

Dental compensation for skeletal Class III malocclusion by isolated extraction of mandibular teeth. Part 1: Occlusal situation 12 years after completion of active treatment

Kompensation der skelettalen Klasse III mit isolierten Unterkieferextraktionen. Teil 1: Die okklusale Situation 12 Jahre nach Behandlungsabschluss

Bernd Zimmer¹ · Sarah Schenk-Kazan²

Abstract

Objectives. The purpose of this work was to statistically evaluate the outcomes achieved by isolated extraction of mandibular teeth (second premolars or first molars) for Class III compensation.

Materials and methods. Part A of the study dealt with the quality of outcomes at the end of active treatment, using weighted Peer Assessment Rating (PAR) scores determined on the basis of casts for 25 (14 female and 11 male) consecutive patients aged 16 ± 1.7 years at the time of debonding. These results were compared to the scores in a randomly selected control group of 25 (14 female and 11 male) patients who were 14.7 ± 1.9 years old at debonding. Part B evaluated the long-term stability of the outcomes based on 12 (all of them female) patients available for examination after a mean of 11.8 years. The mean weighted PAR scores obtained in both study parts were analyzed for statistical differences using a two-tailed paired Student's t-test at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results. Mean weighted PAR scores of 4.76 ± 3.94 and 3.92 ± 3.44 were obtained in the Class III extraction group and the control group, respectively, at the end of active treatment. This difference was not significant ($p=0.49$). Among the 12 longitudinal patients, the mean score increased from 4 ± 3.46 at debonding to 6.25 ± 3.67 by the end of the 11.8-year follow-up period. This difference was significant ($p=0.0008$).

Conclusion. Treatment of Class III anomalies by isolated extraction of lower premolars or molars can yield PAR scores similar to those achieved by standard therapies. These scores, while increasing significantly, remained at a clinically acceptable level over 11.8 years. Hence this treatment modality – intended for cases

Zusammenfassung

Zielsetzung. In der vorliegenden Untersuchung soll die Methode der isolierten Extraktionstherapie von unteren Prämolaren und Molaren zur kompensatorischen Behandlung relevanter Klasse-III-Anomalien einer statistischen Überprüfung unterzogen werden.

Material und Methode. Im Studienteil A (Qualität Ende aktiv) wurden die Abschlussmodelle von 25 konsekutiv behandelten Patienten ($n=25$, 14 weiblich, w, 11 m, mittleres Alter zum Zeitpunkt des Debonding: 16 Jahre, $SD \pm 1,7$) mit dem gewichteten PAR – Index bewertet und die Ergebnisse mit denen einer randomisierten Kontrollgruppe ($n=25$, 14w, 11 m, mittleres Alter 14,7 Jahre, $SD \pm 1,9$) verglichen. Für den Studienteil B (Qualität longitudinal) wurden 12 weibliche Patienten im Mittel 11,8 Jahre später nachuntersucht. Die gewichteten PAR-Indizes von beiden Zeitpunkten wurden miteinander verglichen. Die Ergebnisse beider Studienteile wurden einer statistischen Testung mittels zweiseitigem gepaarten t-Test nach Student mit einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ unterzogen.

Ergebnisse. Studienteil A (Qualität Ende aktiv): Der mittlere gewichtete PAR-Index für die Klasse-III- Extraktionsgruppe betrug 4,76 ($SD \pm 3,94$) und für die Kontrollgruppe 3,92 ($SD \pm 3,44$). Der Unterschied war statistisch nicht signifikant ($p=0,49$). Studienteil B (Qualität longitudinal): Der PAR-Index nahm von 4 ($SD \pm 3,46$) zum Zeitpunkt des Debonding auf 6,25 ($SD \pm 3,67$) zum Zeitpunkt der Nachkontrolle nach im Mittel 11,8 Jahren zu. Der Unterschied war statistisch signifikant ($p=0,0008$).

Schlussfolgerung. In der Behandlung von relevanten Klasse-III-Anomalien mit isolierten Extraktionstherapien unterer Prämolaren und Molaren lassen sich PAR-Indizes realisieren, die denen für Standardtherapien ermittelten Werten ähnlich sind. Die Indizes nehmen über einen Zeitraum von 11,8 Jahren zwar signifikant zu, verbleiben jedoch auf einem klinisch akzeptablen Niveau, sodass

¹ Orthodontic Specialist Practice, Kassel

² Klinik für Kieferorthopädie, Medizinische Hochschule Hannover, Kassel

Received: 9 March 2014; accepted: 5 October 2014;
published online: 2 May 2015

J Orofac Orthop 2015; 76:251-264
DOI 10.1007/s00056-015-0287-3

that border on requiring orthognathic surgery – may also be recommended from a long-term point of view.

Keywords

Class III malocclusion · Extraction therapy · Isolated space closure · Dentoalveolar compensation · PAR index

Introduction

Orthodontic treatment of skeletal Class III anomalies is generally regarded as difficult with an uncertain prognosis [3, 12, 36]. Most of the recommendations given in the literature are mainly for early treatment to influence maxillomandibular growth disharmony and to redefine deleterious occlusal relationships [6, 27, 33, 37]. Most recommendations are for extra- or intraoral orthodontic treatment with a chin cup, Delaire mask, or facemask [13, 14, 33] but also with RME [16] or functional devices [6, 31], which may be combined with fixed appliances [13]. While the initial success rates of these strategies are acceptable in terms of reversing negative overjet and redefining occlusal relationships, relapse rates of up to 50% are documented [11].

The resultant need for further steps is reflected by specific recommendations on how to compensate for skeletal Class III anomalies in the main orthodontic phase. Options include the multiloop edgewise archwire (MEAW) technique [17, 30, 39] or the use of miniscrews [1, 10, 15], the former aiming to establish an ideal occlusal relationship via counterclockwise rotation of the posterior occlusal plane, and the latter used for active physical repositioning of the upper [1, 16] or lower [10, 34] dentoalveolar complex.

Isolated extraction therapy in the mandible is another recommendation that has been given in the literature to expand the range of indications for compensatory treatment in borderline cases that might allow for conservative orthodontic treatment or require orthognathic surgery. Successful outcomes of this treatment philosophy have been reported after extraction of incisors [9, 40] or premolars [7, 26] or first [29] or second [18] or third [19] molars.

The merits of premolar or molar extraction therapy in Class III anomalies must be regarded as uncertain since, up to now, case reports have been the only source of data. More specifically, no insights into long-term outcomes have been available. Our purpose was to address this issue by statistically analyzing cases of isolated mandibular extraction therapy both at the end of active treatment and 12 years later.

Materials and methods

Inclusion criteria

Patients were selected for extraction therapy and included in the study if they presented with (1) a dental and skeletal Class

die Behandlungsmethode im Grenzbereich zur orthognathen Chirurgie auch bei longitudinaler Beobachtung empfohlen werden kann.

Schlüsselwörter

Klasse-III-Malokklusion · Extraktionstherapie · Isolierter Lückenschluss · Dentoalveoläre Kompensation · PAR-Index

Einleitung

Die kieferorthopädische Behandlung der skelettalen Klasse-III-Anomalie wird im Allgemeinen als eine schwierige Therapie mit unsicherer Prognose angesehen [3, 12, 36]. Der Fachliteratur ist zu entnehmen, dass im Besonderen Maßnahmen zum Zweck einer Frühbehandlung empfohlen werden, um einerseits eine Beeinflussung der Wachstumsdiskrepanz zwischen Maxilla und Mandibula, andererseits eine Veränderung deletärer okklusaler Zuordnungen zu erreichen [6, 27, 33, 37]. Dabei werden bevorzugt extra- und intraorale orthopädische Therapien mittels Kopf-Kinn-Kappen, Delaire- und Gesichtsmasken [13, 14, 33], GNE- [16] und funktionskieferorthopädischen Apparaturen [6, 31] vorgeschlagen. Diese können mit festsitzenden Apparaturen kombiniert werden [13]. Obwohl bei Behandlungen dieser Art die primären Erfolgsquoten in Form von erfolgreich therapierten umgekehrten Überbissen und idealisierten okklusalen Zuordnungen zufriedenstellend sind, wurden nachfolgend Rezidive in einer Häufigkeit von bis zu 50% festgestellt [11].

Die daraus erwachsende Notwendigkeit zu weiteren therapeutischen Maßnahmen findet ihren Ausdruck in speziellen Therapieempfehlungen für die kieferorthopädische Hauptbehandlungsphase, die auf eine Kompensation der skelettalen Klasse-III-Relation abzielen. Während bei der MEAW-Technik eine Idealisierung der okklusalen Relationen durch eine Counterclockwise-Rotation der posterioren Okklusalebene angestrebt wird [17, 30, 39], zielt die Verwendung von Minischrauben [1, 10, 15] auf eine körperliche Verlagerung des oberen [1, 16] oder unteren [10, 34] dentoalveolären Komplexes.

Darüber hinaus sind im Grenzbereich zwischen einer noch möglichen konservativ kieferorthopädischen und einer orthognath-chirurgischen Therapie in der Literatur Empfehlungen für eine isolierte Extraktionstherapie im Unterkiefer zu finden, die den Indikationsbereich für kompensatorische Behandlungen erweitern sollen. Hierbei handelt es sich um Berichte über erfolgreiche Therapien nach Extraktionen von Incisivi [9, 40], Prämolaren [7, 26] sowie ersten [29], zweiten [18] und dritten Molaren [19].

Aufgrund des Umstands, dass es sich bei den Berichten über Extraktionstherapien von (Prä-)Molaren bei Klasse-III-Behandlungen bislang ausschließlich um Kasuistiken handelt, muss der Wert dieser Behandlungsmethode als unsicher bezeichnet werden. Insbesondere liegen keine Erkenntnisse über die Langzeitstabilität der Behandlungsergebnisse nach Extrak-

III anomaly (mean individualized ANB angle: $-3.8 \pm 2.1^\circ$; mean Wits value: -4.4 ± 3.4 mm), (2) persistent or relapse of a relevant Class III relationship in the wake of early treatment after (3) accepted modalities of early orthodontic treatment had been used and exhausted, who (4) did not wish to undergo orthognathic surgery for skeletal Class III treatment, and for whom (5) the clinician had concluded that acceptable esthetics would be attainable by taking further measures of orthodontic treatment following the previous treatment steps.

Patient groups

Twenty-seven patients treated in our practice between 1995 and 2004 met the inclusion criteria. Discontinuation of therapy in 2 of these cases left 25 patients for the study, including 14 girls and 11 boys aged 13.6 ± 1.6 years at the time of initiating the compensatory follow-up treatment. All presented with relevant occlusal problems, including negative overjet, edge-to-edge bite, molar and/or canine Class III relationships, anterior and/or posterior open bite, or transverse discrepancies. Compensatory treatment was carried on during the main orthodontic stage for 2.4 ± 0.9 years. By the time of debonding, the patients were 16 ± 1.7 years old. The control group, compiled from fixed-appliance treatments that had been routinely completed in our practice, included another 25 (14 female and 11 male) adolescents aged 14.7 ± 1.9 years at debonding. We excluded cases of early or adult treatment, treatments confined to partial bonding, and patients with a history of orthognathic surgery, with facial clefts or syndromes, or with KIG (German Orthodontic Indication Groups) grades 1 or 2 (i.e., simple cases). The mean duration of these treatments in the control group was 1.9 ± 0.6 years.

Treatment approach

The concept of compensatory follow-up treatment is centered on the extraction of lower second premolars or first molars in an effort to redefine the occlusal relationship by controlled space closure. Some of the goals pursued by space creation via removal of those teeth include distalization of the incisors to establish a normal overjet; distalization of the canines and first premolars to establish a Class I canine relationship and premolar normocclusion; establishing a Class III (after removal of the second premolars) or a Class I (after removal of the first molars) molar relationship and bite deepening in the anterior and posterior segments. Also, fewer mandibular teeth should make it possible to reduce the mandibular arch width (which is commonly increased in Class III cases) for additional transverse adjustment.

The decision to remove either premolars or molars was based on several factors, including, preexisting deficiencies like severe restorations in first molars or aplasia (premolars) or hypoplasia (molars). A key question was whether the space of ≈ 8 mm to be gained by extracting the premolar on either side, minus the distance utilized for space closure from an anterior direction, would suffice to preserve the third molars. If the answer was no, it was preferable to extract the first molars, with 14 mm of space

tionstherapien vor. Es ist deshalb die Zielsetzung der vorliegenden retrospektiven Untersuchung, die Methode der isolierten Extraktionstherapie im Unterkiefer einer statistischen Überprüfung einerseits am Ende der aktiven Behandlung und andererseits 12 Jahre nach Behandlungsabschluss zu unterziehen.

Material und Methode

Inklusionskriterien

Die Inklusionskriterien zur Durchführung der Extraktionstherapie und zur Aufnahme in die vorliegende Untersuchung waren: i) das Vorhandensein einer dentalen und skelettalen Klasse-III-Anomalie bei Behandlungsbeginn [MW: individueller ANB $-3,8^\circ$ (SD $\pm 2,1$), Wits $-4,4$ mm (SD $\pm 3,4$)], ii) ein Zustand nach kieferorthopädischer Frühbehandlung unter Ausschöpfung der anerkannten therapeutischen Möglichkeiten, iii) die Persistenz oder ein Rezidiv einer relevanten Klasse-III-Relation nach Durchführung von Frühbehandlungsmaßnahmen, iv) der Wunsch der Patienten, die therapeutische Option zur skelettalen Therapie der Klasse-III-Anomalie in Form eines Eingriffs der orthognathen Chirurgie vermeiden zu wollen, v) die Einschätzung des Behandlers, dass eine weitere kompensatorisch-kieferorthopädische Therapie zu einem funktionell und ästhetisch befriedigenden Ergebnis führen kann.

Patientengruppen

Diese Voraussetzungen erfüllten zwischen 1995 und 2004 27 Patienten unserer Praxis, von denen 25 (14 weiblich, w, 11 m) in die vorliegende Studie integriert wurden. Bei 2 Patienten wurde die Behandlung abgebrochen. Das mittlere Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Einleitung der weiterführenden kompensatorischen Therapie war 13,6 Jahre (SD $\pm 1,6$). Alle Patienten wiesen zu diesem Zeitpunkt relevante okklusale Mängel in Form von umgekehrten anterioren Überbissen, Kopfbissen, Klasse-III-Molaren- und/oder Eckzahnrelationen, anterior und/oder lateral offenen Bissen sowie transversalen Diskrepanzen auf. Die mittlere Dauer der kompensatorischen Therapie in der Hauptbehandlungsphase betrug 2,4 Jahre (SD $\pm 0,9$). Zum Zeitpunkt des Debonding waren die Patienten im Mittel 16 Jahre (SD $\pm 1,7$) alt. Die Patienten der Kontrollgruppe (n=25, 14 w, 11 m, mittleres Alter zum Zeitpunkt des Debonding: 14,7 Jahre, SD $\pm 1,9$) wurden ermittelt, indem aus den laufenden Abschlüssen der Praxis 25 jugendliche Multibandpatienten nach abgeschlossener Hauptbehandlung inkludiert wurden. Ausschlusskriterien waren: Früh- und Erwachsenenbehandlungen, Patienten, die nur mit Teilbebänderungen behandelt worden waren, Patienten, die mittels orthognathen Chirurgie behandelt worden waren, Patienten mit Gesichtspalten und Syndromen, einfache Behandlungen mit einer KIG-Klassifikation von 1 oder 2. Die mittlere Dauer der Multibandbehandlung betrug 1,9 Jahre (SD $\pm 0,6$).

Tab. 1 PAR scores in the extraction group (n=25) at the end of active treatment.
Tab. 1 PAR-Indizes in der Extraktionsgruppe (n=25) am Ende der aktiven Behandlung

Parameter ↓ Factor ↓ Patient →	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL	
Upper anterior segment 1	2	0	0	2	0	0	1	0	0	1	0	1	
Lower anterior segment 1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	2	0	2	
Right buccal occlusion 1	2	1	1	0	0	0	2	0	2	2	1	1	
Left buccal occlusion 1	2	1	0	0	0	0	2	1	1	0	2	1	
Overjet 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Overbite 2	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	
Midline 4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	
Total	6	2	1	3	1	2	12	1	3	5	3	9	
↓ Parameter → Pat. continued	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY
Upper anterior segment	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	2
Lower anterior segment	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	1	1	1
Right buccal occlusion	3	0	0	1	0	3	2	2	3	1	1	0	0
Left buccal occlusion	3	0	0	1	0	2	4	1	2	1	1	1	2
Overjet	0	0	0	0	0	6	0	6	6	0	0	0	0
Overbite	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Midline	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	6	0	3	2	3	12	6	10	15	3	3	3	5

Mean ± SD for study part A (cross-sectional; AA–AY): 4.76±3.94 (p=0.49 vs. control group; see **Tab. 2**). Mean ± SD for study part B (longitudinal; AA–AL): 4.00±3.46 (p=0.0008 vs. after 12 years; see **Tab. 3**).

to be gained on either side. Finally, our decisions also took into account that the molar relationship would be Class I upon removing the first molars, while removing the second premolars was aimed at establishing Class III.

Regardless of which tooth type was removed, we invariably noted that, once a normal anterior relationship had been established, the space thus created would allow the routinely used Class III elastics to be discontinued and treatment with Class II elastics initiated for residual space closure from a distal direction. A modified straight-wire appliance with Roth values and a 0.018-inch system was used in all cases. The same retentive method was used in the extraction and the control groups, using Hawley retainers in both dental arches for 1 year after completion of active treatment and bonded 3–3 retainers with six bonding sites per arch for a minimum of 3–4 years.

Outcome assessments

Part A of the study looked into the treatment outcomes among the 25 Class III patients by the end of active treatment. Weighted Peer Assessment Rating (PAR) scores [28] were determined on casts reflecting these outcomes and compared to the corresponding scores in the control group. Part B dealt with the long-term stability of outcomes based on 12 patients (all of them female) who were available for a follow-up examination 11.8±1.9 years after the end of active therapy, by which time they were 27.4±1.5 years old. This longitudinal aspect was analyzed by comparing the weighted PAR scores determined at the time of these follow-up examinations to the scores that had been determined at the end of active treatment,

Behandlungsmethode

Das Behandlungskonzept für eine weiterführende kompensatorische Therapie beinhaltet als zentrales Element die Extraktion von zweiten Prämolaren oder ersten Molaren im unteren Zahnbogen mit dem Ziel durch einen kontrollierten Lückenschluss eine Idealisierung der okklusalen Zuordnung zu erzielen. Die extraktionsbedingte Platzbeschaffung soll u. a. eine weitere Distalisation der unteren Incisivi zur Herstellung eines regulären Overjets ermöglichen, eine Distalisation der unteren Eckzähne und ersten Prämolaren zur Herstellung einer Klasse-I-Eckzahnrelation und Regelverzahnung im Prämolarenbereich herbeiführen, eine Klasse-III- (nach Extraktion der zweiten Prämolaren) oder eine Klasse-I- (nach Extraktion der ersten Molaren) Molarenrelation etablieren sowie eine Bissvertiefung im anterioren und lateralen Bereich ermöglichen. Darüber hinaus sollte durch die Reduktion der Zahnzahl im Unterkiefer eine Verschmälerung des bei Klasse-III-Anomalien oft breiteren unteren Zahnbogens und damit eine transversale Adjustierung möglich werden.

Die Entscheidung, ob Prämolaren oder Molaren extrahiert wurden, war einerseits von Begleitfaktoren abhängig, etwa ob Zahnvorschäden in Form tiefer Füllungen an den ersten Molaren oder, ob Aplasien (Prämolaren) bzw. Hypoplasien (Molaren) festgestellt wurden. Andererseits war die Frage entscheidend, ob der durch Prämolarenextraktionen gewonnene Platz von etwa 8 mm je Seite abzüglich des benötigten Platzverbrauchs bei Lückenschluss von anterior für den Erhalt der dritten Molaren ausreichend sein würde. Musste diese Frage verneint werden, wurde einer Therapie mit Molarenextraktionen, die zu etwa 14 mm Platzgewinn je Seite führten, der Vorzug ge-

Tab. 2 PAR scores in the control group (n=25) at the end of active treatment.**Tab. 2** PAR-Indizes in der Kontrollgruppe (n=25) am Ende der aktiven Behandlung

Parameter ↓	Factor ↓	Patient →	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL
Upper anterior segment	1		0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
Lower anterior segment	1		1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
Right buccal occlusion	1		0	1	0	1	1	0	0	0	0	5	0	1
Left buccal occlusion	1		1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
Overjet	6		0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Overbite	2		0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Midline	4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
Total			2	2	0	1	3	0	0	3	9	11	0	2
↓ Parameter → Pat. con- tinued		BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY
Upper anterior segment	2	1	0	2	0	1	1	2	2	2	0	1	0	0
Lower anterior segment	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Right buccal occlusion	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1
Left buccal occlusion	2	0	1	1	0	1	0	0	1	2	0	0	0	1
Overjet	0	0	0	6	0	6	0	0	0	0	6	0	0	0
Overbite	0	0	2	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0
Midline	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Total		5	2	9	10	0	8	4	2	6	4	7	2	6

Mean ± SD: 3.92±3.44 (p=0.49 versus extraction group; see **Tab. 1**).

Tab. 3 PAR scores in 12 extraction patients 12 years after the end of active treatment.**Tab. 3** PAR-Indizes in der Extraktionsgruppe (n=12) 12 Jahre nach Abschluss der aktiven Behandlung

↓ Parameter.	↓ Factor	→ Patient	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	AK	AL
Upper anterior segment	1		2	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	1
Lower anterior segment	1		0	1	1	1	1	0	2	1	0	2	1	3
Right buccal occlusion	1		3	1	1	0	1	1	2	0	5	2	1	2
Left buccal occlusion	1		2	1	0	0	1	0	2	2	4	0	2	1
Overjet	6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Overbite	2		0	0	2	0	0	2	2	2	0	2	0	2
Midline	4		0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Total			7	3	4	3	3	4	13	5	9	7	4	13

Mean ± SD: 6.25±3.67 (p=0.0008 versus at the end of active treatment; see **Tab. 1**).

the differences thus obtained indicating the extent to which the occlusal situations had changed over time.

Statistical analysis

For part A of the study, after verifying the presence of a normal distribution, the PAR scores of the study (extraction) group at the end of the active treatment were tested against those of the control group by means of a two-tailed paired Student's t-test at a significance level of $p \leq 0.05$. For part B, the scores noted at these long-term follow-up examinations were compared in the same fashion to the scores at the end of active treatment. As null hypotheses, we assumed no significant differences between the extraction versus the control group (part A) and between the long-term follow-up situations versus those at the end of active treatment (part B).

geben. Ein letztes Kriterium, welches bei der Entscheidungsfindung ebenfalls Berücksichtigung fand, war der Umstand, dass eine Molarenextraktion nach erfolgtem Lückenschluss zu einer Klasse-I-Molarenrelation führt, wohingegen bei einer Prämolarenextraktion eine Klasse-III-Molarenrelation angestrebt wird.

Unabhängig von der Entscheidung über die Art der zu extrahierenden Zähne konnte festgestellt werden, dass die Extraktionstherapie in der Regel dazu führte, dass die üblicherweise verwendeten Klasse-III-Gummizüge nach Etablierung regelgerechter anteriorer Relationen abgesetzt und eine Therapie mittels Klasse-II-Gummizügen eingeleitet wurde, um den Restlückenschluss von distal herbei zu führen. Alle Behandlungen wurden mit einer modifizierten Straight-wire-Apparatur mit Roth-Werten und einem 0,018-inch-System durchgeführt. Bei allen Patienten (Studien- und Kontrollgruppe) erfolgten Retentionsmaßnahmen in gleicher Weise. Dies waren: Hawley-Retai-



Fig. 1 ▲ Case A involving extraction of the lower second premolars. **a** Lateral cephalogram obtained prior to initiation of active treatment. **b** Panoramic radiograph obtained prior to initiation of active treatment.

Abb. 1 ▲ Fall A (Prämolarextraktionen). **a** FRS vor Beginn der aktiven Behandlung. **b** Fall A (Prämolarextraktionen). OPG vor Beginn der aktiven Behandlung

Results

Outcomes after active treatment

In the study (extraction) group, the weighted PAR scores obtained at the end of active treatment amounted to a mean of 4.76 ± 3.94 (Tab. 1). This was higher than the 3.92 ± 3.44 in the control group (Tab. 2), although statistically not significant ($p=0.49$). Regarding individual parameters, ideal values of overjet, overbite, and midline could be established almost invariably. Most non-zero scores (0= ideal) may be attributed either to minor residual problems of anterior alignment or to slightly less-than-ideal posterior occlusal relationships.

Outcomes after 12 years

The 12 female patients available for long-term assessment showed a mean weighted PAR score of 4.00 ± 3.46 at the end of active treatment versus 6.25 ± 3.67 by the time of the follow-up examination (Tab. 3). This difference was statistically significant ($p=0.0008$). Although these increases in scores were largely nonspecific with regard to any of the individual parameters evaluated, a high degree of overjet stability may be assumed based on this longitudinal patient sample.

Case A – removal of the second premolars

This female patient was treated with an overnight chincup, a Class III Fränkel appliance, and a maxillary plate with a reverse labial bow (1994–1996). Her cephalogram (Fig. 1a) revealed a distinctly mesial skeletal tendency, as evidenced by an individualized ANB angle of -3.2° and a Wits value of -6 mm in conjunction with an edge-to-edge anterior relationship and a close-to-normal incisor inclination. The panoramic radiograph (Fig. 1b) shows her dental situation prior to extracting teeth 75, 85, and 45 in 1996. Space closure was accomplished by the end of active treatment in 1999 (Fig. 2b). Note the buds

ner in beiden Zahnbögen für 1 Jahr nach Abschluss der aktiven Behandlung und geklebte 3-3-Retainer mit jeweils 6 Klebestellen in beiden Zahnbögen für mindestens 3–4 Jahre.

Evaluierung

Der Studienteil A diente der Bestimmung der Qualität der Behandlungen zum Zeitpunkt des Endes der aktiven Behandlung. Dazu wurden die bei Behandlungsabschluss erstellten Modelle der 25 Klasse-III-Patienten ($n=25$) nach dem gewichteten PAR-Index bewertet [28]. Die Ergebnisse wurden mit denjenigen verglichen, die bei 25 randomisiert ermittelten Behandlungsabschlüssen nach kieferorthopädischer Standardtherapien mit unterschiedlichen Ausgangsanomalien (Kontrollgruppe, $n=25$) festgestellt wurden. Im Studienteil B wurde die Stabilität der Behandlungsergebnisse über einen Zeitraum von im Mittel 11,8 Jahren ($SD \pm 1,9$) nach Ende der aktiven Behandlung ermittelt. Die nachuntersuchten Patienten ($n=12$) waren alle weiblichen Geschlechts. Das mittlere Alter zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung betrug 27,4 Jahre ($SD \pm 1,5$). Die Stabilität der Behandlungsergebnisse wurde ermittelt, indem der gewichtete PAR-Index einer jeden Patientin zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung mit denjenigen zum Zeitpunkt des Endes der aktiven Behandlung verglichen wurde. Die Differenz der Indizes repräsentiert die Veränderung der okklusalen Situation innerhalb des Kontrollzeitraums.

Statistik

Für den Studienteil A wurden nach Prüfung auf Normalverteilung die PAR-Indizes der Extraktionsgruppe bei Abschluss der aktiven Behandlung gegen diejenigen der Kontrollgruppe mittels zweiseitigem gepaarten t-Test nach Student auf einem Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ statistisch getestet. In analoger Weise erfolgte im Studienteil B die Untersuchung zwischen den beiden Zeitpunkten T0 und T1. Die Nullhypothesen lau-



Fig. 2 ▲ Case A involving extraction of the lower second premolars. **a** Lateral cephalogram obtained upon completion of the active treatment. **b** Panoramic radiograph obtained upon completion of the active treatment. **c, d, e, f, g** Intraoral situation upon completion of the active treatment. **h, i, j** Extraoral situation upon completion of the active treatment.

Abb. 2 ▲ Fall A (Prämolarextraktionen. **a** FRS nach Abschluss der aktiven Behandlung). **b** Fall A (Prämolarextraktionen). OPG nach Abschluss der aktiven Behandlung. **c, d, e, f, g** Fall A (Prämolarextraktionen). Intraorale Situation nach Abschluss der aktiven Behandlung. **h, i, j** Fall A (Prämolarextraktionen). Extraorale Situation nach Abschluss der aktiven Behandlung



Fig. 3 ▲ Case A involving extraction of the lower second premolars. **a, b, c, d, e** Intraoral situation 12 years after completion of the active treatment. **f, g, h** Extraoral situation 12 years after completion of the active treatment.

Abb. 3 ▲ Fall A (Prämolarenextraktionen). **a, b, c, d, e** Intraorale Situation 12 Jahre post. **f, g, h** Fall A (Prämolarenextraktionen). Extraorale Situation 12 Jahre post

of teeth 38 and 48, which were required to support the upper second molars. The cephalogram obtained at the time (Fig. 2a) reveals a normal overjet with compensatory incisor positions. Fixed-appliance treatment resulted in an acceptable situation characterized by a Class III molar relationship (Fig. 2c, d, e, f, g). The roots of the lower incisors showed through under the gingiva due to their heavily compensatory position. Good occlusal stability, with almost unchanged parameters, was noted

teten, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Patientengruppen (Studienteil A) bzw. zwischen den Untersuchungszeitpunkten Ende der aktiven Behandlung und 11,8 Jahre später (Studienteil B) gab.



Fig. 4 ▲ Case B involving extraction of the lower first molars. **a** Lateral cephalogram obtained prior to initiation of active treatment. **b** Panoramic radiograph obtained prior to initiation of active treatment.

Abb. 4 ▲ Fall B (Molarenextraktionen). **a** FRS vor Beginn der aktiven Behandlung. **b** Fall B (Molarenextraktionen). OPG vor Beginn der aktiven Behandlung

12 years after the end of active orthodontic treatment (Fig. 3a, b, c, d, e). In particular, the lower anterior segment did not exhibit any adverse degenerative changes in the form of tissue recession. Teeth 38 and 48 had meanwhile erupted to an adequate occlusal relationship, although a marginal ridge discrepancy between teeth 37 and 38 is present. Extraoral photographs taken upon completion of active treatment (Fig. 2h, i, j) and 12 years later (Fig. 3f, g, h) attest to pleasing and stable esthetics with a prognathic morphological tendency.

Case B – removal of the first molars

This female patient had initially been conventionally treated with removable intra- and extraoral devices. Given an individualized ANB angle of -6.8° and a Wits value of -9.1 mm, this had established a normal overjet. As illustrated by the cephalogram (Fig. 4a), however, this treatment had prevented neither the development of a Class III molar relationship nor bilateral lack of space induced by retrusion of the lower incisors with bite opening in the premolar area. The panoramic radiograph (Fig. 4b) illustrates the patient's dental situation prior to removing teeth 36 and 46. In Fig. 5a, b is shown how the extraction treatment with isolated space closure allowed for the creation of a safe occlusal relationship with establishment of compensatory incisor positions in both jaws. Fig. 5c, d, e, f, g and Fig. 6a, b, c, d, e illustrate the patient's intraoral situation at the end of active treatment (1999) versus 13 years later (2012). Aside from minor changes, good stability of the dental situation was noted. Importantly, teeth 38 and 48 had erupted to orthograde positions. In spite of the clearly prognathic jaw relationship, the patient's appearance was attractive and pleasing both at the end of active treatment (Fig. 5h, i) and 13 years later (Fig. 6f, g, h).

Ergebnisse

Qualität der Behandlungsmethode bei Abschluss der aktiven Behandlung

Der Tab. 1 ist zu entnehmen, dass der gewichtete PAR-Index in der Untersuchungsgruppe am Ende der aktiven Behandlung im Mittel $4,76$ (SD $\pm 3,94$) betrug. Er war damit höher als der Vergleichswert von $3,92$ (SD $\pm 3,44$) in der Kontrollgruppe (Tab. 2). Der Unterschied war statistisch jedoch nicht signifikant ($p=0,49$). Die Analyse der einzelnen Parameter zeigt, dass Overjet, Overbite und Mittellinie nahezu regelmäßig idealisiert werden konnten. Die Differenzen zum Idealscore von 0 erklären sich bevorzugt entweder durch kleine Restmängel im anterioren Alignment oder durch geringe Abweichungen von einer idealen Seitenzahnokklusion.

Stabilität der Behandlungsergebnisse 12 Jahre post

Der mittlere gewichtete PAR-Index für die 12 weiblichen Patienten, die an dem Studienteil B (Stabilität longitudinal) teilnahmen, betrug zum Zeitpunkt des Endes der aktiven Behandlung $4,00 \pm 3,46$. Für den Zeitpunkt der Nachuntersuchung wurde ein Anstieg des Wertes auf $6,25 \pm 3,67$ ermittelt (Tab. 3). Der Unterschied zwischen den Zeitpunkten war signifikant ($p=0,0008$). Anstiege des PAR – Indexes erklären sich weitgehend parameterunspezifisch, jedoch ist hinsichtlich des Overjets bei den nachuntersuchten weiblichen Patienten von einem hohen Maß an Stabilität auszugehen.

Fall A – Prämolarenextraktionen

Die Patientin wurde von 1994–1996 mittels Kopf-Kinn-Kappe (nachts), FRIII und OK-Platte mit Umkehrlabialbogen behandelt. Die FRS-Diagnostik belegt durch einen individuellen ANB-Wert von $-3,2^\circ$ und einen Wits-Wert von -6 mm bei anteriorem Kopfbiss und annähernd normgerechten Schneide-



Fig. 5 ▲ Case B involving extraction of the lower first molars. **a** Lateral cephalogram obtained upon completion of the active treatment. **b** Panoramic radiograph obtained upon completion of the active treatment. **c, d, e, f, g** Intraoral situation upon completion of the active treatment. **h, i, j** Extraoral situation upon completion of the active treatment.

Abb. 5 ▲ Fall B (Molarenextraktionen). **a** FRS nach Abschluss der aktiven Behandlung. **b** Fall B (Molarenextraktionen). OPG nach Abschluss der aktiven Behandlung. **c, d, e, f, g** Fall B (Molarenextraktionen). Intraorale Situation nach Abschluss der aktiven Behandlung. **h, i, j** Fall B (Molarenextraktionen). Extraorale Situation nach Abschluss der aktiven Behandlung

Discussion

While interceptive measures are favored for the therapy of Class III anomalies, even successful early treatments will not ensure lasting success [11]. One aspect that comes into play concerns the question (which remains to be clearly and definitively answered) whether the impact of treatment-induced skeletal effects on growth will be permanent or merely temporary. As a result, even the existing statistical base for treatment devices as widely and extensively used as facemasks has been considered inadequate [32, 36]. Ultimately, findings like an almost 50% rate of relapse [11] or a high need for treatment beyond the interceptive phase [4], which have been reported in

zahninklinationen eine deutlich skelettal mesiale Tendenz (**Abb. 1a**); **Abb. 1b** zeigt die dentale Situation vor Einleitung der Extraktionstherapie von 75, 85, 45 im Jahr 1996. Am Ende der aktiven Behandlung im Jahr 1999 ist der Lückenschluss erfolgt (**Abb. 2b**). Die Keime 38 und 48 sind in situ und werden für die Abstützung der oberen zweiten Molaren benötigt. Das FRS-Bild (**Abb. 2a**) zeigt zu diesem Zeitpunkt einen regelgerechten Overjet bei kompensatorischer Schneidezahnstellung. Die durchgeführte Multibandbehandlung führte zu okklusal zufriedenstellenden Verhältnissen in Klasse-III-Molarenrelation (**Abb. 2c, d, e, f, g**). Die Wurzeln der unteren Incisivi zeichnen sich unter ihrer gingivalen Bedeckung ab, ein Umstand, der sich durch ihre stark kompensatorische Stellung erklärt. 12



Fig. 6 ▲ Case B involving extraction of the lower first molars. **a, b, c, d, e** Intraoral situation 13 years after completion of the active treatment. **f, g, h** Extraoral situation 13 years after completion of the active treatment.

Fig. 6 ▲ Fall B (Molarenextraktionen). **a, b, c, d, e** Intraorale Situation 13 Jahre post. **f, g, h** Fall B (Molarenextraktionen). Extraorale Situation 13 Jahre post

spite of successful early treatment, should be interpreted as reflecting, among other things, the persistent nature of adverse Class III growth patterns. It is therefore vital for orthodontists to have effective options at their disposal for the main treatment phase, as these may be the only way to avoid orthognathic surgery following the early phase.

Jahre nach Abschluss der aktiven kieferorthopädischen Behandlung sind die okklusalen Verhältnisse stabil und nahezu identisch (Abb. 3a, b, c, d, e). Insbesondere zeigen sich keine unerwünschten degenerativen Veränderungen in Gestalt von Rezessionen im Bereich der unteren Incisivi. Die Zähne 38 und 48 sind inzwischen eruptiert und befinden sich in einer zufriede-

In borderline cases of Class III anomalies that might allow for conservative orthodontic treatment or require orthognathic surgery, it is difficult to decide which route should be taken [5, 35]. Yet there is agreement that conservative therapy, if carefully planned, may be expected to result in adequate soft- and hard-tissue changes [22]. No general guidelines are currently available for such therapy, since the vast majority of available studies on successful treatment of skeletal Class III anomalies in the main orthodontic phase have been case reports. It is, however, in the nature of these anomalies that useful outcomes can be achieved conservatively by way of well-planned compensatory repositioning of the upper incisors, as opposed to presurgical decompensation therapy [21]. On the other hand, compensatory retrusive positioning of the lower incisors is also required, as has been demonstrated for the multiloop edgewise archwire (MEAW) technique in association with Class III elastics and miniscrews [15].

Given these fundamental principles, custom approaches tailored to the needs of each individual patient are taken in compensatory Class III treatment. Isolated extraction of lower incisors, for instance, is indicated only in specific situations [40]. The segmented-arch approach, too, has been successfully used to treat open bite and skeletal Class III [8]. Recently, another compensatory option with miniscrew support has increasingly been recommended [1, 10, 15]. While its overall superiority to the MEAW technique has yet to be demonstrated in appropriate comparative studies, Morales-Fernandez et al. [25] found that methods utilizing either bone or dentoalveolar anchorage are similarly effective in principle. Furthermore, it might conceivably be possible to expand the spectrum of indications by exploiting summation effects of both methods [20].

Our investigation shows that successful compensatory outcomes of isolated premolar or molar extraction therapy are possible beyond anecdotal evidence from case reports. Although our extraction group revealed a slightly higher mean PAR score than the control group (4.76 versus 3.92), it should be noted that the baseline situations in these patients were more critically skewed toward the surgical side of the borderline between conservative therapy and surgery. Even more importantly, the longitudinal increase of the mean weighted PAR score, despite being statistically significant, demonstrated that long-term clinical stability was adequate. This finding is consistent with reports on standard treatment approaches, which also yielded reasonable increases in PAR scores several years after completion of active treatment [23, 24], one example being Woods et al. [38] who reported an increase of weighted PAR scores from 3 to 7 over 6.5 years. Apparently, therefore, the extraction approach evaluated in the present study is appropriate to reduce the number of inadequate occlusal outcomes in baseline situations that border on requiring orthognathic surgery [2] and to reducing the need for orthognathic surgical procedures in moderate Class III anomalies.

denstellenden okklusalen Zuordnung, wenngleich ein Randleistenunterschied zwischen 37 und 38 besteht. Der Vergleich der extraoralen Fotos dokumentiert eine stabile und ansprechende extraorale Ästhetik bei tendenziell progner Morphologie (**Abb. 2h, i, j und 3f, g, h**).

Fall B – Molarenextraktionen

Die Initialbehandlung der Patientin erfolgte konventionell mit herausnehmbaren intra- und extraoralen Behandlungsgeräten. Diese führte bei einem individuellen ANB-Wert von $-6,8^\circ$ und einem Wits-Wert von $-9,1$ mm zwar zur Etablierung eines regelgerechten Overjets, konnte aber die Entwicklung einer Klasse-III-Molarenrelation ebenso wenig verhindern, wie eine bilaterale Stützzoneineigung durch Retrusion der unteren Incisivi mit Entstehung eines offenen Bisses im Prämolarenbereich (**Abb. 4a**). Die **Abb. 4b** zeigt die Situationen zu diesem Zeitpunkt vor der Extraktion 36,46. Eine Extraktionstherapie von 36 und 46 mit isoliertem Lückenschluss ermöglichte die Herstellung einer sicheren okklusalen Zuordnung unter Etablierung einer kompensatorischen Schneidezahnstellung in beiden Kiefern (**Abb. 5a, b**). Die **Abb. 5c, d, e, f, g** zeigen die intraoralen Situationen zum Zeitpunkt des Abschlusses der aktiven Behandlung im Jahr 1999 und die **Abb. 6c, d, e, f, g** diejenigen 13 Jahre später im Jahr 2012. Es ist festzustellen, dass sich die dentale Situation mit Ausnahme kleinerer Veränderungen stabil zeigte. Im Besonderen haben sich die Zähne 38 und 48 orthograd eingestellt. Das extraorale Erscheinungsbild der Patientin war sowohl zum Zeitpunkt des Endes der aktiven Behandlung (**Abb. 5h, i**) wie auch 13 Jahre später (**Abb. 6f, g, h**) trotz deutlich progner Relation als attraktiv und ansprechend zu bezeichnen.

Diskussion

Für die Therapie der Klasse-III-Anomalie werden interzeptive Maßnahmen favorisiert. Jedoch beinhalten selbst erfolgreiche Frühbehandlungen von Klasse-III-Anomalien keine Garantie für einen dauerhaften Erfolg [11]. Dies hängt u. a. damit zusammen, dass die Frage, ob es sich bei therapieinduzierten skelettalen Effekten nur um vorübergehende oder permanente Wachstumsbeeinflussungen handelt, noch nicht mit letzter Sicherheit beantwortet werden kann. Demzufolge wird die statistische Basis selbst für so weitverbreitete und intensiv verwendete therapeutische Geräte wie Gesichtsmasken als unbefriedigend angesehen [32, 36]. Letztlich kann der hohe Anteil von annähernd 50% Rezidiven [11] bzw. von Behandlungsindikationen jenseits der interzeptiven Behandlungsphase [4] trotz erfolgreicher Frühbehandlung auch als Ausdruck des anhaltend ungünstigen Klasse-III-Wachstumsmusters angesehen werden. In der Konsequenz ist es von größter Bedeutung, über wirksame Behandlungsoptionen in der Hauptbehandlungsphase zu verfügen, da jenseits der Frühbehandlungsphase nur mit ihnen Eingriffe der orthognathen Chirurgie zu vermeiden sind.

Conclusion

In borderline cases between conservative treatment and orthognathic surgery, and provided that these cases are carefully selected (see study part 2, cephalometrical and soft-tissue parameters), isolated extraction of mandibular teeth in conjunction with multibracket treatment may also be recommended from a long-term point of view.

Compliance with ethical guidelines

Conflict of interest. Bernd Zimmer and Sarah Schenk-Kazan state that there are no conflicts of interest.

Consent was obtained from all patients identifiable from images or other information within the manuscript. In the case of underage patients, consent was obtained from a parent or legal guardian.

References

- Amini F, Poosti M (2013) A new approach to correct a Class III malocclusion with miniscrews: a case report. *J Calif Dent Assoc* 41:197–200
- Angermann R, Berg R (1999) Evaluation of orthodontic treatment success in patients with pronounced Angle Class III. *J Orofac Orthop* 60:246–258
- Baik HS (2007) Limitations in orthopedic and camouflage treatment for Class III malocclusion. *Semin Orthod* 13:158–174
- Baccetti T, Franchi L (2011) Prediction of the outcome of orthodontic treatment of Class III malocclusion. *Eur J Orthod* 33:332
- Benyahia H, Azaroual MF, Garcia C et al (2011) Treatment of skeletal Class III malocclusions: orthognathic surgery or orthodontic camouflage? How to decide. *Int Orthod* 9:196–209
- Borrie F, Bearn D (2011) Early correction of anterior crossbites: a systematic review. *J Orthod* 38:175–184
- Costa Pinho TM, Ustrell Torrent JM, Correia Pinto JG (2004) Orthodontic camouflage in the case of a skeletal class III malocclusion. *World J Orthod* 5:213–223
- Espinar-Escalona E, Barrera-Mora JM, Llamas-Carreras JM et al (2013) The segmented arch approach: a method for orthodontic treatment of a severe Class III open-bite malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143:254–265
- Faerovig E, Zachrisson B (1999) Effects of mandibular incisor extraction on anterior occlusion in adults with Class III malocclusion and reduced overbite. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 115:113–124
- Farret MM, Benitez Farret MM (2013) Skeletal class III malocclusion treated using a non-surgical approach supplemented with mini-implants: a case report. *J Orthod* 40:256–263
- Franchi L, Baccetti T, Tollaro I (1997) Predictive variables for the outcome of early functional treatment of CI III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 112:80–86
- Fudalej P, Dragan M, Wedrychowska-Szulc B (2011) Prediction of the outcome of orthodontic treatment of Class III malocclusions—a systematic review. *Eur J Orthod* 33:190–197
- Gu Y, Rabie AB, Hägg U (2000) Treatment effects of simple fixed appliance and reverse headgear in correction of anterior crossbites. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 117:691–699
- Hägg U, Tse A, Bendeus M et al (2004) A follow-up study of early treatment of pseudo Class III malocclusion. *Angle Orthod* 74:465–472
- He S, Gao J, Wamala P et al (2013) Camouflage treatment of skeletal Class III malocclusion with multiloop edgewise arch wire and modified Class III elastics by maxillary mini-implant anchorage. *Angle Orthod* 83:630–640
- Hino CT, Cevidanes LH, Nguyen TT et al (2013) Three-dimensional analysis of maxillary changes associated with facemask and rapid maxillary expansion compared with bone anchored maxillary protraction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144:705–714
- Hu H, Chen J, Guo J et al (2012) Distalization of the mandibular dentition of an adult with a skeletal Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142:854–862

Die Entscheidung, ob eine Klasse-III-Anomalie konservativ kieferorthopädisch erfolgreich behandelt werden kann oder kombiniert-kieferchirurgisch behandelt werden muss, ist besonders in sog. “borderline cases” nicht einfach zu treffen [5, 35]. Jedoch besteht Einigkeit darüber, dass mit einer sorgfältig geplanten konservativen Therapie zufriedenstellende Weich- und Hartgewebeeränderungen erwartet werden können [22]. Aufgrund des Umstands, dass die weitaus größere Zahl von Berichten über erfolgreiche Therapien der skeletalen Klasse III in der Hauptbehandlungsphase kasuistischer Natur sind, sind allgemeingültige Richtlinien für eine solche Therapie bislang nicht verfügbar. Es ist jedoch anomaliebedingt, dass eine sinnvoll geplante konservative Klasse-III-Therapie einerseits durch eine kompensatorische Positionierung der oberen Incisivi erreicht wird, im Gegensatz zu einer Dekompensationstherapie als präoperative Maßnahme [21]. Andererseits ist aber auch eine kompensatorische Retrusionsstellung der unteren Incisivi notwendig, wie sie beispielsweise für die MEAW-Technik in Verbindung mit Klasse-III-Gummizügen und -Minischrauben nachgewiesen wurde [15].

Unter Beachtung dieser Grundprinzipien werden in der kompensatorischen Klasse-III-Behandlung auf den Einzelfall abgestimmte individuelle Vorgehensweisen praktiziert. So sind isolierte Unterkieferschneidezahnextraktionen nur in besonderen Situationen indiziert [40]. Auch über die erfolgreiche Anwendung der Segmenttechnik bei offenen Bissen und Klasse-III-Relation wurde berichtet [8]. Ob die in der jüngeren Vergangenheit vermehrt empfohlene minischraubengestützte Kompensationsbehandlung [1, 10, 15] einer Therapie mittels MEAW Technik in einem allgemeinen Sinn überlegen ist, kann aufgrund des Fehlens aussagekräftiger vergleichender Untersuchungen zur Zeit noch nicht entschieden werden. Morales-Fernandez et al. [25] fanden jedoch, dass Knochen- und dentoalveolär verankerte Methoden in der Therapie eines negativen Overjets prinzipiell ähnlich gut wirksam sind. Auch sind Summationseffekte beider Methoden, mit dem Ziel den Indikationsbereich erweitern zu können, denkbar [20].

Für die Behandlung mittels isolierten Unterkieferextraktionen im Prä- und Molarenbereich konnte durch die vorgelegte Studie nachgewiesen werden, dass erfolgreiche kompensatorische Behandlungsabschlüsse nicht nur kasuistischer Art sind. Zwar war der ermittelte mittlere gewichtete PAR-Index in der Extraktionsgruppe mit 4,76 geringfügig höher als in der Vergleichsgruppe, jedoch darf in diesem Zusammenhang die kritischere Ausgangssituation im Grenzbereich zur orthognathen Chirurgie verglichen mit den Standardsituationen in der Kontrollgruppe nicht unberücksichtigt bleiben. Von noch größerer Bedeutung ist jedoch der Umstand, dass longitudinal trotz einer statistisch signifikanten Zunahme des mittleren gewichteten PAR-Index, die Ergebnisse auf einem klinisch zufriedenstellenden Wert verblieben. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Autoren für Standardtherapien [23, 24], die ebenfalls nur eine mäßige Zunahme des PAR-Index einige Jahre nach Abschluss der aktiven Behandlung feststellten.

18. Jacobs C, Jacobs-Müller C, Hoffmann V et al (2012) Dental compensation for moderate Class III with vertical growth pattern by extraction of two lower second molars. *J Orofac Orthop* 73:41–48
19. Janson G, Souza JE de, Alves Fde A et al (2005) Extreme dentoalveolar compensation in the treatment of Class III Malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 128:787–794
20. Jing Y, Han X, Guo Y et al (2013) Nonsurgical correction of a Class III malocclusion in an adult by miniscrew-assisted mandibular dentition distalization. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143:877–887
21. Kim DK, Baek SH (2013) Change in maxillary incisor inclination during surgical-orthodontic treatment of skeletal Class III malocclusion: comparison of extraction and nonextraction of the maxillary first premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 143:324–335
22. Liu Y, Bi WW, Chen Y (2012) Soft and hard tissue changes after orthodontic and orthognathic treatment in patients with skeletal Class III malformation. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue* 21:166–169
23. Linklater RA, Fox NA (2002) The long-term benefits of orthodontic treatment. *Br Dent J* 25:583–587
24. Maia NG, Normando AD, Maia FA et al (2010) Factors associated with orthodontic stability: a retrospective study of 209 patients. *World J Orthod* 11:61–66
25. Morales-Fernandez M, Iglesias-Linares A, Yanez-Vico RM et al (2013) Bone- and dentoalveolar-anchored dentofacial orthopedics for Class III malocclusion: new approaches, similar objectives? A systematic review. *Angle Orthod* 83:540–552
26. Niwa K, Kushimoto K, Yamamoto T (1990) Mandibular first premolar extraction in skeletal Class III malocclusion. *Gifu Shika Gakkai Zasshi* 17:330–338
27. Oltramari-Navarro PV, Almeida RR de, Conti AC et al (2013) Early treatment protocol for skeletal Class III malocclusion. *Braz Dent J* 24:167–173
28. Richmond S, Shaw WC, O'Brien KD et al (1992) The development of the PAR Index (Peer Assessment Rating): reliability and validity. *Eur J Orthod* 14:125–139
29. Ruellas AC, Baratieri C, Roma MB et al (2012) Angle Class III malocclusion treated with first molar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 142:384–392
30. Sato S (1994) Case report: developmental characterization of skeletal Class III malocclusion. *Angle Orthod* 64:105–111
31. Seehra J, Fleming PS, Mandall N et al (2012) A comparison of two different techniques for early correction of Class III malocclusion. *Angle Orthod* 82:96–101
32. Shadrick V, Walker M (2013) Facemask therapy between ages six to ten years may lead to short term improvements for Class III malocclusions. *Evid Based Dent* 14:112–113
33. Showkatbakhsh R, Jamilian A, Ghassemi M et al (2012) The effects of facemask and reverse chin cup on maxillary deficient patients. *J Orthod* 39:95–101
34. Tai K, Park JH, Tatamiya M et al (2013) Distal movement of the mandibular dentition with temporary skeletal anchorage devices to correct a Class III malocclusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 144:715–725
35. Tseng YC, Pan CY, Chou ST et al (2011) Treatment of adult Class III malocclusions with orthodontic therapy or orthognathic surgery: receiving operating characteristic analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 139:485–493
36. Westwood PV, McNamara JA Jr, Baccetti T et al (2003) Long-term effects of Class III treatment with rapid maxillary expansion and facemask therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 123:306–320
37. Wilmes B, Nienkemper M, Ludwig B et al (2011) Early Class III treatment with a hybrid hyrax-mentoplate combination. *J Clin Orthod* 45:15–21
38. Woods M, Lee D, Crawford E (2000) Finishing occlusion, degree of stability and the PAR index. *Aust Orthod J* 16:9–15
39. Yang Z, Ding Y, Feng X (2011) Developing skeletal Class III malocclusion treated nonsurgically with a combination of a protraction facemask and a multiloop edgewise archwire. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 140:245–255
40. Zhylich D, Suri S (2011) Mandibular extraction: a systematic review of an uncommon extraction choice in orthodontic treatment. *J Orthod* 38:185–195

So berichteten Woods et al. [38] über eine Zunahme des gewichteten PAR-Indexes von 3 auf 7 in einem Zeitraum von 6,5 Jahren. Die hier untersuchte Behandlungsmethode scheint somit geeignet zu sein, einerseits den Anteil von okklusal nicht zufriedenstellenden Behandlungsergebnissen im Grenzbereich zur orthognathen Chirurgie [2] und andererseits die Häufigkeit von Eingriffen der orthognathen Chirurgie im Bereich mittelschwerer Klasse-III-Anomalien zu reduzieren.

Schlussfolgerung

Isolierte Unterkieferextraktionen in Verbindung mit einer Multibandbehandlung stellen nach sorgfältiger Indikationsstellung (s. dazu Teil 2 der Untersuchung: röntgenologische und weichteilmorphologische Parameter) auch unter longitudinaler Beurteilung im Grenzbereich zur orthognathen Chirurgie eine empfehlenswerte Behandlungsmethode dar.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. Bernd Zimmer und Sarah Schenk-Kazan geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Alle Patienten, die über Bildmaterial oder anderweitige Angaben innerhalb des Manuskripts zu identifizieren sind, haben hierzu ihre schriftliche Einwilligung gegeben. Im Falle von nicht mündigen Patienten liegt die Einwilligung eines Erziehungsberechtigten oder des gesetzlich bestellten Betreuers vor.

Correspondence Address

Dr. Bernd Zimmer
Orthodontic Specialist Practice
Teichstr. 24, 34130 Kassel
Germany
bzimmerkfo@aol.com