

MYTHEN UND FAKTEN IN DER FESTSITZENDEN KLASSE-II-THERAPIE

Henning Madsen

10

Die Distalokklusion ist nach Platzmangel und dem daraus resultierenden Engstand einer der häufigsten Befunde in der Kieferorthopädie. Während die Zahnbögen mit festsitzenden Apparaturen ohne die Mitarbeit des Patienten ausgeformt werden können, sind alle traditionellen Behandlungsmittel für die Distalokklusion auf Mitarbeit angewiesen. Die Mitarbeit der Patienten bleibt jedoch oft stark hinter den Anforderungen zurück und kann das Erreichen des Behandlungsziels infrage stellen. So wurde in einer randomisierten kontrollierten Studie (Randomized Controlled Trial, RCT) mit dem Funktionsregler nach Fränkel aufgrund nicht ausreichender Mitarbeit bei 25 % der Jungen und 43 % der Mädchen kein Behandlungserfolg erreicht¹⁶. Laut eines anderen RCT wurde bei 33,6 % der mit einem Twinblock behandelten Patienten kein Behandlungserfolg erreicht³⁰. In einer Übersichtsarbeit wurde festgestellt, dass mit herausnehmbaren Apparaturen Misserfolge bei bis zu 50 % der Patienten angenommen werden können⁴. Die hohen Misserfolgsraten bei Compliance-abhängigen Behandlungsstrategien waren der Anlass für die Entwicklung festsitzender, Compliance-unabhängiger Apparaturen zur Behandlung der Distalokklusion. Im Folgenden sollen keine vertieften Darstellungen einzelner Apparaturen unternehmen, sondern die Effekte der verschiedenen Klassen von Apparaturen diskutiert werden. Die getroffenen Aussagen sollen dabei der Qualität einer systematischen Übersichtsarbeit nahe kommen.

10.1 Wo ist die Evidenz? – Woher wir wissen, was wirkt

Da sich das medizinische Wissen in zehn Jahren etwa verdoppelt und jährlich selbst in einem kleinen Fach wie der Kieferorthopädie mehrere Tausend wissenschaftliche Artikel veröffentlicht werden, kann der Kliniker mit traditioneller Fortbildung allein kaum verhindern, dass seine Kenntnisse immer weiter hinter dem aktuellen Stand des Wissens zurückbleiben. In der evidenzbasierten Medizin (EBM) wurden daher Strategien entwickelt, um diese Wissenslücke zu schließen: die Literaturrecherche in Datenbanken, die Bewertung nach Evidenzstufen (Abb. 10-1) und die Erstellung systematischer Übersichtsarbeiten. Besonders Letztere ermöglichen dem Kliniker, sich in kurzer Zeit einen aktuellen Überblick über wissenschaftliche Fragestellungen zu verschaffen.

Ohne auf alle Studientypen einzeln einzugehen, soll erläutert werden, was die randomisierte, kontrollierte Studie (RCT) vor den anderen Studien auszeichnet. Zunächst werden Therapie- und Kontrollgruppe immer prospektiv, also vor Behandlungsbeginn zusammengestellt. Werden die untersuchten Gruppen dagegen retrospektiv, also nach Behandlung zusammengestellt, ist die Verführung groß, gezielt Patienten mit besonders guten Ergebnissen zu untersuchen. Das ergibt zwar eine Publikation mit brillanten Therapieeffekten, jedoch kann niemand erwarten, diese Ergebnisse bei den nächsten 20 Patienten in seiner Praxis reproduzieren zu können.

Das Elend solcher retrospektiven Untersuchungen zeigen die Studien über den Funktionsregler von Fränkel¹⁵ und Falck¹⁴. In seinem Lehrbuch beschrieb Fränkel, dass bei diesen Untersuchungen Faktoren wie gute Mitarbeit und entspannter, kompetenter Lippenschluss zum Ende der Retention zum Auswahlkriterium für die untersuchten Patienten gemacht wurden¹⁵. Damit kommt es zur Zusammenstellung besonders günstiger Fälle mit extrem gutem Gesamtergebnis, nur leider ohne jede Übertragbarkeit auf unselektierte Patientengruppen.

Evidenzstufe	Studientyp
I	randomisierte, kontrollierte Studien (RTC)
II	Kohortenstudien
III	Fall-Kontrollstudien
IV	Fallbeschreibungen
V	Expertenmeinungen

Abb. 10-1 Vereinfachte Darstellung der Evidenzstufen.

Eine Kontrollgruppe ist immer sinnvoll, wenn Ereignisse auch ohne die Behandlung eintreten können, z. B. Unterkieferwachstum bei Klasse-II-Patienten. Schließlich zeigen fast alle unbehandelten Klasse-II-Probanden deutlich mehr sagittales Wachstum im Unterkiefer als im Oberkiefer. Das überschüssige Wachstum im Unterkiefer bei diesen Patienten wurde in einer Untersuchung mit 4,6 mm beziffert²⁴. Die Beobachtung einer unbehandelten Kontrollgruppe ist daher die Voraussetzung, um natürliches Wachstum und Therapieeffekt unterscheiden zu können. Wissenschaftler wollen gerne exzellente Therapieeffekte präsentieren, und es ist bekannt, dass Publikationen mit hochsignifikant besseren Ergebnissen für eine Therapieform leichter zur Publikation angenommen werden und eher in hochrangigen Journalen publiziert werden können, als weniger signifikante Ergebnisse. Dieser Voreingenommenheit (engl. bias) ist eine Störgröße, die droht, Untersuchungsergebnisse zu verfälschen. Um eine solche Verfälschung auszuschließen, werden beim RCT die Probanden nicht vom Untersucher, sondern nach Zufall auf Therapie- oder Kontrollgruppe verteilt (Randomisierung). Behandlung und Nachuntersuchung erfolgen wenn möglich verblindet. Ein wesentliches Element der Studienqualität besteht einfach in der Reduktion des Bias. Da dies im RCT am besten verwirklicht ist, gilt er als der Studientyp mit der höchsten Evidenzstufe und der größten Validität. Die größte Sicherheit in der Beantwortung klinischer Fragen besteht, wenn die Ergebnisse mehrerer RCTs in einer systematischen Übersicht zusammengefasst werden können. Diese höchste Evidenzstufe können wir für die Beurteilung der bimaxillären Apparaturen zweifellos erreichen.

10.2 Wirkung bimaxillärer Apparaturen

Viggo Andresens Erstpublikation über die Therapie der Distalokklusion mit dem Aktivator bewirkte in Deutschland und anderen europäischen Ländern einen Paradigmenwechsel. Wurde kieferorthopädische Therapie bis dahin als Zahnbewegung verstanden, meinte Andresen, ein vollkommen neues Therapieprinzip gefunden zu haben, bei dem zunächst die Mus-

kelfunktion und sekundär das Kieferwachstum beeinflusst würden². Andresens Hypothesen wurden vor allem in Deutschland so einflussreich, dass die Umbenennung des Fachs von „Orthodontik“ in „Kieferorthopädie“ und ein jahrzehntelanger Bann festsitzender Apparaturen die Folge waren. Präsentierte Andresen nur ausgesuchte Einzelfälle, so ging die Qualität der in Deutschland publizierten Studien bis in die 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts hinein allerdings kaum über retrospektiv zusammengestellte Fallserien hinaus.

Als mit dem Aufkommen der evidenzbasierten Medizin deutlich wurde, dass so gewonnene Aussagen nicht auf unselektierte Patienten übertragbar sind, wurde der Ruf nach Studien mit besseren Designs laut³⁵. Zahlreiche RCTs zur Therapie der Distalokklusion sind seitdem publiziert wurden. Einschlusskriterien für diese Übersicht waren die Quantifizierung der skelettalen Effekte und der Vergleich zu einer unbehandelten Kontrollgruppe. Die gefundenen Studien sind in den Abbildungen 10-2 und 10-3 zusammengefasst dargestellt^{9,10,20,21,25,29,31,36}. Die Ergebnisse zeigen eine Hemmwirkung auf den Oberkiefer gemessen am A-Punkt zwischen 0 und 1,7 mm und einen Zuwachs am Unterkiefer, gemessen an B-Punkt oder Pogonion zwischen 0 und 1,3 mm. Schließlich wurde die A-B-Differenz zwischen 0,6 mm und 1,9 mm bzw. zwischen 0,4° und 2,7° verringert. Für die Korrektur einer vollen Prämolarenbreite Distalokklusion wären jedoch 7 mm Verbesserung notwendig. Die Ergebnisse zeigen, dass selbst im günstigsten Fall nicht einmal die Hälfte dieses Betrages durch skelettale Veränderungen erfolgt.

Festsitzende Apparaturen wie das Herbstscharnier erzielen kaum größere skelettale Effekte als die potenteren unter den herausnehmbaren Apparaturen, dies allerdings in kürzerer Behandlungszeit. Die bessere Zeiteffizienz war der Grund, warum das Herbstscharnier in einem systematischen Review als einzige Apparatur mit signifikanter skelettaler Wirkung bezeichnet wurde¹. In einem zum Zeitpunkt dieses Reviews noch nicht publizierten, methodisch hochwertigen RCT konnte jedoch kein signifikanter Unterschied der skelettalen Effekte von Herbst und Twin-Block festgestellt werden³⁰. Die Behandlungszeit mit dem Herbstscharnier war allerdings

RCTs propulsive Apparaturen

Publikation	Apparaturen vs. Kontrollen	Pat.zahl/ Verluste	Alters Ø (Jahre)	Behandl.-dauer(Jahre)	FRS-Analyse
Jakobsson 1967	Aktivator Headgear	60 ?	8.5	1.5	linear (Jakobsson)
Nelson 1993/ Courtney 1996	Aktivator Fränkel	50 8 (16%)	11.5	1.5	ANB°
Cura 1997	Bass-Apparatur	60 13 (23%)	12.0	0.6	ANB° +linear (Pancherz)
Keeling 1998	Bionator Headgear +Aufbisspl.	270 22 (8%)	10.0 10.0	1.7 1.5	linear (Johnston)
Tulloch 1998	Bionator Headgear	175 9 (5%)	9.9	1.3	ANB°
Illing 1998	Bass-Apparatur Bionator Twin-block	78 11 (14%)	12.5 11.8 11.5	0.8	ANB°
O'Brien 2003	Twin-block	174 24 (14%)	9.7	1.3	linear (Pancherz)

Eckdaten der 7 gefundenen RCTs

RCTs propulsive Apparaturen: Resultate

Publikation	A-Punkt	B-Punkt	A-B Differenz	UK-Länge
Jakobsson 1967	A -0.7mm* HG -1.6mm***	A +0.6mm ns HG +0.1mm ns	A -1.3mm HG -1.7mm	A +0.7mm ns HG +0.1mm ns
Nelson 1993 Courtney 1996	FR -0.4° ns A -0.7° ns	FR +0.3° ns A +0.2° ns	FR -0.7° A -0.9°	FR +0.7mm ns A +1.3mm ns
Cura 1997	Bass -1.3° *	Bass +1.3° *	Bass -2.6° ***	Bass +2.0mm***
Keeling 1998 §, #	Bio -0.1mm ns HG/A +0.1mm ns	Bio +0.8mm** HG/A +0.6mm**	Bio -0.9mm**** HG/ -0.6mm****	—
Tulloch 1998 #	Bio -0.2° HG -1.2° **	Bio +0.6° ** HG -0.3°	Bio -0.8° ** HG -0.9° **	Bio +1.3mm** HG +0.6mm*
Illing 1998	Bass +0.6° * Bio -0.9° ns @ TB -1.7° *	Bass +1.1° ns Bio +0.8° ns TB +1.0° ns	Bass -0.4° ns Bio -1.7° ** TB -2.7° **	Bass +0.4mm ns Bio +2.6mm * TB +2.4mm ns
O'Brien 2003 §	TB -0.9mm	TB +1.0mm (Pog)	TB -1.9mm (A-Pog)	TB +1.6mm

§ Daten aus Diagrammen abgelesen, keine exakten Angaben # annualisierte Daten
 § keine p-Werte, dafür Konfidenzintervalle @ Druckfehler in Originalarbeit
 Signifikanzniveau * p≤0.05, ** p≤0.01, ns = nicht signifikant

Abb. 10-2 und 10-3 Eckdaten der 7 gefundenen RCTs.

Langzeitstudien propulsive Therapie

Publikation	Apparatur	Patienten-zahl	Zeit nach Retention (J.)	Kontrollgruppe
DeVincenzo 1991 §	„Twin-block“	34	4.3	Burlington Growth Study „matched pairs“
Hansen 1992	Herbst	32	6.7	Bolton Standards
Wieslander 1993	Herbst+HG/ Aktivator	24	4.2	12 unbehandelte Klasse II
Pancherz 1998	Herbst/ Aktivator	98	3.1	Bolton Standards

§ nur weibliche Probanden, alle anderen Studien gemischt

Langzeitstudien: Resultate

Publikation	A-Punkt	B-Punkt bzw. Pg	A-B Differenz	UK-Länge
DeVincenzo 1991	—	—	—	+0.2mm (initial +2.6mm)
Hansen 1992	-1.4° -1.9mm (initial -1.3°)	-0.3° Pg -2.1mm (initial +0.3°) Pg +0.8mm)	ANB -1.1° A-Pg +0.2mm (initial ANB -1.6°) A-Pg -1.4mm)	—
Wieslander 1993	-2.3mm* (initial -1,5mm**)	+1.5mm ns (initial 3.5mm**)	ANB -2.9° ** (initial -3.6°**)	+1.3mm ns (initial +2.0mm**)
Pancherz 1998	—	Pg -0.9mm (initial +0.9mm)	—	+1.9mm (initial +2,7mm)

Langzeitresultate von vier Studien: in Klammern sind die initial (unmittelbar nach Therapieende) gefundenen Werte aufgeführt

Abb. 10-4 und 10-5 Langzeitresultate von 4 Studien.

kürzer und die Verlustrate durch Non-Compliance wesentlich geringer. Apparaturen vom Typ des Herbstscharniers sind also effizienter, und wegen der geringeren Abbruchquote auch etwas effektiver als herausnehmbare Apparaturen. Der Unterschied beruht folglich auf der Unabhängigkeit von der Mitarbeit, nicht aber auf einem anderen Wirkmechanismus.

10.3 Initiale und langfristige Therapieeffekte

Die bescheidenen skelettalen Effekte, die unmittelbar nach Therapieende gefunden worden sind, bleiben jedoch langfristig nicht erhalten. Das langfristige Verschwinden der

anfänglich erzielten skelettalen Zuwächse fiel bereits bei den Nachuntersuchungen zu einigen der oben angeführten RCTs zur Klasse-II-Therapie auf^{12,37}. Dadurch wird der Bedarf an guten Langzeitstudien offenkundig. Die meisten dieser Studien erreichen nicht die Qualität der großen RCTs, weil es aus ethischen Gründen problematisch ist, eine über die gesamte Wachstumsperiode unbehandelte Kontrollgruppe einzubeziehen. Als Quasi-Kontrollgruppe fungieren daher in den meisten Studien die Daten aus historischen Wachstumsstudien wie der Michigan Growth Study. Einschlusskriterien für diese Übersicht waren eine Nachbeobachtung von mindestens 3 Jahren außer Retention, Daten von mindestens 20 Patienten und das Vorliegen cephalometrischer Messwerte über den gesamten

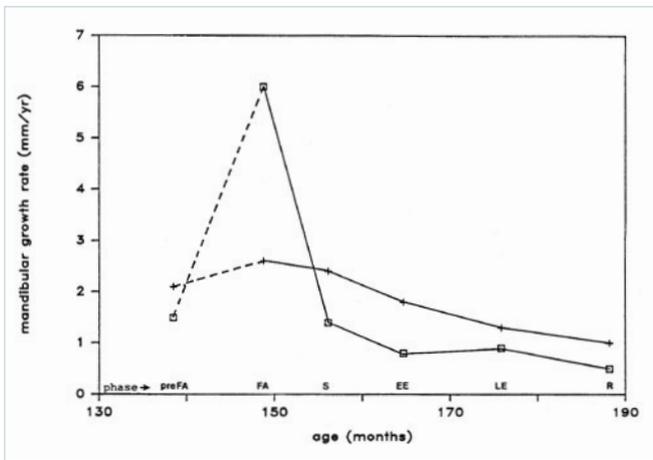


Abb. 10-6 Mandibuläre Wachstumsraten in der Therapiegruppe (□) und Kontrollgruppe (+) während und nach der Therapie mit funktioneller Apparatur: Vervielfachung der Wachstumsrate während der Therapie, verringertes Wachstum nach der Therapie in der behandelten Gruppe (aus Vincenzo¹¹, mit freundlicher Genehmigung).

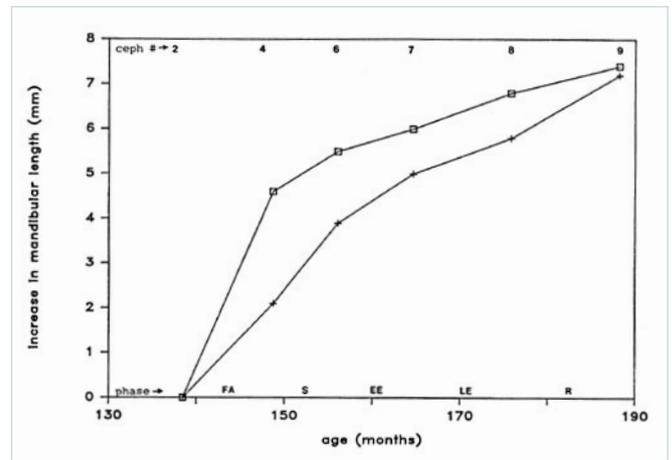


Abb. 10-7 Resultierende Unterkieferlänge in Therapiegruppe (□) und Kontrollgruppe (+): die Therapiegruppe gewinnt unter der Behandlung, verliert aber nach Therapieende so viel, dass nach vier Jahren praktisch kein Unterschied mehr besteht (aus Vincenzo¹¹, mit freundlicher Genehmigung).

Beobachtungszeitraum. Ausschlusskriterium war die nachträgliche Selektion guter Fälle, wie sie in einigen Studien explizit erwähnt wurde^{14,38}. Die Rahmenbedingungen der gefundenen Studien sind in Abbildung 10-4, die Ergebnisse in Abbildung 10-5 dargestellt^{11,18,32,39}.

DeVincenzo fand initial eine Steigerung der Unterkieferlänge von 2,6 mm bei seinen mit einer Art Twinblock behandelten Patientinnen. In den folgenden Jahren wiesen die Patientinnen jedoch konstant schwächeres UK-Wachstum im Vergleich zu den unbehandelten Kontrollen auf, sodass dieser Vorsprung 4 Jahre nach Therapieende auf 0,2 mm zusammenschmolz (Abb. 10-6 und 10-7)¹¹. Hansen et al. fanden in einer Studie mit dem Herbstscharnier unmittelbar nach Therapieende 0,8 mm Zuwachs am Pogonion, der jedoch 6 Jahre nach Therapieende durch höhere Zuwächse in der unbehandelten Kontrollgruppe mehr als egalisiert war, sodass das Pogonion in der behandelten Gruppe schlussendlich 2,1 mm hinter der Kontrollgruppe zurückblieb¹⁸. Dieses Ergebnis bestätigte eine weitere Studie mit dem Herbstscharnier, in der das Pogonion nach einem initialen Zuwachs von 0,9 mm nach 3 Jahren um 0,9 mm hinter den Werten der Kontrollgruppe zurückgeblieben war³². Die tendenziell größten langfristigen Veränderungen finden sind in einer Studie

mit Herbst/Highpull-Headgear-Kombination, was wohl die effektivste konservative Behandlungsmöglichkeit der Klasse II ist. Die Tendenz zur Reduktion der ursprünglichen Veränderungen der Unterkiefer-Messwerte zeigte sich jedoch auch hier. Wie bei anderen Untersuchungen auch zeigte dagegen die erzielte Reduktion des A-Punktes eine bessere Langzeitstabilität. Fast ausschließlich auf diesen hemmenden Effekt geht die in dieser Untersuchung gefundene relativ gute Stabilität der ANB-Reduktion zurück (2,9° nach initial 3,6°)³⁹.

Damit sind die Hypothesen Andresens und Häupls widerlegt: Es ist nicht möglich, mit konservativen Behandlungsmitteln in klinisch bedeutsamem Umfang das Wachstum des Unterkiefers zu beeinflussen. Initial sind 2 mm Zuwachs der Unterkieferlänge oder 2 bis 3° ANB-Reduktion erreichbar, von denen langfristig so gut wie nichts mehr nachweisbar ist. Der Effekt ist faktisch eine Beschleunigung des Wachstums, aber keine Vermehrung des gesamten Zuwachses. Alle untersuchten Apparaturen weisen in gleicher Weise letzten Endes ganz überwiegend dentale Effekte auf. Damit sind gleichzeitig die alten funktionskieferorthopädischen Vorstellungen des Wirkmechanismus dieser Apparate hinfällig, da sich ausgerechnet das vollständig mechanische, kooperationsunabhängige Herbstscharnier und seine Abkömmlinge als effizient

entestes Wirkprinzip erwiesen haben. Es ist keineswegs so, dass die durch die Therapie veränderte Muskelfunktion Veränderungen des Knochenwachstums stimulieren würde, sondern allein entscheidend für skelettale Effekte am Unterkiefer ist die Fähigkeit der Apparaturen, die Kiefergelenkskondylen aus den Fossae zu distrahieren.

Nur am Rande sei vermerkt, dass mit dem Untergang der Andresen-Häupl'schen Dogmenwelt auch die Fachbezeichnung „Kieferorthopädie“ als sachlich falsch erkannt und durch den korrekten Begriff „Orthodontie“ ersetzt werden sollte. Da wissenschaftliche Doktrinen aber in der Regel nicht durch das Auftauchen neuer Erkenntnisse und deren Überzeugungskraft verdrängt werden, sondern durch das Ableben ihrer Vertreter, wird dieser Vorgang noch eine ganze Generation von Kieferorthopäden beschäftigen. Aus der Sicht der evidenzbasierten Medizin ist diese bemerkenswerte zeitliche Verzögerung der Durchsetzung neuer Erkenntnisse allerdings ein Trauerspiel.

10.4 Distalisierungsapparaturen im Oberkiefer

Zahlreiche verschiedene Formen von fest-sitzenden Distalisierungsapparaturen sind seit den 1990er-Jahren publiziert worden. Verbreitete Designs sind der Jones Jig²³, die Pendulum-Apparatur¹⁹, der Distal-Jet⁸, der Keles-Slider²⁶ und verschiedene Entwürfe mit NiTi-Bögen²⁸ und NiTi-Druckfedern¹³. Apparaturen mit Magneten sind ebenfalls untersucht worden, haben aber keine große Verbreitung erlangt^{5,17}. Einige der genannten Designs sind mit immer neuen Variationen vorgestellt worden, sodass sich zunächst ein unübersichtliches Bild bietet. Trotz aller Unterschiede weisen die meisten Designs jedoch erhebliche Ähnlichkeiten auf. So ist die anteriore Verankerung der meisten Apparaturen an den oberen Prämolaren und an einem auf dem vorderen Gaumen aufliegenden Nance-Knopf fast identisch. Von dieser Verankerung wirkt ein aktives Element auf die zu distalisierenden Molaren ein. Für die klinischen Effekte ist dabei – wie im Folgenden gezeigt wird – weniger entscheidend, ob das aktive Element eine Fingerfeder aus TMA, eine NiTi-Druckfeder oder ein Magnet ist.

Bis heute sind zu den klinischen Effekten der Distalisierungsapparaturen keine RCTs publiziert worden, dafür findet sich eine größere Anzahl qualitativ guter, wenn auch teilweise retrospektiver Studien. Da eine spontane Distalisierung menschlicher Molaren praktisch nicht vorkommt, sind die während der Therapiedauer gemessenen Effekte der Distalisierungsapparaturen mit hoher Wahrscheinlichkeit Therapieeffekte, während bei bimaxillären Apparaturen während der Wachstumsperiode fast immer mit einer spontanen Verbesserung der skelettalen Relation zu rechnen ist: Aus diesem Grund besteht bei den Untersuchungen weniger Bedarf an hohem methodischen Aufwand. Die Datenlage ist immerhin so gut, dass bereits zwei mehr oder minder systematische Reviews über diese Apparaturen mit sehr konsistenten Ergebnissen veröffentlicht werden konnten^{3,27}. Trotz sehr ähnlicher Einschlusskriterien bezogen Kinzinger et al. 22 Publikationen, Antonarakis und Kiliaridis dagegen nur 13 Publikationen ein, wobei 7 Publikationen in beiden Reviews ausgewertet wurden. In beiden Reviews werden als Wirkung Distalisierung und Kippung der Molaren bei gleichzeitig unvermeidlicher, unerwünschter Mesialisierung und Kippung der als Verankerung dienenden anterioren Zähne. Die vertikalen Nebeneffekte werden dagegen nahezu einheitlich als geringfügig und klinisch vernachlässigbar befunden. Kinzinger et al. erwähnen Gianellys Vorschlag, mindestens zwei Drittel Molarendistalisierung und ein Drittel reziproke Mesialisierung der Verankerung als Erfolgskriterium anzusetzen, und stellen fest, dass unter diesem Aspekt nur bei einem Teil der Studien ein Erfolg verzeichnet werden konnte, von denen der größere Teil Apparaturen mit anteriorer Verankerung an vier Zähnen untersuchte²⁷.

In dem Review von Antonarakis und Kiliaridis werden die Ergebnisse der eingeschlossenen Studien sehr übersichtlich in sogenannten Forest plots dargestellt (Abb. 10-8 und 10-9). Bei dieser Darstellungsart werden die gefundenen Mittelwerte der einzelnen Studien als kleine Würfel dargestellt, die von einer horizontalen Linie durchzogen werden, die die Konfidenzintervalle angibt. Verkürzt gesagt gilt: Je kürzer diese Linie ist, desto vertrauenswürdiger ist der gefundene Mittelwert. Der aus allen Studien errechnete Mittelwert wird

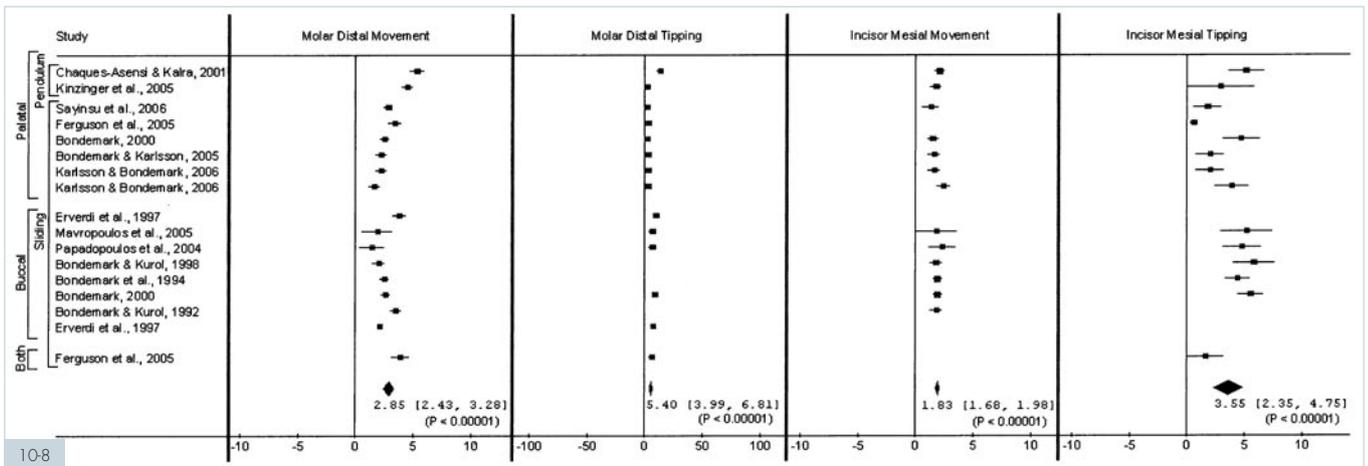


Abb. 10-8 Forest Plot der sagittalen Effekte verschiedener Distalisierungsapparaturen auf Molaren und Schneidezähne. Links werden die Typen der untersuchten Apparaturen angegeben. Dargestellt sind die gefundenen Mittelwerte der einzelnen Studien mitsamt deren 95%-Konfidenzintervallen. Der mittlere Effekt aller Studien ist unten als Raute dargestellt (aus Antonarakis/Kiliaridis³, mit freundlicher Genehmigung).

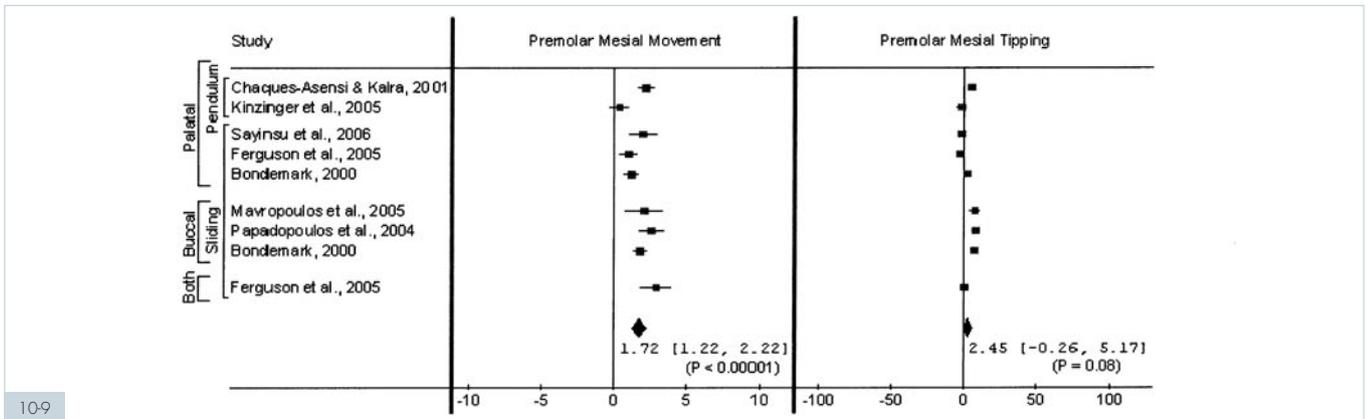


Abb. 10-9 Forest Plot der gefundenen Verankerungsverluste der Prämolaren (aus Antonarakis/Kiliaridis³, mit freundlicher Genehmigung).

ganz unten als Raute dargestellt, deren Breite wieder auf die Größe des Konfidenzintervalls hinweist. Abbildung 10-6 ist zu entnehmen, dass die Molaren zwischen 2 und 6 mm bei einem mittleren Effekt von 2,85 mm distalisiert wurden. Gleichzeitig fand eine mittlere Distalkippung von 5,4° statt, wobei tendenziell größere Distalisierung mit größerer Kippung verbunden ist. Die unvermeidlichen Verankerungsverluste lassen sich leicht an Abbildung 10-8 rechts für die Schneidezähne und an Abbildung 10-9 für die Prämolaren ablesen. Die Autoren schließen, dass palatinal wirkende Apparaturen generell etwas effektiver sind und weniger Kippung als bukkal wirkende Apparaturen bewirken – ein Unterschied, der wahrscheinlich darauf zurückzuführen ist, dass der Kraftansatz der palatinalen Apparaturen näher am Widerstandszentrum der Mo-

laren liegt³. Jeder Versuch, mit Aufrichtungsbiegungen oder anderen Maßnahmen eine körperliche Distalisierung zu erreichen, führt jedoch automatisch zu verlängerter Behandlungszeit und erhöhtem Verankerungsverlust⁶ – ein Problem, das ohne skelettale Verankerung nicht lösbar ist.

Kritisch wäre der Endpunkt aller einbezogenen Studien zu diskutieren. Untersucht wird einheitlich der Zeitpunkt unmittelbar nach der größten Lückenöffnung zwischen Molar und nächstem Prämolaren. Dies ist ein zweifellos eindrucksvoller, aber vorübergehender und für den gesamten Therapieverlauf eher unbedeutender Moment, denn mit der Distalisierung des Molaren ist gleichzeitig ein klinisches Problem geschaffen worden, das vorher noch gar nicht bestand: eine große

Lücke zwischen Molaren und Prämolaren. Jeder Versuch, diese Lücke zu schließen, wird den therapeutischen Gewinn verringern, sodass Studien aussagekräftiger wären, die die erzielte Distalisierung nach Abschluss der gesamten Behandlung messen. So fanden Burkhardt et al. für die Pendulum-Apparatur nach Therapieende 87 % Verlust der erzielten Molarendistalisation mit einem bleibenden Effekt von nur 0,8 mm. Byloff fand für dieselbe Apparatur nach Therapieende nur noch einen enttäuschend geringen Betrag der Molarendistalisierung von 0,1 mm. Selbst wenn einbezogen wird, dass die Molaren während der dreijährigen Beobachtungszeit bei unbehandelten Patienten um 0,5 mm nach vorne wandern, resultiert immer noch nur eine bescheidene Distalisierung von 0,6 mm⁷. Da die meisten der untersuchten Patienten jedoch erfolgreich behandelt waren und sich in Neutralokklusion befanden, muss der therapeutische Effekt überwiegend auf einem anderen als dem ursprünglich angenommenen Wege der Molarendistalisierung zustande gekommen sein. Es drängt sich der Verdacht auf, dass ein großer Teil der Wirkung der Distalisierungsapparaturen – wie auch der bimaxillären Apparaturen – schlicht darauf beruht, dass sie die Höcker-Fossa-Beziehung der Seitenzähne aufheben, sodass das überschüssige Unterkieferwachstum nicht durch kompensierende Zahnbewegungen egalisiert werden kann. Sollte dies zutreffen, stellt sich die Frage, ob dieser Effekt nicht ebenso gut mit einfacheren Mitteln erreicht werden kann, z. B. mit fest eingesetzten frontalen Aufbissen. Eine echte Molarendistalisierung in klinisch bedeutsamem Umfang wird wahrscheinlich Apparaturen mit skelettaler Verankerung vorbehalten bleiben.

10.5 Zusammenfassung

Die skelettalen Effekte der bimaxillären wie auch die Distalisierungseffekte der unimaxillären Apparaturen sind erheblich geringer, als dies ursprünglich erwartet wurde. Der Einfluss konservativer kieferorthopädischer Behandlung sowohl auf die Länge und Position der Kiefer als auch die Position der oberen Molaren ist gering, wenn man die bescheidenen Langzeiteffekte mit den 7 mm vergleicht, die für eine vollständige Klasse-II-Korrektur

notwendig sind. Trotzdem sind sowohl bimaxilläre als auch unimaxilläre festsitzende Apparate klinisch mit einiger Zuverlässigkeit erfolgreich eingesetzt worden. Kieferorthopäden sollten sich aber mit dem Gedanken vertraut machen, alte Modelle über die therapeutische Kontrolle des Schädel- und Gesichtswachstums aufzugeben. Nach den oben zitierten Studien besteht Grund zu der Annahme, dass der Hauptbeitrag aller effizienten Apparaturen zur Klasse-II-Therapie die Entschlüsselung der Okklusion ist. Weiterhin kann nach den vorliegenden Langzeitstudien davon ausgegangen werden, dass die Effekte der verschiedensten Apparaturen nur initial unterschieden werden können, während langfristig durch Wachstum und Zahnwanderungen keine klinisch relevanten Unterschiede mehr zu erwarten sind.

Anlass zu einem therapeutischen Nihilismus besteht deshalb jedoch nicht. Für den Einsatz einer bestimmten Apparatur sollten ihre Zeit- und Kosteneffizienz und das Verhältnis von Belastungen und Risiken zu möglichem Nutzen sprechen – wobei diese Aspekte aus der Sicht des aufgeklärten Patienten betrachtet werden sollten. Ein rationaler Maßstab für die Effizienz kieferorthopädischer Behandlungen wurde in einer Studie vorgestellt, in der Klasse-II-Nonextraktionstherapien mit der Extraktion von zwei oberen Prämolaren verglichen wurde²². Die prozentuale Verbesserung der Zahnstellung, gemessen mit dem PAR-Index³⁴, wurde dabei durch die Behandlungszeit dividiert, sodass eine handhabbare Maßzahl für die Effizienz der Behandlung resultierte. In dieser Studie ergab sich eine etwas bessere Effizienz der Extraktionsbehandlung. In einer weiteren Studie dieses Typs wurden Pendelapparat und Extraktion oberer Prämolaren, in beiden Fällen gefolgt von vollständigen festsitzenden Apparaturen, verglichen³³. Während sich die PAR-Verbesserung in ähnlicher Größenordnung herausstellte, zeigte sich die Behandlungszeit in der Extraktionsgruppe nur halb so lang wie in der mit Pendelapparat behandelten Gruppe. Die Verbesserung pro Behandlungszeit und damit die Effizienz war bei der Prämolarenextraktion also wesentlich besser. Ein solches Verfahren könnte eine vernünftige, leicht anwendbare Bewertungsgrundlage für alle kieferorthopädischen Behandlungsverfahren werden.

Grundsätzlich weisen die festsitzenden Apparaturen etwas bessere Effekte, vor allem aber eine deutlich bessere Effizienz als sämtliche herausnehmbaren Apparaturen auf. In der Literatur finden sich allerdings wenig Hinweise zu den teilweise erheblichen Komforteinschränkungen und Komplikationen, die mit einigen der diskutierten Apparaturen verbunden sein können, obwohl gerade diese Aspekte aus Patientensicht sehr bedeutend sind. Für eine faire Entscheidung über die Behandlungsstrategie sollten die beste externe Evidenz, d. h. die Ergebnisse der publizierten Studien, die interne Evidenz, also die persönliche Erfahrung, und die Wünsche des Patienten integriert werden.

Literatur

1. Aelbers CM, Dermaut LR. Orthopedics in orthodontics: Part I, Fiction or reality--a review of the literature. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;110(5):513-519.
2. Andresen V. Über das sogenannte Norwegische System der Funktionskieferorthopädie. *Dtsch Zahnärztl Wschr* 1936;39:235-238, 83-86.
3. Antonarakis GS, Kiliaridis S. Maxillary molar distalization with noncompliance intramaxillary appliances in Class II malocclusion. A systematic review. *Angle Orthod* 2008;78(6):1133-1140.
4. Barton S, Cook PA. Predicting functional appliance treatment outcome in Class II malocclusions--a review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;112(3):282-286.
5. Bondemark L, Kuroi J. Distalization of maxillary first and second molars simultaneously with repelling magnets. *Eur J Orthod* 1992;14(4):264-272.
6. Byloff FK, Darendeliler MA, Clar E, Darendeliler A. Distal molar movement using the pendulum appliance. Part 2: The effects of maxillary molar root uprighting bends. *Angle Orthod* 1997;67(4):261-270.
7. Byloff FK. Personal communication: Pendulum T3-T1 (unpublished data); 2008.
8. Carano A, Testa M. The distal jet for upper molar distalization. *J Clin Orthod* 1996;30(7):374-380.
9. Courtney M, Harkness M, Herbison P. Maxillary and cranial base changes during treatment with functional appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1996;109(6):616-624.
10. Cura N, Sarac M. The effect of treatment with the Bass appliance on skeletal Class II malocclusions: a cephalometric investigation. *Eur J Orthod* 1997;19(6):691-702.
11. 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(3):241-257.
12. Dolce C, McGorray SP, Brazeau L, King GJ, Wheeler TT. Timing of Class II treatment: skeletal changes comparing 1-phase and 2-phase treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(4):481-489.
13. Erverdi N, Koyuturk O, Kucukkeles N. Nickel-titanium coil springs and repelling magnets: a comparison of two different intra-oral molar distalization techniques. *Br J Orthod* 1997;24(1):47-53.
14. Falck F. Langzeitergebnisse bei der Behandlung des Distalbisses mit dem Funktionsregler. *Fortschr Kieferorthop* 1991;52(5):263-267.
15. Frankel R, Frankel C. *Orofacial orthopedics with the function regulator*. Basel: Karger; 1989.
16. Ghafari J, Shofer FS, Jacobsson-Hunt U, Markowitz DL, Laster LL. Headgear versus function regulator in the early treatment of Class II, division I malocclusion: a randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(1):51-61.
17. Gianelly AA, Vaitas AS, Thomas WM. The use of magnets to move molars distally. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1989;96(2):161-167.
18. Hansen K, Pancherz H. Long-term effects of Herbst treatment in relation to normal growth development: a cephalometric study. *Eur J Orthod* 1992;14(4):285-295.
19. Hilgers JJ. The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. *J Clin Orthod* 1992;26(11):706-714.
20. 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(5):501-516.
21. Jakobsson SO. Cephalometric evaluation of treatment effect on Class II, Division I malocclusions. *Am J Orthod* 1967;53(6):446-457.
22. Janson G, Barros SE, de Freitas MR, Henriques JF, Pinzan A. Class II treatment efficiency in maxillary premolar extraction and nonextraction protocols. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007;132(4):490-498.
23. Jones RD, White JM. Rapid Class II molar correction with an open-coil jig. *J Clin Orthod* 1992;26(10):661-664.
24. Karlsen AT, Krogstad O. Morphology and growth in convex profile facial patterns: a longitudinal study. *Angle Orthod* 1999;69(4):334-344.
25. Keeling SD, Wheeler TT, King GJ, Garvan CW, Cohen DA, Cabassa S, et al. Anteroposterior skeletal and dental changes after early Class II treatment with bionators and headgear. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;113(1):40-50.
26. Keles A. Maxillary unilateral molar distalization with sliding mechanics: a preliminary investigation. *Eur J Orthod* 2001;23(5):507-515.
27. Kinzinger GS, Eren M, Diedrich PR. Treatment effects of intraoral appliances with conventional anchorage designs for non-compliance maxillary molar distalization: a literature review. *Eur J Orthod* 2008;30(6):558-571.
28. Locatelli R, Bednar J, Dietz VS, Gianelly AA. Molar distalization with superelastic NiTi wire. *J Clin Orthod* 1992;26(5):277-279.
29. Nelson C, Harkness M, Herbison P. Mandibular changes during functional appliance treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(2):153-161.
30. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Sanjie Y, Mandall N, Chadwick S, 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(2):128-137.

31. O'Brien K, Wright J, Conboy F, Sanjie Y, Mandall N, Chadwick S, 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(3):234–243; quiz 339.
32. 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(4):437–446.
33. Pinzan-Vercelino CR, Janson G, Pinzan A, de Almeida RR, de Freitas MR, de Freitas KM. Comparative efficiency of Class II malocclusion treatment with the pendulum appliance or two maxillary premolar extractions and edgewise appliances. *Eur J Orthod* 2009;31(3):333–340.
34. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD, Buchanan IB, Jones R, Stephens CD, et al. The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 1992;14(2):125–139.
35. Tulloch JF, Medland W, Tuncay OC. Methods used to evaluate growth modification in Class II malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990;98(4):340–347.
36. 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(1):62–72, quiz 73–74.
37. 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(6):657–667.
38. Wieslander L, Lagerstrom L. The effect of activator treatment on class II malocclusions. *Am J Orthod* 1979;75(1):20–26.
39. 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(4):319–329.