

Study of the Extent of Torque, Protrusion and Intrusion of the Incisors in the Context of Class II, Division 2 Treatment in Adults

Untersuchung über das Ausmaß an Torque, Protrusion und Intrusion der Schneidezähne im Rahmen der Deckbissbehandlung (Korrektur der Klasse II/2) bei Erwachsenen

Jürgen Kinzel, Petra Aberschek, Irene Mischak, Helmut Droschl¹

Abstract

Aim: The aim of this study was to analyze the relative contribution of torque and protrusion to the change in incisor inclination in the treatment of Class II, Division 2 malocclusion with fixed appliances. Furthermore, the extent of incisor intrusion was to be evaluated. The second part of the study was aimed at documenting the stability of the therapeutic outcome in terms of inclination and intrusion within the framework of a follow-up examination.

Patients and Method: The study sample comprised 25 adult patients, and the follow-up sample eleven patients. The intrusion and change in inclination of the incisors as well as their stability were analyzed by evaluating and superimposing lateral cephalograms taken before and after treatment as well as after retention.

Results: Although the mean value of inclination at the end of the therapy was in accordance with the standard value (102°), there was a marked interindividual variation. In the maxilla, the mean torque component was 58%, and the mean protrusion component 42%. In the mandible, the torque:protrusion ratio was 37%:63%. The mean intrusion was 1 mm in both dental arches. The follow-up examination showed that the intrusion was relatively stable. In cases where the change in inclination relapsed, the ratio of protrusion to torque was almost equal to that previously used to induce the change during the course of treatment.

Zusammenfassung

Ziel: Ziel der Untersuchung war es, den relativen Anteil von Torque und Protrusion an der Inklinationsveränderung der Frontzähne durch eine festsitzende Apparatur im Rahmen der Deckbissbehandlung zu bestimmen. Ebenso wurde das Ausmaß der Frontzahnintrusion festgestellt. Im zweiten Teil der Arbeit sollte im Rahmen einer Nachuntersuchung die Stabilität des Therapieergebnisses im Hinblick auf Inklination und Intrusion dokumentiert werden.

Patienten und Methode: Das Untersuchungsgut bestand aus 25 erwachsenen Patienten, die Nachuntersuchungsgruppe aus elf Personen. Anhand der Auswertung und Überlagerung von vorhandenen seitlichen Anfangs-, End- bzw. Postretentionsfernröntgenbildern wurden für die Frontzähne die Intrusion, die Inklinationsveränderung und deren Stabilität analysiert.

Ergebnisse: Der Mittelwert der Inklination am Ende der Therapie entsprach zwar der Norm (102°), variierte jedoch stark. Der Anteil an Torque betrug im Oberkiefer im Durchschnitt 58% gegenüber 42% Protrusion. Im Unterkiefer betrug das Verhältnis 37% Torque zu 63% Protrusion. Als Intrusionswerte wurden sowohl für den Ober- als auch für den Unterkiefer jeweils 1 mm ermittelt. Die Nachuntersuchung ergab, dass die Intrusion relativ stabil blieb. Trat bei der Inklinationsveränderung ein Rezidiv auf, so setzte sich dieses in annähernd dem gleichen Verhältnis Protrusion zu Torque zusammen, mit dem zuvor diese Veränderung während der Behandlung durchgeführt wurde.

¹Department of Orthodontics, University of Graz, Austria.

Received: March 12, 2001; accepted: December 6, 2001

Conclusion: It is concluded that therapy with torque movement and intrusion offers a more stable result in adults than protrusion movement alone.

Key Words: Class II, Division 2 malocclusion · Intrusion · Torque · Protrusion · Inclination · Stability

Introduction

According to the definition published by Angle in 1899, Class II, Division 2 malocclusion is characterized by posterior displacement of the mandibular dental arch, deep overbite and retruded upper incisors [11, 15]. Due to this linguoversion of the incisors, their roots are anteriorly positioned, resulting in forward displacement of the A-point within the maxillary alveolar process. The consequent increase in SNA angle falsely suggests maxillary prognathism [6]. According to van der Linden [18], the retruded position also explains the enlarged appearance of the base. If the roots are moved backwards into the maxillary bone, this impression disappears, too.

Class II, Division 2 patients have a more horizontal growth pattern with a clear-cut tendency towards increased overbite. Most cases are characterized by large alveolar bases and by upper anterior crowding caused by the retroclination of the central incisors. In most Class II, Division 2 cases, the lower dental arch is well shaped. Further symptoms include a deep bite with a deep curve of Spee and elongated lower incisors [6].

In the treatment of Class II, Division 2 malocclusion, correction of the incisor relation (decreased overbite and changed inclination) is part of the therapy. Overbite can be decreased by intruding the incisors or, in growing patients, also by extruding the buccal teeth. One goal of this study was to evaluate the extent of intrusion and the stability of the outcome in our own case material.

Another therapeutic measure is to alter the inclination of the incisors, either by torque or by protrusion. Torque is defined as movement of the root. The center of rotation is in the dental crown region at the level of the bracket slot, so that the position of the incisal edge should ideally remain unchanged. Protrusion implies movement of the crown without the position of the root tip being changed.

In the orthodontic literature there is as yet no study describing the relative contribution to torque and protrusion movement by fixed appliance therapy. Therefore, this study also aimed at evaluating objectively whether the changed inclination of the incisors is due primarily to protrusion of the incisors or to torque. A further aim was to investigate whether sufficient correction of the inclination

Schlussfolgerung: Dies lässt den Schluss zu, dass beim Erwachsenen eine Therapie mit Torquebewegung und Intrusion ein stabileres Ergebnis erwarten lässt als eine reine Protrusionsbewegung.

Schlüsselwörter: Deckbiss · Intrusion · Torque · Protrusion · Inkliniation · Stabilität

Einleitung

Nach der Definition von Angle 1899 ist das Syndrom der Klasse II/2 durch einen posterior verlagerten Unterkieferzahnbogen, durch einen tiefen Überbiss und retrudiert stehende Oberkieferschneidezähne charakterisiert [11, 15]. Durch diesen Steilstand der Frontzähne befinden sich deren Wurzeln in einer ventralen Position, was eine Vorverlagerung des A-Punktes innerhalb des Oberkieferalveolarfortsatzes zur Folge hat. Die dadurch bedingte Vergrößerung des SNA-Winkels täuscht eine maxilläre Prognathie vor [6]. Van der Linden [18] sieht in der Steilstellung ebenfalls eine Erklärung für die vergrößerte erscheinende Basis. Durch das Zurückbewegen der Wurzeln in den maxillären Knochen verschwindet auch dieser Eindruck.

Deckbisspatienten zeigen ein eher horizontales Wachstum mit deutlicher Tendenz der Bissvertiefung. Es liegen meist große alveoläre Basen vor, ein Engstand im Oberkiefer wird durch die Retroinklination der zentralen Schneidezähne hervorgerufen. Der untere Zahnbogen ist bei Deckbissfällen meist wohlgeformt. Weitere Symptome sind ein tiefer Biss mit tiefer Spee'scher Kurve und elongierten unteren Schneidezähnen [6].

Bei der Deckbissbehandlung ist die Korrektur der Schneidezahnrelation (Bisshebung und Inklinationsveränderung) ein Teil der Therapie. Die Bisshebung kann durch Intrusion der Frontzähne oder beim Wachsenden auch durch Extrusion der Seitenzähne erfolgen. Ein Ziel dieser Untersuchung war es, das Ausmaß an Intrusion und die Stabilität des Ergebnisses an unserem Patientengut nachzuuntersuchen.

Eine weitere Therapiemaßnahme ist die Veränderung der Schneidezahninklination entweder durch Torque oder Protrusion. Torque ist definiert als Bewegung der Wurzel. Das Rotationszentrum liegt im Bereich der Krone auf Höhe des Brackettslots, wodurch es im Idealfall die Schneidekanntenposition nicht verändert werden sollte. Bei einer Protrusion kommt es nur zu einer Bewegung der Krone ohne Positionsveränderung der Wurzelspitze.

In kieferorthopädischen Publikationen war bisher keine Arbeit zu finden, die den relativen Anteil an Torque- und Protrusionsbewegung durch eine festsitzende Therapie be-

takes place during treatment and whether this inclination is maintained after treatment.

The follow-up examination was aimed at verifying whether decreased overbite attained by means of intrusion and torque offers greater stability than treatment with protrusion.

Patients and Method

This study was based on the dental records of 25 adult patients with Class II, Division 2 malocclusion who had been treated with fixed appliances at the Department of Orthodontics, University of Graz, Austria. Only adult patients were selected in order to eliminate the growth component and to ensure that all changes during the treatment period were attributable to therapeutic measures alone. For each patient, lateral cephalograms at examination times T1 (start of treatment) and T2 (end of treatment) were assessed. For eleven of these patients, postretention documentation was also available for evaluation (T3 = follow-up examination). Neither therapeutic extraction nor corrective maxillofacial surgery was performed on any of these patients.

The mean age of the 18 female and seven male patients at the start of treatment was 26.2 years (range: 18–36 years). The mean duration of orthodontic treatment was 3 1/4 years (Table 1).

The follow-up examination of eleven patients took place between 1 year and 7 3/4 years after the end of orthodontic treatment.

Tracing of the Lateral Cephalograms

The pre- and posttreatment lateral cephalograms of the 25 patients were digitized. The following method errors are inherent in this procedure:

- comparison of the localization of the anatomic points on two lateral cephalograms (radiographic error),
- comparison of the anatomic points on the same lateral cephalogram (plotting error),
- comparison of the measurements of distances (measurement error) [7].

To minimize the error, input was undertaken by two different observers. The mean values, standard deviations, and minimum and maximum deviations between the two observers are shown in Table 2. Cephalometric evaluation was performed according to the cephalometric analysis of Björk & Jarabak, the method of choice at the Department of Orthodontics, University of Graz.

An individually drawn template enabling better localization of the root tips was used to trace the upper and lower incisors.

The extent of the intrusion was determined by means of the centroid [7]. The procedure is explained below and is illustrated for the maxilla in Figure 1. The centroid should be a point on the longitudinal axis of the tooth

schreibt. Deshalb wurde in dieser Untersuchung auch der Versuch unternommen, objektiv festzustellen, ob die Veränderung der Schneidezahninklination vorwiegend durch Protrusion der Front oder durch Torque erfolgt. Zudem sollte auch überprüft werden, ob überhaupt genügend Korrektur der Inklination während der Behandlung stattfindet und ob diese Inklination auch nach der Behandlung bestehen bleibt.

An den Patienten der Nachuntersuchung sollte festgestellt werden, ob eine Bisshebung mit Intrusion und Torque mehr Stabilität zeigt als eine Behandlung mit Protrusion.

Patienten und Methode

Als Unterlagen für diese Untersuchung dienten 25 Fälle von erwachsenen Patienten mit Klasse-II/2-Syndrom, die an der Kieferorthopädischen Abteilung der Universitätsklinik für Zahn- Mund- und Kieferheilkunde in Graz feststehend behandelt worden sind. Es wurden nur erwachsene Patienten ausgewählt, um die Wachstumskomponente zu eliminieren und somit die während der Behandlung erfolgten Veränderungen ausschließlich den Therapiemaßnahmen zuordnen zu können. Von jedem

Table 1. Structure of study group.

Tabelle 1. Übersicht der Probandengruppe.

	Mean value	SD	Min.	Max.
Age	26.2	5.2	18	36
Duration of treatment	3y 3m	1y 5m	1y 1m	6y 3m

Table 2. Differences between the separately calculated values of the two tracings for torque and protrusion, angle at the end of treatment, and intrusion.

Tabelle 2. Differenzen zwischen den getrennt ermittelten Werten der beiden Durchzeichner für Torque und Protrusion, Winkel zu Behandlungsende und Intrusion.

Difference: percentages of torque and protrusion (%)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	3.32	2.68	0.00	7.95
Mandible	4.34	3.61	0.00	11.74
Difference: angle T2 (degrees)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	1.10	0.68	0.20	2.70
Mandible	1.02	0.63	0.10	2.30
Difference: intrusion (mm)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	0.60	0.41	0	1.50
Mandible	0.78	0.68	0	2.50

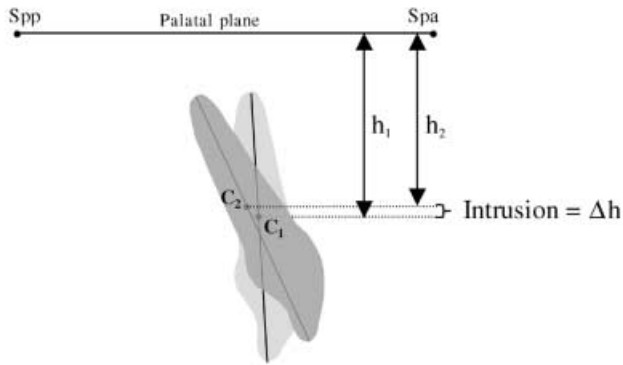


Figure 1. Light gray = tooth position at start of treatment (T1) with centroid C_1 ; medium gray = tooth position at end of treatment (T2) with centroid C_2 ; h_1 = distance C_1 perpendicular to palatal plane h_2 = distance; C_2 perpendicular to palatal plane. $\Delta h = h_2 - h_1 \Rightarrow$ extent of intrusion.

Abbildung 1. Prinzip der Intrusionsmessung an zwei überlagerten Oberkieferschneidezähnen mit der Oberkieferebene als Referenzlinie (hellgrau = Zahnposition zum Behandlungsanfang [T1] mit Zentroid C_1 ; mittelgrau = Zahnposition zu Behandlungsende [T2] mit Zentroid C_2 ; h_1 = Distanz C_1 senkrecht zur Oberkieferebene; h_2 = Distanz C_2 senkrecht zur Oberkieferebene; $\Delta h = h_2 - h_1 \Rightarrow$ Intrusionsausmaß).

which is approximately independent of the change of inclination. It corresponds to the dentinoenamel junction and is assumed to be located on the tooth axis 13 mm from the incisal edge of the maxillary tooth drawn with the tem-

wurden Fernröntgenseitenbilder zu den Untersuchungszeitpunkten T1 (Behandlungsbeginn) und T2 (Behandlungsabschluss) ausgewertet. Bei elf Patienten dieser Gruppe standen uns auch Postretentionsunterlagen zur

Table 3. Values for inclination (T1, T2), angular change Δ between T1 and T2, intrusion (positive values = extrusion), positional change of the incisal edges (Inc) and root tips (Ap), percentage contribution of protrusion and torque to the total change in inclination.

Tabelle 3. Werte für die Inklination (T1, T2), Winkelveränderung Δ zwischen T1 und T2, Intrusion (positive Werte = Extrusion), Positionsveränderung der Inzisalkanten (Inz) und der Wurzelspitzen (Ap) und den prozentualen Anteil von Protrusion und Torque an der gesamten Inklinationsveränderung.

Pat. no.	Inclination rounded (degrees)						Intrusion (mm)		Distance (mm)				Relative contribution (%)			
	Maxilla		Mandible		Δ		Maxil.	Mand.	Maxilla		Mandible		Maxilla		Mandible	
	T1	T2	T1	T2	T2-T1	T2-T1	Inc	Ap	Inc	Ap	Inc	Ap	Protr.	Torque	Protr.	Torque
1	95	103	92	105	8	12	-0.5	0.5	2.75	0.35	2.6	2	89	11	57	43
2	71	93	83	94	22	11	-2.3	-0.8	4.5	4.5	3	2.25	50	50	57	43
3	89	102	78	88	13	11	-1.5	-1.3	1.85	3.55	4.05	0.75	34	66	84	16
4	81	101	82	86	20	5	-2.5	-2.0	3.05	6	2.8	0.75	34	66	79	21
5	102	106	90	102	5	13	0.0	-1.8	0.2	2	4.5	0.75	9	91	86	14
6	96	101	89	99	6	10	-2.8	-3.3	0.2	2.85	0.35	4.25	7	93	8	92
7	88	97	88	102	10	13	-1.3	-5.0	0.35	4.4	3.25	2.75	7	93	54	46
8	72	94	89	106	22	18	-1.3	-4.5	3.75	5.6	4.1	3.75	40	60	52	48
9	72	107	97	100	36	2	0.3	0.5	9	5.1	1.5	0.2	64	36	88	12
10	98	112	80	83	14	3	-1.8	1.8	3.9	2.65	0.75	0.75	60	40	50	50
11	76	111	77	107	35	30	-1.5	-6.0	5	9	6.75	6	36	64	53	47
12	89	107	85	98	18	14	-1.5	1.3	3.9	4.65	4.25	0.5	46	54	89	11
13	88	105	89	104	18	15	-1.5	-0.8	3.75	4.5	6.5	0.2	45	55	97	3
14	86	93	89	92	7	4	-1.0	2.5	1.65	2	0.25	1.35	45	55	16	84
15	86	86	101	105	04	0.0	-1.8	1	1	1.25	0.65	50	50	66	34	
16	100	103	90	100	2	11	-1.3	1.5	0.5	1.65	3.25	2	23	77	62	38
17	101	108	95	110	7	15	0.0	-3.3	1	1.35	2.6	3.5	43	57	43	57
18	92	95	89	95	3	7	1.0	1.3	1.1	0.5	2.35	1	69	31	70	30
19	96	104	77	88	9	11	0.8	0.5	1.9	2.25	3.75	0.2	46	54	95	5
20	82	95	91	105	14	14	-1.8	1.0	1.9	3.9	5.25	1.25	33	67	81	19
21	97	107	100	103	10	4	0.3	-2.0	0.75	4.15	1.25	0.5	15	85	71	29
22	84	99	79	105	15	26	-1.0	-2.3	3.35	2.25	6.75	3.65	60	40	65	35
23	91	116	83	88	25	5	-2.3	0.0	4.75	6.15	1.75	0.95	44	56	65	35
24	85	112	97	98	27	1	-1.0	-1.8	5.25	5.9	0.2	0.9	47	53	18	82
25	92	94	81	95	2	14	-4.3	-3.8	1.85	1.25	4.35	2	60	40	69	31

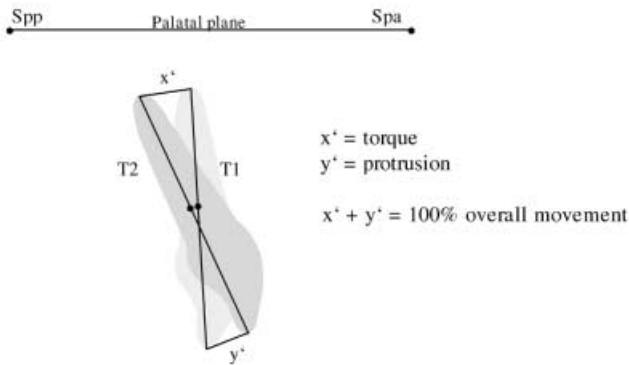


Figure 2. Distance x' = change of apex position = torque; Distance y' = change of incisor edge position = protrusion; $x' + y'$ = overall movement of the tooth = 100%.

$$\frac{100}{x' + y'} \times x' = \text{relative contribution of torque}$$

$$\frac{100}{x' + y'} \times y' = \text{relative contribution of protrusion}$$

Abbildung 2. Prinzip zur Errechnung des Protrusions- und Torqueanteils (Wegstrecke x' = Positionsveränderung des Apex = Torque; Wegstrecke y' = Positionsveränderung der Inzisalkante = Protrusion; $x' + y'$ = Gesamtbewegung des Zahnes = 100%; $100/[x' + y'] \times x'$ = relativer Anteil an Torque; $100/[x' + y'] \times y'$ = relativer Anteil an Protrusion).

$$\frac{100}{x' + y'} \times x' = \text{relative contribution of torque}$$

$$\frac{100}{x' + y'} \times y' = \text{relative contribution of protrusion}$$

plate. In each case, the shortest distance h_1 or h_2 from the centroid C_1 and C_2 of the upper incisor to the maxillary plane was measured.

In the mandible, the centroid is assumed to be located on the tooth axis 11 mm from the incisal edge of the tooth drawn with the template. For the lower incisor, the menton-mandibular tangent contact point served as a reference line for distance measurements. The difference Δh between the pre- and posttreatment values measured in this way represents the intrusion (negative sign) or extrusion (positive sign) (Table 3).

The inclination of the most protrusive incisors in the maxilla and mandible was also measured at the start and at the end of therapy (Table 3).

The pre- and posttreatment images were then superimposed in order to determine the extent of protrusion or torque in the incisor movement. This was based on the consideration detailed below; the principle [14] is illustrated in Figure 2.

Superimposition was based on the “best fitting” method, using the bony contour of the palate cortical plate and the palatal plane in the maxilla, and the symphyseal profile, the course of the lower mandibular border, and the bony pogonion in the mandible.

The pretreatment (T1) and posttreatment (T2) positions of the incisal edges and apices were traced. In the

Verfügung, die ebenfalls ausgewertet wurden (T3 = Nachuntersuchung). Bei diesen Patienten erfolgten weder therapeutische Extraktionen, noch wurden kieferchirurgische Korrekturen durchgeführt.

Die 18 weiblichen und sieben männlichen Patienten der Untersuchungsgruppe waren zu Behandlungsbeginn durchschnittlich 26,2 Jahre alt (jüngster Patient 18 Jahre und ältester Patient 36 Jahre). Die Dauer der kieferorthopädischen Behandlung betrug im Mittel 3 Jahre und 3 Monate (Tabelle 1).

Die Nachuntersuchung der elf Patienten erfolgte frühestens nach 1 Jahr, die längste Kontrolldauer betrug 7 Jahre und 9 Monate.

Fernröntgendurchzeichnung

Die seitlichen Anfangs- und Endfernrontgenaufnahmen der 25 Patienten wurden mit einem Digitizer eingegeben. Dieses Verfahren beinhaltet folgende Methodenfehler:

- Vergleich der Lokalisation der anatomischen Punkte an zwei Fernrontgenbildern (Röntgenfehler),
- Vergleich der anatomischen Punkte am selben Fernrontgenbild (Zeichenfehler),
- Vergleich der Messungen von Distanzen (Messfehler) [7].

Um die Fehlerbreite so gering wie möglich zu halten, erfolgte die Eingabe durch zwei verschiedene Zeichner. Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima der Abweichungen zwischen den beiden Zeichnern können Tabelle 2 entnommen werden. Die kephalometrische Auswertung erfolgte nach der Fernrontgenanalyse von Björk & Jarabak, die in der Abteilung für Kieferorthopädie Graz verwendet wird.

Zur Zeichnung der Oberkiefer- und Unterkieferschneidezähne wurde eine individuell gezeichnete Schablone benutzt, die eine bessere Lokalisation der Wurzelspitzen ermöglichte.

Das Ausmaß der Intrusion wurde mit Hilfe des Zentroids [7] ermittelt. Die Vorgehensweise ist nachfolgend erklärt und anhand von Abbildung 1 für den Oberkiefer veranschaulicht. Das Zentroid sollte ein Punkt auf der Längsachse des Zahnes sein, der annäherungsweise unabhängig von der Inklinationsveränderung ist. Er entspricht der Schmelz-Dentin-Grenze und wird auf der Zahnachse 13 mm von der Schneidezahnkante des mit der Schablone gezeichneten Oberkieferzahnes angenommen. Es wurde jeweils der kürzeste Abstand h_1 bzw. h_2 des Zentroids C_1 und C_2 des oberen Schneidezahnes zur Oberkieferenebene gemessen.

Im Unterkiefer wird das Zentroid auf der Zahnachse 11 mm von der Schneidekante des mit der Schablone gezeichneten Zahnes angenommen. Als Referenzlinie zur Distanzmessung diente für den unteren Schneidezahn die Strecke Menton-Unterkiefer-Tangentenberührungspunkt. Die Differenz Δh der so gemessenen Anfangs- und Endwerte gibt die Intrusion (negatives Vorzeichen) bzw. Extrusion (positives Vorzeichen) wieder (Tabelle 3: Intrusion Oberkiefer, Unterkiefer).

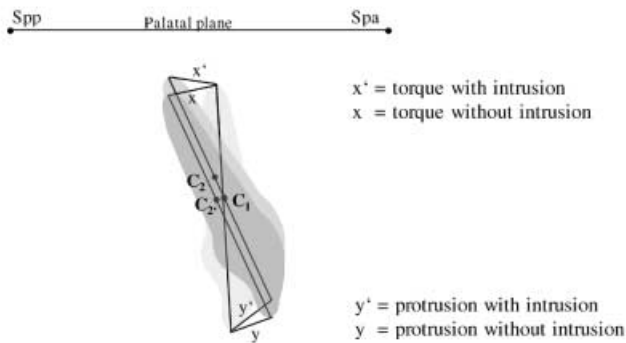


Figure 3. Light gray = tooth (T1); medium gray = tooth (T2); dark gray = simulated tooth position at which the extent of intrusion was cancelled by moving tooth T2 parallel to the tooth axis of tooth T1 in incisal direction to its origin level (C_2' on the same plane of C_1). Distance x' = change of apex position by torque and intrusion; Distance y' = change of incisor edge position by protrusion and intrusion; Distances x , y = change of position by torque and protrusion without intrusion effect

Abbildung 3. Darstellung zur Berechnung des tatsächlichen Torque- und Protrusionsanteils durch Eliminierung des Intrusionseffektes auf die Position von Wurzelspitze und Inzisalkante (hellgrau = Zahn [T1]; mittelgrau = Zahn [T2]; dunkelgrau = simulierte Zahnposition, bei der das Intrusionsausmaß durch Verschieben des Zahnes T2 parallel zur Zahnachse des Zahnes T1 nach inzisal auf dessen Ausgangsniveau [C_2' auf gleicher Ebene von C_1] aufgehoben wurde; Distanz x' = Positionsveränderung des Apex durch Torque und Intrusion; Distanz y' = Positionsveränderung der Inzisalkante durch Protrusion und Intrusion; Distanzen x , y = reine Positionsveränderung durch Torque und Protrusion ohne Intrusionseffekt).

superimposed images, the shortest distance y' between the two incisal edge positions corresponds to the protrusion component, and the shortest distance x' to the torque component. Taken together, the two measured distances represent the total tooth movement ($x' + y' = 100\%$). The individual distances represent the relative torque ($100/[x' + y'] * x'$) and protrusion ($100/[x' + y'] * y'$) components.

However, as the intrusion also alters the position of the root tips and/or incisal edges, this effect has to be eliminated in order ultimately to determine correctly the displacement attributable to torque and to protrusion. The exact procedure is detailed in Figure 3. The posttreatment cephalogram was displaced in parallel along the longitudinal axes of the incisors in the pretreatment image by the amount of intrusion, in the maxilla in incisal direction and in the mandible in apical direction. The values then measured for the pure torque component (distance x) are shown in Table 3 as distance Maxilla/Mandible–Ap. The effective protrusion (distance y) was entered in Table 3 as distance Maxilla/Mandible–Inc. The percentage of torque and protrusion respectively is given in the “Relative Contribution” column in Table 3.

Further explanation is provided by the following calculation example (Table 3; line 1): For this patient (No. 1), the measurement after superimposition of mandibular

Die Inklination der am weitesten protrudiert stehenden Schneidezähne im Ober- und im Unterkiefer zu Beginn und am Ende der Therapie wurde ebenfalls gemessen (Tabelle 3: Inklination T1, T2).

Dann wurden die Anfangs- und Endbilder überlagert, um das Ausmaß an Protrusion bzw. Torque an der Schneidezahnbewegung zu bestimmen. Dazu wurde die nachfolgend beschriebene Überlegung zugrunde gelegt. Das Prinzip [14] ist in Abbildung 2 verdeutlicht.

Die Überlagerung erfolgte nach der Methode des „Best Fitting“, und zwar im Oberkiefer an der knöchernen Kontur des Gaumendaches und der Oberkieferenebene, im Unterkiefer an der Symphysenkontur, dem Verlauf des Unterkieferrandes und dem knöchernen Pogonion.

Die Anfangs- (T1) und Endposition (T2) der Inzisalkanten und Apizes wurde durchgezeichnet. An den überlagerten Bildern entsprechen die kürzeste Distanz y' zwischen beiden Inzisalkantenpositionen dem Protrusionsanteil, die kürzeste Distanz x' dem Ausmaß an Torque. Beide gemessenen Distanzen ergeben in der Summe die gesamte Zahnbewegung ($x' + y' = 100\%$). Die einzelnen Distanzen den relativen Anteil an Torque ($100/[x' + y'] * x'$) und Protrusion ($100/[x' + y'] * y'$).

Da jedoch die Intrusion ebenfalls die Position der Wurzelspitzen bzw. der Inzisalkanten verändert, muss dieser Effekt eliminiert werden, um letztendlich die korrekte Torque- und Protrusionsauslenkung zu erhalten. Die genaue Vorgehensweise wird in Abbildung 3 dargestellt. Das Endröntgenbild wurde entlang der Schneidezahnlängsachsen des Anfangsbildes um den Intrusionsbetrag im Oberkiefer nach inzisal, im Unterkiefer nach apikal parallel verschoben. Die jetzt gemessenen Werte für den reinen Torqueanteil (Distanz x) sind Tabelle 3 als Distanz Ap-Oberkiefer–Ap-Unterkiefer zu entnehmen. Die effektive Protrusion (Distanz y) wurde in Tabelle 3 als Distanz Inz-Oberkiefer–Inz Unterkiefer eingetragen. Das Ausmaß in Prozent für Torque und Protrusion ist in der Spalte „Relativer Anteil“ in Tabelle 3 zu finden.

Folgendes Rechenbeispiel soll dieses Verfahren veranschaulichen (Zeile 1 der Tabelle 3): Bei diesem Patienten (Nr. 1) erbrachte die Untersuchung für den Unterkiefer nach Überlagerung von T1 und T2 eine Wegstreckenveränderung der Inzisalkanten von 2,6 mm und eine Positionsveränderung des Apex von 2 mm. Die gesamte Wegstrecke, die Inzisalkante und Apex „zurücklegten“, betrug somit 4,6 mm (= 100%). Diese 2,6 mm Schneidekantenveränderung entsprechen der Protrusionsbewegung und betragen 57% von 4,6. Die 2 mm Apexverschiebung bedeuten analog dazu 43% Torque.

Die Werte der Tabelle 3 sind die gemittelten Ergebnisse der beiden Durchzeichnungsreihen.

Zeichenfehler

Winkelmessungen wurden auf 1° genau durchgeführt, Vermessung der Distanzen auf 0,2 mm genau.

Table 4. Descriptive statistics.**Tabelle 4.** Deskriptive Statistik.

Angle of inclination T1 (degrees)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	88.3	9.0	71.2	101.6
Mandible	87.6	7.0	77.1	100.9
Angle of inclination T2 (degrees)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	102.1	7.3	86.3	116.0
Mandible	98.4	7.4	82.5	109.8
Angular change T1–T2 (degrees)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	13.8	9.8	0	36
Mandible	10.8	6.1	1	30
Intrusion (mm)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	-1.14	1.195	-4.25	1
Mandible	-1.17	2.269	-6	2.5
Contribution of protrusion to change in inclination (%)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	42.1	19.8	6.6	88.7
Mandible	63.0	23.7	7.6	97.0
Contribution of torque to change in inclination (%)				
	Mean value	SD	Min.	Max.
Maxilla	57.9	19.8	11.3	93.4
Mandible	37.0	23.7	3.0	92.4

images T1 and T2 revealed a 2.6 mm change in the distance of the incisal edges and 2 mm change in the position of the apex. The total distance “covered” by incisal edge and apex was thus 4.6 mm (= 100%). This 2.6 mm movement of the incisal edge is attributable to protrusion and amounts to 57% of 4.6. Similarly, the 2 mm apical displacement corresponds to 43% of the torque.

The values entered in Table 3 are the means of the two tracing series.

Measurement Accuracy

Angular measurements were accurate to within 1°, and measurement of distances to within 0.2 mm.

Statistical Method

For the descriptive statistics, the mean values, standard deviations, and minimum and maximum values of the examined parameters were calculated (Table 4).

Results

The mean amount of intrusion was 1.0 mm both in the upper and in the lower arch, with a maximum values of 6.0

Statistische Methode

Es wurde eine deskriptive Statistik erstellt, in der Mittelwerte, Standardabweichungen, Minima und Maxima der untersuchten Parameter errechnet wurden (Tabelle 4).

Ergebnisse

Das Ausmaß an Intrusion betrug sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer im Mittel 1,0 mm, wobei im Unterkiefer ein Höchstwert von 6,0 mm erreicht wurde. Im Oberkiefer ergab sich eine maximale Intrusion von 4,0 mm (Tabelle 4). Die Werte für jeden einzelnen Patienten sind in der Abbildung 4 für Ober- und Unterkiefer dargestellt.

Die Schneidezahninklination zu Beginn der Therapie betrug im Mittel 88,3° im Oberkiefer und 87,6° im Unterkiefer. Zu Therapieende wurde ein mittlerer Inklinationswinkel von 102,1° für den Oberkiefer und 98,4° für den Unterkiefer erreicht. Somit ergab sich durch die Therapiemaßnahmen eine durchschnittliche Winkelveränderung von 13,8° für den Oberkiefer und 10,8° für den Unterkiefer (Tabelle 4). Die Winkel der Schneidezähne sind für jeden einzelnen Patienten in Abbildung 5 dargestellt. Die jeweiligen Abweichungen der erzielten Inklinations vom Normwert sind aus den Abbildungen 6 und 7 ersichtlich. Im Oberkiefer wurde ein Normwert von 102°, im Unterkiefer ein Wert von 90° angenommen. Diese Werte entsprechen jeweils der Abszisse in den Diagrammen.

Diese Winkelveränderungen wurden im Oberkiefer durch 42% Protrusion und 58% Torque erreicht. Im Unterkiefer betrug das Verhältnis 63% Protrusion zu 37% Torquebewegung (s. Tabelle 4). Der jeweilige Anteil für jeden einzelnen Patienten ist in Abbildung 8 (prozentual) bzw. Abbildung 9 (Anteil in Grad) veranschaulicht.

Ein Vergleich der von beiden Untersuchern unabhängig ermittelten Ergebnisse ergab für die Parameter Torque und Protrusion eine Abweichung von 3,3% im Mittel für den Oberkiefer und 4,3% für den Unterkiefer. Im Idealfall war keine Abweichung der Werte festzustellen (Min. = 0%). Die größte Abweichung ergab sich im Unterkiefer mit 11,74% (s. Tabelle 2). Die Differenzwerte der beiden Untersuchungsreihen für die Parameter Winkel nach Therapieende und für die Intrusion können ebenfalls Tabelle 2 entnommen werden.

Diskussion

Intrusion

In der Literatur findet man in Bezug auf Intrusionswerte verschiedene Angaben. Engel et al. [8] erreichten bei ihren Patienten mit einem Intrusionsutility eine Intrusion von durchschnittlich 2 mm. Otto et al. [12], die dieselbe Mechanik verwendeten, erzielten Werte von im Mittel 0,5 mm im Oberkiefer und 2 mm im Unterkiefer, der Maximalwert lag bei 5,5 mm. In einer Untersuchung von Parker et al. [13] erreichte man für den Oberkiefer einen Wert von 1 mm Intrusion, im Unterkiefer im Mittel sogar eine Extrusion von 0,59 mm. Allerdings wurden hier sechs

mm and 4.0 mm being recorded in the lower and upper arches respectively (Table 4). Figure 4 shows the values for the upper and lower arch of each patient.

The mean incisor inclination at the start of therapy was 88.3° in the upper arch and 87.6° in the lower arch. The mean inclination angle measured at the end of the therapy was 102.1° in the upper arch and 98.4° in the lower arch. The mean therapeutically induced change in angle was thus 13.8° in the upper arch and 10.8° in the lower arch (Table 4). Figure 5 shows the incisor inclination values for each patient. The respective deviations of the achieved inclination from the standard value are shown in Figures 6 and 7. For the maxilla, the standard value was set at 102° in the upper arch and at 90° in the lower arch. These values correspond to the respective abscissa in the diagrams.

In the maxilla, 42% of the alteration of the angle was attributable to protrusion and 58% to torque. In the mandible, the ratio was 63% protrusion to 37% torque (see Table 4). Figure 8 illustrates the ratio for each patient in percent, and Figure 9 in degrees.

verschiedene Mechaniken zur Bisshebung verwendet. Weiland et al. [19] fanden durchschnittliche Werte von 1,5 mm für den Oberkiefer und 1,71 mm für den Unterkiefer mit einem Maximalwert von 6,6 mm.

In der jetzt durchgeführten Untersuchung betrug der mittlere Intrusionswert jeweils 1 mm sowohl für den Oberkiefer (Maximalwert 4 mm) als auch für den Unterkiefer (Maximalwert 6 mm) (Tabelle 5). Der relativ geringe Wert ist deshalb auffallend, weil doch bei 14 Patienten im Oberkiefer (Nr. 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15, 17, 21, 23, 24, 25) und bei acht Patienten im Unterkiefer (Nr. 3, 7, 11, 15, 17, 21, 22, 25) ein Intrusionsbogen nach Burstone [2] verwendet wurde. Zwei Patienten erhielten zusätzlich eine Aufbissplatte in der Front (Nr. 2, 3). Ausschließlich durch Intrusionsstufen erfolgte die Intrusion bei zwei Patienten (Nr. 6, 14) im Unterkiefer, bei einem Patienten (Nr. 11) im Oberkiefer und bei zwei Patienten (Nr. 8, 20) in beiden Kiefern. Bei sechs Patienten (Nr. 1, 4, 10, 16, 18, 19) wurde laut Aufzeichnung keine Intrusionsmechanik verwendet. Abbildung 4 verdeutlicht, dass es bei sieben Patienten (Nr. 5, 9,

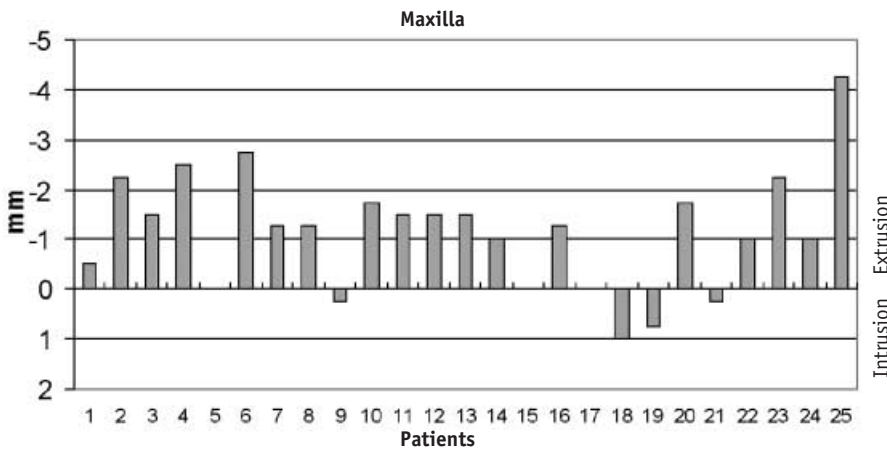
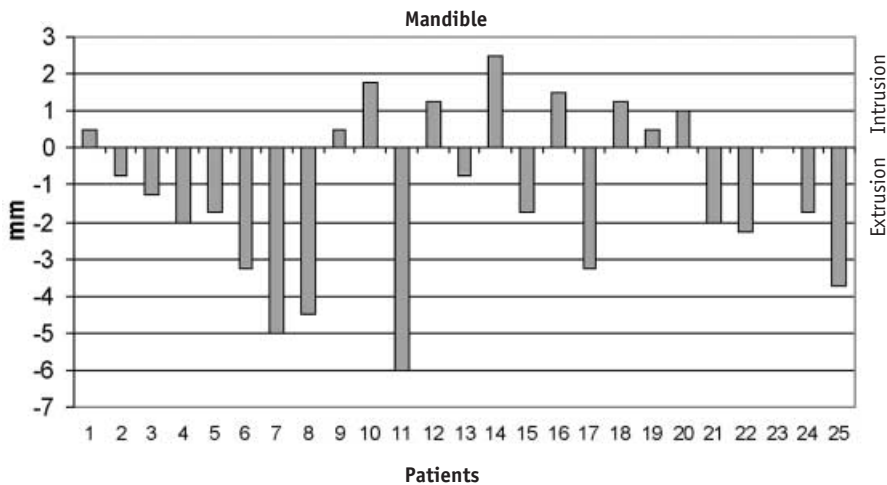


Figure 4. Effective intrusion of the upper and lower incisors in mm.

Abbildung 4. Effektive Intrusion der Schneidezähne im Oberkiefer und Unterkiefer in mm (negative Werte = Intrusion; positive Werte = Extrusion).

Negative values = Intrusion
Positive values = Extrusion



Comparison of the results determined independently by the two investigators revealed a mean deviation of 3.3% for torque and protrusion in the maxilla, and of 4.3% in the mandible. In the best case, no deviation was recorded (min. = 0%). The largest deviation was recorded in the mandible with 11.74% (see Table 2). Table 2 also shows the differences between the two analysis series with respect to posttherapy angle and intrusion.

Discussion
Intrusion

Data on intrusion values vary in the literature. Using an intrusion device, Engel et al [8] achieved 2 mm intrusion on average in his patients. Otto et al [12], who used the same mechanical appliance, achieved means values of 0.5 mm in the maxilla and 2 mm in the mandible; the maximum value was 5.5 mm. Parker et al [13] recorded a mean intrusion of 1 mm in the maxilla, compared with a mean extrusion of 0.59 mm in the mandible. However, six different mechanical appliances were employed to reduce overbite

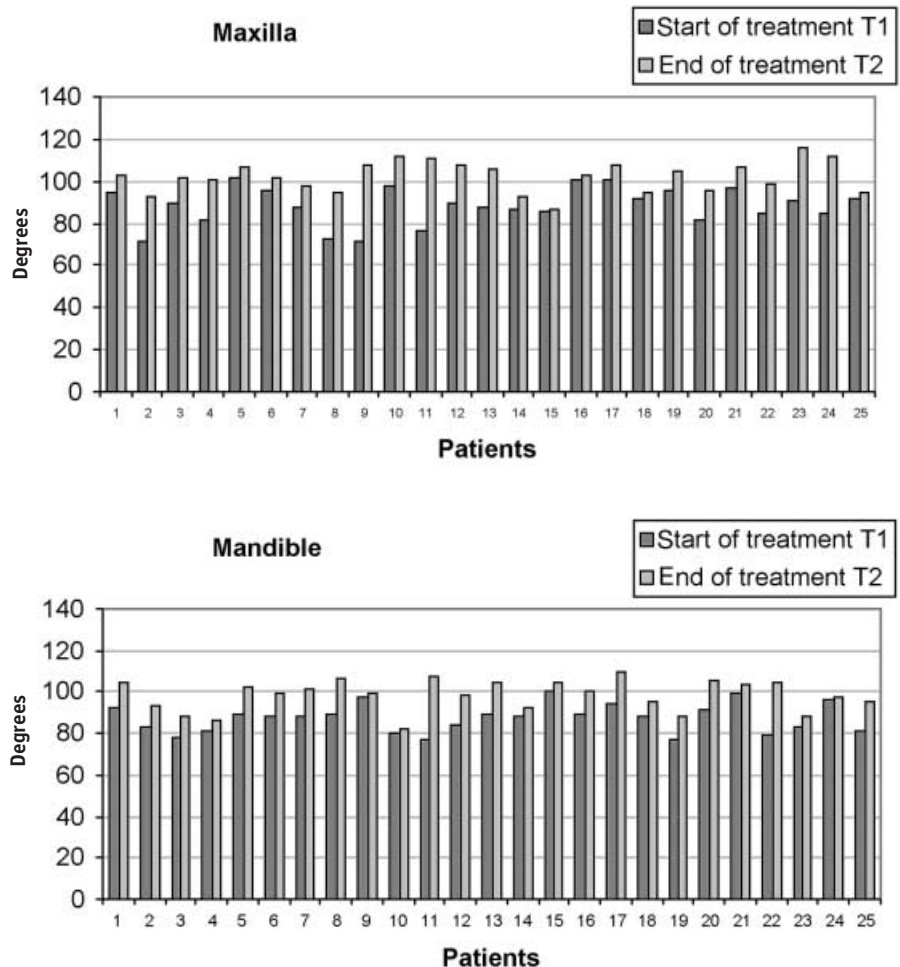
15, 17, 18, 19, 21) nicht möglich war, die Oberkieferfrontzähne zu intrudieren und sie somit dem negativen Einflussbereich des Unterkieferlippendruckes zu entziehen. Bei einigen Patienten fand sogar eine sicherlich nicht beabsichtigte Extrusion statt. Das Ergebnis blieb jedoch, wie im Kapitel „Nachuntersuchung“ beschrieben, stabil.

Inklination

Parker et al. [13] fanden in ihrer Arbeit über die Bisshebung bei Klasse-I-, Klasse-II/1- und Klasse-II/2-Patienten eine Inklinationszunahme von 14,66° im Oberkiefer und 7,91° im Unterkiefer. In der von uns durchgeführten Untersuchung fanden wir eine Zunahme des Winkels der oberen Schneidezähne um 13,8° und der unteren Schneidezähne um 10,8°. Die Inklinationswerte am Ende der Behandlung von im Mittel 102,1° im Oberkiefer und 98,4° im Unterkiefer (s. Tabelle 4) könnten den Schluss zulassen, dass während der Behandlung durchaus genügend Korrektur der Inklination stattfand. Der erreichte Idealwert von 102° im Oberkiefer muss aber unter dem Aspekt gesehen wer-

Figure 5. Inclination values of the upper and lower incisors at timepoints T1 and T2.

Abbildung 5. Inklinationswerte der Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer zum Zeitpunkt T1 und T2.



in that study. Weiland et al [19] reported mean values of 1.5 mm for the maxilla and 1.71 mm for the mandible with a maximum value of 6.6 mm.

In the present study, the mean intrusion value was 1 mm, both for the maxilla (maximum value: 4 mm) and for the mandible (maximum value: 6 mm) (Table 5). The relatively low value is striking because an intrusion arch according to Burstone [2] was used in the maxilla of 14 patients (No. 2, 3, 5, 6, 7, 9, 12, 14, 15, 17, 21, 23, 24, 25), and in the mandible of eight patients (No. 3, 7, 11, 15, 17, 21, 22, 25). Two patients (No. 2, 3) received an additional removable bite plane in the anterior region. Extrusion was performed in two patients (No. 6, 14) exclusively by upper incisor step-up, in one patient (No. 11) exclusively by lower incisor step-down, and in two patients (No. 8, 20) by upper incisor step-up as well as lower incisor step-down. According to the records, no mechanical intrusion appliances were used in six patients (No. 1, 4, 10, 16, 18, 19). Figure 4 illustrates that intrusion of the upper incisors, which would have eliminated the negative influence of the lower lip pressure, was not achieved in seven patients (No. 5, 9, 15, 17, 18, 19, 21). In some patients, clearly unintended

den, dass die Werte der einzelnen Patienten große individuelle Unterschiede aufwiesen (s. Abbildung 6).

Bei neun Patienten (Nr. 2, 7, 8, 14, 15, 18, 20, 25) lag eine „Unterversorgung“ in Bezug auf die Inklination vor. Besonders ein Patient (Nr. 15) zeigte mit über 15° die größte Abweichung vom Normwert. Welche Konsequenz dies für die Retention haben soll, wird im Kapitel „Nachuntersuchung“ noch erläutert.

Tabelle 4 zeigt, dass der Großteil der Inklinationsveränderung dabei im Oberkiefer durch Torque erreicht wurde (58%), was von uns ja angestrebt wird. Im Unterkiefer war etwas mehr Protrusionsanteil (63%) an der Bewegung festzustellen.

Das Therapiekonzept der Grazer Klinik ist es, die Inklination der Schneidezähne möglichst durch Torque zu korrigieren. In einer Untersuchung konnte nämlich gezeigt werden, dass die oberen Schneidezähne bei Deckbisspatienten im Vergleich zum Idealwert von 102° zwar eine deutlich geringere Inklination zeigen, in Bezug auf die Fazialebene jedoch richtig stehen [6]. Deshalb wird eine Behandlung, die gleich zu Beginn in der Lage ist, die Wurzeln der oberen

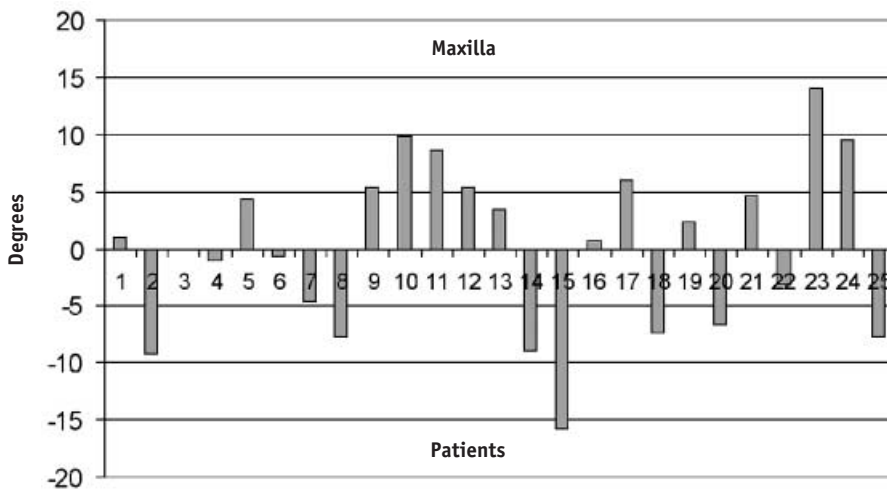


Figure 6. Deviation of the incisor inclination from the standard value (102°), referred to the S-N line, at the end of treatment.

Abbildung 6. Abweichung der Schneidezahninklination zu Behandlungsende vom Normwert (102°) bezogen auf die S-N-Linie.

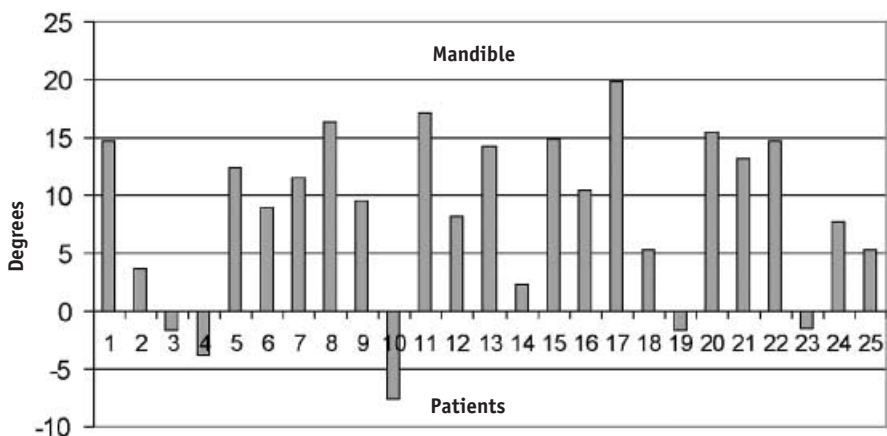


Figure 7. Deviation of the incisor inclination from the standard value (90°), referred to the mandibular basal plane, at the end of treatment.

Abbildung 7. Abweichung der Schneidezahninklination zu Behandlungsende vom Normwert (90°) bezogen auf die Unterkieferbasisebene.

extrusion had taken place. However, as the "Follow-up Examination" section shows, the result remained stable.

Inclination

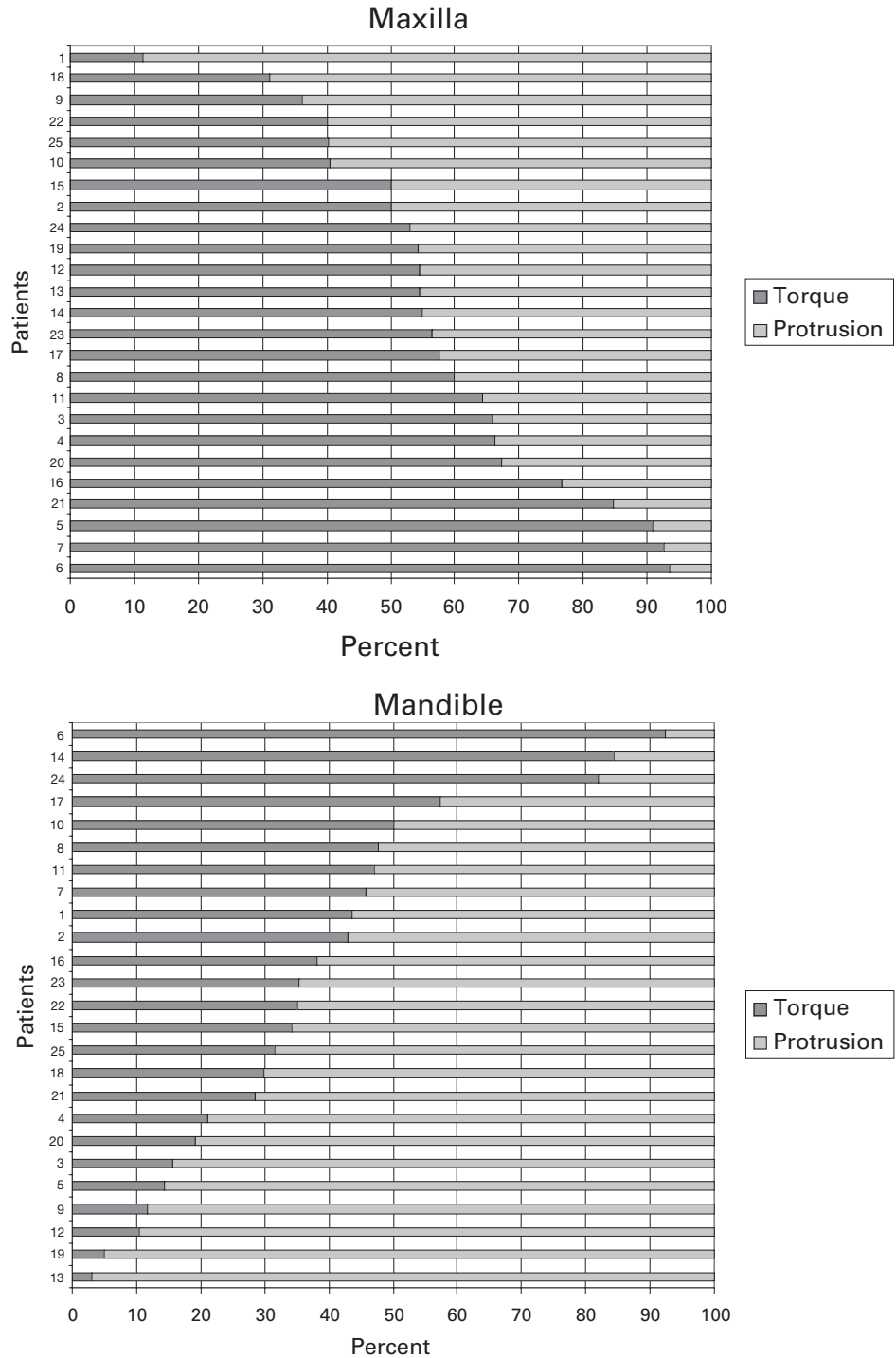
The study by Parker et al [13] on decreasing overbite in Class I, Class II, Division 1 and Class II, Division 2 patients

Schneidezähne nach distal zu kippen, ein wesentlich stabileres Ergebnis bringen.

Wird diesem Konzept gefolgt und wird davon ausgegangen, dass die Therapiemaßnahmen allein darauf abzielen, die Schneidezahnstellung durch eine Wurzelbewegung zu verändern, dann zeigt die Abbildung 8 eine deutliche Ab-

Figure 8. Relative contribution of torque and protrusion to the total change of inclination (percent) in ascending order.

Abbildung 8. Anteil von Torque und Protrusion an der gesamten Inklinationsveränderung (Prozent) in aufsteigender Reihenfolge.



reported an inclination increase of 14.66° in the maxilla and 7.91° in the mandible. In the present study, the angle of the upper incisors was found to have increased by 13.8°, and that of the lower incisors by 10.8°. The mean inclination values of 102.1° in the maxilla and 98.4° in the mandible at the end of treatment (see Table 4) might suggest that the inclination was sufficiently corrected during the treatment. However, the ideal value of 102° in the maxilla has also to be seen in the light of the large interindividual differences (see Figure 6).

In nine patients (No. 2, 7, 8, 14, 15, 18, 20, 25), there was a “deficiency” in terms of inclination. One patient (No. 15) in particular, deviated markedly from the standard value with more than 15°. The consequences of this on retention are discussed in the “Follow-up Examination” section. Table 4 shows that most of the change in inclination in the maxilla was caused by torque (58%), which is precisely what we were aiming for. In the

weichung dieser Intention. So lag der Großteil der behandelten Patienten in einem Bereich, der im Oberkiefer etwa ein Verhältnis 50:50 (Torque:Protrusion) abdeckt, im Unterkiefer sogar in einem Bereich mit einem noch schlechteren Verhältnis von 40:60 (Torque:Protrusion). Es erreichten nur drei Patienten (Nr. 5, 6, 7) im Oberkiefer ein Ergebnis, das mit 90% fast vollständig durch Torque erreicht wurde, und nur fünf Patienten, bei denen der Torqueanteil über 70% lag. Es waren aber gerade die Patienten, bei denen, wie in Abbildung 9 ersichtlich, ohnehin nur eine Inklinationsveränderung von weniger als 10° zu verzeichnen war. Bei Patienten mit einer größeren Winkelveränderung stieg in der Mehrzahl der Fälle auch der Protrusionsanteil an.

Nachuntersuchung

Für die Nachuntersuchung war aus der Untersuchungsgruppe ein Patientengut von lediglich elf Patienten verwertbar, da nur von dieser Patientenzahl Postretentionsun-

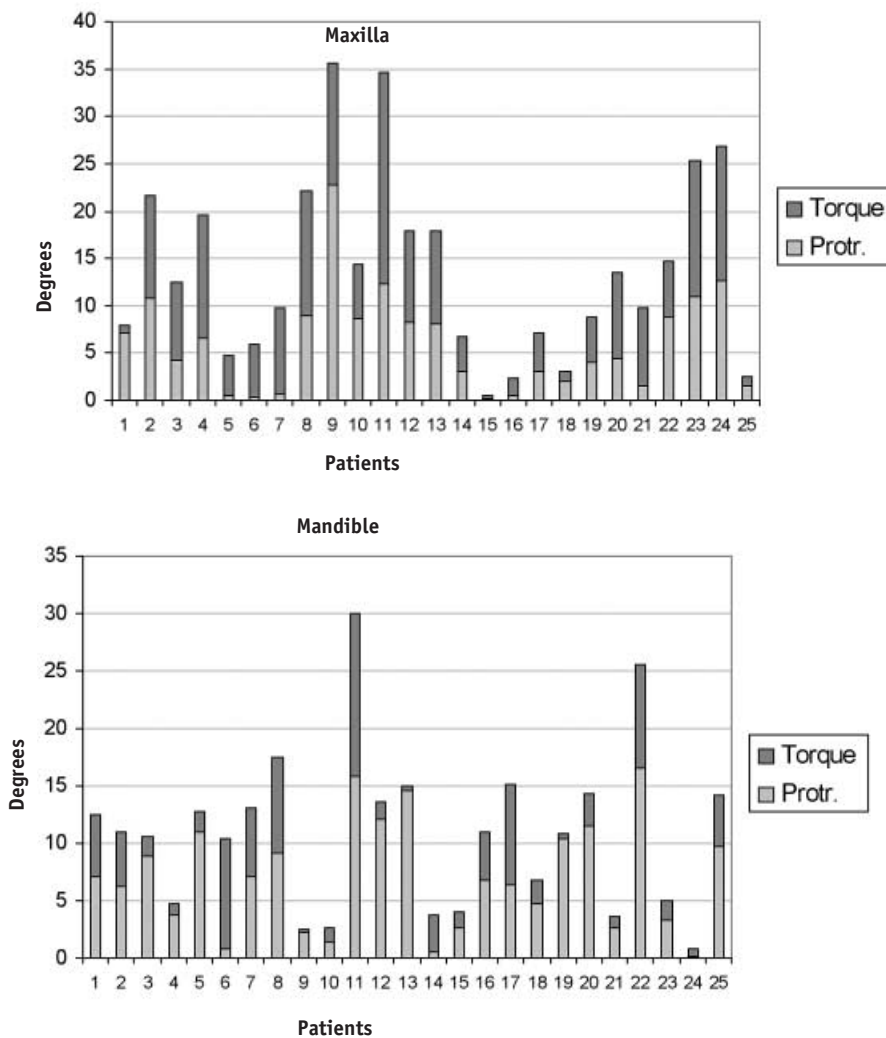


Figure 9. Relative angle contribution of torque and protrusion to the total change of inclination in degrees, for the upper and lower arches.

Abbildung 9. Winkelanteil von Torque und Protrusion an der gesamten Inklinationsveränderung in Grad für den Ober- und Unterkiefer.

Table 5. Posttreatment values for intrusion, protrusion and torque for each patient of the follow-up group (Pat. no. is identical with that of the main group. Negative values = intrusion; positive values = extrusion).

Tabelle 5. Intrusions-, Protrusion- und Torquewerte nach der Therapie für jeden einzelnen Patienten der Nachuntersuchungsgruppe (Pat.-Nr. sind identisch mit denen aus der Hauptgruppe. Negative Werte = Intrusion; positive Werte = Extrusion).

Pat. no.	Maxilla			Mandible		
	Intrusion (mm)	Protrusion (degrees)	Torque (degrees)	Intrusion (mm)	Protrusion (degrees)	Torque (degrees)
1	-0.5	7	1	0.5	7	5
3	-1.5	4	8	-1.3	9	2
4	-2.5	7	13	-2.0	4	1
5	0.0	0	4	-1.8	11	2
12	-1.5	8	10	1.3	12	1
15	0.0	0	0	-1.8	3	1
16	-1.3	1	2	1.5	7	4
18	1.0	2	1	1.3	5	2
21	0.3	2	8	-2.0	3	1
24	-1.0	13	14	-1.8	0	1
25	-4.3	1	1	-3.8	10	4

mandible, the contribution of protrusion to the movement was slightly higher (63%).

The therapeutic concept of the Department of Orthodontics in Graz is to maximize the torque component in the correction of incisor inclination. An earlier study had demonstrated that, although the inclination of the upper incisors in Class II, Division 2 patients is considerably less than the ideal of 102°, their position in relation to the facial plane is nevertheless correct [6]. Consequently, treatment inducing distal tilting of the roots of the upper incisors from the very outset will provide a much more stable outcome.

If this concept is pursued and if the sole aim of the therapeutic measures is assumed to be modification of the incisor position through root movement, then Figure 8 shows a clear-cut deviation from this intention. For example, most patients had a torque:protrusion ratio of ca. 50:50 in the maxilla and an even poorer ratio of 40:60 in the mandible. In only three patients (No. 5, 6, 7) was the result in the maxilla achieved almost completely (90%) through torque, and in only five patients did the torque component exceed 70%. However, these were those very patients, as shown in Figure 9, in whom the change of inclination was in any case less than 10°. In patients with a more pronounced change, the protrusion component was usually higher too.

Follow-up Examination

Only eleven patients from the study group could be included in the follow-up examination, because no postretention

terlagen (Fernröntgenseitenbilder zum Zeitpunkt T3) vorhanden waren. Hier sei nochmals erwähnt, dass es sich nur um Erwachsene handelte. Die Retentionsdauer betrug minimal 1 Jahr, maximal 7 Jahre und 9 Monate. Wegen der kleinen Untersuchungsgruppe konnten keine aussagefähigen Mittelwerte für die einzelnen Parameter bestimmt werden. Es sollten vielmehr die Behandlungs- und Retentionsergebnisse dokumentiert und analysiert werden. Die Auswertung der zusätzlichen Unterlagen erfolgte in der Weise, wie sie schon in dem Kapitel „Patienten und Methode“ beschrieben wurde. Die in den nachfolgenden Tabellen und Schaubildern verwendeten Patientennummern sind mit den im ersten Abschnitt dieser Arbeit benutzten identisch.

Inklinationsänderung

In Tabelle 6 sind die Inklinationswerte zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 jeweils für den Ober- und Unterkiefer für jeden Patienten dieser Untersuchungsgruppe dargestellt. Es zeigte sich, dass mit Ausnahme eines Patienten (Nr. 15) im Oberkiefer durch die Therapie die Inklination der Schneidezähne beider Kiefer vergrößert wurde. In der Retentionsphase ist bei sechs Patienten (Nr. 1, 3, 4, 12, 16, 21) bei einer Toleranz für Untersuchungsfehler von 1° die Stellung der Schneidezähne stabil geblieben. Bei fünf Patienten war ein Rezidiv zu beobachten. Auffallend war ein Patient (Nr. 15), bei dem durch die Behandlung die Schneidezahnstellung nicht verändert wurde und sich trotzdem der Winkel während der Retention verringerte. Der Patient wurde mit einem (herausnehmbaren) Hawley-Retainer versorgt. Zum einen könnte ein vernachlässigtes Tragen des Retentionsgerätes seitens des Patienten ein Grund sein, zum anderen sicherlich die während der Therapie nicht durchgeführte Inklinationsverbesserung der Oberkieferfrontzähne. Der Patient wurde „undertorqued“ entlassen (Inklination T2 = 86°). Dies lässt die Überlegung zu, wie wichtig es wäre, die Frontzahnstellung überzukorrigieren, um einen gewissen Kompensationspuffer für die weiterhin angreifende und ein Rezidiv verursachende Weichteilmorphologie zu schaffen. Auffallend war außerdem ein Patient (Nr. 25), bei dem sich in der Retentionsphase die Inklination sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer sogar vergrößerte. Dieser Patient erhielt als Retentionsgerät einen Bionator.

Auch im Unterkiefer hat sich durch die Therapie bei allen Patienten die Inklination der Schneidezähne vergrößert. Im Gegensatz zum Oberkiefer ist hier nur bei einem Patienten (Nr. 5) die Frontzahnstellung auffallend um 10° rezidiert. Bei allen anderen Patienten sind die Behandlungsergebnisse annähernd stabil geblieben.

Tabelle 7 macht deutlich, dass bei den Patienten mit Rezidiv (Nr. 5, 15, 18, 24) dies zum größten Teil (mindestens 2/3) durch Protrusionsrückgang entstanden ist. Im Unterkiefer wurde die Veränderung der Schneidezahnstellung noch mehr durch die Retroklination der Krone bedingt (Tabelle 7, Patienten Nr. 5 und 24).

Table 6. Inclination of the incisors at times T1, T2, T3 for patients with follow-up examination.**Tabelle 6.** Inklination der Schneidezähne zu den Zeitpunkten T1, T2, T3 für die Patienten der Nachuntersuchungsgruppe.

Pat. no.	Start of therapy T1	Maxilla End of therapy T2	Follow-up T3	Start of therapy T1	Mandible End of therapy T2	Follow-up T3
1	95	102.9	103.4	92.3	104.1	101.9
3	89.45	102.5	102.5	77.8	87.7	88
4	81.4	100.1	99.4	81.5	86.5	87
5	101.55	105.7	104.1	89.65	101.8	92
12	89.45	108.3	108.3	84.6	97.1	97
15	85.85	86	80.4	100.85	105	105
16	100.35	102.6	102.5	89.5	98.9	100
18	91.5	95.4	93.4	88.6	95.5	94.6
21	96.9	106.5	106	99.65	103.2	103.9
24	84.7	111.3	103.4	96.85	97.9	95.4
25	91.9	93	97.6	81.15	95.6	102.3

documentation (lateral cephalograms at timepoint T3) was available for the others. It is pointed out again in this context that the sample consisted of adults only. The retention period was no less than 1 year, and no more than 7³/₄ years. Because of the small sample, no mean values with a high predictive potential could be determined for the individual parameters. The aim was rather to document and analyze the treatment and retention outcomes. The additional documentation was evaluated as described above in the "Patients and Method" section. The patients' serial numbers used in the tables and diagrams referred to below are identical with those used in the first part of this study.

Change of Inclination

Table 6 shows the inclination values at timepoints T1, T2, and T3 for each patient of this sample group, for the maxilla and the mandible respectively. The therapy was found to have increased the incisor inclination in both dental arches, with the exception of the upper arch in one patient (No. 15). In the retention phase, the incisor position remained stable in six patients (No. 1, 3, 4, 12, 16, 21), subject to a 1° tolerance for examination errors. A relapse was observed in five patients. Surprisingly, the angle decreased during retention with a (removable) Hawley retainer in one patient (No. 15) in whom the treatment had failed to change the incisor inclination. This might have been due on the one hand to non-compliance on the part of the patient; on the other hand, the failure to improve the inclination of the maxillary incisors during the therapy was certainly a contributing factor. The patient was discharged in "undertorqued" condition (inclination T2 = 86°). Consideration should therefore be given to the importance of

In kieferorthopädischen Veröffentlichungen wird beschrieben, dass die Interaktion zwischen skelettalen, dentalen und Weichteilvariablen auf das Auftreten von Rezidiven nach der Therapie Einfluss auszuüben scheint [1, 5, 17, 18]. Besonders der tiefe Biss und die Inklination der oberen Schneidezähne sind rezidivgefährdet [1, 3]. Houston & Edler [9] sowie Shields et al. [16] beschrieben in ihren Arbeiten, dass die therapiebedingte Protrusion der unteren Schneidezähne in die Ausgangssituation rezidiert. In unserer Untersuchungsgruppe konnten für den Oberkiefer nur bei zwei Patienten auffallende Rezidive von 6° bzw. 8° festgestellt werden. Im Unterkiefer trifft die Aussage von Houston & Edler nur auf einen Patienten (Nr. 5) zu, bei dem die durch Protrusion bedingte Winkelvergrößerung um 11° (s. Tabelle 5) nahezu vollständig rezidierte.

Generell konnten wir bei den Patienten mit den größten Rezidiven (Nr. 1, 5, 18, 24) beobachten, dass sich in annähernd dem gleichen Verhältnis Protrusion zu Torque, mit dem die Therapie durchgeführt wurde, auch der Anteil des Rezidivs zusammensetzte. So wurde bei dem oben genannten Patienten (Nr. 5) im Unterkiefer die gesamte Winkelveränderung von 13° fast ausschließlich durch die Protrusion von 11° erreicht (s. Tabelle 5). Vergleicht man dazu Tabelle 7, so ist zu erkennen, dass die 10° Winkelverkleinerung (Rezidiv) fast im gleichen Verhältnis durch 8° Protrusionsrückgang und nur 2° durch rezidierten Torque entstanden ist. Mit anderen Worten: Je mehr während der Therapie protrudiert wurde, umso stärker war im Fall eines Rezidivs die Protrusion davon betroffen.

Intrusion

In Tabelle 8 sind die effektiven Intrusionswerte für die Ober- und Unterkieferschneidezähne zu Therapieende

overcorrecting the incisor position in order to create a certain compensation reserve for the soft tissue morphology, which continues to exert an influence and may cause a relapse. Another surprising finding was the increase in inclination in both dental arches during the retention phase in another patient (No. 25) treated with a bionator.

In the lower arch, too, the therapy had increased the incisor inclination in all patients. In contrast to the upper arch, there was a pronounced relapse in incisor position, namely by 10°, in just one patient (No. 5). In all other patients, the treatment outcomes remained virtually stable.

Table 7 illustrates that, in most patients (No. 5, 15, 18, 24), the relapse was due largely (at least 2/3) to a loss of protrusion. In the lower arch, the change in incisor position was due even more to retroclination of the crown (Table 7, patients No. 5 and 24).

Orthodontic publications report that the interaction between skeletal, dental and soft tissue variables seems to have an influence on the occurrence of relapses after therapy [1, 5, 17, 18]. Deep bite and the inclination of the upper incisors [1, 3] are associated with a particularly high risk of relapse. Houston & Edler [9] as well as Shields et al [16] reported in their studies that a relapse to the original situation occurs if protrusion of the lower incisors is therapeutically induced. In our sample, we found only two patients with a pronounced relapse of 6° and 8° respectively in the maxilla. In the mandible, the statement made by Houston & Edler applied to only one patient (No. 5), whose protrusion-induced 11° increase (see Table 5) relapsed almost completely.

In general, we observed in patients with the most pronounced relapses (No. 1, 5, 18, 24) that the ratio of protrusion to torque corresponded approximately to that recorded for the therapy. Thus, with 11° out of an overall 13° in the lower arch of patient No. 5, the change of angle was attributable almost exclusively to protrusion (see Table 5). Comparison with Table 7 reveals that the 10° decrease in angle (relapse) was due in an almost identical ratio to loss of protrusion (8°) and relapsed torque (only 2°). In other words: the greater the protrusion component during therapy, the greater the protrusion component in cases of relapse.

Intrusion

Table 8 compares the effective intrusion values for the upper and lower incisors at the end of the therapy and at the time of the follow-up examination. A loss of intrusion (1 mm) was observed in only three patients (No. 12, 16, 25) whose upper incisors had been intruded. In one patient (No. 18), the therapy resulted in extrusion which increased further during the retention phase. In the lower arch, only one patient suffered an appreciable loss of intrusion

Table 7. Loss of torque and loss of protrusion components out of the total change of inclination (relapse T2–T3) in degree for each patient of the follow-up examination group.

Tabelle 7. Anteil von Torque- und Protrusionsrückgang an der gesamten Inklinationsveränderung (Rezidiv T2–T3) in Grad für jeden Patienten der Nachuntersuchungsgruppe.

Pat. no.	Maxilla		Mandible	
	Protrusion	Torque	Protrusion	Torque
1	0.00	0.00	-1.47	-0.73
3	0.00	0.00	0.00	0.00
4	-0.35	-0.35	0.00	0.00
5	-1.60	0.00	-7.99	-1.81
12	0.00	0.00	-0.05	-0.05
15	-4.20	-1.40	0.00	0.00
16	-0.05	-0.05	0.92	0.18
18	-1.82	-0.18	-0.82	-0.08
21	-0.25	-0.25	0.00	0.00
24	-5.76	-2.14	-2.27	-0.23
25	1.53	3.07	0.96	5.74

Table 8. Intrusion values before retention phase T2 and at the time of the follow-up examination T3.

Tabelle 8. Intrusionswerte vor der Retentionsphase T2 und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung T3.

Pat. no.	Maxilla		Mandible	
	End of therapy	Follow-up	End of therapy	Follow-up
	T2	T3	T2	T3
1	-0.5	-0.5	0.5	0.5
3	-1.5	-1.5	-1.25	-1.25
4	-2.5	-2.5	-2	-1
5	0	0	-1.75	-2.25
12	-1.5	-0.5	1.25	1.25
15	0	0	-1.75	-1.75
16	-1.25	-0.75	1.5	1
18	1	1.5	1.25	1.25
21	0.25	0.25	-2	-1.5
24	-1	-1	-1.75	-1.75
25	-4.25	-3.25	-3.75	-3.75

und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung gegenübergestellt. Es konnte bei nur drei Patienten (Nr. 12, 16, 25), bei denen zuvor im Oberkiefer intrudiert wurde, ein Intrusionsrückgang (1 mm) beobachtet werden. Bei einem Patienten (Nr. 18) führte die Therapie zu einer Extrusion, die sich in der Retentionsphase noch verstärkte. Im Unterkiefer kam es nur bei einem Patienten zu einem nennenswerten Intrusionsrückgang von 1 mm. Alle anderen

(1 mm). All other patients remained stable. In three patients, the therapy also led to extrusion in the lower arch too. Remarkably, the lower arch remained totally stable and the upper arch relapsed by only 1 mm in one patient (No. 25) despite both his upper and his lower arch having undergone the most pronounced intrusion. As stated above, this patient was retained with a bionator.

In their review of follow-up examinations, Engel et al [8] reported that a relapse of 1 mm is to be expected for an average intrusion of 3 mm, corresponding to a ratio of 2:1. By contrast, more stable conditions could be assumed for our own case material. The exception was patient No. 4, whose relapse was more than 1/3 (50%). Assuming a ratio of 2/3 therapeutic success to 1/3 relapse in the upper arch too, the intrusion relapse here too exceeded 50% in just one patient (No. 12). This result is certainly also attributable to the routine employment of fixed lingual retainers.

Conclusion

The stability of the therapeutic outcome of our case material in terms of intrusion was better than that of outcomes reported in the literature. In this respect, the above observations on inclination suggest that a torque movement combined with intrusion offers greater stability than a protrusion movement alone. This statement is compatible with the findings of other authors [5, 6, 10]. Taking the upper incisors out of the zone of influence of the lower lip creates a sound basis for the stability of the therapeutic outcome [17]. However, one important therapeutic measure aimed at supporting this effect, i.e. changing the inclination of the upper incisors – at least predominantly (70%) by torque movement, is more difficult to achieve in practice. Therefore, long-term retention of the lower incisors is all the more important if maxillary anterior stability is to be guaranteed.

References

1. Binda SKR, et al. A long-term cephalometric evaluation of treated Class II Division 2 malocclusions. *Eur J Orthod* 1994;16:301-8.
2. Burstone CR. Deep overbite correction by intrusion. *Am J Orthod* 1977;72:1-22
3. Canut JA, Arias S. A long-term evaluation of treated Class II Division 2 malocclusions: a retrospective study model analysis. *Eur J Orthod* 1999;21:377-86.
4. Diernberger R. Behandlungsziel beim Deckbiß. *Fortschr Kieferorthop* 1984;45:284-97.
5. Diernberger R. Behandlungsziel beim Deckbiß. *Erfahrungsbericht nach mehr als 10 Jahren. Inf Orthod Kieferorthop* 1995; 27:499-514.
6. Droschl H. Die Morphologie des Deckbisses. *Fortschr Kieferorthop* 1974;35:209-20.

Patienten blieben stabil. Bei drei Patienten führte auch im Unterkiefer die Therapie zu einer Extrusion. Auffallend ist bei einem Patienten (Nr. 25), dass bei ihm sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer am stärksten intrudiert wurde, aber gerade hier der Unterkiefer in vollem Umfang stabil blieb und der Oberkiefer ebenfalls nur um 1 mm rezidierte. Wie bereits erwähnt, wurde dieser Patient mit einem Bionator retiniert.

In der Übersichtsarbeit von Engel et al. [8] zu Nachuntersuchungen wird beschrieben, dass bei einer durchschnittlichen Intrusion von 3 mm mit einem Rezidiv von 1 mm zu rechnen ist, was einem Verhältnis von 2 : 1 entspricht. Im Gegensatz dazu konnte bei unserem Patientengut von stabileren Verhältnissen ausgegangen werden. Ausnahme bildete ein Patient (Nr. 4), bei dem das Rezidiv mehr als 1/3 betrug (50%). Geht man von einem Verhältnis 2/3 Therapieerhalt zu 1/3 Rückgang auch im Oberkiefer aus, so lag hier das Intrusionsrezidiv ebenfalls bei nur einem Patienten (Nr. 12) mit über 50% darüber. Dieses Ergebnis ist sicherlich auch auf die routinemäßige Verwendung von Langzeitretainern zurückzuführen.

Schlussfolgerung

Die Stabilität des Therapieerfolgs bei unserem Patientengut bezogen auf die Intrusion lag über den Ergebnissen, wie sie in der Literatur beschrieben sind. Im Hinblick darauf lassen die weiter oben beschriebenen Beobachtungen zur Inkliniation den Schluss zu, dass eine Torquebewegung kombiniert mit einer Intrusion eine höhere Stabilität erwarten lässt als eine reine Protrusionsbewegung. Diese Aussage geht mit den von anderen Autoren gemachten Beobachtungen konform [5, 6, 10]. Bekommt man die Oberkieferfrontzähne aus dem Einflussbereich der Unterlippe, so bedeutet dies eine Grundlage für die Stabilität des Therapieergebnisses [17]. Aber gerade eine wichtige darauf abzielende Therapiemaßnahme, nämlich die Inkliniation der Oberkieferschneidezähne, zumindest größtenteils (70%) durch eine Torquebewegung zu verändern, ist in der Praxis nicht so leicht durchzuführen. So muss umso mehr auf die Langzeitretention der Unterkieferfront als Garant für die Stabilität der Oberkieferfrontzähne ein Augenmerk gelegt werden.

7. Droschl H. Die Fernröntgenwerte unbehandelter Kinder zwischen dem 6. und 15. Lebensjahr. Berlin: Quintessenz, 1984.
8. Engel G, et al. Treatment of deep-bite cases. Am J Orthod 1980;1:1–13.
9. Houston WJB, Edler R. Long-term stability of the lower labial segment relative to the A-Pog line. Eur J Orthod 1990;12:302–10.
10. Jonas I. Therapie der Klasse II/2. In: Diedrich P, Hrsg. Praxis der Zahnheilkunde, Bd 11/II. München–Jena: Urban & Fischer, 2000:316–26.
11. Leighton BC, Adams CP. Incisor inclination in Class 2 Division 2 malocclusion. Eur J Orthod 1986;8:98–105.
12. Otto RL, Anholm JM, Engel GA. A comparative analysis of intrusion of incisor teeth achieved in adults and children according to facial type. Am J Orthod 1980;4:437–46.
13. Parker CD, Nanda RS, Currier GF. Skeletal and dental changes associated with the treatment of deep bite malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;4:382–93.
14. Parker JR, Harris EF. Directions of orthodontic tooth movements associated with external apical root resorption of the maxillary central incisor. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;114:667–83.
15. Peck S, Peck L, Kataja M. Class II Division 2 malocclusion: A heritable pattern of small teeth in well-developed jaws. Angle Orthod 1998;1:9–20.
16. Shields TE, Little RM, Chapko MK. Stability and relapse of mandibular anterior alignment. A cephalometric appraisal of first-premolar extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics. Am J Orthod 1985;87:27–38.
17. Thüer U, Ingervall B. Pressure from lips on the teeth and malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1986;90:234–42.
18. van der Linden FPGM. Gebißentwicklung. Berlin: Quintessenz, 1983.
19. Weiland F, Bantleon HP, Droschl H. Die kieferorthopädische Tiefbißbehandlung bei Erwachsenen – ein Vergleich der Straight-wire-Apparatur und der segmentierten Bogentechnik. Fortschr Kieferorthop 1992;53:153–60.
20. Weller H. Spätergebnisse nach Extraktion der ersten oberen Prämolaren beim Deckbiß. Fortschr Kieferorthop 1985;46:485–97.

Correspondence Address

Univ.-Prof. Dr. Helmut Droschl
Klinische Abteilung für Kieferorthopädie
Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Auenbruggerplatz 12
8036 Graz
Austria
Phone (+43/316) 385-2424, Fax -6859
e-mail: helmut.droschl@uni-graz.at