

Krenare Agani, Werner Schupp

Zusammenhang zwischen CMD und dem Schweregrad einer kieferorthopädischen Anomalie



INDIZES

Craniomandibuläre Dysfunktion (CMD), Kiefergelenk, kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG), Zahn- und Kieferfehlstellungen, Funktionsanalyse

ZUSAMMENFASSUNG

Die craniomandibuläre Dysfunktion (CMD) ist eine funktionelle Störung mit Beteiligung der Kiefergelenke und der Kaumuskulatur, die unterschiedliche Symptome in anderen Körperregionen verursacht. Die Rolle der Okklusion wird als Prädisposition oder als beitragender Faktor bei der Initiierung der Störung angesehen. Das Ziel der vorliegenden Studie bestand darin, zu analysieren, ob spezifische CMD-Symptome im Zusammenhang mit der Komplexität der kieferorthopädischen Malokklusion vorliegen und wie Risikopatienten für die Entwicklung von CMD bestimmt werden, bevor eine kieferorthopädische Behandlung begonnen wird. Für die Studie wurden 30 kieferorthopädische Patienten nach fünf Schweregraden der KIG (kieferorthopädische Indikationsgruppen) in zwei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe beinhaltete leichte Malokklusionen (KIG 1 und 2) und die zweite Gruppe ausgeprägte und schwere Malokklusionen (KIG 3, 4 und 5). Es wurden frontale Gesichts-, Profil- und Fernröntgenaufnahmen sowie Modellauswertungen zusammen mit manueller und instrumenteller Funktionsanalyse durchgeführt, um latente CMD-Zeichen und Symptome aufzudecken und diese Ergebnisse mit dem Schweregrad der Malokklusion zu vergleichen. 46,67 % unserer untersuchten Patienten zeigten ein positives Screening. Es war in der Gruppe der milden Malokklusionen (KIG 1 und 2) ausgeprägter (26,67 %) als in der Gruppe der schweren Malokklusionen (KIG 3, 4 und 5), bei der das positive Screening nur bei 20 % der Probanden gefunden wurde. Zwischen den Gruppen mit und ohne CMD zeigte sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang bezüglich der skelettalen Kieferdiskrepanzen in sagittaler und vertikaler Richtung, der Inklination der oberen und unteren Schneidezähne sowie bezüglich der Breite und Länge der Zahnbögen. Die gestörte dynamische Okklusion und die zentrische Relation waren bei Patienten mit schwerer Malokklusion ausgeprägter. Das manuelle CMD-Screening zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen zwei Gruppen (KIG 1 und 2; KIG 3, 4 und 5). Patienten mit leicht ausgeprägten kieferorthopädischen Anomalien haben das gleiche Risiko an CMD zu erkranken, wie Patienten mit stark ausgeprägten Malokklusionen.

Manuskripteingang: 15.11.2021, Annahme: 03.12.2021

Einleitung

Das Kiefergelenk ist sowohl in morphologischer als auch in funktioneller Hinsicht ein ganz besonderes Gelenk im Vergleich zu den anderen Gelenken des menschlichen Körpers. Obwohl Muskeln bei den Bewegungen des Kiefergelenks eine Rolle spielen, wird seine endgültige Position durch die Okklusion bestimmt¹.

Verschiedene strukturelle Komponenten des Körpers sind funktionell mit dem Kiefergelenk verknüpft. So geht beispielsweise die Bewegung des Unterkiefers auch mit der Bewegung der Halswirbel einher. Bei der Mundöffnung kommt es zu einer leichten Streckung der Halswirbelsäule bei gleichzeitiger Beugung zwischen Atlas und Occiput. Diese Verbindung zwischen den Strukturen erklärt die enge Beziehung zwischen dem Kiefergelenk und den Halswirbeln². In einer anderen Studie wurde die Beziehung zwischen Angle-Klassifikation und orthopädischen Parametern untersucht. Die Ergebnisse deuten auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Skoliose und hypotoner Haltung und Dysgnathie der Angle-Klasse II hin³.

Eine signifikante Korrelation wurde zwischen Kieferasymmetrien, Becken- und funktioneller Beinlängenverkürzung festgestellt⁴.

Alle Strukturen, die am Kauvorgang beteiligt sind und miteinander koordiniert werden, werden als craniomandibuläres System (CMS) bezeichnet. Störungen, die diese Strukturen betreffen, werden als craniomandibuläre Störungen (CMD) oder temporomandibuläre Störungen (TMD) bezeichnet.

Die große Vielfalt der CMD-Anzeichen und -Symptome und ihre pathologischen Manifestationen im stomatognathen System machen es erforderlich, dass Kieferorthopäden über angemessene einschlägige Kenntnisse und Erfahrungen verfügen, um eine genaue Diagnose stellen und potenziell gefährdete Patienten identifizieren zu können⁵.

Wenn das Kiefergelenk überlastet ist und sich nicht anpassen kann, treten typische Befunde, häufig in Kombinationen, auf. Die häufigsten Anzeichen und Symptome, die einer CMD zugeschrieben werden, sind:

- eingeschränkte oder übermäßige Beweglichkeit des Unterkiefers,
- Abweichung oder Verformung des Unterkiefers beim Öffnen,
- Geräusche aus dem Gelenk während der Kieferbewegung,
- Schmerzen beim Abtasten der Kaumuskeln oder des Gelenks selbst,
- Abrasionen der Zähne,
- Gesichtsymmetrie.

Die Diagnose der CMD ist eine Herausforderung, und nicht diagnostizierte Erkrankungen können sich bei Kindern im Wachstum negativ auswirken. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass die Prävalenz von CMD mit dem Alter zunimmt^{6,7}.

Vor jeder umfassenden zahnärztlichen oder kieferorthopädischen Behandlung sollte der Patient kiefergelenkbezüglich untersucht werden, um mögliche Anzeichen und Symptome einer CMD festzustellen. Allerdings sei darauf hingewiesen, dass Anzeichen für funktionelle Störungen auch während oder nach einer kieferorthopädischen Behandlung auftreten können. Eine konsekutive Überprüfung der Befunde ist anzuraten, da sich eine unentdeckte CMD auch negativ auf den Verlauf der kieferorthopädischen Behandlung auswirken kann⁸.

Selbst wenn bei einem Patienten eine Fehlstellung vorliegt, lässt sich nicht immer vorhersagen, ob und wann ein pathologischer Zustand oder eine Verschlimmerung der Kiefergelenksfunktion auftreten kann⁹.

Jede zahnärztliche Behandlung, einschließlich der kieferorthopädischen, basiert auf der zentrischen Relation und nicht auf der habituellen Interkuspitation¹⁰. Die funktionelle Okklusion als eigenständige Einheit bestimmt das Wohlergehen des Kiefergelenks und der damit verbundenen Strukturen wie Bänder, Muskeln und Nerven¹¹.

Das Ziel jeder kieferorthopädischen Behandlung ist nicht nur die Korrektur von Zahn- und Kieferanomalien, sondern auch das Erreichen einer funktionellen Stabilität. Eine optimale Kondylus-Scheiben-Fossa-Relation mit maximaler okklusaler Stabilität sollte dabei angestrebt werden⁹.

Tab. 1 Kieferorthopädische Indikationsgruppen (KIG) nach der KZBV (Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung).

Anomalie	Kürzel	Grad				
		1	2	3	4	5
Kraniofaziale Anomalien	A					LKG-Spalte und -Syndrome
Zahnunterzahl	U				Aplasie oder Zahnverlust	
Durchbruchsstörungen	S				Retention	Verlagerung
Sagittale Stufe – distal	D	< 3 mm	3–6 mm		> 6–9 mm	> 9 mm
Sagittale Stufe – mesial	M				0–3 mm	> 3 mm
Vertikale Stufe – Offen	O	< 1 mm	> 1–2 mm	> 2–4 mm	> 4 mm habituell offen	> 4 mm skelettal offen
Vertikale Stufe – Tief	T	> 1–3 mm	> 3 mm ohne/mit Gingivakontakt	> 3 mm mit traumatischem Gingivakontakt		
Transverale Abweichung (Bukkal-, Lingualokklusion)	B				Bukkal-, Lingualokklusion	
Transverale Abweichung (Kreuzbiss)	K		Kopfbiss	Beidseitiger Kreuzbiss	Einseitiger Kreuzbiss	
Kontaktpunktabweichung (Engstand)	E	< 1 mm	> 1–3 mm	> 3–5 mm	> 5 mm	
Platzmangel	P		< 3 mm	> 3–4 mm	> 4 mm	

Kieferorthopädische Indikationsgruppen

Die kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG) stellen den Index der kieferorthopädischen Behandlungsindikation in Deutschland dar, der die Notwendigkeit einer kieferorthopädischen Behandlung bei gesetzlich versicherten Patienten regelt. Die Krankenkassen übernehmen kieferorthopädische Behandlungen ab Grad 3. Die Schweregrade 1 bis 5 werden nach der Malokklusionsdiagnose in allen drei Ebenen (sagittal, vertikal und transversal) anhand eines Schwellenwertes oder nach weiteren Faktoren (kraniofaziale Anomalien, fehlende Zähne, Durchbruchsstörungen etc.) bestimmt (Tab. 1).

- KIG 1 steht für leichte Zahnfehlstellungen und wird nicht von der Krankenkasse übernommen.
- KIG 2 umfasst leichte Zahnfehlstellungen, bei denen eine kieferorthopädische Behandlung notwendig ist, die aber nicht von der Krankenkasse übernommen wird.

- KIG 3: Die Fehlstellung ist ausgeprägt und sollte behandelt werden.
- KIG 4: Die Malokklusion ist sehr ausgeprägt und medizinisch indiziert.
- KIG 5: Die Malokklusion ist extrem ausgeprägt und eine Behandlung ist unbedingt erforderlich.

Das Ziel dieser Studie war es zum einen, den möglichen Zusammenhang spezifischer CMD-Symptome mit der Komplexität kieferorthopädischer Fehlstellungen zu untersuchen. Zum anderen sollte geprüft werden, wie Patienten mit einem Risiko für die Entwicklung einer CMD identifiziert werden könnten, bevor eine kieferorthopädische Behandlung eingeleitet wird.

Als Hypothese wurde formuliert: Es besteht kein Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen (KIG 1 und 2 sowie KIG 3, 4 und 5) als Ergebnis der manuellen und instrumentellen Funktionsanalyse.

Material und Methoden

Datenerhebung

Die Stichprobe der Studie bestand aus 30 Patienten (13 männlich, 17 weiblich) im Alter von 12 bis 56 Jahren, die sich in kieferorthopädischer Behandlung befanden. Alle Patienten, die in die Studie aufgenommen wurden, hatten keine CMD-Beschwerden und waren sich keiner bestehenden CMD-Symptome bewusst.

Die Untersuchung der Patienten wurde in zwei Privatpraxen in Zweibrücken und Pirmasens durchgeführt. Alle klinischen Untersuchungen der Patienten, die Auswertung der Aufzeichnungen und die Montage der Modelle wurden von einem Untersucher durchgeführt.

Patienten mit vorangegangenen kieferorthopädischen Behandlungen, prothetischen Versorgungen, Traumata, Medikamenten und akuten oder chronischen Erkrankungen wurden von der Studie ausgeschlossen.

Die Studienstichprobe wurde gemäß den KIG in zwei Gruppen unterteilt. Die erste Gruppe (Gruppe A) bestand aus Patienten mit KIG 1 und 2, zu denen leichte bis mittelschwere kieferorthopädische Anomalien gehören. Die zweite Gruppe (Gruppe B) bestand aus Patienten mit KIG 3, 4 und 5, die ausgeprägte und schwere Zahnfehlstellungen aufwiesen.

Untersuchungsverfahren

Die Untersuchungsverfahren und -unterlagen, die für diese Untersuchung verwendet wurden, werden routinemäßig in den Praxen erstellt, wie beispielsweise: Anamnese, klinische Untersuchung, Erstaufnahme, Analyse von Frontal- und Profilfotos, Analyse von Modellabformungen, Panorama- und seitliche Fernröntgenaufnahmen, manuelle und funktionelle Analyse.

Das zahnmedizinische Softwareprogramm OnyxCeph³ (Version 3.2.51, Fa. Image Instruments, Chemnitz) wurde für die kieferorthopädische Behandlungsplanung, die Analyse von Frontal- und Profilfotos, Modellen und die kephalometrische Analyse verwendet.

Die kephalometrische Analyse nach Bergeng-Hasund wurde verwendet, um die Beziehung der Kiefer zur Schädelbasis, die intermaxilläre Beziehung der Kiefer zueinander und die Position der Zähne zum Kiefer sowie zum umgebenden Knochen zu bestimmen.

Die sagittale Position von Ober- und Unterkiefer sowie die Parameter für die Analyse der vertikalen craniofazialen Morphologie wurden für diese Studie als relevant erachtet.

Untersuchung des craniomandibulären Systems (CMS)

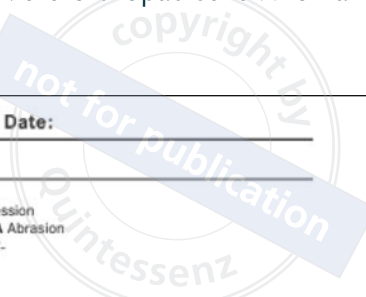
Mithilfe der manuellen Funktionsanalyse wird die Reaktion bestimmter Strukturen auf Provokationen inspiziert und überprüft.

Es wurde der Diagnosebogen des Kiefergelenks- und Bewegungsapparates nach Boisserée und Schupp^{1,12} verwendet (Abb. 1).

Dieser Diagnoseschlüssel enthält auch das kurze klinische Screening von Ahlers und Jakstat¹³ zur schnellen Prüfung des Kausystems, welches von Meyer¹⁰ von der Universität Greifswald modifiziert wurde. Der Diagnoseschlüssel beinhaltet sechs einfache Tests, die eine kurze klinische Ja- oder Nein-Antwort erfordern. Liegen ausschließlich negative Angaben oder lediglich eine positive Antwort vor, so besteht keine CMD. Die Wahrscheinlichkeit steigt bei zwei oder mehr positiven Befunden^{10,13}.

Aktive Bewegungen wurden mit einem Lineal in maximaler Mundöffnung, Protrusion und Laterotrusion auf der rechten und linken Seite gemessen. Wenn die maximale aktive Mundöffnung weniger als 40 mm betrug, wurde die Mundöffnung als eingeschränkt eingestuft. Veränderungen der Bewegungsbahn, der Durchbiegung oder der Abweichung des Unterkiefers beim Öffnen oder Schließen des Mundes wurden ebenfalls dokumentiert.

Durch Abtasten der seitlichen Kondylenpole wurden die Beweglichkeit der Kondylen und mögliche Kiefergelenkgeräusche (Knacken oder Krepitation) bei der Mundöffnung überprüft. Die Kiefergelenkgeräusche wurden entsprechend dem Stadium, in dem sie auftraten, dokumentiert, das




Patient: _____ Born: _____ Date: _____

Priority Disease: _____


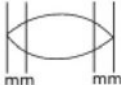

18	17	16	15	14	13	12	11	21	22	23	24	25	26	27	28
			85	84	83	82	81	71	72	73	74	75			
48	47	46	45	44	43	42	41	31	32	33	34	35	36	37	38

X Missing C Caries R Recession
 K Wedge-shaped Abrasion A Abrasion
 Pockets in mm Vitality +/-
 Space Closure X

Transfer _____

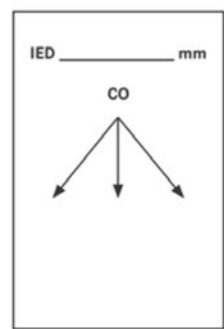
Rest Position  Midline

dental ↑	_____
dental ↓	_____
skelettal ↓	_____

 Laugh / Gummy Smile  Buccal Corridor  Incisal Edges  opposing straight following the lower lip

Frenulum ↑ _____ ↓ _____ Tongue _____ Transfer _____
 Speech _____ Swallowing _____ Transfer _____
 Lip Closure _____ Habit _____

SHORT SCREENING TEST		
1) Asymmetrical mouth opening	Yes	No
2) Limited mouth opening	Yes	No
3) Traumatic eccentric occlusion	Yes	No
4) Joint sounds/joint pain	Yes	No
5) Pain on muscle palpation	Yes	No
6) CR ≠ CO Cotton Roll Test	Yes	No
≥ 2	Yes	No

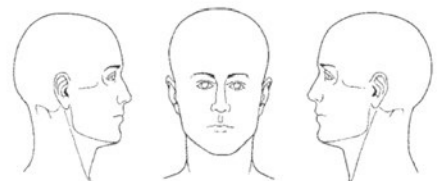


TMJ-sound:	Yes	No
r		
CO		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
l		

x = clicking 0 = crepitation

Endfeel _____ mm
 physiol. ___ hard ___
 pain: yes no

TMJ pain	r	l
TMJ lateral		
TMJ posterior		



CONTACTS IN CO	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

CONTACTS IN CR	8	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	8

CONTACTS IN DYNAMIC OCCLUSION	Protrusion															
	Lat. right															
	Lat. left															

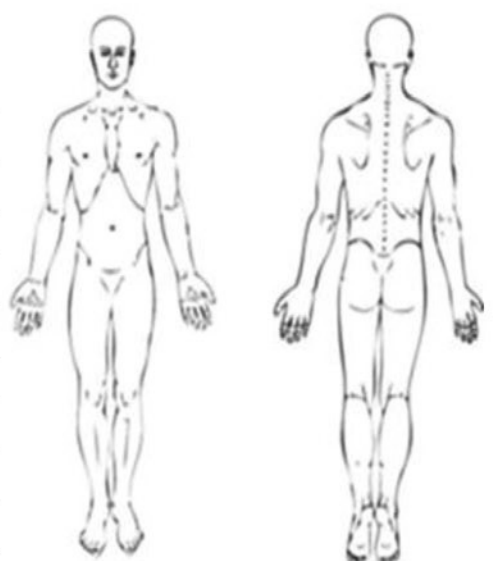


Abb. 1 Diagnoseschema des Kiefergelenks und des Bewegungsapparats nach Boisserée und Schupp.¹

heißt, ob sie zu Beginn, während oder am Ende der Mundöffnung oder des Mundschlusses auftraten. Muskelschmerzen wurden durch kontinuierlichen Druck getestet, und jeder Befund über Schmerzen, Verspannungen, Muskelverhärtungen oder -hypertrophien wurde als positiv markiert.

Der Watterollentest, der zur Entspannung der Muskulatur für zwei Minuten zwischen die Zähne gelegt wird, identifiziert eine mögliche Disharmonie zwischen physiologischer Zentrikrelation (CR) und Zentrikokklusion (CO), wenn der Unterkiefer „gleiten“ muss, um die maximale Interkuspitation zu erreichen. Wenn der Patient berichtet, dass der Kontakt gleichmäßig auf alle Zähne verteilt ist, und wenn es keine Anzeichen für gleitende Kontakte beim kräftigen Zusammenbeißen der Zähne gibt (CO = CR), dann liegt eine physiologische zentrische Position vor, da die Zähne gut okkludieren, wenn die Muskeln entspannt sind¹⁰.

Die Untersuchung der Zahnkontakte in habitueller und dynamischer Okklusion erfolgte in aufrechter Position mit einem Artikulationspapier von 12 µm und ohne jegliche Manipulation des Unterkiefers. Wenn bei dynamischen Bewegungen in Protrusion Seitenzahnkontakte und bei Laterotrusion hyperbalancierte Kontakte auf der mediotrusiven, das heißt, nicht arbeitenden Seite vorhanden waren, wurde die Okklusion als fehlerhaft bezeichnet.

Neben der Erhebung der Zahnbefunde wurden eventuelle Abrasionen des Zahnschmelzes registriert.

Das Vorgehen bei der instrumentellen Funktionsanalyse mit Gesichtsbogenaufnahme, zentrikaler Bissregistrierung und Montage der Modelle im Artikulator erfolgte nach Boisserée und Schupp¹.

Statistische Analyse

Der Vergleich der qualitativen Variablen zwischen den Gruppen wurde mit dem exakten Fischer-Test durchgeführt, während für die quantitativen Variablen ein Chi-Quadrat-Test für unabhängige Stichproben verwendet wurde. P-Werte, die kleiner oder gleich 0,05 waren, wurden als statistisch signifikant angesehen.

Ergebnisse

Aufgrund der unterschiedlichen Ausprägung der Anzeichen und Symptome wurden die Patienten während des manuellen Funktionscreenings in zwei weitere Gruppen eingeteilt: Die Probanden ohne Anzeichen und Symptome oder mit bis zu zwei Symptomen wurden in die negative Screening-Gruppe eingeteilt, während diejenigen mit drei und mehr CMD-Anzeichen und -Symptomen in die positive Screening-Gruppe eingestuft wurden.

Frontal- und Profilanalyse

Die Analyse der En-Face-Aufnahme zeigte, dass Probanden mit positivem Screening eine Mentonabweichung (23,33 %) aufwiesen, die statistisch signifikant war ($p < 0,05$).

Probanden mit positivem CMD-Screening wiesen auch eine stärkere anteriore Neigung des Untergesichts auf (30 %), wobei die Signifikanz nicht nachgewiesen werden konnte (Tab. 2).

Modellanalyse

Die Messungen der transversalen Breite und der Länge der oberen und unteren Zahnbögen wurden mit dem Pont- und dem Korkhaus-Index¹⁴ durchgeführt. Die Werte sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Es wurde keine Signifikanz in Bezug auf die Beziehung zwischen den anterioren und posterioren transversalen Messungen und auch in Bezug auf die Zahnbogenlänge zwischen den Probanden mit und ohne CMD-Anzeichen und -Symptome gefunden.

Kephalometrie

Panoramaröntgenaufnahmen lieferten keine zuverlässigen Daten für die Bewertung struktureller Veränderungen der Kondylen und wurden daher für diese Studie als nicht relevant erachtet.

Hinsichtlich der sagittalen und vertikalen Kieferrelation und der Inklination der Ober- und Unterkieferschneidezähne wurde kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den CMD-Anzeichen und -Symptomen festgestellt (Tab. 4).

Tab. 2 Ergebnisse der frontalen Gesichts- und Profilanalyse.

Gesichtsanalyse	Probanden mit positivem Screening	Probanden mit negativem Screening	Total	p-Wert
Schiefe Mundlinie	10 (33,33 %)	6 (20 %)	16 (53,33 %)	0,0813
Menton Deviation	7 (23,33 %)	1 (3,33 %)	8 (26,66 %)	0,0121*
Untere Gesichtshöhe_ gerade	1 (3,33 %)	4 (13,33 %)	5 (16,67 %)	0,3359
Untere Gesichtshöhe_ nach vorne schief	9 (30 %)	4 (13,33 %)	13 (43,33 %)	0,0634
Untere Gesichtshöhe_ nach hinten schief	4 (13,33 %)	8 (26,67 %)	12 (40 %)	0,2839

* Statistisch signifikant

Tab. 3 Ergebnisse der Modellanalyse. Messungen der Oberkiefer- und Unterkieferbreite und Zahnbogenlänge.

		Probanden mit positivem Screening	Probanden mit negativem Screening	p-Wert
Transversale Bogendiskrepanz	Normal 0 ± 3	7	7	0,63*
	Reduziert	5	8	
	Erhöht	2	1	
	Total	14	16	
Bogenlänge Diskrepanz	Normal 0 ± 3	10	12	0,83*
	Reduziert	3	4	
	Erhöht	1	0	
	Total	14	16	

* Nicht signifikant

Tab. 4 Ergebnisse der sagittalen und vertikalen Kieferrelation und der Inklination der Ober- und Unterkieferschnidezähne.

Fernröntgen-Analyse		Probanden mit positivem Screening N = 14	Probanden mit negativem Screening N = 16	p-Wert
Sagittal	Neutral	7 (50 %)	7 (43,75 %)	0,638812
	Distal	5 (35,71 %)	8 (50 %)	
	Mesial	2 (14,29 %)	1 (6,25 %)	
Vertikal	Neutral	6 (42,86 %)	4 (25 %)	0,342519
	Hyperdivergent	3 (21,49 %)	2 (12,5 %)	
	Hypodivergent	5 (35,71 %)	10 (62,5 %)	
Oberkieferinzisivi	Normale Angulation	7 (50 %)	8 (50 %)	0,874653
	Protrudiert	1 (7,14 %)	2 (12,5 %)	
	Retruiert	6 (42,86 %)	6 (37,5 %)	
Unterkieferinzisivi	Normale Angulation	4 (28,58 %)	8 (50 %)	0,425796
	Protrudiert	5 (35,71 %)	5 (31,25 %)	
	Retruiert	5 (35,71 %)	3 (18,75 %)	

Screenings zur Funktionsanalyse

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass 14 Patienten (46,67 %) ein positives Screening aufwiesen, das heißt, drei und mehr CMD-Zeichen und -Symptome wurden nach der Funktionsanalyse bestätigt. Dabei gehörten 26,67 % zur Gruppe der leichten Fehlstellungen (KIG 1 und 2),

während 20 % zur Gruppe der ausgeprägten und schweren Fehlstellungen (KIG 3, 4 und 5) zählten.

Der Chi-Quadrat-Test und Fisher-Test ergaben keinen statistisch signifikanten Unterschied bei den positiven und negativen Screenings zwischen den Probanden mit KIG 1 und 2 und zwischen den Probanden mit KIG 3, 4 und 5 (Tab. 5).

Tab. 5 Klassifizierung der Probanden nach KIG-Schweregraden und CMD-Screeningergebnissen.

KIG-Indikationsgruppen		Positives Screening	Negatives Screening	Total	p-Wert
Gruppe A	KIG 1	2	1	3	Chi-Quadrat-Test = 0,268; P = 0,60; P > 0,05*
	KIG 2	6	6	12	
	TOTAL	8	7	15	
Gruppe B	KIG 3	0	1	1	Exakter Fisher's test; P = 1,0; P > 0,05*
	KIG 4	5	6	11	
	KIG 5	1	2	3	
	TOTAL	6	9	15	
TOTAL		14	16	30	–
p-Wert	Chi-Quadrat-Test = 0,46; P > 0,05*				

* Statistisch nicht signifikant

Die Ergebnisse der Bewertung der CMD-Zeichen und -Symptome nach dem Screening der manuellen Funktionsanalyse sind in Tabelle 6 dargestellt.

Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der Veränderungen im Bereich der Unterkiefermobilität und der Gelenkgeräusche festgestellt. Sie war in der Gruppe B (KIG 3, 4 und 5) stärker ausgeprägt.

Okklusale Kontakte in habitueller, dynamischer und zentrischer Relation

Die Untersuchung der Zahnkontakte in habitueller maximaler Interkuspitation (= zentrische Okklusion) zeigte, dass eine korrekte Okklusion der Seitenzähne bei den Patienten der Gruppe A mit KIG 1 und 2 häufiger war (73,33 %).

Die Ergebnisse der dynamischen Okklusionsuntersuchung zeigten unterschiedliche Muster während der Protrusion wie reine Frontzahnführung und gemischte Front- und Seitenzahnführung. Die Frontzahnführung mit Beteiligung der Seitenzähne wurde als ungünstig bezeichnet und bei 10 Probanden beobachtet, von denen 3 Probanden (20 %) zur Gruppe A und 7 Probanden (46,67 %) zur Gruppe B gehörten. Der Unterschied zwischen den Gruppen war jedoch statistisch nicht signifikant.

Während der Laterotrusion traten sowohl die alleinige Eckzahnführung als auch eine Gruppenführung von Eckzähnen, Prämolaren und/oder

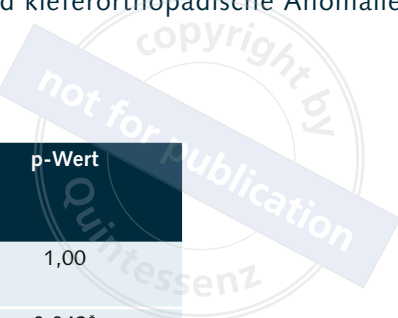
Molaren auf. Wenn während der Laterotrusion hyperbalancierte Kontakte auf der mediotrusiven Seite vorhanden waren, wurde die Okklusion als „inkorrekt“ bezeichnet und trat mehrheitlich bei Probanden mit ausgeprägten und schweren Malokklusionen auf (Gruppe B). In unserer Studiengruppe war der Unterschied jedoch statistisch nicht signifikant (Tab. 7).

Instrumentelle Funktionsanalyse – Zentrische Relation (CR)

Die Analyse der im Artikulator positionierten Patientenmodelle anhand der Gesichtsbogen- und Zentrikrelation-Aufzeichnungen ergab unterschiedliche Muster der ersten okklusalen Kontakte oder Interferenzen: Kontakte nur im Frontzahnbereich (unter Beteiligung von Schneide- und Eckzähnen), Seitenzahnkontakte nur im Prämolaren- oder Molarenbereich (ein- oder beidseitig) und zirkuläre Kontakte, die über alle Zahngruppen verteilt sind (ein- oder beidseitige Kontakte bei Schneide- und Eckzähnen, Prämolaren und Molaren) (Tab. 8). Im Allgemeinen war der Unterschied zwischen den beiden Gruppen hinsichtlich der CR statistisch signifikant ($p < 0,05$).

Diskussion

Um CMD zu erkennen, zu diagnostizieren und zu behandeln, sind komplexe und anspruchsvolle Analysen erforderlich. Die Behandlung umfasst ein



Tab. 6 Anzeichen und Symptome in den KIG-Gruppen.

CMD-Zeichen und -Symptome	KIG-Indikationsgruppen		p-Wert
	Gruppe A (KIG 1, 2) Total	Gruppe B (KIG 3, 4, 5) Total	
Ohne Zahnverschleiß	9	9	1,00
Mit Zahnverschleiß	6	6	
Normale Mundöffnung	15	10	0,042*
Eingeschränkte Mundöffnung	0	1	
Übermäßige Mundöffnung	0	4	0,914
Geradelinige Mundöffnung	8	7	
Deflektion des Unterkiefers	4	5	
Deviation des Unterkiefers	3	3	
Keine Gelenkgeräusche	8	6	0,0178*
Knackgeräusche beim Öffnen des Mundes	6	5	
Knackgeräusche beim Schließen des Mundes	0	0	
Reibegeräusche beim Öffnen des Mundes	0	3	
Reibegeräusche beim Schließen des Mundes	1	1	
Keine Schmerzen bei der Palpation	10	12	0,681
Schmerzen bei der Palpation	5	3	
CR gleich CO – Watterollentest	8	7	1,00
CR ungleich CO – Watterollentest	7	8	

* Signifikant

Tab. 7 Zahnkontakte in dynamischer Okklusion: Protrusion und Laterotrusion.

Kontakte in dynamischer Okklusion	Gruppe A	Gruppe B	p-Wert
Protrusion mit Frontzahnführung	12 (80 %)	8 (53,33 %)	0,2451
Protrusion mit gemischter Front- und Seitenzahnführung	3 (20 %)	7 (46,67 %)	0,2451
Laterotrusion rechts ohne Hyperbalancekontakte	13 (86,67 %)	9 (60 %)	0,2148
Laterotrusion rechts mit Hyperbalancekontakten	2 (13,33 %)	6 (40 %)	0,2148
Laterotrusion links ohne Hyperbalancekontakte	13 (86,67 %)	8 (53,33 %)	0,1086
Laterotrusion links mit Hyperbalancekontakten	2 (13,33 %)	7 (46,67 %)	0,1086

Tab. 8 Zahnkontakte nach Montage der Gipsmodelle im Artikulator.

Kontakte in zentrischer Relation	KIG-Indikationsgruppen				p-Wert
	Gruppe A		Gruppe B		
	Nr	%	Nr	%	
Frontzähne (Schneide- und Eckzähne)	3	20%	7	46,70%	0,00351*
Front- und Seitenzähne – unilateral	1	6,70%	2	13,30%	
Front- und Seitenzähne – bilateral	1	6,70%	1	6,70%	
Seitenzähne – unilateral	5	33,30%	4	26,70%	
Seitenzähne – bilateral	5	33,30%	1	6,70%	
TOTAL	15	100%	15	100%	

* Statistisch signifikant

breites Spektrum an verschiedenen therapeutischen Maßnahmen und einen interdisziplinären Ansatz mit unterschiedlichen Spezialisten.

Ziel dieser Studie war es, die Verteilung der CMD-Anzeichen und -Symptome in den KIG-Kategorien zu untersuchen und mithilfe der

manuellen und instrumentellen Funktionsanalyse mögliche CMD-Risikopatienten zu ermitteln, bevor eine kieferorthopädische Behandlung eingeleitet wird.

Obwohl die in diese Studie eingeschlossenen Patienten subjektiv keine CMD-Symptome aufwiesen und keine subjektiven Beschwerden hatten, wurde die detaillierte Untersuchung der Okklusion mithilfe einer röntgenologischen und skelettalen Beurteilung sowie einer manuellen und instrumentellen Funktionsanalyse mit der Absicht durchgeführt, Funktionsstörungen des stomatognathen Systems frühzeitig zu erkennen.

Nicht jede CMD-Pathologie ist symptomatisch. Die Studie von Wolford et al.¹⁵ zeigte, dass 25 % der Patienten mit intrakondylärer Resorption keine Symptome einer CMD aufwiesen. Eine zu spät diagnostizierte CMD kann jedoch in einen Zustand mit irreversibler Zerstörung der intrakapsulären Kiefergelenkselemente übergehen. Deshalb ist eine rechtzeitige und korrekte Diagnose von CMD von größter Bedeutung.

Untersuchungen von Hirsch et al.¹⁶ haben gezeigt, dass nicht-symptomatische CMD doppelt so häufig (30 %) vorkommen wie symptomatische CMD, und dass die CMD-Prävalenz offenbar als Gesundheitsproblem wahrgenommen wird. Bei der Auswertung der Ergebnisse dieser Studie zeigten 46,6 % der untersuchten Patienten ein positives CMD-Screening, das durch eine Funktionsanalyse bestätigt wurde.

Es sollte betont werden, dass bei einigen Patienten dieser Studiengruppe das CMD-Screening negativ ausfiel, obwohl die Zahn- und Kieferanomalien sehr schwerwiegend waren. Man könnte annehmen, dass entweder die Kompensationsmechanismen noch in der Lage waren, das Gleichgewicht des stomatognathen Systems zu gewährleisten, oder dass die meisten der untersuchten Patienten sehr jung waren, sodass die Malokklusion noch nicht lange andauerte.

Nach unseren Erkenntnissen waren Veränderungen im Bereich der Unterkieferbeweglichkeit und Krepitationsgeräusche, die auf degenerative Veränderungen der Gelenkflächen des Kiefergelenks hinweisen, sowie Unterschiede im Bereich der Unterkieferbeweglichkeit in der Gruppe mit

schweren Malokklusionen und bei erwachsenen Patienten ausgeprägter, was einen Zusammenhang zwischen dem Grad der okklusalen Störungen und möglichen degenerativen Schäden in den Gelenken zeigen könnte.

Die Analyse der En-Face-Aufnahme zeigte, dass Patienten mit positivem CMD-Screening eine Mentonabweichung (23,33 %) aufwiesen, die statistisch signifikant war. Unsere Ergebnisse stimmen mit denen von Lobrezzo-Scholte et al.¹⁷ überein. In ihrer Studie wiesen 33 % der Patienten mit CMD eine Gesichtsasymmetrie auf.

Es wurde kein signifikanter Zusammenhang zwischen den positiven und negativen Screening-Gruppen hinsichtlich der skelettalen Kieferdiskrepanzen in den sagittalen und vertikalen Relationen, der Inklination der Ober- und Unterkieferschneidezähne sowie der Breite und Länge der Zahnbögen, gemessen anhand der Modelle, festgestellt.

Die Ergebnisse dieser Studie stimmen mit denen von Sabbagh¹⁸, Sonnesen et al.¹⁹ und Badel et al.²⁰ überein, die ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang zwischen CMD und Malokklusion oder anderen kraniofazialen Anomalien gefunden haben.

Während neuere Studien gezeigt haben, dass statische und dynamische Okklusionsbedingungen möglicherweise nicht der wichtigste Aspekt bei der Entstehung von CMD sind²¹, widersprechen andere Studien solchen Aussagen. Laut Solberg et al.²² können einige okklusale Kontakte oder Interferenzen auf der Nicht-Arbeitsseite Zähneknirschen oder Zähnepressen auslösen, die wiederum CMD verursachen. Cordray²³ postulierte, dass der Behandler nicht auf die im Mund beobachtete Okklusion vertrauen sollte.

In dieser Studie wurden selbst asymptomatische okklusale Störungen bei unseren untersuchten Patienten nach der instrumentellen Funktionsanalyse sichtbar. Daher sind ordnungsgemäße interokklusale Registrierungen, die Montage der Modelle im Artikulator und die Überwachung aller funktionellen Aspekte der Okklusion erforderlich, damit eine Diskrepanz erkannt werden kann. Die Feststellung einer Diskrepanz zwischen CR und CO kann den Kieferorthopäden dazu veranlassen, zu bestimmen, in welche Richtung die Zähne

bewegt werden müssen, um eine CR = CO-Koinzidenz zu erreichen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, dass die Patienten der Gruppe B (KIG 3, 4 und 5) eine ausgeprägtere CO \neq CR-Diskrepanz aufwiesen, die nur mithilfe der instrumentellen Funktionsanalyse festgestellt werden konnte. Der Unterschied zwischen unseren Untersuchungsgruppen erwies sich als statistisch signifikant, sodass die zu Beginn der Studie aufgestellte Nullhypothese abgelehnt werden konnte.

Das Vorhandensein bestimmter Anzeichen und Symptome bestätigte das Vorhandensein einer latenten CMD bei einigen Patienten in dieser Studie, aber die Vorhersage, ob sich diese Symptome in absehbarer Zeit zu einem vollständigen CMD-Krankheitsbild entwickelt hätten, ist nur mit prospektiven Kohortenstudien möglich. Längsschnittuntersuchungen und größere Stichprobengrößen könnten mögliche Fehler reduzieren und zuverlässigere Ergebnisse liefern. Da alle von uns untersuchten Patienten nach der Datenerhebung in dieser Studie kieferorthopädisch behandelt wurden, ist es nicht mehr möglich, die unbehandelten latenten Fälle zu verfolgen und zu überprüfen, ob sich ein CMD-Krankheitsbild entwickelt hätte. Studien in der Literatur bestätigen jedoch, dass Patienten mit unbehandelten CMD-Symptomen eine schwerere CMD entwickeln^{24,25}.

Die instrumentelle Funktionsanalyse ist für eine akkurate kieferorthopädische Behandlung von Patienten hilfreich, um die Relationen zwischen Okklusion und der Kondylenposition zu bestimmen. Diese einfache und zuverlässige Technik trägt dazu bei, Patienten mit einem Risiko für die Entwicklung einer CMD zu erkennen.

Die gesetzlichen Krankenkassen sollten erwägen, die instrumentelle Funktionsanalyse in die kieferorthopädische Behandlungsplanung einzubeziehen, um Komplikationen während der kieferorthopädischen Behandlung zu vermeiden und den Bedarf an Aufbisssschienen in Zukunft zu reduzieren.

Eine der Einschränkungen dieser Studie besteht darin, dass die Stichprobe Patienten umfasste, die unsere Kliniken für kieferorthopädische Behandlungen aufsuchten, und nicht eine zufällig ausgewählte

Stichprobe aus der Bevölkerung. Es ist auch wichtig zu erwähnen, dass in diese Studie nur eine kleine Anzahl von Patienten einbezogen wurde, die zu dem Zeitpunkt für eine kieferorthopädische Behandlung verfügbar waren. Für die Zukunft sind weitere Studien mit größeren Stichproben und längeren Beobachtungszeiträumen erforderlich.

Da die Bewertung der morphologischen Veränderungen an den Kondylen in dieser Studie mit Standard-Röntgenaufnahmen durchgeführt wurde, die zu Beginn der kieferorthopädischen Behandlung bei jedem Patienten gemacht werden, besteht eine weitere Einschränkung dieser Studie darin, dass fortschrittlichere Röntgenuntersuchungen wie Cone-Beam-Computertomografie (CBCT) und Magnetresonanztomografie (MRT) nicht verwendet werden konnten, um genauere Informationen über das Kiefergelenk zu erhalten.

Die Diagnosekriterien der CMD waren auch nur auf die zahnmedizinisch-okklusale Komponente beschränkt. Die Einbeziehung des übrigen skelettalen Systems in die Untersuchung hätte mehr Informationen über ascendierende oder descendierende Wechselwirkungen geliefert.

Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass die methodischen Verfahren zur Erfassung der Malokklusion und der Anzeichen und Symptome der CMD zur Identifizierung asymptomatischer CMD-Patienten, unabhängig vom Schweregrad der Malokklusion, eingesetzt werden können.

Die Funktionsanalyse ist auch bei asymptomatischen Patienten nützlich, da sie Patienten mit einem Risiko für die Entwicklung einer CMD identifiziert, bevor eine kieferorthopädische Behandlung eingeleitet wird, und somit ein Eingreifen zur Vermeidung von Komplikationen ermöglicht.

Die CMD-Anzeichen und -Symptome zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen (KIG 1,2 und KIG 3,4,5). Patienten mit leichten kieferorthopädischen Anomalien haben das gleiche Risiko, eine CMD zu entwickeln, wie Patienten mit schweren Zahnfehlstellungen.

Eine gestörte dynamische Okklusion und zentrische Relation steht in engem Zusammenhang mit dem Schweregrad der Malokklusion, sodass die Möglichkeit einer späteren Entwicklung zu

einem vollständigen CMD-Krankheitsbild nicht ausgeschlossen werden kann und daher weitere Studien erforderlich sind.

Literatur

1. Boisserée W, Schupp W [Hrsg]. Krianiomandibuläres und muskuloskelettales System. Funktionelle Konzepte in der Zahnmedizin, Kieferorthopädie und Manualmedizin. 1st ed. Berlin: Quintessenz Verlags-GmbH 2012. S. 31–32.
2. Kerlin F. CMD--In wie weit lassen sich Knackphänomene differenzieren? [Examensarbeit]. No date available [Last visited 20.03.2021]. Available from: http://www.ganeo.de/facharbeiten/examensarbeit_von_Frank_Kerlin.pdf.
3. Klostermann I, Kirschneck C, Lippold C, Chhatwani S. Relationship between back posture and early orthodontic treatment in children. *Head Face Med* 2021;17:4. doi: 10.1186/s13005-021-00255-5 [Epub 05.02.2021]
4. Lippold C, Ehmer U, van den Bos L. Beziehungen zwischen kieferorthopädischen und orthopädischen Befunden. *Man Med* 2000; 38:346–350.
5. Athanasiou AE, Graber TM. Temporomandibular disorders and orthodontics. In: Graber TM, Eliades T, Athanasiou AE [Hrsg]. Risk Management in Orthodontics: Experts' Guide to Malpractice. 1st ed. Chicago: Quintessence Publ Co, Inc. 2004. S.145–164.
6. Yadav S, Yang Y, Dutra EH, Robinson JL, Wadhwa S. Temporomandibular joint disorders in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2018;66:1213–1237.
7. Mathew AL, Sholapurkar AA, Pai KM. Condylar changes and its association with age, TMD, and dentition status: A cross-sectional study. *Int J Dent* 2011;4:13639. doi:10.1155/2011/413639 [Epub 31.10.2011].
8. Meyer G, Bernhardt O, Küppers A. Der Kopfschmerz – ein interdisziplinäres Problem – Aspekte der zahnärztlichen Funktionsdiagnostik und -therapie. *Quintessenz* 2007;8:1211–1218.
9. Radlanski R. The temporomandibular joint: morphogenesis and growth. *J Aligner Orthod* 2020;4:93–106.
10. Meyer G. Short clinical screening procedure for initial diagnosis of temporomandibular disorders. *J Aligner Orthod* 2018;2:91–98.
11. Reddy KPK, Reddy GV, Chaitanya N. Functional occlusion and temporomandibular joint. *Ann Essences Dent* 2014; 6:51–55.
12. Schupp W. Continuing diagnostics of the temporomandibular and musculoskeletal system (TMS/MSS). *J Aligner Orthod* 2018;2:199–213.
13. Ahlers MO, Jakstat HA. CMD-Screening mit dem CMD-Kurzbeurteilung. *Quintessenz* 2015;66:1399–1409.
14. Nötzel F, Schultz C [Hrsg]. Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik. 2nd Ed. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2009.
15. Wolford LM, Cardenas L. Idiopathic condylar resorption: Diagnosis, treatment protocol, and outcomes. *Am J Orthod Dentofacial Orthoped* 1999;116:667–677.
16. Hirsch C. Verbreitung und Ätiologie von kranio-mandibulären Dysfunktionen (CMD) im Kindes- und Jugendalter. *Inf Orthod Kieferorthop* 2019;51:40–49.
17. Lobbezoo-Scholte AM, Leeuw JR de, Steenks MH, Bosman F, Buchner R, Olthoff LV. Diagnostic subgroups of craniomandibular disorders. Part I: Self-report data and clinical findings. *J Orofac Pain* 1995;9:24–36.
18. Sabbagh A. TMD manual and functional diagnostics and Aqua Splint therapy: a novel procedure for simple diagnosis and effective therapy of the TMJ/TMD [Internet]. 2014 [Last visited 09.07.2021]. Available from: https://goldberg.lv/wp-content/uploads/2020/01/publication_dental-asia_dental-feature_sept.oct_issue-2014.pdf
19. Sonnesen L, Bakke M, Solow B. Malocclusion traits and symptoms and signs of temporomandibular disorders in children with severe malocclusion. *Eur J Orthod* 1998;20:543–559.
20. Badel T, Marotti M, Krolo I, Kern J, Keros J. Occlusion in patients with temporomandibular joint anterior disk displacement. *Acta Clin Croat* 2008;47:129–136.
21. Manfredini D, Perinetti G, Stellini E, Di Leonardo B, Guarda-Nardini L. Prevalence of static and dynamic dental malocclusion features in subgroups of temporomandibular disorder patients: Implications for the epidemiology of the TMD-occlusion association. *Quintessence Int* 2015; 46:341–349.
22. Solberg WK, Woo MW, Houston JB. Prevalence of mandibular dysfunction in young adults. *J Am Dent Assoc* 1979;98:25–34.
23. Cordray F. Centric relation treatment and articulator mountings in orthodontics. *Angle Orthod* 1996;66: 153–158.
24. Köhler AA, Hugoson A, Magnusson T. Prevalence of symptoms indicative of temporomandibular disorders in adults: cross-sectional epidemiological investigations covering two decades. *Acta Odontol Scand* 2012;70:213–223.
25. Egermark I, Magnusson T, Carlsson GE. A 20-year follow-up of signs and symptoms of temporomandibular disorders and malocclusions in subjects with and without orthodontic treatment in childhood. *Angle Orthod* 2003;73:109–115.

Correlation between CMD and complexity of orthodontic malocclusion

KEY WORDS

Craniomandibular dysfunction (CMD), temporomandibular joint (TMJ), KIG, malocclusion, functional analysis

ABSTRACT

CMDs (craniomandibular dysfunctions) are functional disorders that involve the temporomandibular joint (TMJ) and masticatory muscles, but also cause different symptoms in other regions of the body. The role of occlusion is considered as a predisposition or as a contributing factor by initiating the disorder. This study aimed to analyze if there are specific CMD signs and symptoms related to the complexity of orthodontic malocclusion and to identify patients with a risk of developing a CMD before orthodontic treatment is initiated. The study sample consisted of 30 orthodontic patients who were divided in two groups according to KIG (Kieferorthopädische Indikationsgruppen), which has five severity grades. The first group included mild malocclusions (KIG 1 and 2), and the second group included pronounced and severe malocclusions (KIG 3, 4, and 5). Frontal face, profile, cephalometric, and study cast model analysis together with manual and instrumental functional analysis were performed to reveal latent CMD signs and symptoms and to compare these findings with the severity of malocclusion. Of the overall examined patients, 46.67% demonstrated a positive screening. It was more pronounced (26.67%) in the group of mild malocclusions (KIG 1 and 2) compared with the group of pronounced and severe malocclusions (KIG 3, 4, and 5), in which the positive screening was found in only 20% of subjects. No statistically significant association was found between the groups with and without CMD, regarding skeletal jaw discrepancies in sagittal and vertical, the inclination of the maxillary and mandibular incisors, and also regarding the width and the length of the dental arches. The results of this study showed that pronounced malocclusions have a more deranged dynamic occlusion and centric relation. CMD manual functional screening did not show a significant difference between the two study groups (KIG 1,2 and KIG 3,4,5). Patients with slight orthodontic anomalies have the same risk of developing CMD as the patients with severe malocclusions.



Krenare Agani M.D.Sc.

Dr. med. dent.
(UMF Prishtina)
Privatpraxis in Hauptstraße 100
66482 Zweibrücken
und
Exerzierplatzstr. 1
66953 Pirmasens

Werner Schupp

Dr. med. dent.
Privatpraxis
Hauptstraße 50
50996 Köln

Krenare Agani

Korrespondenzadresse:

Dr. med. dent. Krenare Agani, E-Mail: krenare.agani@gmail.com