



Verlust der vertikalen Dimension

Therapeutisches Vorgehen –
Literaturübersicht – Fallberichte

Ein Beitrag von Dr. Hermann Derks, Emmerich

Der vorliegende Beitrag beschreibt die klinischen Überlegungen vor komplexen Restaurationen mit verlorengangener Vertikaldimension (VD, auch okklusale vertikale Dimension OVD genannt) und das therapeutische Vorgehen bei der Erhöhung der vertikalen Dimension. Der Verlust der VD wird durch die angepasste Ruhelage nur teilweise kompensiert. Da eine Reduktion der VD und somit eine Veränderung der Untergesichtshöhe eine ästhetische Beeinträchtigung darstellen und eine notwendige prothetische Versorgung behindern kann, ist vor dem Einbringen von definitivem Zahnersatz häufig eine neue okklusale vertikale Dimension festzulegen.

In der Literatur werden zahlreiche Techniken aufgeführt, um den VD-Verlust zu bestimmen. Die Erhöhung der VD wird von prothetischen und funktionellen Notwendigkeiten sowie ästhetischen Anforderungen bestimmt. Auch finden sich in der Literatur einige Nachuntersuchungen zu Auswirkungen und Stabilität einer permanenten Erhöhung der Vertikaldimension. Die beschriebenen Symptome werden nur als temporär angegeben, obwohl einige Quellen auf unterschiedlich starke Rezidive hinweisen. Bei TMD-Patienten sollte vor dem Eingliedern einer irreversiblen Prothetik die vertikale Dimension mit herausnehmbaren Schienen erhöht werden.

Indizes: Vertikale Relation, vertikale Dimension (VD), Ruhelage, interokklusale Distanz, freeway space, posturale Position, Abrasion, Migration von Zähnen, Zahnverlust, prothetische Rehabilitation, Ästhetik, Fernröntgenseitenbild (FRS), Implantation, Langzeitprovisorium, funktionelle Okklusion

Das Ziel dieses Artikels ist es, das therapeutische Vorgehen vor der Erhöhung der VD zu diskutieren. Diese wird aus klinischer Sicht als Behandlungsmöglichkeit

beschrieben bei generalisierter Abrasion, skeletalen oder okklusalen Anomalien und partiellem oder komplettem Zahnverlust [45,4,65,25] sowie aus funktionellen Gründen bei einer positiven inzisalen Stufe im Sinne einer Angle-Klasse III oder einer Pseudoprogenie (Verstärkung einer Angle III durch Schlussbiss (Patientenfall 1)).

Über die klinische Vorgehensweise bei der Erhöhung der vertikalen Dimension wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Einige Autoren bezeichnen die VD als eine lebenslängliche Konstante und sehen Veränderungen als Störung der Physiologie des Kauorgans mit möglichen Konsequenzen, wie zum Beispiel einer erhöhten Aktivität der Kaumuskelatur und größeren okklusalen Kräften, Bruxismus und TMD [32,49,50,2,42,13,55]. Nach der Erhöhung der VD wurden verstärkte Zahnmobilität, Knochenatrophie, Intrusion und Kaumuskel Schmerzen angegeben. Aufgrund dieser Aussagen sehen viele Zahnärzte von einer Erhöhung ab. Die Befürchtungen, dass eine zahnärztlich vorgesehene Erhöhung der vertikalen Relation dem Kausystem schadet, werden häufig mit der Annahme begründet, dass sich durch diese Maßnahme der Muskeltonus erhöhe und Bruxismus ausgelöst werde. Untersuchungen bei Tieren und Menschen widerlegen solche Aussagen und weisen auf eine Adaptation des Systems an die neue VD hin [5,20,21,18,34,35,1].

Nachfolgend wird eine Übersicht über die wissenschaftliche Literatur zum Verlust der Vertikaldimension und deren unvollständiger Kompensation durch die Ruhelage gegeben. Zudem werden Studien zur Erhöhung der Vertikaldimension über die Ruhelage hinaus, zur funktionellen Adaptation des Kausystems, sowie zur Rezidivneigung nach erhöhter vertikaler Relation besprochen. Anhand von drei Fallbeispielen umfangreicher Rehabilitationen wird ein klinisches Vorgehen zur Erhöhung der VD dargestellt. Dabei werden die Einstellung der neuen VD mittels funktioneller Lang-

zeitprovisorien mit konzeptgerechter Okklusion oder Aufbissbehelfen sowie die endgültige prothetische Versorgung mit Langzeitergebnissen aufgezeigt.

Die Bestimmung der vertikalen Relation

Bei Verlust der vertikalen Dimension ist die Festlegung der therapeutischen posturalen Position (VD und IOD) des Unterkiefers ein zentrales Problem bei der Rehabilitation. Hauptursache für die Verringerung der VD ist der Zahnverlust. Die Zahnlosigkeit in mindestens einem Kiefer führt zum Verlust der festen Unterstützung der morphologischen Untergesichtshöhe [46,47,56]. Auch eine ausgedehnte Destruktion der Zähne durch Karies, Abrasionen der Kaufläche und Zahnmigration können zur Verringerung der VD und damit zu einer verringerten Untergesichtshöhe beim bezahnten Patienten führen.

Die charakteristischen Konsequenzen des Verlustes an Untergesichtshöhe sind eine veränderte horizontale skelettale Beziehung von Maxilla zu Mandibula mit der Tendenz zur Angle Klasse III [9], schmale Lippen und Falten der Mundregion sowie Mundwinkelrhagaden. Dies kann zum typischen Bild eines alten Menschen führen. Aufgrund der aktuellen Studienlage ist die Veränderung der vertikalen Dimension mit einer darauf folgenden Anpassung der Ruhelage der Mandibula unter bestimmten Bedingungen klinisch akzeptabel [4,58,59,36,37,38,11,17].

Vor der Analyse der VD muss die gelenkbezogene, horizontale Relation ermittelt werden, ansonsten führt jede Veränderung der vertikalen Relation zwangsläufig zu einer Veränderung der horizontalen Relation. Deshalb ist es sinnvoll, die horizontale Relation mit einer physiologischen Gelenkposition an gelenkbezüglich einartikulierten Modellen oder Prothesen im justierbaren Artikulator festzulegen. Sollte eine Veränderung der VD ohne gelenkbezogene Bestimmung der horizontalen Relation fixiert werden, hat nach jeder Veränderung eine neue horizontale Zuordnung zu erfolgen.

Zur Bestimmung der Ruhelage der Mandibula, die früher fälschlicherweise als lebenslängliche Konstante angesehen wurde [49,50,62], werden zahlreiche Methoden in der Literatur beschrieben und klinisch angewandt:

- Entspannungsmethode [32]
- Schluckmethode [32]
- Phonetische Methode [19]
- Fernröntgenseitenbild [44,14]
- Ästhetik [45,47,1]
- PVDO (preferred vertical dimension of occlusion): [27,51,52,53,54,60,61]
- Sprechabstand [43]

- Elektromyographie [23]
- TENS, transkutane elektrische Nervenstimulation [58,59]

Für den klinischen Alltag ist das Verständnis der vertikalen Relation von Maxilla zu Mandibula wichtig. Einer der strittigsten Aspekte der Kieferrelation ist die Ruhelage (Freeway space, Interokklusale Distanz (IOD)). Der Begriff Ruhelage führt fälschlicherweise zu der Annahme, dass in dieser Position die Muskulatur entspannt ist. Das geringere EMG-Potential wird allerdings in einer weit kaudaleren Position der Mandibula gemessen. In einer Untersuchung mit zehn vollbezahnten Individuen wurde bis maximal 16 mm Mundöffnung je mm ein EMG gemessen [41]. Das Ergebnis zeigt bei fünf männlichen Personen das geringste EMG-Potential bei 10,4 mm Öffnung bei vorheriger klinischer Ruhelage von 2,1 mm und bei fünf weiblichen Patienten von 6,8 mm bei vorheriger Ruhelage von 2,1 mm. Dies widerspricht deutlich dem Begriff der Ruhelage und den Untersuchungen, die der Ruhelage ein Minimum an Muskelpotential zuschreiben. Der Begriff Ruhelage kann daher als irreführend angesehen werden und könnte durch den Begriff Interokklusale Distanz (IOD) ersetzt werden.

Die Ruhelage

Wie bei allen anderen Muskelfunktionen im Körper ist auch die Ruhelage (VD plus IOD) der Mandibula neurologisch bestimmt. Die posturale Unterkieferlage ist der Ausgangspunkt für alle artikulären, mastikatorischen und Schluckbewegungen des Unterkiefers, zu der dieser reflektorisch bei Beendigung der Funktionen zurückkehrt. Bei physiologischer Morphologie der Mandibula, des Kiefergelenks und des dazugehörigen Weichgewebes ist die Ruhelage bestimmt durch die Balance zwischen der Spannung des am Unterkiefer ansetzenden Gewebes, insbesondere der Muskulatur, und der auf den Unterkiefer wirkenden Schwerkraft. Das Gleichgewicht der Kräfte und somit die Ruhelage des Unterkiefers können sich symmetrisch oder asymmetrisch unter physiologischen als auch pathologischen Umständen verändern. Wesentliche Stellgröße für die Ruhelage sind die Kopf- und Körperhaltung sowie alle weiteren Faktoren, die zu einer Tonusänderung der am Unterkiefer ansetzenden Muskulatur führen.

Damit unterliegt die Ruhelage Schwankungen und ist in aller Regel nicht gut reproduzierbar. Sie hängt ab von der Atmung [63], vom emotionalen Zustand [65] von der Kopf- und Körperhaltung, von Schmerzen, dem Wachheitsgrad, dem zunehmenden Lebensalter [45] und von Medikamenten oder Drogen, welche die Reizschwelle des neuromuskulären Systems be-

einflussen und damit die Aktivität der Muskulatur der Mandibula verändern.

Die Ruhelage stellt deshalb keinen spezifisch statischen Abstand zwischen Maxilla und Mandibula dar. Es handelt sich vielmehr um ein posturales Gleichgewicht, das inter- und intraindividuell zum Teil große Unterschiede aufweist [4].

Die Ruhelage der Mandibula beim bezahnten Kiefer ist hauptsächlich vom zentralen Nervensystem über Meldungen der Rezeptoren des Parodontiums gesteuert [7,8]. Eine Veränderung der vertikalen Dimension und die folgende neuromuskuläre Adaptation stellt man sich in zwei Stufen vor:

„Die sofortige und ebenbürtig ausgleichende Autorotation der Mandibula wird durch das zentrale Nervensystem gesteuert, um die Kaufunktion aufrechtzuerhalten oder zu verbessern. Die verzögerte und schrittweise ausgleichende Autorotation der Mandibula erfolgt als Reaktion der Veränderung innerhalb des muskulär-skelettalen Komplexes mit dem Versuch, wieder ein neuromuskuläres Gleichgewicht zu erlangen“ [58,59].

Praktisch relevant ist für den Kliniker der Verlust an Untergesichtshöhe bei der Rekonstruktion von Abrasionsgebissen, Zahnmigration, bei der Totalprothetik durch den Zahnverlust und die Atrophie der Kieferkämme als auch bei der implantologisch-prothetischen Versorgung zahnloser Kiefer. Bei komplettem Zahnverlust verhält sich die Resorption der Alveolarkämme von Maxilla zu Mandibula im Verhältnis 1 : 4 [47].

Da der Verlust der Untergesichtshöhe nur zum kleineren Teil von einem vergrößerten interokklusalen Abstand (Ruhelage) kompensiert wird [46], kann man davon ausgehen, dass die posturale Position der Mandibula auch von der vorhandenen Prothese – hier über Rezeptoren der Schleimhaut [26] – oder abradieren Zähnen abhängt. Die Ruhelage des Unterkiefers kann sich der vertikalen Dimension der Okklusion anpassen. Der Verlust der Bisshöhe wird somit durch eine reaktive Verkürzung der Elevatoren kompensiert [38]. Bei einer Untersuchung an 23 Patienten stellt *Tallgren* [46] fest: „dass alle Prothesenträger nach sieben Jahren eine Reduktion der morphologischen Untergesichtshöhe um durchschnittlich 7 mm im Vergleich zum Zustand vor der Extraktion zeigten. Im Ruhezustand mit Prothese war die Gesichtshöhe der Vollprothesenträger um durchschnittlich 5 mm reduziert.“ Folglich wurde der Verlust von 7 mm morphologischer Untergesichtshöhe nur zu 2 mm durch eine vergrößerte Ruhelage (IOD, freeway space) kompensiert.

Carlsson et al. stellen in einer Untersuchung 29 langjährige Prothesenträger vor [4]. Die Patienten bekamen Zahnersatz mit gleicher Erhöhung der morphologischen Untergesichtshöhe von 4,5 mm. Diese morpho-

logische Gesichtshöhe reduzierte sich in den folgenden drei Monaten um 0,5 mm.

Die Ruhelage der Mandibula unterschied sich von alter zu neuer Prothese, was auf eine Abhängigkeit der posturalen Position von der Prothese schließen lässt.

Gibt es nach der Erhöhung der VD ein Rezidiv?

Die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen, sowohl bei Menschen als auch Tierversuche (Rhesusaffen), zeigen ein Rezidiv. Die letztendlichen Positionen liegen aber deutlich über den Werten der ursprünglichen VD. In keiner der Untersuchungen wurde ein Rezidiv bis auf die ursprüngliche OVD gefunden. Viele Untersuchungen zeigen eine hohe Individualität beim Rezidiv [5,28,20,10,6,40,18].

Verstärkt sich der Muskeltonus aufgrund einer erhöhten VD?

Die geringste EMG-Aktivität wird im Durchschnitt 6 mm unter der „postural rest position“ festgestellt [41]. Dies widerspricht deutlich dem Begriff der Ruhelage und den Untersuchungen, die der Ruhelage ein Minimum an Muskelpotential zuschreiben [30]. Die Ergebnisse von *Tallgren* [48] zeigen: 15 bezahnte Patienten sind für totalen Zahnersatz vorgesehen. Es werden jeweils EMG's bei festem Kieferschluss und erstem Zahnkontakt für anterioren Temporalis und Masseter durchgeführt:

1. mit eigenen Zähnen
 2. nach Einsetzen erhöhter Totalprothesen
 3. nach 6 Monaten Totalprothese
 4. nach 12 Monaten Totalprothese
- zu 2: Geringeres EMG für Masseter; Aktivität der anterioren Temporalis abhängig von negativer inzisaler Stufe, je größer der Überbiss, desto höher die Aktivität.
- zu 3: Erhöhte Masseter-Aktivität aufgrund von VD-Verlust
- zu 4: Noch höhere Masseter-Aktivität wegen nochmals niedriger VD

Passt sich die IOD (interokklusale Distanz) einer veränderten VD an?

Dahl & Krogstad untersuchten 20 Patienten mit einer Erhöhung der vertikalen Relation von 1,9 mm (Referenzpunkt inzisale Kante) nach 5,5 Jahren [10]: Alle Patienten zeigten ein Rezidiv, hauptsächlich in den ersten sechs Monaten. Vom 6. bis 67. Monat war die Situation annähernd stabil. Kein Patient kehrte zur anfänglichen VD zurück

Erhöhung der VD auf: 1,90 mm

1,73 mm nach 6 Monaten

1,52 mm nach 67 Monaten

Gross & Ormianer untersuchten acht Patienten [18]. Die IOD wurde vorher über einen Monat jede Woche gemessen: Die VD wurde mit einer Schiene über alle Zähne um 3,5 bis 4,5 mm erhöht (Referenzpunkt inzisale Kante). Nach fünf Wochen erhöhter VD zeigt sich eine gleichbleibende IOD.

In einer weiteren Studie restaurierten *Ormianer & Gross* acht Patienten mit starken Abrasionen [34]. Dabei wurde die VD um 3,5 bis 4 mm erhöht (Referenzpunkt inzisale Kante). Nach einem Monat Tragezeit der Provisorien in der vorgesehenen Höhe erfolgte die endgültige Restauration. Die Nachuntersuchung nach zwei Jahren zeigte eine stabile VD.

Mechanismen der Adaptation der Ruhelage

Naito et al. führten ihre Studien an 60 Ratten durch, davon 30 mit 2 mm erhöhter VD und 30 Ratten als Vergleichsgruppe [31]. Die Messungen erfolgten am Ganglion gasserii am 1. Tag und in der 1., 3., 5., 7. und 9. Woche nach Erhöhung.

Es waren keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen bei der Aktivität der Mechano-Rezeptoren des TMJ zu messen.

Yaffe et al. inserierten bei 21 Ratten Schienen mit einer 1 bis 1,5 mm erhöhten VD [64]. Bei allen Tieren war nach einer Tragezeit von sieben Tagen eine verringerte EMG-Aktivität zu registrieren. Fünf bis zehn Tage nach dem Entfernen der Schienen war eine deutlich höhere Muskelaktivität im EMG zu registrieren.

Der Effekt, den die verringerte Aktivität auf die motorischen Endplatten hat, deutet an, dass diese neuromuskulären Verbindungen sensibel auf funktionelle Veränderungen reagieren.

Cash & Linden konnten bei neun Katzen eine an Mechano-Rezeptoren im Parodontium des linken Unterkieferzahn induzierte Aktivität am Nervus alveolaris inferior messen [7,8]. Mechano-Rezeptoren reagierten am stärksten, wenn der Teil des PDL (periodontal ligament), in dem die Rezeptoren lokalisiert wurden, auf Zug statt auf Druck belastet wurde. In der Untersuchung konnte zwischen schnell und langsam adaptierenden Rezeptoren unterschieden werden. Die Autoren gehen nicht von verschiedenen Rezeptoren aus. Sie führen die unterschiedlichen Adaptationszeiten auf die Lage der Mechano-Rezeptoren im PDL zurück. Sie fanden die langsam adaptierenden Rezeptoren im unteren Drittel der Wurzel, die schnell adaptierenden hingegen in mittleren Drittel.

Neuromuskuläre Steuerung bei veränderter VD?

Nach *Wessberg et al.* ist die Ruhelage der Mandibula beim bezahnten Kiefer hauptsächlich vom zentralen Nervensystem über Meldungen der Rezeptoren des Parodontium gesteuert [58,59]. Eine Veränderung der

vertikalen Dimension und die folgende neuromuskuläre Adaptation stellt man sich in zwei Stufen vor.

„Die sofortige ausgleichende Autorotation der Mandibula wird durch das zentrale Nervensystem gesteuert, um die Kaufunktion aufrecht zu erhalten oder zu verbessern. Die verzögerte und schrittweise ausgleichende Autorotation der Mandibula erfolgt als Reaktion der Veränderung innerhalb des muskuloskelettalen Komplexes mit dem Versuch, wieder ein neuromuskuläres Gleichgewicht zu erlangen.“

Linden fand bei Katzen auf der palatinalen Mukosa Rezeptoren, ähnlich den parodontalen Rezeptoren, die er P-Rezeptoren nennt [26]. Er schließt daraus, dass zahnlose Patienten ein Feedback nicht verlieren.

Beeinflusst eine Veränderung der VD das Kiefergelenk?

Ramfjord und *Blankenship* erhöhten bei sieben Rhesusaffen die VD posterior um 4 mm [39]. Die Schiene bedeckte nur die Seitenzahnsegmente. Die Tiere wurden über 36 Monate nachuntersucht. Bei den belasteten Zähnen erfolgte eine Intrusion, bei den unbelasteten Frontzähnen eine Extrusion ohne Attachmentverlust. Der wesentliche Verlust der VD erfolgte in den ersten sieben Monaten. Bei keinem Affen erreichte das Rezidiv die Ausgangs-VD. Der Affe mit der geringsten VD-Erhöhung kam der Ausgangssituation am nächsten. Nach 36 Monaten erhöhter VD zeigte die Histologie der Kiefergelenke keinen pathologischen Befund. Studien belegen, dass die kurzzeitige Erhöhung der VD über die IOD hinaus bei TMD-Symptomen eine geeignete Therapie sein kann [28,12,29,33]. Hierbei wird allerdings zum Teil extrem gesperrt.

Erhöhung der VD bei implantatgestützten Rekonstruktionen

Die neuromuskulär gesteuerte mastikatorische Funktion wird durch das parodontale Ligament (PDL) koordiniert. Zahnimplantaten fehlt das PDL.

Gartner et al. konnten bei einer Gruppe von 25 Patienten mit implantatgetragenen Zahnersatz im EMG eine gute Adaptation für die Kaufunktion zeigen [16]. Die Patienten wiesen allerdings im Vergleich zur Kontrollgruppe (32 Patienten) mit natürlichen Zähnen geringere Koordination der Muskelaktivität auf. Das EMG zeigte bei normaler Kaufunktion keinen Unterschied in den beiden Gruppen. Hingegen zeigte sich bei maximaler Kaukraft auf der Arbeitsseite als auch auf der inaktiven Seite, im Gegensatz zur Vergleichsgruppe, EMG-Aktivität.

Weiner et al. weisen im Tierversuch nach, dass okklusale Belastung bei Zahnimplantaten eine sensorische Reaktion und eine propriozeptive Steuerung für Kieferbewegungen auslöst [57].

Abb. 1
Ausgangssituation:
Frontalbild
des Patienten
in habitueller
Position



Abb. 2
Frontalbild des
Patienten mit
eingegliederten
Schienen



Enkling et al. untersuchten an 62 Patienten mit 62 Implantaten die taktile Sensibilität bei Kontakten von „Zahn zu Implantat“ im Vergleich zu Kontakten von „Zahn zu Zahn“ [15]. Die Sensibilität bei okklusalen Kontakten war bei der Gesamtzahl der untersuchten Probanden individuell viel größer als bei den Vergleichsgruppen. Statistisch gesehen zeigte das Ergebnis für die Gruppe mit Zahnkontakten natürlicher Zähne gleiche Werte wie die Gruppe mit „Zahn zu Implantat“-Kontakten.

Hsieh et al. zeigen bei zehn Patienten mit Zähnen und Implantaten hinsichtlich der sensorischen Antwort auf einen okklusalen Impuls eine deutliche Differenzierung von „Zahn zu Implantat“ [22]. Bei höherer okklusaler Belastung gleicht sich die sensorische Reaktion an. Trotz der fehlenden Sensoren des PDL zeigen sich Propriozeptoren an den Implantaten. Die Ergebnisse weisen auf Propriozeptoren im implantatnahen Knochen hin.

Für implantatgetragenen Zahnersatz mit erhöhter VD findet sich in internationalen Schriften nur eine Studie [35], die über erhöhte okklusale Aktivität bis zu drei Monaten nach Eingliedern des Zahnersatzes berichtet. 30 Patienten mit erhöhter VD von 3 bis 5 mm werden in drei Gruppen geteilt.

A: 10 Patienten mit natürlichen Zähnen

B: 10 Patienten mit Implantaten gegen eigene Zähne

C: 10 Patienten mit Implantaten in beiden Kiefern

Bei der Nachuntersuchung zeigte sich klinische Akzeptanz. In Gruppe B wiesen 20 % und in Gruppe C 40 % der Patienten über eine Phase von zwei bis drei Monaten erhöhte okklusale Aktivität auf. Man könnte diese Zeitdauer mit dem unterschiedlichen sensorischen Feedback von Zahn zu Implantat erklären. Allerdings wurde in der gleichen Studie über mehr mechanische Komplikationen bei der implantatgetragenen Prothetik berichtet.

Fallbeschreibungen zur Erhöhung der VD

Fall 1

Diagnose: Der Patient war zum Behandlungszeitpunkt 75 Jahre alt. Er klagte über Verspannung der Kaumuskelatur und war mit seinem Profil (Abb. 1 bis 4) unzufrieden. Die Kauleistung sei gering und er könne nicht abbeißen.

Es lag eine Angle-Klasse III mit positiver inzisaler Stufe vor (Abb. 5 und 6). Die vorläufig festgelegte zentrische Kondylenposition (Abb. 7 und 8) zeigte, dass eine Zwangsbisslage die Progenie noch verstärkte (Pseudoprogenie). Der Patient war Nichtraucher, allgemein gesund und nach der Initialtherapie parodontal stabil.

Behandlungsziele: Beseitigung des Zwangsbisses, Korrektur der positiven inzisalen Stufe und Erstellung eines okklusalen Konzepts mit Gruppenführung. Dadurch sollten die funktionellen Beschwerden beseitigt, eine bessere Kauleistung erzielt und eine ästhetische Verbesserung angestrebt werden.

Überlegungen: Aufgrund des Patientenalters und der erheblichen vertikalen und sagittalen Veränderung der Kiefer zueinander wurde die Behandlung reversibel begonnen. Die Veränderungen der Bisslage und der vertikalen Dimension sollten mit Schienen für drei Monate getestet werden. Erst danach wurde eine definitive Versorgung angestrebt.

Behandlungsablauf: Es wurden Planungsmodelle erstellt und im teiljustierbaren Artikulator mit vorläufig festgelegter zentrischer Kondylenposition montiert (Abb. 8). Ein Wax-up (Abb. 9) diente als Vorlage für die Herstellung von Schienen (Abb. 10) mit veränderter Vertikaldimension und physiologischer horizontaler Zuordnung. Die vertikale Dimension wurde um 15 mm am Stützstift des Artikulators erhöht (11 mm Erhöhung an der inzisalen Kante). Die Schienen wurden für eine dreimonatige Tragezeit im Mund eingebracht (Abb. 11).

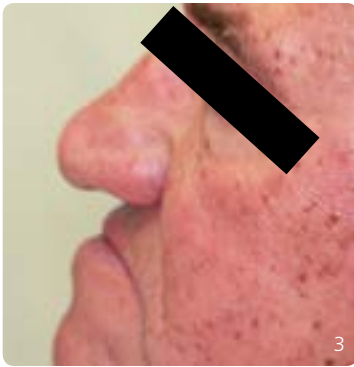


Abb. 3
Ausgangssituation: Lateralbild des Patienten in habitueller Position



Abb. 4
Lateralbild des Patienten mit eingegliederten Schienen



Abb. 5
Habituelle Bisslage im Mund



Abb. 6
Habituelle Bisslage im Artikulator



Abb. 7
Vorläufig festgelegte zentrale Kondylenposition im Mund



Abb. 8
Vorläufig festgelegte zentrale Kondylenposition im Artikulator



Abb. 9
Gewachste Schienen im Artikulator



Abb. 10
Fertiggestellte Schienen im Artikulator



Abb. 11
Schienen im Mund nach 3-monatiger Tragezeit

Abb. 12
Das Wax-up auf
dem ungesägtem
Meistermodell



Abb. 13
Die fertige
zahn technische
Arbeit auf dem
ungesägtem
Meistermodell im
Artikulator



Abb. 14
Die Arbeit im
Mund des
Patienten nach
sechs Jahren



Es zeigte sich sofort ein anderes Profil beim Patienten (Abb. 1 bis 4) und die Verspannung der Kaumuskelatur war nach wenigen Tagen behoben.

Nach dreimonatiger Beschwerdefreiheit wurde präpariert, abgeformt sowie Provisorien mit okklusaler Gruppenführung hergestellt und eingesetzt. Die im Praxislabor erstellte zahn technische Arbeit (Abb. 12 und 13) wurde zwei Wochen später definitiv zementiert. Der Patient befindet sich in einem – leider unregelmäßigen – Recallprogramm. Er ist jetzt 81 Jahre alt (Abb. 14).

Fall 2

Diagnose: Die Patientin war zum Behandlungszeitpunkt 74 Jahre alt, Nichtraucherin, allgemein gesund, parodontal stabil und in einem Recallprogramm. Es zeigten sich starke Abrasionen und ein Substanzverlust an den Zähnen im Ober- und Unterkiefer (Abb. 15 und 16). Der Verlust an Vertikaldimension wurde durch die Ruhelage von 4 mm nur zum Teil kompensiert. Die Patientin wünschte sich eine ästhetische Verbesserung in Bezug auf ihre Zähne und auf ihr Profil.

Behandlungsziele: Die Restzahnschubstanz sollte mithilfe von Dreiviertelkronen und Veneers geschützt wer-

den. Zudem sollte die Vertikaldimension aus prothetischer und ästhetischer Sicht erhöht werden.

Überlegungen: Aufgrund der in der Literatur beschriebenen guten Ergebnisse bei Erhöhung der Vertikaldimension sollte provisorisch beschliffen werden. Die Provisorien mit der angestrebten VD sollten eingliedert und wie eine therapeutische Schiene gehandhabt werden. Nach mehrwöchiger Tragezeit und Überprüfung der neu eingestellten Ruhelage sollte die definitive Versorgung erfolgen.

Behandlungsablauf: Die Planungsmodelle wurden im teiljustierbaren Artikulator mit vorläufig festgelegter zentrischer Kondylenposition montiert. Die vertikale Dimension wurde um 8 mm am Stützstift des Artikulators erhöht (zirka 6 mm Erhöhung an der inzisalen Kante). Ein Wax-up mit veränderter Kronenform und -länge diente als Vorlage für die Herstellung der Provisorien (Abb. 17). Nach dem provisorischen Beschleifen wurden die angefertigten Provisorien im Oberkiefer zementiert und abgeformt, im Unterkiefer nur aufgesteckt. Es wurde ein Bissregistrat genommen und die UK-Provisorien mit einer Überabformung versehen.



15



16

Abb. 15 und 16
Ausgangssituation:
Patientin mit abradieren
Zähnen und
VD-Verlust



17



18

Abb. 17
Das Wax-up mit
angestrebter
Vertikaldimension
und Kronenform

Abb. 18
Die UK-Provisori-
en werden gegen
das Modell der
zementierten
OK-Provisorien
einartikuliert



19



20

Abb. 19
Einschleifen der
Zentrik (rot)

Abb. 20
Einschleifen
der Protrusion
(schwarz)



21



22

Abb. 21
Einschleifen der
Laterotrusion und
Mediotrusion
(grün)

Abb. 22
Einschleifen der
UK-Provisorien
während der
Remontage

Im Labor wurde vom Oberkiefer ein Modell erstellt, gelenkbezogen im Artikulator montiert und mit dem Bissregistrator die Unterkieferprovisorien dagegen montiert (Abb. 18). Anschließend erfolgte eine Remontage

(rot: Zentrik; grün: Laterotrusion und Mediotrusion; schwarz: Protrusion) der bereits zementierten OK-Provisorien zu den UK-Provisorien mit dem Ziel einer fronteckzahn-geschützten Okklusion (Abb. 19 bis 22).

Abb. 23
Provisorien mit
neuer VD und
konzeptgerechter
Okklusion im
Mund



Abb. 24
Die zahntechnische Arbeit in
Wachs auf dem
ungesägtem
Meistermodell



Abb. 25
Die fertige
zahntechnische
Arbeit auf dem
ungesägtem
Meistermodell im
Artukulator

Abb. 26
Die Arbeit im
Mund der Pati-
entin nach vier
Jahren



Danach wurden die UK-Provisorien zementiert (Abb. 23). Diese wurden im Sinne einer Schiene mehrfach kontrolliert und korrigiert. Nach vier Wochen Tragezeit zeigte sich eine angepasste Ruhelage von 2 mm. Es erfolgte die Abformung. Die im Praxislabor erstellte Restauration (Abb. 24 und 25) wurde drei Wochen später definitiv zementiert. Die Patientin befindet sich in einem Recallprogramm und hat seither – ist jetzt 78 Jahre alt – keine zahnärztliche Behandlung benötigt (Abb. 26).

Fall 3

Diagnose: Der Patient war zum Behandlungszeitpunkt 66 Jahre alt, Nichtraucher und allgemein gesund. Es zeigten sich Abrasionen und ein Substanzverlust an den Frontzähnen des Unterkiefers, eine Freundsituation nach Zahn 13, ein Kreuzbiss in regio 24, 34 sowie ein beherdeter Zahn 47 mit zerstörter Krone. Es bestand Bedarf an parodontalhygienischer Aufklärung und einer Parodontalbehandlung (Abb. 27 und 28). Der Verlust an Vertikaldimension wurde durch die Ruhelage von 3 mm



Abb. 27
Patient vor der
Behandlung
mit Freind und
Kreuzbiss



Abb. 28
Patient mit
abradierten
UK-Frontzähnen



Abb. 29
Geringer
vertikaler
Abstand



Abb. 30
Vertikaler
Abstand mit
angestrebter VD

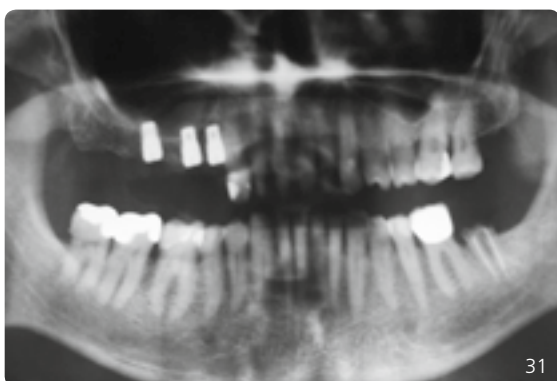


Abb. 31
OPG mit inserier-
ten Implantaten
und WF am 37



Abb. 32
Freilegen der
Implantate,
Verschiebelappen
und Einfügen der
Heilkappen

nur zum Teil kompensiert. Der geringe vertikale Abstand von Gingiva im ersten Quadranten zur Okklusionsebene des vierten Quadranten erlaubte keine prothetische Versorgung (Abb. 29 und 30). Der Patient wünschte sich eine ästhetische Verbesserung und eine prothetische Versorgung der Frendlücke.

Behandlungsziele: Es sollte eine parodontale Stabilität erzielt werden, eine prothetische Versorgung der Frendlücke, von alten erneuerungswürdigen Restaurationen und zum Schutz der abradierten Zähne. Aus prothetischen Gründen sollte eine Veränderung der Vertikaldimension erfolgen

Überlegungen: Aufgrund der guten Ergebnisse in der Literatur sollte provisorisch beschliffen werden. Die

Provisorien mit der angestrebten Vertikaldimension sollten eingliedert und wie eine therapeutische Schiene gehandhabt werden. Nach mehrwöchiger Tragezeit und Überprüfung der neu eingestellten Ruhelage sollte die definitive Versorgung erfolgen.

Behandlungsablauf: Nach der Initialtherapie, Scaling und Root planing und Reevaluation zeigte sich parodontale Stabilität. Der Zahn 37 wurde endodontisch behandelt und mit einem Aufbau versehen. Anschließend wurde eine chirurgische Kronenverlängerung durchgeführt. In regio 14, 15 und 16 wurden 7,5mm lange Implantate mit einem Durchmesser von 4,7mm inseriert. Bei dem Implantat in regio 16 wurde ein indirekter Sinuslift durchgeführt (Abb. 31) und die Osseointegrationszeit wurde auf drei Monate festgelegt (Abb. 32).

Abb. 33
Vorgewachste
Keramikkronen,
Veneers und
Onlay auf
ungesägtem
Meistermodell



Die Planungsmodelle wurden im teiljustierbaren Artikulator mit vorläufig festgelegter zentrischer Kondylenposition montiert. Die vertikale Dimension wurde um 4 mm am Stützstift des Artikulators erhöht (zirka 3 mm Erhöhung an der inzisalen Kante), um eine prothetische Versorgung zu ermöglichen. Als Vorlage für die Herstellung der Provisorien diente ein Wax-up mit veränderter Kronenform und -länge. Die Provisorien wurden nach Remontage (siehe Fall 2) zementiert und im Sinne einer Schiene mehrfach kontrolliert und korrigiert. Nach vier Wochen Tragezeit zeigte sich eine angepasste Ruhelage von 2 mm. Es erfolgten die Abformung und der Transfer. Die im Praxislabor erstellte zahntechnische Arbeit (Abb. 33 bis 35) wurde drei Wochen später definitiv zementiert. Der Patient befindet sich seit einem Jahr in einem Recallprogramm (Abb. 36).

Klinische Bestimmung der VD

Da ein Goldstandard fehlt, sind die Methoden zur Bestimmung des VD-Verlustes nur bedingt zuverlässig. Es ist sinnvoll, geeignete Methoden (wie eingangs auf Seite ?? beschrieben) zur Bestimmung der angestrebten Erhöhung heranzuziehen.

In den dokumentierten drei Fällen wurde die VD nach prothetischen Notwendigkeiten oder nach ästhetischen Gesichtspunkten verändert. Gelenkbezogen montierte Modelle, zugeordnet in einer vorläufigen zentrischen Kondylenposition, werden mit einem

Wax-up in der notwendigen oder gewünschten Veränderung und einem okklusalen Konzept versehen.

Im Patientenfall 1 wurde eine Okklusionsschiene zum Test der angestrebten neuen VD eingegliedert. Nach dreimonatiger Tragezeit und Akzeptanz der neuen VD schloss sich die endgültige Versorgung an.

Bei Fall 2 und 3 wurde ebenfalls ein diagnostisches Aufwachsen (Wax-up) durchgeführt. Es erfolgte ein provisorisches Beschleifen und das Eingliedern von Langzeitprovisorien mit Remontage der Provisorien, um eine front-eckzahn-geschützte Okklusion zu erzielen. Auch hier wurden die Provisorien im Sinne einer Schiene benutzt. Nach vierwöchiger Tragezeit der Langzeitprovisorien wurde die endgültige Versorgung durchgeführt.

Schlussbetrachtung

Abrasion von Zähnen, Fehlstellungen und Migrationen mit Zusammenbruch der Stützzone sowie langjährige Tragezeit von Teil- oder Totalprothetik können zum Verlust der VD und auch zur Verringerung der Untergesichtshöhe führen. In den dokumentierten Fällen war nach erheblichem Verlust an VD aus ästhetischen, funktionellen oder prothetischen Gründen eine Anhebung der VD erforderlich.

Die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen sowohl bei Menschen als auch bei Tieren (Rhesusaffen) zeigen ein Rezidiv der neuen VD. Jedoch bleibt auch nach längerer Zeit ein Gewinn an vertikaler Dimension. In keiner der Untersuchungen wurde ein Rezidiv bis auf die ursprüngliche VD gefunden.

Sowohl die wissenschaftliche Literatur als auch die klinische Erfahrung zeigen, dass die VD verändert und insbesondere erhöht werden kann, ohne die Gesundheit des Kausystems zu gefährden. Man kann davon ausgehen, dass die Muskulatur sich an die neue VD anpasst, indem sie ihren Tonus ändert.

Trotz der guten Resultate der Studien sollte eine Veränderung der VD über die Ruhelage hinaus vorsichtig ausgeführt werden, um die Adaptationsbereitschaft

Abb. 34 und 35
Fertige zahntechnische Arbeit
auf ungesägtem
Meistermodell im
Artikulator



des Systems nicht zu sehr zu strapazieren. Patienten mit craniomandibulärer Dysfunktion müssen – wie immer – vor der definitiven Therapie funktionstherapeutisch behandelt werden.

Vor der Analyse der VD steht die Festlegung der gelenkbezogenen, horizontalen Relation; andernfalls führt jede Veränderung der vertikalen Relation zwangsläufig zu einer Veränderung der horizontalen Relation. Deshalb ist es sinnvoll, die horizontale Relation mit einer physiologischen Gelenkposition an gelenkbezüglich einartikulierten Modellen oder Prothesen im justierbaren Artikulator festzulegen. Sollte eine Veränderung der VD ohne gelenkbezogene Bestimmung der horizontalen Relation festgelegt werden, hat nach jeder Veränderung eine neue horizontale Zuordnung zu erfolgen. ■



Abb. 36 Arbeit im Mund des Patienten nach 1 Jahr. Zahn technische Ausführungen Wilfried Lesaar, Praxislabor Dr. Derks

Über den Autor

Dr. Hermann Derks promovierte in Gießen und erhielt dort auch seine Approbation. Anschließend folgte eine kieferorthopädische Ausbildung bei Prof. Dr. Ulrich-Georg Tammoscheid, Gießen. Im Jahr 1979 lies er sich in eigener Praxis in Emmerich nieder und betreibt diese seit 1993 als Privatpraxis. Dr. Derks ist DGParo-Spezialist für Parodontologie sowie Spezialist für Implantologie (BDIZ/EDA) oder EDI



Korrespondenzadresse

Dr. Hermann Derks
Steinstraße 12
46446 Emmerich
Fon +49 2822 2595
dr.derks@t-online.de
www.drderks.de

Literaturverzeichnis

- [1] Abduo J, Lyons K. Clinical considerations for increasing occlusal vertical dimension: a review Australian Dental Journal 2012;57:2-10.
- [2] Beyron HL. Characteristics of functionally optimal occlusion and principals of occlusal rehabilitation. J Am Dent Assoc 1954;48:648-56.
- [3] Carlsson GE. Error in X-ray cephalometry. A method study and a longitudinal investigation of the facial skeleton on series with and without natural teeth over a 5-year period. Odont T 1967;75:99-129.
- [4] Carlsson GE, Ericson S: Postural face height in full denture wearers. A longitudinal X-ray cephalometric study. Acta Odont Scand 1967;25:145-162.
- [5] Carlsson GE, Ingervall B, Kocak G. Effect of increasing vertical dimension on the masticatory system in subjects with natural teeth. J Prosthet Dent 1979;41:284-289.
- [6] Carr AB, Christensen LV, Donegan SJ, Ziebert GJ. Postural contractile activities of human jaw muscles following use of an occlusal splint. J Oral Rehabil 1991;18:185-91.
- [7] Cash, R. M. & Linden, R. W. A., Effects of sympathetic nerve stimulation on intraoral mechanoreceptor activity in the cat. J. Physiol. 1982;329,451-463.
- [8] Cash, R. M. & Linden, R. W. A., The distribution of mechanoreceptors in the periodontal ligament of the mandibular canine tooth of the cat. J. Physiol. 1982;330,439-447.
- [9] Ciftci Y et al. Cephalometric Evaluation of Maxillomandibular Relationship in Patients wearing Complete Dentures, Angle Orthodontist, 2005;75,5.
- [10] Dahl BL, Krogstad O. Long-term observations of an increased occlusal face height obtained by a combined orthodontic/prosthetic approach. J Oral Rehabil 1985;12:173-176.
- [11] Dahl BL, The face height in adult dentate humans. A discussion of physiological and prosthodontic principles illustrated through a case report. J Oral Rehabil 1995;22:565-569.
- [12] Dahlström L, Conservative treatment of mandibular dysfunction. Clinical, experimental and electromyographic studies of biofeedback and occlusal appliances. Swed Dent J Suppl. 1984;24:1-45.
- [13] Dawson PE, Evaluation, diagnosis and treatment of occlusal problems. St.Louis: CV Mosby Co, 1974;275-8.
- [14] Edwards CL, Richards MW, Billy EJ, Neilans LC: Using computerized cephalometrics to analyze the vertical dimension of occlusion. Int J Prosthodont 1993;6,371-376.
- [15] Enkling N, Nicolay C, Utz K-H, Jöhren P, Wahl G, Mericske-Stern R. Tactile sensibility of single-tooth implants and natural teeth. Clin. Oral Impl. Res. 18, 2007; 231–236
- [16] Gartner JL, Mushimoto K, Weber HP, Nishimura I. Effect of osseointegrated implants on the coordination of masticatory muscles: a pilot study. J Prosthodont Dent 2000;84:185-193.
- [17] Gopi Chander N, Venkat R, An Appraisal on Increasing the Occlusal Vertical Dimension in Full Occlusal Rehabilitation and its Outcome. J Indian Prosthodont Soc 2011;11(2):77-81.
- [18] Gross MD, Ormianer Z. A preliminary study on the effect of occlusal vertical dimension increase on mandibular postural rest position. Int J Prosthodont 1994;7:216-226. >>

- [19] Gysi A: Practical application of research results in denture construction. *J Am Dent Assoc* 1929;16, 199-223.
- [20] Helsing G. Functional adaptation to changes in vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1984;52:867.
- [21] Helsing G. Ability of edentulous human beings to adapt to changes in vertical dimensions. *J Oral Rehabil* 1987;14:379-383.
- [22] Hsieh WW, Luke A, Alster J, Weiner S. Sensory discrimination of teeth and implant-supported restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2010;25:146-152.
- [23] Jarabak JR: An electromyographic analysis of muscular behavior on mandibular movements from rest position. *J Prosthet Dent* 1957;7:682-710.
- [24] Johansson A, Omar R. Identification and management of tooth wear. *Int J Prosthodont* 1994;7:506-516.
- [25] Johansson A, Johansson AK, Omar R, Carlsson GE. Rehabilitation of the worn dentition. *J Oral Rehabil* 2008;35:548-566.
- [26] Linden RWA, Properties of intraoral mechanoreceptors represented in the mesencephalic nucleus of the fifth nerve in the cat. *Journal of Physiology (London)*, 1982,330,439.
- [27] Lytle RB: Vertical relation of occlusion by the patient's neuromuscular perception. *J Prosthet Dent* 1964; 14: 12-21.
- [28] Manns A, Miralles R, Grrero F. The changes in electrical activity of the postural muscles of the mandible upon varying the vertical dimension. *J Prosthet Dent* 1981;45:438-44.
- [29] McNeal DR et al. The Pew National Dental Education Program at the University of Florida College of Dentistry. *J Dent Educ*. 1990;54(2):115-22.
- [30] Michelotti A, Farella M, Vollaro S, Martina R. Mandibular rest position and electrical activity of the masticatory muscles. *J Prosthet Dent* 1997;78:48-53.
- [31] Naito S et al. Functional adaptability of temporomandibular joint mechanoreceptors after an increase in the occlusal vertical dimension in rats. *Angle Orthodontist*, 2011;81,3.
- [32] Niswonger ME, The rest position of the mandible and centric relation. *J Am Dent Assoc* 1934;21:1572-82.
- [33] Okeson JP, de Kanter RJ, Temporomandibular disorders in the medical practice. *J Fam Pract*. 1996;43(4):347-56.
- [34] Ormianer Z, Gross M. A 2-year follow-up of mandibular posture following an increase in occlusal vertical dimension beyond the clinical rest position with fixed restorations. *J Oral Rehabil* 1998;25:877-883.
- [35] Ormianer Z, Palty A. Altered vertical dimension of occlusion: a comparative retrospective pilot study of tooth- and implant-supported restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2009;24:497-501.
- [36] Palla S: Bestimmung der vertikalen und horizontalen Kieferrelation. *Totalprothesen. Praxis der Zahnheilkund.* von Hupfauf L. Urban & Schwarzenberg 1987, München-Wien-Baltimore; 7.
- [37] Palla S: Occlusal considerations in complete dentures. In: McNeill C. ed *Science and practise of occlusion*. Chicago: Quintessence, 1997:457-67.
- [38] Palla SF. The vertical dimension: a prosthodontist's perspective. In: *The enigma of the vertical dimension*. Mc Namara JA *Craniofacial Growth Series* 1999;Vol.36:75-101.
- [39] Ramfjord, S.P. und Blankenship, J.R. Increased occlusal vertical dimension in adult monkeys. *J Prosthet Dent* 1981;45:74.
- [40] Rivera-Morales WC, Mohl ND Relationship of occlusal vertical dimension to the health of the masticatory system *J Prosthet Dent*. 1991;65(4):547-53.
- [41] Rugh JD, Drago CJ. Vertical dimension: A study of clinical rest position and jaw muscle activity. *J Prosthet Dent* 1981;45:670-5.
- [42] Schweitzer J.M. Restorative dentistry - a half century of reflection. *J Prosthet Dent*. 1974;31,22.
- [43] Silverman MM: Accurate measurement of vertical dimension by phonetics and the speaking centric space. Part II. *Dent Dig* 1951;57,308-311.
- [44] Slavicek R: Die funktionellen Determinanten des Kauorgans. Verlag Zahnärztlich-Medizinisches Schrifttum 1984, München.
- [45] Tallgren A: Changes in adult face height due to ageing, wear and loss of teeth and prosthetic treatment. *Acta Odont Scand* 1957;15:Suppl 24.
- [46] Tallgren A: The reduction in face height of edentulous and partially edentulous subjects during long-term denture wear. A longitudinal roentgenographic cephalometric study. *Acta Odont Scand* 1966;24: 195-239.
- [47] Tallgren A: Roentgen cephalometric analysis of ridge resorption and changes in jaw and occlusal relationships in immediate complete denture wearers. *J. Oral Rehab* 1980;7:77-94.
- [48] Tallgren A: Correlations between EMG jaw muscle activity and facial morphology in complete denture wearers. *J. Oral Rehab* 1983;10:105-120.
- [49] Thompson JR: The rest position of the mandible and its significance to dental science. *J Am Dent Ass* 1946;33:151-174.
- [50] Thompson JR: Concepts regarding function of the stomatognathic system. *J Am Dent Ass* 1954;48: 626-637.
- [51] Timmer LH: A reproducible method for determining the vertical dimension of occlusion. *J Prosthet Dent* 1969;22:621-630.
- [52] Timmer LH: Eine produktive Methode zur Bestimmung der Bisshöhe. *Dtsch Zahnärztl Z* 1970;25:596-602.
- [53] Tryde G, McMillan DR et al.: Factors influencing the determination of the occlusal vertical dimension by means of a screw jack. *J Oral Rehab* 1974;1:233-244.
- [54] Tryde G, Stoltze K, Brill N. Horizontal stabilization of upper and lower borders of the comfortable zone. *J Oral Rehabil* 1978;5:9-13.
- [55] Turner KA, Missirlian DM. Restoration of the extremely worn dentition. *J Prosthet Dent* 1984;52:467-474.
- [56] Utz K-H: Studies of changes in occlusion after the insertion of complete dentures. Part II. *J Oral Rehabil* 1997;24,376-384.
- [57] Weiner S, Sirois D, Ehrenberg D, Lehrmann N, Simon B, Zohn H. Sensory responses from loading of implants: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19:44-51.
- [58] Wessberg GA, O'Ryan FS et al.: Neuromuscular adaptation to surgical superior repositioning of the maxilla. *J Max Fac Surg* 1981;9:117-122.
- [59] Wessberg GA, Epker BN, Elliot AC: Comparison of mandibular rest positions induced by phonetics, transcutaneous electrical stimulation, and masticatory electromyography. *J Prosthet Dent* 1983;49, 100-105.
- [60] van Willigen JD, de Vos AL et al.: Psychophysical investigations of the preferred vertical dimension of occlusion in edentulous patients. *J Prosthet Dent* 1976;35:259-266.
- [61] van Willigen JD, Rashbass C et al.: „Byte-ryte“, an apparatus for the determination of the preferred vertical dimension of occlusion required for the construction of complete denture prosthesis. *J Oral Rehab* 1985;12:23-25.
- [62] Winkler S: *Essentials of complete denture prosthodontics*. WB Saunders Co 1979, Philadelphia.
- [63] Wyke BD: Neuromuscular mechanisms influencing mandibular posture: a neurologist's review of current concepts. *J Dent* 1974;2:111-120.
- [64] Yaffe A, Tal M, Ehrlich J. Effect of occlusal bite-raising splint on electromyogram, motor unit histochemistry and myoneuronal dimensions in rats. *J Oral Rehabil* 1991;18:343-51.
- [65] Yemm R, Berry DC: Passive control in mandibular rest position. *J Prosthet Dent* 1969;22:30-36.