

F. Friedrich¹, D. Ohlendorf², H. Bollwein³, D. Karrasch-Busse⁴, S. Kopp²

Korrelationen zwischen einem Aufbissbehelf und der Oberkörperstatik bei Patienten mit HWS-Syndrom

Correlation between an occlusal splint and the body posture of patients with cervical-spine-syndrome



F. Friedrich

Zielsetzung: Ziel der Untersuchung ist es, bei Patienten mit Beschwerden der HWS- und Schulter-Nackengegend zu überprüfen, wie sich die Bewegungsfunktion der HWS, der Schulter- sowie der Beckenregion und die Symptomatik der Patienten unter dem Einsatz einer Aufbisschiene verändern.

Material und Methoden: 34 Patienten (12 m/22 w) im Alter zwischen 19 Jahren und 72 Jahren nahmen an dieser Untersuchung teil. Nach der Eingangsuntersuchung wurden alle Probanden mit einem Aufbissbehelf in zentrischer Relation versorgt, der von den Patienten über einen Zeitraum von 6 Wochen während der Nacht getragen werden sollte. Die Eingangs- und Ausgangsuntersuchung der Körperstatik wurde nach einem manualtherapeutischen Untersuchungsschema und mit einem dreidimensionalen Rückenscanner (ABW, Frickenhausen/Deutschland; GeBioM mbH, Münster/Deutschland) dokumentiert. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Softwareprogramm BIAS 10.0, wobei der Wilcoxon-Matched-Pairs-Test zum Einsatz kam. Das Signifikanzniveau lag bei $p \leq 5\%$.

Ergebnisse: Bei der Auswertung der Untersuchungsergebnisse der dreidimensionalen Rückenvermessung zeigten sich Unterschiede bei den Wirbelsäulen- und Beckenparametern. Bei der manualtherapeutischen Untersuchung waren vor allem bei der Schulterhöhe und -rotation Veränderung festzustellen genauso wie eine Veränderung der Beckenrotation hinsichtlich der Beckenkammhöhe und der Beinlängendifferenz.

Diskussion: Diese dokumentierten Effekte lassen die Vermutung zu, dass sich die Beeinflussung des Craniomandibulären

Introduction: The aim of this study is to investigate changes in the motor function of the cervical spine area, shoulder area and pelvic region and their symptoms by using an occlusal splint in patients with symptoms of the cervical and shoulder-neck region.

Material and methods: 34 patients (12 m/22 f) between 19 and 72 years participated in this study. After the initial examination, all subjects were treated with an occlusal splint in centric relation which should be worn over a period of six weeks during the night. For the first and the last investigation of the body posture a manual therapeutically examination and a three-dimensional back scan (ABW, Frickenhausen/Germany; GeBioM mbH, Münster/Germany) were carried out. The statistical analyze was performed by using the software program BIAS 10.0. As statistical test the Wilcoxon-Matched-Pairs-Test was used. The significance level was $p \leq 5\%$.

Results: The findings of the three-dimensional back scan showed differences in the spinal and pelvic parameters. The manual therapeutically investigation showed mainly changes in the shoulder height and shoulder rotation as well as changes in the pelvic rotation in terms of the iliac crest height and the leg length discrepancy could be detected.

Discussion: These effects lead to the assumption that the influence of the craniomandibular system affects the body posture by wearing an occlusal splint. Nevertheless, a wearing period of 6 weeks is too low to receive meaningful results. Because each method of investigation opened different findings, the combination of a manual therapeutically exam-

¹ Heinrichstr. 24, 30175 Hannover

² Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Zahnärztliches Universitätsinstitut „Carolinum“, Poliklinik für Kieferorthopädie, ZZMK, Haus 29, Frankfurt

³ Bahnhofstr 4, 30159 Hannover

⁴ Fünfhausenstraße 17, 31832 Springe

Peer-reviewed article: eingereicht: 23.04.2013, revidierte Fassung akzeptiert: 04.07.2013

DOI 10.3238/dzz.2013.0540-0548

Systems über ein Aufbissbehelf auf die Körperstatik auswirkt. Dennoch erscheint eine Tragedauer von 6 Wochen als zu gering, um aussagekräftige Schlussfolgerungen zu ziehen. Da jede Untersuchungsmethode für sich unterschiedliche Resultate eröffnet, erscheint die Kombination aus einem manualtherapeutischen Untersuchungsgang und einer messtechnischen Untersuchungsmethode, bei Befundung und Kontrolle einer Therapie mit einem Aufbissbehelf in den zahnärztlich-kieferorthopädischen Handlungsablauf eine sinnvolle Verknüpfung zu sein. (Dtsch Zahnärztl Z 2013; 68: 540–548)

Schlüsselworte: HWS-Syndrom; Aufbissbehelf; Körperhaltung; dreidimensionale Rückenvermessung

Einleitung

Generell ist das Halswirbelsäulensyndrom (HWS-Syndrom) keine Diagnose, sondern nur eine Sammelbeschreibung vielfältiger Beschwerden und Symptome, die sich im Bereich der Halswirbelsäule oder der Nacken-Arm-Schulterregion ausdrücken können [5, 9–11]. Im klinischen Alltag werden unter dieser Sammelbezeichnung vorwiegend chronisch rezidivierende Beschwerden zusammengefasst, wie beispielsweise Zervikobrachialgien, schmerzhafte muskuläre Verspannungen der Nacken- und Schultergürtelmuskulatur, Spannungskopfschmerzen oder neurologische Symptome (Parästhesien oder Hypästhesien) [15, 22, 23, 31].

Die Auslöser für das HWS-Syndrom sind vielfältiger Ursache. Sie reichen von degenerativen Veränderungen der HWS mit begleitenden Funktionsstörungen des muskulolettalen Systems, Kompressionen der Spinalwurzel durch einen Diskusprolaps, Myelonkompressionen bis zu Einflüssen des visuellen Systems und psychosozialen Einflüssen [8, 15, 16, 20]. Ein Faktor, der die Halswirbelsäule beeinflussen kann, ist das Kiefergelenk bzw. das Craniomandibuläre System. Nicht nur entwicklungsgeschichtlich hängen beide Teile des Regelkreissystems eng funktionell miteinander zusammen. *Plato* und *Kopp* [17] fanden in mehr als 80 % der Fälle eine direkte Beeinflussung.

Unter der Voraussetzung, dass Veränderungen nicht nur einseitig wirken, können die Funktionsstörungen des Craniomandibulären Systems (CMS) eine weitere, sekundäre Folgeerscheinung des HWS-Syndroms sein mit beispielsweise einer Diskoordination der CMS-Muskulatur, Muskelverspannungen, Myogelosen

oder aber auch Gelenk- und Diskusschäden [6, 30, 31]. Wegen dieser Komplexität existieren beim HWS-Syndrom zahlreiche therapeutische Maßnahmen, die nach Abklingen der akuten Beschwerden und nach Absetzen von Medikamenten adäquat angewendet werden [1, 7, 9, 12].

Insbesondere weisen damit vertraute Therapeuten darauf hin, dass besonders bei funktionellen Beschwerden auf eine gute, koordinierte Körperhaltung Wert gelegt werden sollte. Diese Verbesserung der Körperhaltung ist somit ein Ziel der physikalischen Therapie und dient der Prophylaxe vor weiteren Beschwerden [4, 7, 11].

Sollten neben Symptomen im HWS-Bereich auch solche im CMS auftreten, ist die Therapie mittels eines Aufbissbehelfs ein guter Ansatz, um bei Nackenverspannungen, Kiefergelenksbeschwerden oder Schwindel und Migräne eine Linderung zu bewirken. Umfangreiche Studien belegen bereits, dass ein Aufbissbehelf eine Reduzierung der oben beschriebenen Beschwerden bewirken kann [5, 10, 11, 13, 15].

Daher kommt in dieser Untersuchung bei den Probanden, die Beschwerden im Symptomenkomplex des HWS-Syndroms und des CMS kombiniert aufweisen, eine funktionsorientierte Therapie mittels eines Aufbissbehelfs zum Einsatz. Durch die Äquilibration der Kaukräfte durch eine günstige dreidimensionale Gestaltung der Oberflächentopologie des Aufbissbehelfes werden die Afferenzen aus der Kaumuskelatur harmonisiert. Die Muskulatur arbeitet weniger gegen schädliche Kontakte an. Das System verbraucht weniger Energie. Durch den Wegfall dieser schädlichen – das Kiefergelenk verlagernder – Zahnkon-

ination process and a metrological investigation method in diagnosis therapy appears to be a useful link within a control therapy with an occlusal splint in the dental-orthodontic therapy process.

Keywords: cervical-spine-syndrome; occlusal splint; body posture; three-dimensional back scan

takte können sich die Kiefergelenke darüber hinaus neu zentrieren.

Zielsetzung dieser Studie ist es nun zu untersuchen, inwiefern sich (1) eine Relaxierung der Muskulatur des CMS und (2) die Repositionierung des Gelenks auf die Oberkörperstatik während einer sechswöchigen Therapie mithilfe eines entsprechenden Aufbissbehelfs (Relaxierungsschiene) auswirkt.

Material und Methode

Probanden

An dieser Untersuchung haben 34 (12 m/22 w) Probanden im Alter von 19 bis 72 Jahren teilgenommen. Die Einschlusskriterien waren neben primären Beschwerden eines HWS-Syndroms sekundäre Leiden im CMS, da es das Ziel dieser Studie gewesen ist mittels des Aufbissbehelfs funktionelle Veränderungen im CMS zu erwirken. Die subjektiven Angaben der Studienteilnehmer wurden auf Basis eines zahnmedizinischen Befundes sowie einer manualmedizinischen Untersuchung bestätigt. Als Ausschlusskriterien galten Operationen oder Verletzungen im Bereich des Bewegungsapparates oder des Kiefergelenks, Missbildungen und Tumore im Mund-Kiefer-Gesichtsgebiet, Teil- bzw. Vollprothesenträger, Versteifungsoperationen oder knöchernen Verletzungen im Bereich der Wirbelsäule, der Schultern oder des Beckens, Einnahme von Psychopharmaka und Muskelrelaxantien sowie latente psychische Erkrankungen. Teil- bzw. Vollprothesenträger, Karies sowie extrahierte Zähne waren dentale Ausschlusskriterien zur Herstellung des Aufbissbehelfs. Ferner ist sicher-

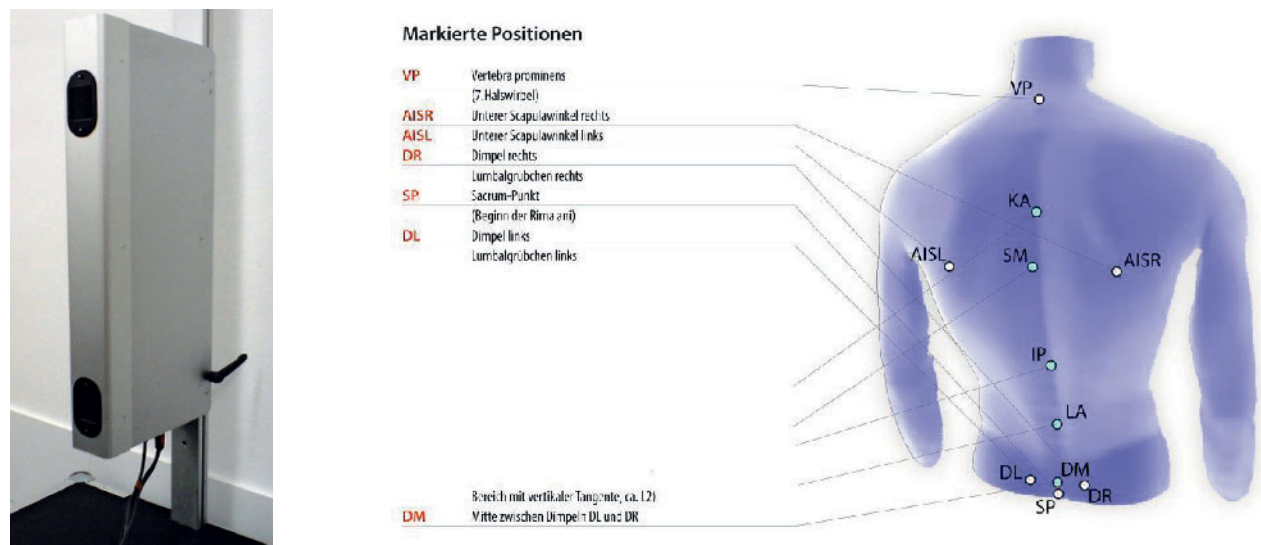


Abbildung 1 Im linken Bild ist der dreidimensionale Rückenscanner der Firmen ABW mbH (Frickenhausen, Deutschland) und GeBioM GmbH (Münster, Deutschland) abgebildet, während im rechten Bild die Darstellung der sechs Marker-Punkte sowie weitere Punkte, die zur Berechnung der Auswertungsparameter hinzugesogen werden, zu sehen sind.

Figure 1 The left image shows the three-dimensional back scan (ABW GmbH Frickenhausen, Germany/GeBioM GmbH, Münster, Germany), while the right image presents six markers and other points which are added in order to calculate the evaluation parameters.

gestellt worden, dass alle Aufbissbehelfe sicher dental oder implantatgetragen gestützt waren.

Alle Teilnehmer erhielten über die Zeitdauer von 6 Wochen ein Aufbissbehelf, der in der Nacht getragen werden sollte. Dazu fertigte der Zahntechniker für jeden Probanden einen individuellen – gelenkbezüglich in „centric relation“ konstruierten – Aufbissbehelf an. Per definitionem handelt es sich bei der zentrischen Kondylenposition (engl. „centric relation“) um die kranio-ventrale, nicht seitenverschobene Position beider Kondylen bei physiologischer Kondylus-Diskus-Relation und physiologischer Belastung der beteiligten Gewebestrukturen (Definition DGFDT).

Für die Konstruktion des Aufbissbehelfs sind zunächst Ober- und Unterkiefer abgeformt (2-zeitige Abformung mit Honigum mono und light fast, Fa. DMG, Hamburg, Deutschland) und Gipsmodelle angefertigt worden. Anschließend wurde mittels einer Gesichtsbogenübertragung das schädelbezügliche Einartikulieren des jeweiligen Oberkiefermodells in einen Artikulator (Reference SL, Fa. Gamma Dental, Klosterneuburg, Österreich) durchgeführt. Eine sog. Registrerschablone aus lichterhärtendem Kunststoff wurde für das Zentriregistrat angefertigt. Durch einen frontalen Stop mithilfe eines Jigs (BiteCompound, Fa.

GC Germany, Bad Homburg, Deutschland), der auf die Registrerschablone aufgebracht wurde, wurde die gewohnte Schlussbissstellung aufgelöst. Daran anschließend wurde die neue Bissposition auf dieser Schablone im Mund mit einem Bissregistrieremittel (Luxabite, Fa. DMG, Hamburg, Deutschland) fixiert, sodass im Labor unter Zuhilfenahme dieser Schablone das Unterkiefergipsmodell in den Artikulator eingebaut werden konnte. Der Artikulator wurde entsprechend den Daten einer vorher durchgeführten Axiographie (Cadiax, Fa. Gamma Dental, Klosterneuburg, Österreich) programmiert. Danach erfolgte im Labor die Herstellung des Unterkiefergrundaufbissbehelfs im Tiefziehgerät aus einer harten Tiefziehfolie (Duran 1,0×125 mm, Fa. Scheu Dental, Iserlohn, Deutschland).

Um Artefakte zu vermeiden, die seitens des behandelnden Zahnarztes möglicherweise das Studiendesign hätten beeinflussen können, wurde auf ein Einschleifen des Aufbissbehelfs, sowohl zu Beginn des Untersuchungszeitraumes als auch innerhalb der sechswöchigen Tragezeit des Aufbissbehelfs, verzichtet.

Da das Studiendesign lediglich 6 Wochen umfasste, können zunächst längerfristige negative Begleiterscheinungen beim Tragen des Aufbissbehelfs, z.B. ein offener Biss, Okklusionsstörungen oder Doppelbisse, vernachlässigt werden.

Dennoch wurde bei den jeweiligen Messungen eine Kontrolle diesbezüglich durchgeführt. Nebenwirkungen (z.B. Zahnstellungsänderungen, Schleimhautreizungen, Materialunverträglichkeit) waren bei der kurzen Studiendauer nicht zu verzeichnen.

Messsystem: Dreidimensionaler Rückenscanner

Zur Vermessung der Rückenoberfläche wird der dreidimensionale Rückenscanner Backmapper (ABW, Frickenhausen/GeBioM, Münster) eingesetzt, der es ermöglicht diese als dreidimensionales Phasenbild darzustellen und Grundlage der anschließenden Analyse ist. Über einen integrierten Projektor wird ein Streifenmuster auf den Rücken projiziert, welches eine LCD-Kamera aus einem definierten Winkel aufnimmt, der durch den festen Einbau der Kamera und des Projektors im Gerät bestimmt ist. Anschließend sind mittels der Triangulationstechnik Auswertungen der Rohdaten möglich. Während einer Sequenz werden 30 Bilder aufgenommen mit einer maximalen Bildfrequenz von 50 frames/s und einer räumlichen Auflösung von 1/100 mm. Für eine optimale Datenauswertung müssen bei allen Testpersonen 6 zuvor festgelegte anatomische Fixpunkte mit aufzuklebenden Markern am unbedeckten

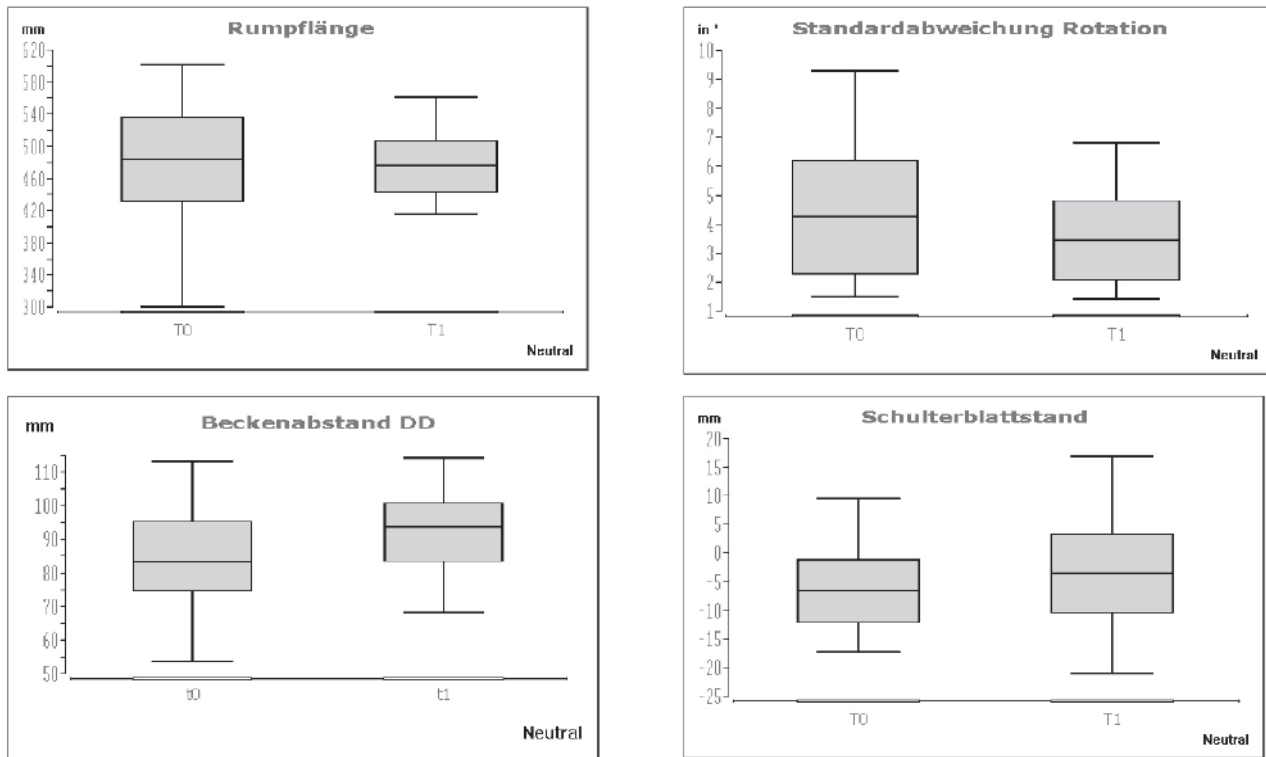


Abbildung 2 Graphische Darstellung der signifikanten Parameter bei neutraler Messbedingung ohne Aufbissbehelf. Abgebildet sind immer die Daten zur Eingangsmessung an T0 und zur Ausgangsmessung an T1.

Figure 2 Graphical representation of the significant parameters for the neutral measurement condition without occlusal splint. The data of the initial (T0) and final measurement (T1) can be seen.

Rücken gekennzeichnet werden (Abb. 1). Der Messfehler wird seitens des Herstellers mit < 1 mm angegeben; bei Reliabilitätsmessungen liegt eine Reproduzierbarkeit von < 0,5 mm vor.

Manualmedizinische Untersuchung

Bei der manualmedizinischen Untersuchung wurden die Probanden im Stehen, Sitzen und Liegen in Anlehnung an die Untersuchung des Bewegungsapparates nach *Fritsch* untersucht [7]. Die Schulter-, Wirbelsäulen- und Beckenstellung wurde im Stehen untersucht, die Bewegungsfähigkeit der HWS im Sitzen und Liegen.

Bei der Untersuchung der Halswirbelsäule wurde ein Winkelmesser eingesetzt, mit dem über die Neutral-Null-Methode das Bewegungsausmaß der HWS in allen Bewegungsrichtungen in Grad ermittelt wurde. Die Untersuchung wurde im Sitzen durchgeführt [26]. Im Stehen konnte bei den Probanden die Schulterhöhe und die Schulterrotation nach ventral beurteilt werden. Zur Bestimmung der Beckenstel-

lung wurden bei den Probanden im Stehen die hinteren Darmbeinstachel, die Beckenkämme und der Trochanter major palpirt und deren Stellung dokumentiert. Direkt anschließend wurde der Darmbeinstachel von ventral palpirt und die Stellung notiert. Zur Einschätzung der Gesamtbeweglichkeit von Wirbelsäule, Hüfte und Becken wurde der Finger-Boden-Abstand in Zentimeter gemessen. Im Liegen ist abschließend durch die Testung des variablen Beinlängentests nach *Derbolowsky* der Funktionszustand der Ileosakralgelenke und das Vorliegen einer möglichen variablen Beinlängendifferenz beurteilt worden [6].

Untersuchungsablauf und Auswertungsparameter

Sowohl für die dreidimensionale Rückenvermessung als auch für die manualmedizinische Untersuchung bekamen die Probanden die Anweisung ihre gewohnheitsmäßige, aufrechte Kopf- und Körperhaltung einzunehmen bei entspannter Schulter- und Armposition. Zwischen den Untersuchungen der beiden Messsituatio-

nen, d.h. mit und ohne Aufbissbehelf, erfolgte eine Pause von 3 Minuten.

Im Hinblick auf die dreidimensionale Rückenmessung teilten sich die einzelnen Auswertungsparameter in 3 Bereiche auf: Wirbelsäulen-, Schulter- und Beckenbereich. Auf diesem Weg konnten Grad- oder Millimeterveränderungen dokumentiert und analysiert werden.

Bei der manualmedizinischen Analyse wurden alle Befunde in cranial, caudal, ventral oder ausgeglichen differenziert. Die Bewegungsfähigkeit der Halswirbelsäule ist in Grad angegeben worden, die Neutral-Null-Methode und die Bestimmung des Finger-Boden-Abstandes in Zentimeter. Jede Untersuchung wurde ohne und mit Aufbissbehelf durchgeführt.

Ferner erfolgte in beiden Messreihen eine zufällige Auslösung, mit welcher der beiden Messbedingungen zuerst begonnen wurde.

Statistische Auswertungsverfahren

Die statistische Auswertung der Messdaten wurde mit dem Softwareprogramm

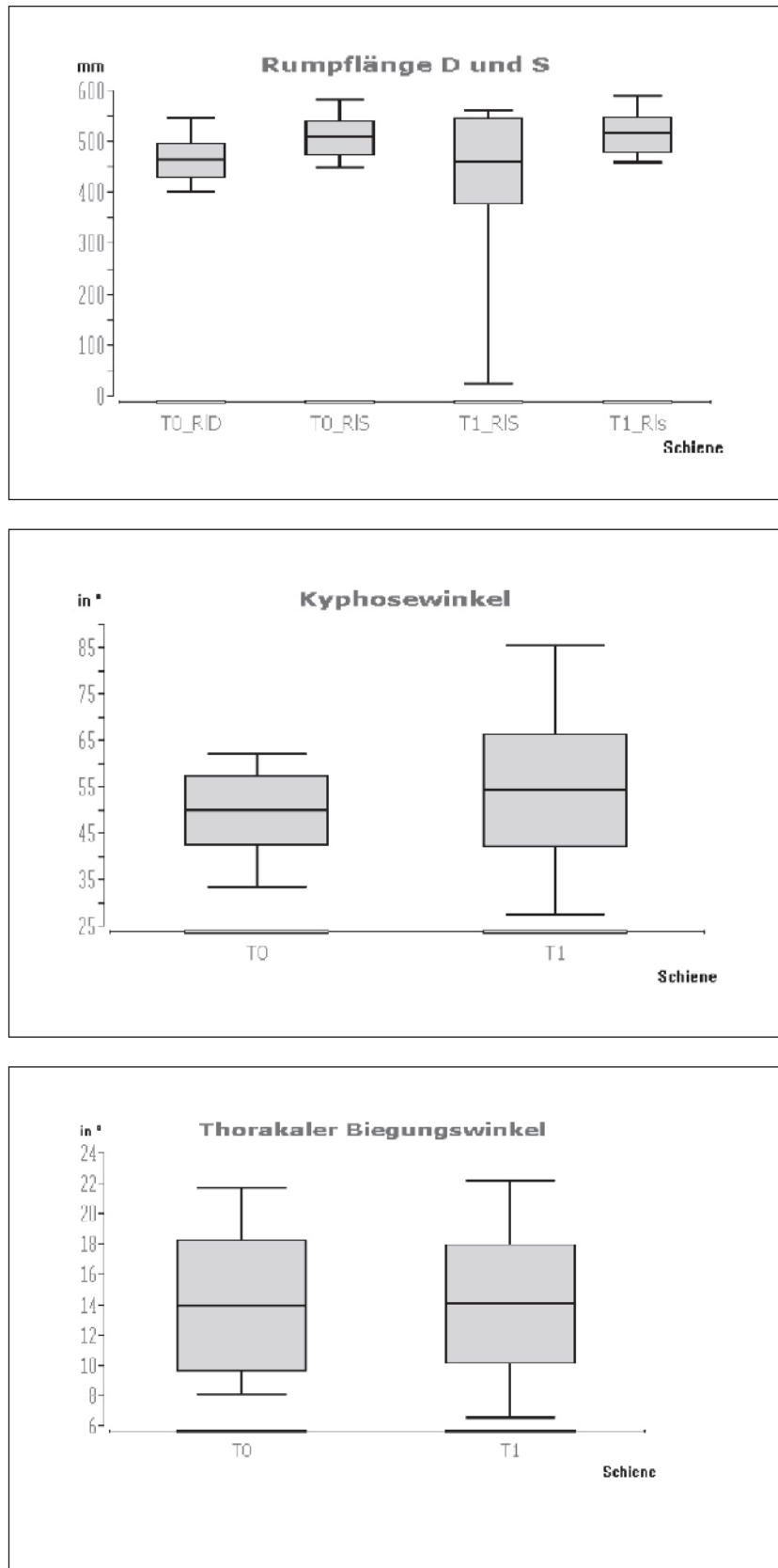


Abbildung 3 Graphische Darstellung der signifikanten Parameter beim Tragen des Aufbissbehelfs. Abgebildet sind immer die Daten zur Eingangsmessung an T0 und zur Ausgangsmessung an T1.

Figure 3 Graphical representation of the significant parameters for the neutral measurement condition while wearing the occlusal splint. The data of the initial (T0) and final measurement (T1) can be seen.

BIAS (Version 10,0) durchgeführt. Da die anfängliche Überprüfung der Daten auf Normalverteilung mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests negativ ausgefallen ist, muss auf das parameterfreie Equivalent zurückgegriffen werden, um beide Messzeitpunkte miteinander zu untersuchen. Das statistische Mittel der Wahl ist in diesem Zusammenhang der Wilcoxon-Matched-Pairs-Test. Das Signifikanzniveau lag bei $\alpha = 5\%$.

Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse der dreidimensionalen Rückenscannung beschrieben und anschließend die Resultate der manualmedizinischen Untersuchung angeführt.

Dreidimensionale Rückenvermessung

In Tabelle 1 sind zunächst die Mittelwerte, Standardabweichungen sowie p-Werte des Vergleichs beider Messzeitpunkte unter neutralen Messbedingungen ohne Tragen der Schiene aufgelistet. Der Vergleich zeigt einen signifikanten Unterschied von $p \leq 0,001$ bei der Rumpflänge D (T0 = $482,81 \pm 36,19$ mm; T1 = $474,78 \pm 33,23$ mm), von $p \leq 0,04$ bei der Standardabweichung der Rotation mit Werten von $4,19 \pm 1,79^\circ$ an T0 und $3,43 \pm 1,38^\circ$ an T1, von $p \leq 0,001$ beim Beckenstand (T0 = $83,77 \pm 14,05$ mm; T1 = $91,97 \pm 11,23$ mm) sowie beim Schulterblattstand mit $p \leq 0,03$ bei Werten von $5,09 \pm 5,70$ mm an T0 und $-2,64 \pm 6,22$ mm an T1. Alle anderen Parameter zeigen im Vergleich der Messzeitpunkte keinen signifikanten Unterschied.

Die signifikanten Parameter sind in den folgenden Box-Plots der Abbildung 2 ebenfalls dargestellt. Auffällig ist, dass im Hinblick auf die Wirbelsäulenparameter die Werte der Eingangsmessung größer als die der Ausgangsmessung und die Mittelwerte des Beckenabstandes und des Schulterblattstandes bei der Eingangsmessung kleiner gewesen sind.

In der folgenden Tabelle 2 sind die Daten an beiden Messzeitpunkten während des Tragens des Aufbissbehelfs angeführt. Hier sind signifikante Differenzen der Parameter Rumpflänge D und S ($p \leq 0,001$ bzw. $0,01$), des thorakalen Biegungswinkels ($p \leq 0,03$) und des

Kyphosewinkels ($p \leq 0,01$) zu erkennen. Alle anderen Vergleiche zeigen keine Signifikanzen. Abgesehen von der Rumpflänge D (T0 = 463,28 ± 31,44 mm, T1 = 460,53 ± 84,16 mm) sind die Werte der anderen signifikanten Messparameter bei der Ausgangsmessung nach 6 Wochen größer als die der Eingangsmessung (Rumpflänge S: T0 = 508,16 ± 33,08 mm, T1 = 514,85 ± 34,29 mm; thorakaler Biegungswinkel: T0 = 13,87 ± 4,18°, T1 = 14,02 ± 3,92°; Kyphosewinkel: T0 = 50,97 ± 8,86°, T1 = 54,28 ± 12,07°).

Die Abbildung 3 enthält die graphische Darstellung der signifikanten Messparameter beim Tragen des Aufbissbehelfs.

Manualmedizinische Untersuchung

Im Hinblick auf die Bewegungsfähigkeit der HWS, die mittels der Neutral-Null-Methode in Grad gemessen wurde, sind Veränderungen im Vorher-Nachher-Vergleich zu registrieren, welche sowohl ohne als auch mit Tragen des Aufbissbehelfs in allen Bewegungsrichtungen im Sitzen gleich messbar gewesen sind. Die gemessenen Veränderungen der HWS-Bewegungsebenen waren jedoch probanden-spezifisch. Da die Reaktionen individuell unterschiedlich waren, konnte in der Gesamtheit keine Bevorzugung einer bestimmten Bewegungsrichtung festgestellt werden, z.B. bei der Rotation der HWS.

Ferner war bei der Inspektion der Probanden generell eine verbesserte Kopfhaltung festzustellen, die sich in einer Verringerung der Kopfseitneigung und Kopfrotation zeigte.

Die Untersuchung der Schulter zeigte bei dem Vergleich der Eingangsmessung mit der Ausgangsmessung eine Abnahme der Rotation nach ventral und in der Höhendifferenz, wobei die Abnahme der Höhendifferenz nicht mit einer Rotationsverbesserung nach ventral einherging. Diese Veränderung war beim Tragen der Schiene während der Untersuchung deutlich häufiger zu beobachten.

Die Untersuchung des Beckens ergab im Stehen bei der Hälfte der Probanden sowohl mit als auch ohne Tragen des Behelfs ein Ausgleich der eingangs festgestellten, unterschiedlichen Beckenkammhöhe. Bei der Ausgangsuntersuchung standen die Beckenkämme, die hinteren und vorderen Darmbeinstachel, und die Trochanterspitzen auf gleicher

Vorher-Nachher-Vergleich	T0 (Eingangsmessung)	T1 (Ausgangsmessung)	p-Wert
Neutral	MW ± SD	MW ± SD	
Rumpflänge D (mm)	482,81 ± 36,19	474,78 ± 33,23	0,001
Rumpflänge S (mm)	519,52 ± 37,68	515,02 ± 35,32	0,10
Sagittale Rumpfneigung (°)	-1,78 ± 2,60	0,67 ± 1,19	0,35
Frontale Rumpfneigung (°)	-0,66 ± 1,13	-0,16 ± 1,14	0,15
Achsabweichung (°)	0,74 ± 1,13	-1,19 ± 2,37	0,07
Thorakaler Biegungswinkel (°)	14,00 ± 3,97	13,73 ± 3,98	0,45
Lumbaler Biegungswinkel (°)	11,87 ± 3,07	12,16 ± 3,77	0,43
Standardabweichung Seitabweichung (°)	4,26 ± 1,84	4,40 ± 2,39	0,47
Maximale Seitabweichung (°)	-2,01 ± 6,65	-2,71 ± 7,87	0,17
Standardabweichung Rotation (°)	4,19 ± 1,79	3,43 ± 1,38	0,04
Maximale Rotation (°)	-2,61 ± 8,70	-2,71 ± 6,66	0,57
Kyphosewinkel (°)	55,91 ± 13,65	52,36 ± 8,34	0,70
Lordosewinkel (°)	42,17 ± 16,91	37,26 ± 13,08	0,46
Beckenabstand (mm)	83,77 ± 14,05	91,97 ± 11,23	0,001
Beckenstand 1 (°)	-1,16 ± 2,1	-1,15 ± 2,06	0,83
Beckenstand 2 (mm)	-1,62 ± 3,12	-1,81 ± 3,36	0,63
Beckentorsion (°)	0,61 ± 4,81	1,11 ± 4,70	0,09
Beckenrotation (°)	0,06 ± 3,30	-0,35 ± 3,38	0,60
Schulterblattabstand (mm)	175,04 ± 24,83	178,51 ± 22,88	0,68
Schulterblattstand (mm)	-5,09 ± 5,70	-2,64 ± 6,22	0,03
Schulterblattrotation (°)	-0,26 ± 2,67	-0,18 ± 2,11	0,61
Schulterstandwinkel links (°)	27,92 ± 5,70	27,63 ± 6,13	0,44
Schulterstandwinkel rechts (°)	29,67 ± 4,86	29,3 ± 4,21	0,56

Tabelle 1 Mittelwerte, Standardabweichungen und p-Werte unter neutralen Bedingungen. Fett markierte p-Werte sind signifikant.

Table 1 Mean, standard deviation and p-values under neutral condition. P-values marked in bold are significant.

Höhe oder waren deutlich angenäherter. Weiterhin zeigte sich im Vergleich beider Messungen ein Verschwinden der Vorlaufreaktion und des ursprünglich positiv getesteten Spinotests. In Rückenlage war bei der überwiegenden Mehrheit eine Aufhebung der ursprünglichen Beinlängendifferenz zu verifizieren.

Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie weisen auf funktionelle Zusammenhänge zwischen dem Rumpf, der HWS und dem Kiefergelenk hin und bestätigen Beobachtungen anderer Autoren [7, 9, 10, 18, 20, 21, 27–29, 34]. Vorliegende Ergebnisse zeigen

Vorher-Nachher-Vergleich	T0 (Eingangsmessung)	T1 (Ausgangsmessung)	p-Wert
Mit Schiene	MW ± SD	MW ± SD	
Rumpflänge D (mm)	463,28 ± 31,44	460,53 ± 84,16	0,001
Rumpflänge S (mm)	508,16 ± 33,08	514,85 ± 34,29	0,01
Sagittale Rumpfneigung (°)	-2,18 ± 2,06	-1,61 ± 2,36	0,18
Frontale Rumpfneigung (°)	-0,30 ± 1,44	-0,14 ± 1,23	0,43
Achsabweichung (°)	0,08 ± 2,81	-1,21 ± 2,28	0,11
Thorakaler Biegungswinkel (°)	13,87 ± 4,18	14,02 ± 3,92	0,03
Lumbaler Biegungswinkel (°)	12,30 ± 4,00	12,34 ± 3,77	0,15
Standardabweichung Seitabweichung (°)	4,39 ± 2,19	3,87 ± 1,78	0,45
Maximale Seitabweichung (°)	-2,39 ± 7,49	-2,12 ± 6,61	0,91
Standardabweichung Rotation (°)	3,62 ± 1,75	3,49 ± 1,51	0,56
Maximale Rotation (°)	-2,16 ± 6,35	-2,69 ± 7,58	0,26
Kyphosewinkel (°)	50,97 ± 8,86	54,28 ± 12,07	0,01
Lordosewinkel (°)	36,66 ± 12,1	38,93 ± 16,0	0,14
Beckenabstand (mm)	99,21 ± 10,87	91,97 ± 11,32	0,08
Beckenstand 1 (°)	0,35 ± 2,79	-1,05 ± 1,94	0,23
Beckenstand 2 (mm)	0,38 ± 4,73	-1,54 ± 3,11	0,13
Beckentorsion (°)	1,43 ± 4,45	1,42 ± 5,0	0,43
Beckenrotation (°)	-1,34 ± 3,02	-0,6 ± 3,6	0,79
Schulterblattabstand (mm)	172,95 ± 27,99	177,44 ± 23,61	0,13
Schulterblattstand (mm)	-0,46 ± 5,34	-2,44 ± 6,72	0,23
Schulterblattrotation (°)	-0,12 ± 2,80	-0,40 ± 2,33	0,23
Schulterstandwinkel links (°)	27,85 ± 6,92	28,01 ± 5,14	0,89
Schulterstandwinkel rechts (°)	28,81 ± 5,17	29,19 ± 3,62	0,81

Tabelle 2 Mittelwerte, Standardabweichungen und p-Werte beim Tragen des Aufbissbehelfs. Fett markierte p-Werte sind signifikant.

Table 2 Mean, standard deviation and p-values while wearing the occlusal splint. P-values marked in bold are significant.

(Abb. 1–3, Tab. 1 u. 2: D. Ohlendorf)

zusammengefasst unterschiedliche Resultate in beiden durchgeführten Untersuchungsverfahren. Die dreidimensionale Rückenscannung ergibt im Vorher-Nachher-Vergleich bei den Probanden mit primärem HWS-Syndrom und sekun-

dären CMS-Beschwerden die meisten signifikanten Veränderungen im Bereich der Wirbelsäulenparameter. Dieses zeigt sich sowohl unter neutralen Messbedingungen ohne Tragen des Aufbissbehelfs als auch mit dem Tragen dieses. Ohne Tragen

des Aufbissbehelfs verringert sich die durchschnittliche Wirbelsäulenrotation (Standardabweichung der Rotation) und es kommt zu einer Angleichung des Schulterblattstandes. Durch das Tragen des Aufbissbehelfs haben sich neben einer verringerten Rumpflänge im Brustwirbelsäulenbereich auch der thorakale Biegungswinkel sowie der Kyphosewinkel vergrößert. Die verringerte Rumpflänge ist auf eine ausgeprägtere Kyphose im BWS-Bereich zurückzuführen.

Die möglichen Ursachen bei diesem Vorher-Nachher-Vergleich können vielseitig sein [3, 14, 16, 22–24, 27, 31]. Bei der Veränderung der Körperstatik ohne eingesetzten Aufbissbehelf kann eine mögliche Veränderung durch das Achsenorgan oder das visuelle System genauso verantwortlich sein, wie psychovegetative Einflüsse [3, 8, 13, 20]. Diese Faktoren wirken aber auch beim Tragen des Aufbissbehelfs auf den Körper mit ein. Somit ist eine Differenzierung zwischen den vorgenannten Einflussfaktoren und der spezifischen Wirkung des Aufbissbehelfs schwierig. Dieser Aspekt muss in weiterführenden Studien noch untersucht werden.

Auch die deskriptive Betrachtung der Mittelwerte verdeutlicht geringe Schwankungen dieser Parameter, welche jedoch keinen Trend formulieren lassen. Dies gilt für die Daten unter neutralen Messbedingungen ohne Tragen des Aufbissbehelfs als auch für die Daten mit dem Tragen des Aufbissbehelfs.

Die Analyse der manuellen Untersuchung zeigte ebenfalls eine Verbesserung der Körperstatik. Gegenüber der Analyse mit der dreidimensionalen Rückenscannung konnte durch die Bewegungsmessung der HWS und Beinlängenbeurteilung auch noch der dynamische Aspekt einer Befundveränderung im Vergleich beider Messzeitpunkte beurteilt werden. Am deutlichsten zeigte sich die Veränderung bei der Mehrheit der Probanden in der Lenden-Becken-Hüftregion während der Untersuchung im Stehen und bei der Beinlängendifferenz im Liegen. Insbesondere eine Angleichung der Beckenkammhöhe, eine verringerte Beckenrotation sowie verbesserte Beweglichkeit der ISG-Fugen (Spine-Test und Vorlaufphänomen) waren zu erkennen. Die Veränderungen im Bereich der HWS- und Schulter-Nackenregion waren individuell unterschiedlich. Es konnte eine generelle Tendenz der Verbesserung in allen

Bewegungsebenen bei den untersuchten Probanden festgestellt werden, ohne dass dabei eine bestimmte Bewegungsrichtung der HWS gehäuft gemessen werden konnte. Auch korrelierte die verbesserte Kopfhaltung nicht mit einer bestimmten, der nach der Neutral-Null-Methode gemessenen, Bewegungsebene der HWS wie der Rotation oder Seitneigung nach einer Seite. Diese Ergebnisse werden jedoch auch von Untersuchungen anderer Autoren bestätigt [8, 11, 15, 16]. Die manuelle Untersuchung lässt den Schluss zu, dass eine Wirkung auf die relevanten Muskeln, die an der Beckenstellung beteiligt sind, durch das Tragen des Aufbissbehelfs eingetreten ist oder zumindest angenommen werden muss. Auch Fink [9], Stiesch-Scholz [29], Lotzmann [21] und Plato [24] bestätigen diese Schlussfolgerung, nachdem sie ähnliche Analysen durchgeführt haben.

Bei den geringen Differenzen der verschiedenen Messparameter im Vorher-Nachher-Vergleich nach einer sechswöchigen Therapie mit einem Aufbissbehelf, liegt die Überlegung nahe, dass die Körperhaltung ein aktives Produkt verschiedenster Parameter ist und folglich sich variabel den Gegebenheiten anpassen kann [3, 4, 11, 13, 23, 28, 31, 34]. Die variablen und geringfügigen Veränderungen lassen die Vermutung zu, dass der Prozess der Haltungsänderung durch das sensomotorische System noch andauert und aktiv ist oder aber von anderen Einflussfaktoren in seiner Wirkung beeinflusst wird. Weiterhin können die bindegeweblichen und neuromuskulären Veränderungen sowie Beschwerden des bestehenden HWS-Syndroms der Teilnehmer sich so stark im menschlichen Organismus manifestiert haben, dass eine Tragedauer des Aufbissbehelfs von 6 Wochen bei den hier untersuchten Teilnehmern nur geringfügige messtechnische Veränderungen der Oberkörperstatik verursacht haben.

Zudem erfolgten die Berechnungen der dreidimensionalen Rückenscannung immer mit den durchschnittlichen Veränderungen aller Probanden, bei der die individuelle Beeinflussung der Statik eines einzelnen Teilnehmers nicht zu erkennen ist. Die individuelle Veränderung der Schmerzsituation durch die Messung des Schmerzes mit der numerischen Analogskala oder einer allgemeinen Stimulierungsverbesserung durch einen speziellen Fragebogen wurde bei der Unter-

suchung nicht untersucht [6]. So können manche Teilnehmer eine Verbesserung der Schmerzsituation oder der Körperhaltung und -bewegung erfahren haben, ohne eine signifikante Veränderung der Messparameter bei der dreidimensionalen Rückenscannung ausgelöst zu haben. Dieser Einfluss wirkt sich dann auch auf das Gesamtergebnis aus. Daher wäre es interessant zu analysieren, wie sich die Absolutwerte der Daten verändern. Bei diesen würden folglich die Vorzeichen, die die Richtung der Veränderung beschreiben, nicht mehr in die Auswertung integriert werden. Es wäre vielmehr nur der Betrag der Daten vorrangig, mit dem die Auswertungen erfolgen würden.

Abgesehen davon zeigen die deskriptiven Veränderungen der Messwerte, die einen Trend zu einer besseren Körperstatik durch das Aufbissbehelf vermuten lassen, dass eine Tragedauer von 6 Wochen allein noch nicht ausreicht und der menschliche Organismus wahrscheinlich mehr Zeit für eine Umstellung des Bewegungsmusters benötigt. Andererseits kann der Einfluss des Aufbissbehelfs auf das gesamte muskuläre System belegt werden, sodass es möglicherweise erst durch eine anschließende, individuelle Korrekturmaßnahme des Aufbissbehelfs zu signifikanten Veränderungen kommen würde. Der sechswöchige Untersuchungszeitraum wurde jedoch von den Autoren gewählt, um zu gewährleisten, dass keine Korrekturmaßnahmen bei den Probanden erfolgen müssen, welche wiederum die Messergebnisse beeinflusst hätten.

Die divergierenden Resultate zwischen der Rückenscannung und der manualmedizinischen Untersuchung könnten sich darauf zurückführen lassen, dass mittels der Rückenscannung nur die oberflächliche Muskelstruktur erfasst und dargestellt wird, während die manualmedizinische Analyse direkt am Probanden durch Berührung erfolgt, die unter Umständen zu einer Veränderung der Muskelspannung bzw. -anspannung führen kann. Außerdem werden durch die Palpation möglicherweise andere Reaktionen am Probanden hervorgerufen [4, 5, 11, 31, 34]. Des Weiteren werden die Testpersonen in verschiedenen Ausgangsstellungen unter dynamischer Bewegung untersucht und nicht nur im ruhigen statischen Stand wie es für die Rückenaufnahme erforderlich ist [11]. Die unterschiedlichen Berührungsreize und Beweungsreize könnten dabei zu einer

sich verändernden Körperhaltung/Körperstatik beitragen.

In zukünftigen Studien sollten die vorliegenden Resultate u.a. mit den Messdaten solcher Probanden verglichen werden, bei denen der Aufbissbehelf während einer sechswöchigen Tragedauer mehrfach kieferorthopädisch adjustiert wird. Des Weiteren sollte die Tragedauer erweitert werden, sodass untersucht werden kann, ab welchem Zeitpunkt sich die Umstrukturierungsmaßnahmen bei Patienten mit HWS-Syndrom einstellen. Weiterhin sollten bei weiteren Untersuchungen der Schmerzzustand, die allgemeine psychische Befindlichkeit und das allgemeine körperliche Befinden mit standardisierten Fragebögen mit untersucht werden. Außerdem können verschiedene Probandengruppen, die aus unterschiedlichen pathologischen Gründen einen Aufbissbehelf tragen müssen, miteinander verglichen werden. Aufgrund der vielen, bisher noch nicht beantworteten Fragen wird deutlich, dass noch viele weitere Studien notwendig sind, um einen besseren Einblick in die Therapieeffekte mittels eines Aufbissbehelfs zu erhalten.

Dennoch bleibt abschließend festzuhalten, dass die sehr geringen statistischen Veränderungen der Körperhaltungen durch Tragen des Aufbissbehelfs mittels des Rückenscanners kein Beleg gegen das Tragen dieses ist, zumal keine negativen Resultate eingetreten sind, sondern eher positive Tendenzen erkennbar sind. Dies bestätigen die manualmedizinischen Ergebnisse. Es ist vielmehr ein Hinweis auf eine spezifischere Formulierung der Eingangskriterien und eine Verlängerung der Tragedauer. DZZ

Interessenkonflikt: Die Autoren erklären, dass kein Interessenkonflikt im Sinne der Richtlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Korrespondenzadresse

Dr. Daniela Ohlendorf
Klinikum der Johann Wolfgang Goethe-Universität, Zahnärztliches Universitätsinstitut „Carolinum“,
Poliklinik für Kieferorthopädie
ZZMK, Haus 29, 2. Etage
Theodor-Stern-Kai 7
60596 Frankfurt am Main
Ohlendorf@med.uni-frankfurt.de

Literatur

1. Ammer K: Welcher Patient mit unspezifischem Zervikalsyndrom profitiert von einer Manipulation? *Man Med* 2008;46:424–426
2. Bruzek R: Leitfaden Gelenkmessung. Urban & Fischer Verlag, München 2006
3. Beyer L, Seidel EJ, Grein HJ, Hartmann J: Individuelle Stereotype der Koordination von Kopf- und Augenbewegungen. *Man Med* 2007;45:398–401
4. Dvorak J, Grob D: Halswirbelsäule – Diagnostik und Therapie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1999
5. Dvorak J, Dvorak V: Manuelle Medizin: Diagnostik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 1991
6. Dworking SF, LeResche L: Resarch diagnostic criteria for temporomandibulär disorders: review, criteria, examination and specifications critique. *J Cranio-mandibulär Disord* 1992;6:301–355
7. Eriksson PO, Häggman-Henrikson B, Nordh E, Zafar H: Co-ordinated mandibular and head-neck movements during rhythmic jaw activities in man. *J Dent Res* 2000;79:1378–1384
8. Feldenkreis M: Die Entstehung des Selbstverständlichen. Suhrkamp Verlag, Berlin 1985
9. Fink M, Tschernitschek H, Wähling K, Stietsch-Scholz M: Einfluss okklusaler Veränderungen auf die Funktion der Wirbelsäule. *ZWR* 2004;13:314–321
10. Fink M, Wähling K, Stietsch-Scholz M et al: Kranio-mandibuläres System und Wirbelsäule: Funktionelle Zusammenhänge mit der Zervikal- und Lenden-Becken-Hüfte-Region. *Man Med* 2003;41:476–480
11. Fritsch H: Programmierte Untersuchung des Bewegungsapparates. Springer Verlag, Berlin 1995
12. Hanke BA, Motschall E, Türp JCH: Bein, Becken, Kopf, Wirbelsäule und zahnmedizinische Befunde – welches Evidenzniveau liegt vor? *Fortschr Kieferorth* 2007;68:91
13. Hausotter W: Begutachtung somatoformer und funktioneller Störungen. Urban & Fischer Verlag, München 2002
14. Krämer J, Oppel U: Neue Aspekte zur konservativen Therapie bei Zervikalsyndromen. In: Kügelgen B, Hillemacher A (Hrsg): Problem Halswirbelsäule. Springer Verlag, Berlin 1989, 180–189
15. Kuklinski B: Das HWS-Trauma – Ursachen, Diagnose und Therapie. Kamps-Hausen Verlag, Bielefeld 2006
16. Kügelgen B, Hillemacher A: Problem Halswirbelsäule – Aktuelle Diagnostik und Therapie. Springer Verlag, Berlin 1989
17. Kopp S, Plato G, Bumann A: Die Bedeutung der oberen Kopfgelenke bei der Ätiologie von Schmerzen im Kopf-, Hals-, Nackenbereich. *Dtsch Zahnarztl Z* 1989;44:966–971
18. Kopp S, Friedrichs A, Pfaff G, Langbein U: Beeinflussung des funktionellen Bewegungsraumes von Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule durch Aufbissbehelfe, Eine Pilotstudie. *Man Med* 2003;41:39–51
19. Lewitt K: Manuelle Medizin im Rahmen der Rehabilitation. Urban & Schwarzenberg, München 1992
20. Lippold C: Beziehungen zwischen physiotherapeutischen und kieferorthopädischen Befunden. Inaugural Dissertation, Münster 1999
21. Lotzmann U: Okklusion, Kiefergelenk und Wirbelsäule. *ZM* 1992;92:1004–1010
22. Mattle M: Das gefährliche Zervikalsyndrom. *Man Med* 2012;50:297–304
23. Niemer K, Ritz W, Seidl W: Der Einfluss muskuloskeletaler Funktionsstörungen auf chronische Schmerzsyndrome des Bewegungssystems. *Schmerz* 2007;21:139–145
24. Plato G: Der Weg zur Chronifizierung der kranio-mandibulären Dysfunktion (CMD). Die Sicht des Orthopäden/Manualtherapeuten. *Man Med* 2008;6:384
25. Puta C, Herbsleb M, Weiss T, Gabriel H: Rückenschmerz – Schmerzverarbeitung und aktive segmentale Stabilisation, Aktuelle Aspekte der neuen Rückenschule. *Man Med* 2011;49:83–90
26. Schilgen M, Evers S: Zervikogener Kopfschmerz. Bertelmann-Stiftung, Gütersloh 2003
27. Seedorf H, Toussaint R, Jakstat HA et al: Zusammenhänge zwischen Wirbelsäulen-Funktion, Beckenschiefstand und kranio-mandibulärer Dysfunktion. *Deutsch Zahnarztl Z* 1999;54:1–4
28. Slavicek R: Funktion – die Haltung, Das Kauorgan: Funktion und Dysfunktion, Klosterburg 2000
29. Stiesch-Scholz M, Tschernitschek H, Fink M: Wechselwirkungen zwischen dem temporomandibulären und kranio-zervikalen System bei Funktionserkrankungen des Kauorgans. *Phys Med Rehab* 2002;12:80–88
30. Thomann KD et al: Orthopädisch-unfallchirurgische Begutachtung – Praxis der klinischen Begutachtung. Elsevier, Amsterdam 2008
31. Travell JG, Simons DG: Handbuch der Muskeltriggerpunkte. Obere Extremität, Kopf und Hals. Fischer Verlag, Stuttgart 1998
32. Türp JC, John M, Nilges P et al: Schmerzen im Bereich der Kaumuskulatur und Kiefergelenke. *Schmerz* 2000;14:416
33. Türp JC, John M, Nilges P et al: Aktualisierung der Empfehlungen zur standardisierten Diagnostik und Klassifikation von Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen. *Schmerz* 2006;20:481–489
34. Wühr E: Form und Funktion des Kranio-mandibulären Systems. Manuskript, www.kraniofasziale-orthopädie.de, 2004