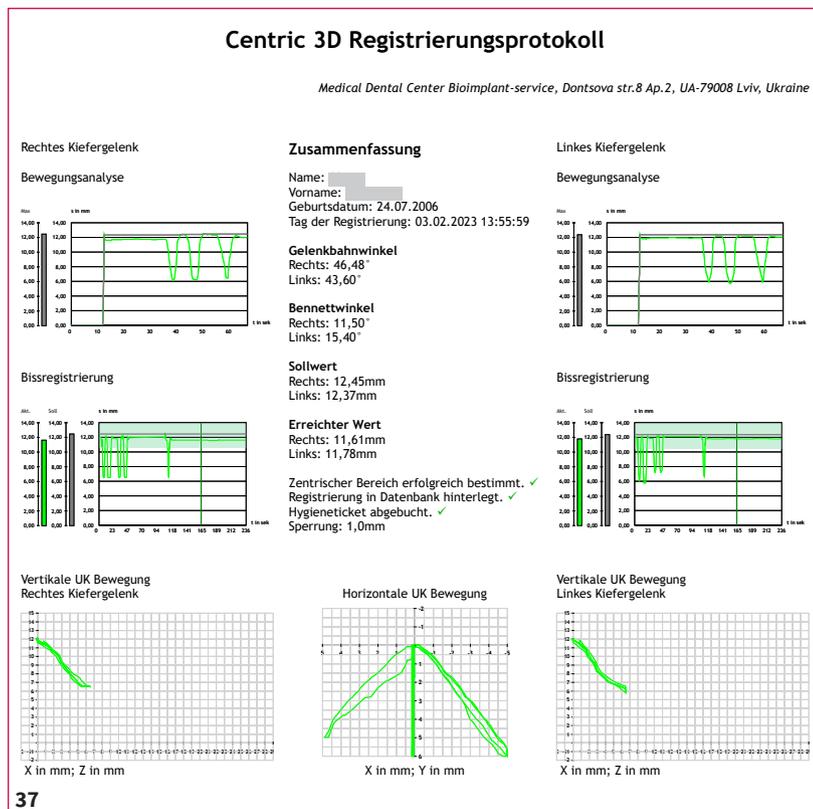
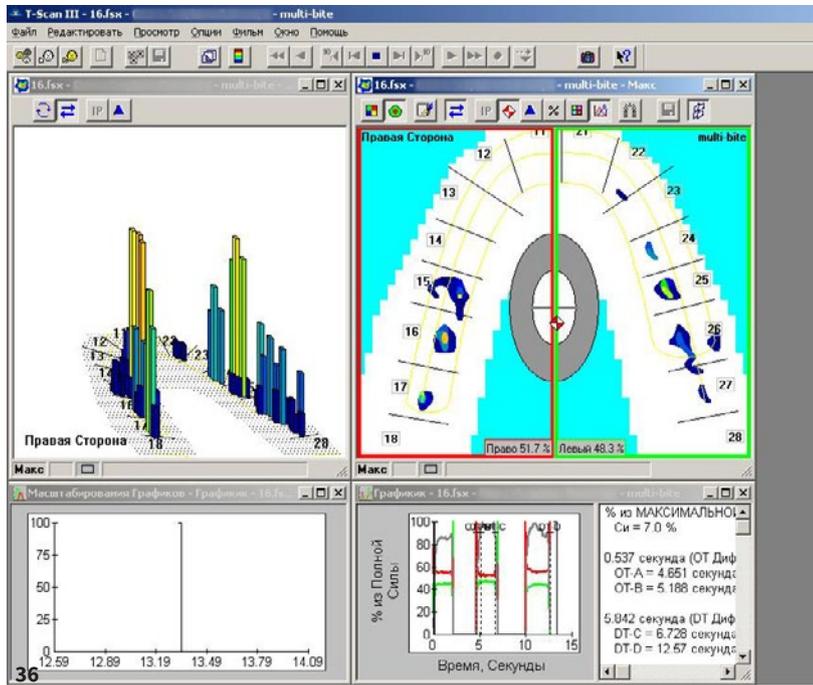
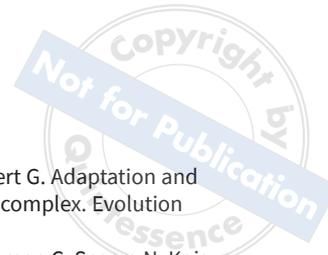


Abb. 36 und 37 Bei der Analyse digitaler Indikatoren der Okklusion mithilfe der T-Scan-III-Geräts handelt es sich um gleichmäßige zentrierte statische Kontakte mit der Schiene (R 51,7 % : L 48,3 %) und positive Dynamik der Wiederherstellung dynamischer Okklusionsindikatoren, was auf die Wiederherstellung des physiologischen Status der Funktion des stomatognathen Systems hinweist. Zweites Centric Guide 3D-Registrierungsprotokoll von der zweiten Registrierung circa acht Monate nach Eingliederung der Schiene.

4. Bock W, von Wahlert G. Adaptation and the form-function complex. *Evolution* 1965;9:269–299.
5. Calamita M, Coachman C, Sesma N, Kois J. Occlusal vertical dimension: treatment planning decisions and management considerations. *Int J Esthet Dent* 2019;14:166–181.
6. Carlsson GE. Critical review of some dogmas in prosthodontics. *J Prosthodont Res* 2009;533–10.
7. Chen H, Whittle T, Gal JA, Murray GM, Klineberg IJ. The medial pterygoid muscle: a stabiliser of horizontal jaw movement. *J Oral Rehabil* 2017;44:779–790.
8. Epstein M, Herzog W. Aspects of skeletal muscle modelling. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2003;358:1445–1452.
9. Frontera WR, Ochala J. Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcif Tissue Int* 2015;96:183–195.
10. Fujita T, Hayashi H, Shirakura M et al. Regeneration of condyle with a functional appliance. *J Dent Res* 2013;92:322–328.
11. The Glossary of Prosthodontic Terms: 9th edn. *J Prosthet Dent* 2017;117:e1–e105.
12. Goldstein G, Andrawis M, Choi M, Wiens J, Janal MN. A survey to determine agreement regarding the definition of centric relation. *J Prosthet Dent* 2017;117:426–429.
13. Goodacre CJ, Roberts WE, Goldstein G, Wiens JP. Does the stomatognathic system adapt to changes in occlusion? Best evidence consensus statement. *J Prosthodont* 2020;doi:10.1111/jopr.13310.
14. Greene CS, Menchel HF. The use of oral appliances in the management of temporomandibular disorders. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am* 2018;30:265–277.
15. Kandasamy S, Greene CS, Obrez A. An evidence-based evaluation of the concept of centric relation in the 21st century. *Quintessenz Int* 2018;49:755–760.
16. Kerstein RB, Wright NR. Electromyographic and computer analyses of patients suffering from chronic myofascial pain-dysfunction syndrome: before and after treatment with immediate complete anterior guidance development. *J Prosthet Dent* 1991;66:677–686.
17. Kitago T, Krakauer JW. Motor learning principles for neurorehabilitation. *Handb Clin Neurol* 2013;110:93–103.
18. Lapatki BG, Eiglsperger U, Schindler HJ, Radeke J, Holobar A, van Dijk JP. Three-dimensional amplitude characteristics of masseter motor units and representativeness of extracted motor unit samples. *Clin Neurophysiol* 2019;130:388–395.
19. Lund JP, Kolta A. Generation of the central masticatory pattern and its modification by sensory feedback. *Dysphagia* 2006;21:167–174.

20. Matsuo K, Palmer JB. Coordination of mastication, swallowing and breathing. *Jpn Dent Sci Rev* 2009;45:31–40.
21. Mohl ND, Ohrbach R. The dilemma of scientific knowledge versus clinical management of temporomandibular disorders. *J Prosthet Dent* 1992;67:113–120.
22. Moreno-Hay I, Okeson JP. Does altering the occlusal vertical dimension produce temporomandibular disorders? A literature review. *J Oral Rehabil* 2015;42:875–882.
23. Nickel JC, Iwasaki LR, Gonzalez YM, Gallo LM, Yao H. Mechanobehavior and ontogenesis of the temporomandibular joint. *J Dent Res* 2018;97:1185–1192.
24. Odman A, Bresin A, Kiliaridis S. The effect of retraining hypofunctional jaw muscles on the transverse skull dimensions of adult rats. *Acta Odontol Scand* 2019;77:184–188.
25. Ohrbach R, Dworkin SF. The evolution of TMD diagnosis: past, present, future. *J Dent Res* 2016;95:1093–1101.
26. Peck CG, Hannam AG. Human jaw and muscle modelling. *Arch Oral Biol* 2007;52:300–304.
27. Pokorny PH, Wiens JP, Litvak H. Occlusion for fixed prosthodontics: a historical perspective of the gnathological influence. *J Prosthet Dent* 2008;99:299–313.
28. Roberts WE, Stocum DL. Part II: Temporomandibular joint (TMJ)-regeneration, degeneration, and adaptation. *Curr Osteoporos Rep* 2018;16:369–379.
29. Schiffman E, Ohrbach R, Truelove E et al. Diagnostic criteria for temporomandibular disorders (DC/TMD) for clinical and research applications: recommendations of the International RDC/TMD Consortium Network and Orofacial Pain Special Interest Group. *J Oral Facial Pain Headache* 2014;28:6–27.
30. Schindler HJ, Türp JC, Blaser R, Lenz J. Differential activity patterns in the masseter muscle under simulated clenching and grinding forces. *J Oral Rehabil* 2005;32:552–563.
31. Sessle BJ. Biological adaptation and normative values. *Int J Prosthodont* 2003;16(Suppl):72–73.
32. Türp JC, Greene CS, Strub JR. Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *J Oral Rehabil* 2008;35:446–453.
33. van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *J Oral Rehabil* 2011;38:754–780.
34. van der Bilt A, Engelen L, Pereira U, van der Glas HW, Abbink JH. Oral physiology and mastication. *Physiol Behav* 2006;89:22–27.
35. Wagner C. Zielsicher zur zentrischen Relation. Interview. *Dental dialogue* 2018;19:36–42.
36. Wagner C. Mit der Dritten sieht man besser! *Dentalzeitung* 2019;2016–19.
37. Wagner C. Komplexversorgung vereint Handwerk, Teamwork und Digitalisierung. *ZWP Zahnarzt Wirtschaft Praxis* 2020;26:96–99.
38. Wiens JP, Goldstein GR, Andrawis M, Choi M, Priebe JW. Defining centric relation. *J Prosthet Dent* 2018;20:114–122.
39. World Health Organization (WHO). World Oral Health Report 2003. https://www3.paho.org/hq/dmdocuments/2009/OH_st_WHO.pdf (Zugriff am 22.04.2024).
40. Yin Y, He S, Xu J et al. The neuro-pathophysiology of temporomandibular disorders-related pain: a systematic review of structural and functional MRI studies. *J Headache Pain* 2020;21:78.



Yuriy Vovk

Prof. Dr.
Danylo-Halytskyi-Universität Lviv
Ukraine

Volodymyr Vovk

Dr.
Danylo-Halytskyi-Universität Lviv
Ukraine

Christian Wagner

ZTM
Geschäftsführer
Theratecc
Korrespondenzadresse:
Neefestraße 40
09119 Chemnitz
E-Mail: wagner@theratecc.de