



Online-Wissenstest
zu diesem Beitrag
siehe Seite 551

Evidenzbasierte Medizin in der Kieferorthopädie

Henning Madsen, Dr. med. dent.

Kieferorthopäde
Ludwigstraße 36, 67059 Ludwigshafen
E-Mail: info@madsen.de

Indizes

Kieferorthopädische Behandlung, evidenzbasierte Medizin, Therapieeffizienz, Zahnbogenexpansion, Distalokklusion, Einphasenbehandlung, Zweiphasenbehandlung, festsitzende Apparaturen, herausnehmbare Apparaturen

Zusammenfassung

Das Ziel der Kieferorthopädie ist die Verbesserung von Zahnstellungen, die von einem theoretischen Ideal abweichen. Entgegen den traditionellen Aussagen zur medizinischen Behandlungsnotwendigkeit gibt es bis heute jedoch nur schwache Evidenz für einen gesundheitlichen Nutzen kieferorthopädischer Behandlungen. Offensichtlich wäre eine kritische Neubewertung des Fachs ebenso sinnvoll wie eine Anpassung der kieferorthopädischen Behandlungsverfahren an den Stand der Wissenschaft. Bis heute werden bei Kindern und Jugendlichen Apparaturen und Verfahren eingesetzt, die in den 1920er und 1930er Jahren entwickelt wurden. Hierzu zählen ein Großteil der herausnehmbaren Apparaturen, die so genannte Dehnungstherapie, die Funktionskieferorthopädie und Therapiekonzepte wie die Frühbehandlung und die Zweiphasenbehandlung. Die Mehrzahl der jungen Patienten könnte heute in einer einzigen Behandlungsphase mit festsitzenden Apparaturen schneller und unter geringeren sozialen Belastungen behandelt werden. Dieser Übersichtsartikel soll dazu beitragen, die große Lücke zwischen der klinischen Realität und dem publizierten Stand der Wissenschaft zu schließen.

Einleitung

Das Moyers-Symposium der University of Michigan in Ann Arbor ist eine der hochkarätigsten wissenschaftlichen Veranstaltungen der Kieferorthopädie weltweit. Sie vereinigt regelmäßig einige der renommiertesten Forscher und Kliniker dieses Fachs mit solchen aus medizinischen und anderen Disziplinen. Dieses illustre Umfeld hielt *David Sackett*, einen der Begründer der evidenzbasierten Medizin, bei seinem Auftritt auf dem Moyers-Symposium im Jahr 1985 nicht davon ab, eine vernichtende Bestandsaufnahme der damaligen Kieferorthopädie vorzutragen: „Keiner meiner Kollegen zitierte irgendwelche randomisierten Studien, und die Literaturrecherche zeigte, dass die Kieferorthopädie im Hinblick auf die Zahl der veröffentlichten randomisierten Studien hinter solchen Behandlungsformen wie Akupunktur, Hypnose, Homöopathie und orthomolekularer Therapie zurückstand und sich auf einer Höhe mit Scientology, Dianetik und Podiatrie befand.“ (Übersetzung des Autors). Die damaligen Debatten

über die Vorzüge und Nachteile verschiedener Therapieformen bezeichnete er als rein rhetorisch und führte diesen Missetand auf das Fehlen methodisch angemessener Untersuchungen in der Kieferorthopädie zurück⁶⁰.

Sackett war von dem wissenschaftlichen Niveau der Kieferorthopädie so wenig überzeugt, dass er zu einem weiteren Auftritt auf dem Symposium im Jahr 1994 regelrecht überredet werden musste. Zu seiner Überraschung wurden dort jedoch vor allem Design, Ausführung und Interpretation von randomisierten kontrollierten Studien (RCTs) diskutiert, so dass er verwundert feststellte: „Ich schätze Ihre Perspektiven heute als ebenso positiv ein, wie ich sie 1985 negativ eingeschätzt habe, weil Sie in der Zwischenzeit harte, angewandte Wissenschaft erbracht haben, um Behandlungsentscheidungen in der Kieferorthopädie zu begründen.“ (Übersetzung des Autors)⁶¹.

Der innerhalb von nur 9 Jahren eingetretene und weiterhin anhaltende substanzielle Wandel in der Kieferorthopädie soll im Folgenden beleuchtet werden. Im Vordergrund steht



dabei neben der Neubewertung der Kieferorthopädie als solcher vor allem die kritische Diskussion traditioneller Therapieformen im Licht der neuesten Forschungsergebnisse.

Medizinische Notwendigkeit kieferorthopädischer Maßnahmen

Während die medizinische Begründung z. B. für die Behandlung der Karies im menschlichen Gebiss keiner Diskussion bedarf, weil der medizinische Nutzen ebenso offenkundig wie unstrittig ist, trifft dies auf Positionsabweichungen von Zähnen und Kiefern nicht zu. Traditionell wurde die kieferorthopädische Behandlung solcher Abweichungen von einer idealisierten anatomischen Norm, denen ein unmittelbarer Krankheitswert in der Regel offensichtlich nicht zukommt, mit einem mittelbaren Krankheitswert begründet, da Zahnstellungsabweichungen das Entstehen von Krankheiten begünstigen würden. Als sekundär durch Zahnstellungsabweichungen hervorgerufene Erkrankungen werden in Lehrbüchern gewöhnlich Karies, Parodontalerkrankungen, craniomandibuläre Dysfunktionen (CMD) sowie Einschränkungen der Sprach- und Kaufunktion angeführt, selbst wenn für derartige gesundheitliche Folgeerscheinungen bis heute keine klaren epidemiologischen Belege vorliegen.

Um die Frage einer medizinischen Begründung kieferorthopädischer Behandlungen zu klären, haben im Jahr 2003 zwei schwedische Hochschullehrer der Kieferorthopädie nach umfassender Literaturrecherche eine Zusammenfassung veröffentlicht⁴⁴. Sie schlossen aus der vorliegenden Evidenz, dass die Assoziation von Zahnstellungsabweichungen zu möglichen pathologischen Folgeerscheinungen generell zu schwach sei, um eine kieferorthopädische Behandlung als präventive Maßnahme zu rechtfertigen. Zu begründen wären möglicherweise therapeutische Interventionen bei Kreuzbissen und verlagerten Zähnen, um durch Beseitigung dieser Störfaktoren eine normale Gebissentwicklung zu sichern, ferner eine Therapie bei großem horizontalem Frontzahnüberbiss zur Reduktion der Frontzahntraumen. Da mit dem Beginn der Jugendjahre psychosoziale und ästhetische Gründe für eine Behandlung deutlich im Vordergrund stünden, empfahlen die Autoren, die Behandlungen in der Regel nicht vor der Ausbildung eines eigenen ästhetischen Empfindens der jungen Patienten mit etwa 12 Jahren zu beginnen. Weiterhin regten sie an, dem Patienten ein realistisches Bild über die zu erwartende Rezidivtendenz, die Notwendigkeit langjähriger Retentionsmaßnahmen und eventuelle iatrogene Schäden durch kieferorthopädische Maßnahmen zu vermitteln, um auf diese Weise eine aufgeklärte und autonome Entscheidung über die Aufnahme einer Behandlung zu ermöglichen⁴⁴.

Zudem haben mehrere groß angelegte epidemiologische Studien in den letzten 15 Jahren deutlich gemacht, dass der Zusammenhang zwischen kieferorthopädischen Befunden und CMD generell schwach ist und nur bei sehr ausgeprägten und meist seltenen Dysgnathien klinische Relevanz erreicht^{18,26,30,51,52,67}. Ebenso liegen bis heute keine epidemiologischen Daten vor, die eine klinisch relevante Assoziation von okklusalen und orthopädischen Befunden bestätigen würden^{5,21,33,34}, selbst wenn eine solche Verknüpfung gerade in jüngster Zeit gelegentlich propagiert wird.

In einem im Jahr 2004 erschienenen Leitartikel der Zeitschrift „Orthodontics and Craniofacial Research“, die eine sehr starke wissenschaftliche Ausrichtung mit Schwerpunkt Grundlagenforschung hat, wurde bemängelt, dass es bis heute weder eine universell akzeptierte Definition kieferorthopädischer Gesundheit noch eine klare Grenze für eine gesundheitlich begründete Behandlungsnotwendigkeit gäbe¹. Nur etwa 5 % der Bevölkerung wiesen kieferorthopädische Befunde auf, die als Krankheiten oder Missbildungen aufgefasst werden könnten. Eine kieferorthopädische Behandlung könne daher überwiegend nicht als Therapie, sondern lediglich als Verbesserung („enhancement“) aufgefasst werden¹.

Solange keine ausreichenden epidemiologischen Daten für eine Nutzenbewertung kieferorthopädischer Behandlungen vorliegen, sind zum jetzigen Zeitpunkt keine endgültigen Schlüsse möglich. Sicher ist jedoch bereits heute, dass das historische Konzept „Kieferorthopädie ist Prophylaxe“ nicht auf breite Bevölkerungsschichten angewendet werden kann und eine kritische Neubewertung des Fachs unvermeidlich ist. Diese wird Konsequenzen sowohl für die Indikationsstellung und Häufigkeit kieferorthopädischer Behandlung als auch für die Verteilung finanzieller Ressourcen im Gesundheitswesen haben.

Die Expansion der Zahnbögen

Das häufigste klinische Problem in der Kieferorthopädie ist der Platzmangel mit der Folge von Engständen vor allem der Frontzähne. Die technisch einfachste und populärste therapeutische Strategie bei diesem Befund besteht in der Expansion der Zahnbögen, d. h. einer Bukkalkippung der Seitenzähne bzw. einer Labialkippung der Frontzähne. Besonders in der deutschen Kieferorthopädie ist dieses therapeutische Vorgehen, das meist mit herausnehmbaren Plattenapparaturen im Wechselgebiss durchgeführt wird, als „Dehnungstherapie“ weit verbreitet. Traditionell wurde dabei angenommen, dass die erzielten Ergebnisse Langzeitstabilität aufweisen und die Zahnbögen dauerhaft vergrößert bleiben^{23,35}. Durch zahlreiche Langzeitstudien mit großen



Patientengruppen konnte jedoch gezeigt werden, dass diese Annahme nicht zutrifft. So belegten mehrere deutsche Studien, dass nach einer Expansion im anterioren Zahnbogen, insbesondere der unteren Eckzahndistanz, ein nahezu vollständiges Rezidiv auf den Ausgangswert zu erwarten ist. Die Werte für die Expansion im hinteren Zahnbogen sind etwas besser, jedoch trägt eine posteriore Expansion wenig zur erwünschten Korrektur von Frontengständen bei. Übereinstimmend wurde in verschiedenen Untersuchungen eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen Dehnung und Rezidiv gefunden: Je mehr expandiert wurde, umso größer waren die unerwünschten posttherapeutischen Veränderungen^{29,63,71}. Unter allen an der University of Washington in Longitudinalstudien untersuchten Gruppen wies eine Gruppe mit früher Expansion in der Wechselgebissphase die schlechteste Langzeitstabilität auf³⁸. Eine ebensolche Beziehung zwischen dem Ausmaß der therapeutischen Veränderung und dem zu erwartenden Rezidiv konnte auch für die Protrusion der Frontzähne nachgewiesen werden⁴³. Wesentlich bessere Langzeitresultate fanden sich hauptsächlich bei Patientengruppen, bei denen während der kieferorthopädischen Behandlung auf eine Expansion der Zahnbögen weitgehend verzichtet worden war^{49,59}.

In einer systematischen Übersichtsarbeit über die Expansion der unteren Eckzahndistanz werteten die Autoren 26 Einzelstudien mit zusammen 1.233 Patienten aus¹⁰. Die statistische Zusammenfassung der Ergebnisse (so genannte Metaanalyse) zeigte unabhängig von der verwendeten Behandlungstechnik eine durchschnittliche Expansion von 1,57 mm, gefolgt von einem Rezidiv von 1,24 mm. Da der therapeutische Gewinn mit 0,33 mm nahe null liegt, schließen die Autoren, dass die untere Eckzahndistanz ohne dauerhafte Retention nicht stabil verändert werden kann¹⁰. Ähnliche Schlüsse ergeben sich aus der Zusammenfassung der zahlreichen Studien zur Langzeitstabilität, die an der University of Washington durchgeführt wurden³⁷. Die Resultate der longitudinalen Therapiestudien entsprechen dabei – was nicht überrascht – der Entwicklung der Dimensionen unbehandelter menschlicher Zahnbögen, die mit dem Wachstum bis etwa zum 13. Lebensjahr zunehmen, danach aber abnehmen oder stagnieren^{45,53}.

Die Ergebnisse der vorliegenden Langzeitstudien können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Expansion der Zahnbögen ist ohne anschließende permanente Retention keine sinnvolle Behandlungsstrategie. Um langfristig stabile Therapieergebnisse zu erreichen, empfiehlt es sich, die Zahnbogendimensionen nur wenig zu verändern und insbesondere im unteren Zahnbogen keine Expansion vorzunehmen.

2. Das alte deutsche Konzept der bimaxillären Expansion der Zahnbögen mit Plattenapparaturen muss als obsolet angesehen werden, weil die erzielten Veränderungen eine auffällig schlechte Langzeitstabilität aufweisen.
3. Eine evidenzbasierte Strategie für die Behebung des Platzmangels im Wechselgebiss ist dagegen der Erhalt des so genannten Leeway-Space, d. h. des Größenunterschiedes zwischen den zweiten Milchmolaren und den nachfolgenden zweiten Prämolaren. Dieser Unterschied liefert im Oberkiefer etwa 3 mm und im Unterkiefer bis zu 5 mm Platzgewinn, wenn nach der Exfoliation der zweiten Milchmolaren die physiologische Mesialdrift der bleibenden ersten Molaren verhindert wird. Das ist im unteren Zahnbogen zuverlässig mit einem passiven Lingualbügel zu erreichen, mit dessen Einsatz bei etwa zwei Drittel der jungen Patienten genügend Platz zur Auflösung frontaler Engstände erhalten werden kann^{8,12}. Dieser technisch einfache Behandlungsansatz hat nicht nur den Vorteil, ohne Anforderungen an die Mitarbeit auszukommen, sondern führt auch zu besonders stabilen Behandlungsergebnissen¹⁵. Bei ausgeprägtem Platzmangel ist die Extraktion oder die approximale Schmelzreduktion das Mittel der Wahl, sofern keine lebenslange Retention in Kauf genommen werden soll.

Eine ausführliche Literaturübersicht in deutscher Sprache zur Expansion ist im Jahr 2004 publiziert worden⁴¹.

Skelettale Veränderungen bei der Behandlung der Distalokklusion

Eine weit verbreitete Strategie zur Behandlung der Distalokklusion ist der Versuch der „orthopädischen“ Wachstumsbeeinflussung des Unterkiefers mit bimaxillären Apparaturen vom Typ des Aktivators. Nach diesem Konzept würde der Aktivator eine permanente Verlängerung des Unterkiefers bewirken und so zur Korrektur der Distalokklusion führen. Diese ursprünglich von *Andresen*^{3,4} aufgestellte Hypothese war ein zentrales Dogma der deutschen Kieferorthopädie und bewirkte ein jahrzehntelanges Schisma zwischen „funktionell“ und „orthodontisch“ arbeitenden Kieferorthopäden. Durch mehrere seit 1990 durchgeführte randomisierte kontrollierte Studien ist jedoch inzwischen deutlich geworden, dass mit Apparaturen vom Typ des Aktivators skelettale Effekte nur in der klinisch bedeutungslosen Größenordnung von 1 mm erwartet werden können, während die hauptsächliche Wirkung durch orthodontische Zahnbewegung erreicht wird^{11,25,31,46,68}.



Da bei kieferorthopädischen Behandlungen mit diesen voluminösen und sozial behindernden Geräten bei langer Behandlungszeit mit Misserfolgsraten bis zu einem Drittel gerechnet werden muss, ist versucht worden, effizientere Apparaturen zu entwickeln. Hierzu zählen das festsitzende *Herbst*-Scharnier und seine Derivate, die die Vorteile geringerer Misserfolgsraten und im Vergleich zu Apparaturen des Aktivortyps deutlich kürzere Behandlungszeiten vereinigen. Die festsitzenden bimaxillären Apparaturen vom *Herbst*-Typ weisen allerdings kein günstigeres Verhältnis von dentalen zu skelettalen Wirkungen auf als die klassischen herausnehmbaren Geräte, sondern erreichen vergleichbare Effekte lediglich in kürzerer Zeit^{2,13}.

Die ohnehin geringen skelettalen Veränderungen, die sich mit heutigen kieferorthopädischen Apparaturen erzielen lassen, bleiben langfristig nicht erhalten, sondern gehen zum größten Teil in den Jahren nach der Behandlung verloren, wie in vielen Langzeitstudien übereinstimmend nachgewiesen wurde. Mit bimaxillären Apparaturen wird also offensichtlich in geringem Umfang etwas Wachstum zeitlich vorgezogen, aber keine bleibende skelettale Veränderung erreicht^{14,16,22,48,72}. Es ist interessant festzustellen, dass in zahlreichen älteren Publikationen über retrospektive Untersuchungen in der Fachliteratur sehr viel größere skelettale Veränderungen beschrieben wurden. Im Licht der Ergebnisse der neueren randomisierten Studien muss davon ausgegangen werden, dass bei diesen Untersuchungen ein erheblicher Selektionsbias (bevorzugtes Auswerten „guter“ Fälle) vorlag und dass durch das Fehlen von unbehandelten Kontrollgruppen normales Wachstum als Therapieeffekt fehlinterpretiert wurde²⁸.

So kann zusammenfassend Folgendes festgestellt werden:

1. Die langfristigen Effekte verschiedener Strategien zur Behandlung der *Angle*-Klasse II unterscheiden sich nur unwesentlich, gleich ob dabei der Unterkiefer temporär verlagert wird oder bewusst nur Zahnbewegungen angestrebt werden.
2. Die alte *Andresen*'sche Hypothese von der Steuerung des Unterkieferwachstums kann eindeutig zurückgewiesen werden, so dass therapeutische Behandlungsstrategien mit dem vorrangigen Ziel der Wachstumsmodifikation heute grundsätzlich als fragwürdig erscheinen.
3. Vor diesem Hintergrund wird ebenso deutlich, dass die Fachbezeichnung Kieferorthopädie, die während des Siegeszuges der *Andresen*'schen Hypothesen im Deutschland der 1930er Jahre eingeführt wurde, irreführend ist, weil eine klinisch signifikante orthopädische Veränderung des Gesichts ohne Dysgnathiechirurgie nicht erreicht werden kann. Zutreffender ist dagegen die ältere, früher auch in Deutschland gebräuchliche Bezeichnung „Orthodontik“, die auf eine ausschließliche Beeinflussung

der Zahnstellung verweist. Die Umbenennung der seit 1931 erschienenen deutschen Fachzeitschrift „Fortschritte der Orthodontik“ in „Fortschritte der Kieferorthopädie“ im Jahr 1952 wie auch die Ergänzung des Titels des „American Journal of Orthodontics“ durch den Zusatz „and Dentofacial Orthopedics“ im Jahr 1985 sind beide im Geist der *Andresen*'schen Hypothesen erfolgt und müssten nach heutigem Kenntnisstand rückgängig gemacht werden.

Kieferorthopädische Behandlung in einer oder zwei Phasen?

Bei der kieferorthopädischen Behandlung junger Patienten bestehen zwei grundsätzlich verschiedene Ansätze kieferorthopädischer Therapie. In den USA wurde traditionell der Abschluss des Zahnwechsels einschließlich des Durchbruchs der zweiten Molaren abgewartet, um dann die gesamte Behandlung in einer einzigen Phase mit festsitzenden Apparaturen durchzuführen. Dagegen standen in den meisten europäischen Ländern bis in die 1970er Jahre hinein festsitzende Apparaturen kaum zur Verfügung. Vielmehr wurden hier fast ausschließlich herausnehmbare Apparaturen eingesetzt und die Behandlungen generell im Wechselgebiss begonnen.

Seit der Aufnahme der festsitzenden Apparaturen in das therapeutische Spektrum scheint sich in Deutschland eine zweiphasige Behandlung ebenso als Standard etabliert zu haben wie ein früher Behandlungsbeginn im Wechselgebiss mit herausnehmbaren Apparaturen, gefolgt von einer zweiten Phase mit festsitzenden Apparaturen. In der ersten Phase kommen für gewöhnlich Plattenapparaturen zum „Dehnen“ der Zahnbögen und Apparaturen vom Typ des Aktivators zur Korrektur der Distalokklusion zum Einsatz. Die Vorteile der Zweiphasenbehandlung und des frühen Behandlungsbeginns werden in der Regel darin gesehen, dass weniger Extraktionen notwendig würden, bessere Profile durch die Beeinflussung des Unterkieferwachstums entstünden und damit auch seltener invasive Prozeduren wie Extraktionen und Dysgnathiechirurgie erforderlich seien. Zudem würde die Behandlungszeit mit festen Apparaturen durch die Vorbehandlung reduziert. Mit Hilfe von seit 1990 durchgeführten RCTs und zahlreichen Studien zur Therapieeffizienz konnten diese empirisch begründeten Hypothesen inzwischen wissenschaftlich überprüft werden.

Etwa gleichzeitig führte man in den 1990er Jahren zwei groß angelegte RCTs zur Frühbehandlung durch. An den Universitäten Florida³⁶ und North Carolina³⁷ wurden dabei Patientengruppen mit Bionator und zervikalem Headgear im Wechselgebiss behandelt, während eine Kontrollgruppe zu-



nächst unbehandelt blieb. Nach abgeschlossenem Zahnwechsel wurden alle Patienten mit einer festsitzenden Apparatur behandelt, wodurch ein aussagekräftiger Vergleich zwischen einphasiger und zweiphasiger Behandlung möglich war. In Florida konnten 270 und in North Carolina 170 Patienten rekrutiert werden, so dass sich in allen untersuchten Gruppen mindestens 50 Patienten untersuchen ließen. Für beide Studien liegen inzwischen Daten über die gesamte Therapiedauer vor.

Tulloch et al.⁶⁸ hatten bereits 1998 festgestellt, dass die geringen skelettalen Effekte, die in den früh behandelten Gruppen erreicht wurden, in den folgenden Jahren nicht stabil blieben, so dass nach abgeschlossener zweiter Behandlungsphase mit festen Apparaturen nur noch geringfügige Unterschiede zwischen früh und spät behandelten Patienten ermittelt werden konnten. Nach Abschluss aller Behandlungen waren die skelettalen Unterschiede nahezu vollkommen verschwunden. Sowohl die Qualität der Behandlungsergebnisse als auch die Häufigkeit invasiver Prozeduren wie Extraktionen und dysgnathiechirurgische Eingriffe waren in allen Gruppen annähernd gleich. Bedeutsam ist die Feststellung, dass bei den früh behandelten Gruppen zwar die Behandlungszeit mit festen Apparaturen etwas reduziert werden konnte, dafür aber die gesamte Behandlungszeit deutlich verlängert wurde⁶⁹. Die früh behandelten Gruppen hatten lediglich leichte Vorteile in Bezug auf das Ausmaß der Wurzelresorptionen und der Frontzahntraumen während der Behandlung, jedoch waren diese zu gering, um klinisch relevant zu sein^{9,36}.

In gleicher Weise wurde in der Studie der Universität Florida festgestellt, dass sich durch die Frühbehandlung keine besseren dentalen Resultate erreichen ließen. Zwar war die Behandlungszeit mit festsitzenden Apparaturen um 6 Monate verringert, dafür wurde jedoch die gesamte Behandlungszeit deutlich verlängert³². Ähnliche Ergebnisse waren bereits in verschiedenen retrospektiven Studien gefunden worden^{39,42}.

Als Quintessenz lässt sich Folgendes feststellen:

1. Es ist zwar unstrittig, dass spezifische, kleine Gruppen von Patienten mit sehr ausgeprägten Malokklusionen von einer zweiphasigen Behandlung mit frühem Beginn profitieren können, aber die vorgestellten Studienresultate weisen eindeutig darauf hin, dass für die meisten Patienten eine einphasige Therapie mit festsitzenden Apparaturen bei gleicher Ergebnisqualität kürzer, kostengünstiger und weniger belastend ist.
2. Die Zweiphasenbehandlung mit frühem Behandlungsbeginn bietet in der Regel keine Vorteile für den Patienten. Sie erreicht keine besseren Effekte, ist aber weniger effizient als die Einphasenbehandlung^{20,27,32,69}. Johnston²⁷ stellte hierzu die rhetorische Frage, ob eine

kieferorthopädische Behandlung mit 2 Jahren oder mit 5 Jahren Dauer besser sei, und antwortete selbst, dass diese Frage den zeitgenössischen Kieferorthopäden schwierig vorkommen möge, für einen vollständig aufgeklärten Patienten aber sehr einfach zugunsten der geringeren Behandlungsdauer zu beantworten sei.

3. Die starke Verbreitung der Zweiphasenbehandlung, die entgegen den eindeutigen wissenschaftlichen Aussagen inzwischen selbst in den USA vorgefunden wird, ist immer wieder mit den wirtschaftlichen Interessen der Kieferorthopäden in Verbindung gebracht worden, da längere und aufwändigere Behandlungen auch höhere Kosten verursachen^{7,27}. Eine solche Begründung für Therapieentscheidungen führt den Behandler jedoch in ein nicht nur medizinethisch heikles Feld.

Herausnehmbare oder festsitzende Apparaturen?

Im Interesse der Patienten sollten die begrenzten Ressourcen des Gesundheitswesens in einer Weise verwendet werden, die das bestmögliche Verhältnis von Kosten und Nutzen aufweist. Zu den Kosten medizinischer Behandlungen können dabei neben den direkten finanziellen Aufwendungen im weiteren Sinn Verluste an Arbeits- und Schulzeit, soziale Einschränkungen sowie unerwünschte Wirkungen und Risiken gezählt werden. Im Fall der Kieferorthopädie wären hier besonders Schmerzen und andere Beschwerden, Behinderung von Sprache und Nahrungsaufnahme sowie iatrogene Schäden wie Schmelzentkalkungen, Wurzelresorptionen und Gingivarezessionen zu nennen. Die Begriffe der Effizienz (Verhältnis zwischen Nutzen und Aufwand) und – als einer ihrer Teilaspekte – der Kosteneffizienz werden in den letzten Jahren zunehmend auch auf kieferorthopädische Behandlungen übertragen^{54,56,62,64}. Zu diesem im Fach relativ neuen Gesichtspunkt liegen inzwischen zahlreiche Studien vor, in denen u. a. die Effizienz herausnehmbarer und festsitzender Apparaturen untersucht wurde. Trotz sehr unterschiedlicher Studientypen werden bei den meisten dieser Untersuchungen zumindest die Behandlungsdauer und die mit einem Index gemessene Ergebnisqualität angegeben, so dass sich die Aussagen miteinander vergleichen lassen.

So wurden in einer retrospektiven Studie der Universität Hongkong die Behandlungen von 80 mit aktiven Platten und von 67 mit festsitzenden Apparaturen behandelten Patienten mittels des Okklusalen Index (OI)⁶⁵ bewertet. Obwohl die mit Platten behandelten Patienten zu Beginn der Therapie deutlich geringer ausgeprägte Befunde aufwiesen, wurden bei ihnen nach Behandlungsabschluss schlechtere OI-Werte gefunden, weil mit den Platten nur 53 % der mit festsitzen-



den Apparaturen erreichten Verbesserungen erzielt werden konnten⁶⁶.

Im Rahmen einer umfangreicheren Studie, die im General Dental Service, einem Teil des staatlichen Gesundheitssystems in Großbritannien, durchgeführt wurde, erfolgte eine Bewertung von 1.210 Behandlungen mit Hilfe des Peer Assessment Rating Index (PAR-Index)⁵⁷. Die Autoren fanden eine bemerkenswert hohe Quote von Behandlungen ohne Verbesserungen des Befundes. So wiesen z. B. 44 % der Patienten mit einem anfänglichen Kreuzbiss einen solchen weiterhin im Endbefund auf. Die Autoren schlussfolgerten, dass die Verwendung festsitzender Apparaturen in beiden Zahnbögen von allen untersuchten Faktoren den größten Einfluss auf die Ergebnisqualität in dentaler und ästhetischer Hinsicht hat. Dazu bestehe mit festsitzenden Apparaturen die geringere Wahrscheinlichkeit, die Okklusion zu verschlechtern⁵⁸.

Eine weitere Nachuntersuchung von 220 kieferorthopädischen Behandlungen in Norwegen ergab im Vergleich zur vorgenannten Untersuchung deutlich bessere Resultate, was u. a. mit der wesentlich häufigeren Verwendung festsitzender Apparaturen erklärt wurde. Die Autoren schlossen auch in dieser Studie, dass Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen unzweifelhaft weniger effektiv sind als Behandlungen mit festsitzenden Apparaturen in beiden Zahnbögen⁵⁵.

In einer Nachuntersuchung von 250 Fällen aus dem General Dental Service wurde erneut bestätigt, dass von allen untersuchten Faktoren die Verwendung vollständiger, festsitzender Apparaturen am stärksten mit ausgeprägten Verbesserungen des PAR-Index korrelierte¹⁷. In einer weiteren englischen Studie wurden durchschnittliche Verbesserungen für herausnehmbare Apparaturen mit 10,58 und für festsitzende Apparaturen in einem Zahnbogen mit 13,34 bzw. in beiden Zahnbögen mit 20,33 PAR-Punkten angegeben. Die Autoren unterstreichen den großen Einfluss des Apparaturentyps für das Behandlungsergebnis und betonen, dass Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen generell mit der schlechtesten Ergebnisqualität verbunden wären⁷⁰.

Die vorgenannten Studien fokussieren primär auf die Ergebnisqualität, jedoch wurden auch die Faktoren untersucht, welche die Behandlungsdauer determinieren. Ein früher Behandlungsbeginn vor dem Alter von 11 Jahren, die Kombination von herausnehmbaren und festsitzenden Apparaturen sowie die Verwendung einer hohen Anzahl von Apparaturen erwiesen sich dabei u. a. als Faktoren, die mit einer längeren Behandlungsdauer korreliert waren⁷⁰.

In der Literatur werden im Hinblick auf die Dauer von kieferorthopädischen Behandlungen in der Regel zwischen 18 und 28 Monate genannt. Dagegen finden sich die höchsten in den letzten Jahren publizierten Werte für die Behandlungsdauer in einer Untersuchung über die Therapie mit

Platten und funktionskieferorthopädischen Apparaturen, die mit 39 Monaten für die *Angle*-Klasse II,1 und mit 36 Monaten für die *Angle*-Klasse II,2 angegeben wurden²⁴. Anschließend erfolgte bei 60 % der Patienten in beiden Gruppen in einer zweiten Phase, deren Dauer nicht genannt wurde, eine Therapie mit festsitzenden Apparaturen. Durchschnittliche Behandlungszeiten von 50 Monaten können hier auch bei konservativer Schätzung angenommen werden, was eine Verdoppelung der üblichen Zeiten bedeuten würde.

Leider werden die Abbruchquoten von Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen bei klinischen Untersuchungen im kieferorthopädischen Schrifttum nur selten beziffert. Dennoch gibt es Daten, die für besonders hohe Quoten von Abbrüchen und Misserfolgen bei Verwendung herausnehmbarer Apparaturen sprechen.

In einer vergleichenden Studie zur Behandlung der Distalokklusion mit dem festsitzenden *Herbst*-Scharnier und dem herausnehmbaren Twinblock konnten 12,9 % (*Herbst*-Scharnier) bzw. 33,6 % (Twinblock) der Patienten diese Behandlungsphase nicht erfolgreich beenden⁴⁷. Der Anteil von nicht ausreichend mitarbeitenden Patienten, bei denen ein Behandlungsmisserfolg eintrat, wurde in einem RCT über den Funktionsregler nach *Fränkel* mit 42 % bei Jungen und mit 24 % bei Mädchen angegeben¹⁹. In einer Übersichtsarbeit wurde festgestellt, dass bei Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen Misserfolgsraten bis zu 50 % nicht ungewöhnlich sind⁶.

Da bei Studien in der Regel durch besonderen Aufwand wie z. B. Belohnungen eine sehr hohe Motivation der Patienten zu erwarten ist, kann selbst bei konservativer Schätzung in der täglichen Praxis von einer Misserfolgsquote von mindestens einem Drittel der Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen ausgegangen werden. Hinzu kommt, dass herausnehmbare Apparaturen nur kippende Zahnbewegungen zulassen, so dass körperliche Zahnbewegungen wie z. B. beim Lückenschluss, Extrusionen, Intrusionen und Rotationen von Seitenzähnen nahezu unmöglich sind. Daher werden Behandlungen mit herausnehmbaren Apparaturen meist durch eine zweite Phase mit festsitzenden Apparaturen vervollständigt, wenn ein Qualitätsergebnis erreicht werden soll.

Es können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Herausnehmbare Apparaturen haben sich in allen Studien den festsitzenden Apparaturen hinsichtlich Ergebnisqualität und Effizienz als deutlich unterlegen erwiesen.
2. Als allein verwendete Geräte sind herausnehmbare Apparaturen für die meisten Behandlungen ungeeignet.



3. Der Einsatz herausnehmbarer Apparaturen führt zu eklatant hohen Quoten von Behandlungsabbrüchen und Misserfolgen.

Vor diesem Hintergrund wird die einphasige, im frühen bleibenden Gebiss begonnene Behandlung mit vollständigen, festsitzenden Apparaturen heute als optimale Standardversorgung für die überwiegende Mehrzahl junger Patienten angesehen⁵⁰. Wären öffentliche und private Kostenträger im Gesundheitswesen über die zitierten Daten gänzlich im Bild, dürften kieferorthopädische Behandlung mit herausnehmbaren Apparaturen nur noch in wenigen, begründeten Ausnahmefällen finanziert werden. Die klinische Realität mit der weiten Verbreitung herausnehmbarer Behandlungsgeräte macht deutlich, wie weit die tatsächliche klinische Versorgung an der Basis hinter dem Stand der Wissenschaft zurückbleibt, wofür wiederholt wirtschaftliche Motive auf ärztlicher Seite vermutet worden sind⁷²⁷.

Fazit und Ausblick

Es ist zu hoffen, dass die Einführung der Prinzipien der evidenzbasierten Medizin in der Kieferorthopädie zu einer kritischen Neubewertung des Fachs und aller diskutierten traditionellen Behandlungskonzepte führen wird. Die evidenzbasierte Medizin hat in den letzten 10 Jahren jedoch nicht nur Zustimmung, sondern auch erhebliche Widerstände innerhalb der wissenschaftlichen Gesellschaften und unter Kieferorthopäden in der Praxis hervorgerufen, wie es bereits in einer Übersichtsarbeit zusammengefasst wurde⁴⁰. Aus Patientensicht ist es jedenfalls nicht akzeptabel, dass in einem Spezialgebiet der Zahnmedizin veraltete Behandlungsverfahren mit hohen Compliance-Anforderungen, geringer Effizienz und schlechter Ergebnisqualität dauerhaft weiter eingesetzt werden. Das entscheidende Problem wird hierbei sein, die offensichtlich große Kluft zwischen dem publizierten Stand der Wissenschaft und den an der klinischen Basis verbreiteten Konzepten in naher Zukunft zu verringern.

Literatur

- Ackerman MB. Orthodontics and its discontents. *Orthod Craniofac Res* 2004;7: 187-188.
- Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality – a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:513-519.
- Andresen V. Über das sogenannte Norwegische System der Funktionskieferorthopädie. *Dtsch Zahnärztl Wschr* 1936; 39:235-238,283-286.
- Andresen V, Häupl K. Funktions-Kieferorthopädie. Leipzig: Hermann Neusser, 1936.
- Armijo Olivo S, Magee DJ, Parfitt M, Major P, Thie NM. The association between the cervical spine, the stomatognathic system, and craniofacial pain: a critical review. *J Orofac Pain* 2006;20:271-287.
- Barton S, Cook PA. Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions – a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112:282-286.
- Bowman SJ. One-stage versus two-stage treatment: are two really necessary? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113:111-116.
- Brennan MM, Gianelly AA. The use of the lingual arch in the mixed dentition to resolve incisor crowding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000;117:81-85.
- Brin I, Tulloch JF, Koroluk L, Philips C. External apical root resorption in Class II malocclusion: a retrospective review of 1- versus 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:151-156.
- Burke SP, Silveira AM, Goldsmith LJ, Yancey JM, van Stewart A, Scarfe WC. A meta-analysis of mandibular intercanine width in treatment and postretention. *Angle Orthod* 1998;68:53-60.
- Courtney M, Harkness M, Herbison P. Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109: 616-624.
- De Baets J, Chiarini M. The pseudo-Class I: a newly defined type of malocclusion. *J Clin Orthod* 1995;29:73-88.
- Dermaut LR, Aelbers CM. Orthopedics in orthodontics: Fiction or reality. A review of the literature – Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110:667-671.
- DeVincenzo JP. Changes in mandibular length before, during, and after successful orthopedic correction of Class II malocclusions, using a functional appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;99:241-257.
- Dugoni SA, Lee JS, Varela J, Dugoni AA. Early mixed dentition treatment: postretention evaluation of stability and relapse. *Angle Orthod* 1995;65: 311-320.
- Faltin KJ, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara JA Jr. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *Angle Orthod* 2003;73: 221-230.
- Fox NA, Richmond S, Wright JL, Daniels CP. Factors affecting the outcome of orthodontic treatment within the general dental service. *Br J Orthod* 1997;24:217-221.
- Gesch D, Bernhardt O, Mack F, John U, Kocher T, Alte D. Association of malocclusion and functional occlusion with subjective symptoms of TMD in adults: results of the Study of Health in Pomerania (SHIP). *Angle Orthod* 2005;75:183-190.
- Ghafari J, Shofer FS, Jacobsson-Hunt U, Markowitz DL, Laster LL. Headgear versus function regulator in the early treatment of Class II, division 1 malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:51-61.
- Gianelly AA. One-phase versus two-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995;108:556-559.
- Hanke BA, Mutschall E, Türp JC. Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 2007;68: 91-107.
- Hansen K. Post-treatment effects of the Herbst appliance. A radiographic, clinical and biometric investigation. *Swed Dent J Suppl* 1992;88:1-49.
- Hausser E. Nachkontrolle kieferorthopädischer Behandlungsfälle und Folgerungen für die Prognose. *Fortschr Kieferorthop* 1953;14: 27-39.
- Hönn M, Schneider C, Dietz K, Godt A, Göz G. Die Behandlung von Klasse-II-Patienten mit abnehmbaren Platten und funktionskieferorthopädischen Geräten. *Fortschr Kieferorthop/J Orofac Orthop* 2006; 67:272-288.
- Illing HM, Morris DO, Lee RT. A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part I – The hard tissues. *Eur J Orthod* 1998; 20: 501-516.
- John MT, Hirsch C, Drangsholt MT, Mancl LA, Setz JM. Overbite and overjet are not related to self-report of temporomandibular disorder symptoms. *J Dent Res* 2002;81:164-169.
- Johnston LE. Growing jaws for fun and profit: a modest proposal. In: McNamara JA (ed). *Growth modification: what works, what doesn't, and why*. Craniofacial Growth Series Vol 35. Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1999: 63-86.
- Johnston LE Jr. Growth and the Class II patient: rendering unto Caesar. *Semin Orthod* 1998;4:59-62.



29. Kahl-Nieke B, Fischbach H, Schwarze CW. Post-retention crowding and incisor irregularity: a long-term follow-up evaluation of stability and relapse. *Br J Orthod* 1995;22:249-257.
30. Kahn J, Tallents RH, Katzberg RW, Ross ME, Murphy WC. Prevalence of dental occlusal variables and intraarticular temporomandibular disorders: molar relationship, lateral guidance, and nonworking side contacts. *J Prosthet Dent* 1999;82:410-415.
31. Keeling SD, Wheeler TT, King GJ et al. Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113:40-50.
32. King GJ, McGorray SP, Wheeler TT, Dolce C, Taylor M. Comparison of peer assessment ratings (PAR) from 1-phase and 2-phase treatment protocols for Class II malocclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:489-496.
33. Korbmacher H, Eggers-Stroeder G, Koch L, Kahl-Nieke B. Correlations between dentition anomalies and diseases of the postural and movement apparatus – a literature review. *J Orofac Orthop* 2004; 65:190-203.
34. Korbmacher H, Koch L, Eggers-Stroeder G, Kahl-Nieke B. Associations between orthopaedic disturbances and unilateral crossbite in children with asymmetry of the upper cervical spine. *Eur J Orthod* 2007; 29:100-104.
35. Korkhaus G. Über die Beeinflussung der apikalen Basis bei der Zahnbogen-erweiterung. *Fortschr Kieferorthop* 1963; 24:33-45.
36. Koroluk LD, Tulloch JF, Phillips C. Incisor trauma and early treatment for Class II Division 1 malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:117-125, discussion 25-26.
37. Little RM. Stability and relapse of mandibular anterior alignment: University of Washington studies. *Semin Orthod* 1999;5:191-204.
38. Little RM, Riedel RA, Stein A. Mandibular arch length increase during the mixed dentition: postretention evaluation of stability and relapse. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;97:393-404.
39. Livieratos FA, Johnston LE Jr. A comparison of one-stage and two-stage nonextraction alternatives in matched Class II samples. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 108:118-131.
40. Madsen H. Evidenzbasierte Kieferorthopädie. *Inf Orthod Kieferorthop* 2004;36:143-145.
41. Madsen H. Expansion der Zahnbögen – eine sinnvolle kieferorthopädische Prozedur? *Inf Orthod Kieferorthop* 2004;36:155-160.
42. McKnight MM, Daniels CP, Johnston LE, Jr. A retrospective study of two-stage treatment outcomes assessed with two modified PAR indices. *Angle Orthod* 1998;68:521-524, discussion 25-26.
43. Mills JR. The long-term results of the proclination of lower incisors. *Br Dent J* 1966;120:355-363.
44. Mohlin B, Kuroi J. To what extent do deviations from an ideal occlusion constitute a health risk? *Swed Dent J* 2003;27:1-10.
45. Moorrees CF, Gron AM, Le Bret LM, Yen PK, Frohlich FJ. Growth studies of the dentition: a review. *Am J Orthod* 1969;55:600-616.
46. O'Brien K, Wright J, Conboy F et al. Effectiveness of early orthodontic treatment with the Twin-block appliance: a multicenter, randomized, controlled trial. Part 1: Dental and skeletal effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:234-243, quiz 339.
47. O'Brien K, Wright J, Conboy F et al. Effectiveness of treatment for Class II malocclusion with the Herbst or twin-block appliances: a randomized, controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124:128-137.
48. Pancherz H, Ruf S, Kohlhas P. "Effective condylar growth" and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 114:437-446.
49. Paquette DE, Beattie JR, Johnston LE Jr. A long-term comparison of nonextraction and premolar extraction edgewise therapy in "borderline" Class II patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992;102:1-14.
50. Proffit WR, Tulloch JF. Preadolescent Class II problems: treat now or wait? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;121:560-562.
51. Pullinger AG, Seligman DA. Quantification and validation of predictive values of occlusal variables in temporomandibular disorders using a multifactorial analysis. *J Prosthet Dent* 2000;83:66-75.
52. Pullinger AG, Seligman DA, Gornbein JA. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. *J Dent Res* 1993;72:968-979.
53. Richardson ME. A review of changes in lower arch alignment from seven to fifty years. *Semin Orthod* 1999;5:151-159.
54. Richmond S. The need for cost-effectiveness. *J Orthod* 2000;27:267-269.
55. Richmond S, Andrews M. Orthodontic treatment standards in Norway. *Eur J Orthod* 1993;15:7-15.
56. Richmond S, Phillips CJ, Dunstan F, Daniels C, Durning P, Leahy F. Evaluating the cost-effectiveness of orthodontic provision. *Dent Update* 2004;31:146-152.
57. Richmond S, Shaw WC, Roberts CT, Andrews M. The PAR Index (Peer Assessment Rating): methods to determine outcome of orthodontic treatment in terms of improvement and standards. *Eur J Orthod* 1992;14:180-187.
58. Richmond S, Shaw WC, Stephens CD, Webb WG, Roberts CT, Andrews M. Orthodontics in the general dental service of England and Wales: a critical assessment of standards. *Br Dent J* 1993;174:315-329.
59. Rossouw PE, Preston CB, Lombard CJ, Truter JW. A longitudinal evaluation of the anterior border of the dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 104:146-152.
60. Sackett DL. The science of the art of clinical management. In: Vig PS, Ribbens KA (eds). *Science and clinical judgement in orthodontics. Craniofacial Growth Series Vol 19.* Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1986:237-251.
61. Sackett DL. Nine years later: a commentary on revisiting the Moyers symposium. In: Trotman CA, McNamara JA (eds). *Orthodontic treatment: outcome and effectiveness. Craniofacial Growth Series Vol 30.* Ann Arbor: Center for Human Growth and Development, University of Michigan, 1995:1-5.
62. Salzmann JA. Cost effectiveness: a new factor in orthodontics. *Am J Orthod* 1981; 79:689-690.
63. Schwarze CW. Expansion and relapse in long follow-up studies. *Trans Eur Orthod Soc* 1972:263-274.
64. Shaw WC, O'Brien KD, Richmond S, Brook P. Quality control in orthodontics: risk/benefit considerations. *Br Dent J* 1991;170:33-37.
65. Summers CJ. A system for identifying and scoring occlusal disorders, the occlusal index [PhD Thesis]. Ann Arbor: University of Michigan, 1966.
66. Tang EL, Wei SH. Assessing treatment effectiveness of removable and fixed orthodontic appliances with the occlusal index. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98:550-556.
67. Thilander B, Rubio G, Pena L, de Mayorga C. Prevalence of temporomandibular dysfunction and its association with malocclusion in children and adolescents: an epidemiologic study related to specified stages of dental development. *Angle Orthod* 2002;72:146-154.
68. Tulloch JF, Phillips C, Proffit WR. Benefit of early Class II treatment: progress report of a two-phase randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998; 113:62-72, quiz 73-74.
69. Tulloch JF, Proffit WR, Phillips C. Outcomes in a 2-phase randomized clinical trial of early Class II treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 125:657-667.
70. Turbill EA, Richmond S, Wright JL. A critical assessment of high-earning orthodontists in the General Dental Services of England and Wales (1990-1991). *Br J Orthod* 1998;25:47-54.
71. Ülgen M, Schmuth GP, Schumacher HA. Dehnung und Rezidiv. *Fortschr Kieferorthop* 1988;49:324-330.
72. Wieslander L. Long-term effect of treatment with the headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. Stability or relapse? *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993; 104:319-329.