

Kiefergelenks- und Kinnveränderungen bei der Herbst-
Behandlung von Klasse II-1 Dysgnathien unterschied-
lichen Gesichtstyps.

Eine röntgenkephalometrische Langzeitstudie

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von Chrysoula Michailidou
aus Skydra, Griechenland

Giessen 2002

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Kieferorthopädie
Leiter: Prof. Dr. Pancherz
des Universitätsklinikums Giessen

Gutachter: Prof. Dr. Pancherz

Gutachter:

Tag der Disputation:

*meiner Familie
und Pavlo*

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Klasse II:1 Dysgnathie	1
1.2	Behandlung der Klasse II:1	2
1.2.1	Abnehmbare funktionskieferorthopädische Geräte	2
1.2.2	Festsitzende funktionskieferorthopädische Geräte - die Herbst- Apparatur	3
1.3	Behandlung der Klasse II:1 bei unterschiedlichen Gesichtstypen	5
2	Ziel	7
3	Material	8
3.1	Probanden und Röntgenbilder	8
3.2	Gesichtstyp-Gruppierung	9
4	Methode	11
4.1	Vermessung der Röntgenbilder	11
4.2	Superponierung der Röntgenbilder	11
4.3	Auswertung der Röntgenbilder	12
4.4	Messvariablen	16
4.4.1	Fossaverlagerung	16

4.4.2	Kondyluswachstum	16
4.4.3	“Effektive” Kiefergelenksveränderungen	16
4.4.4	Kinnveränderung	17
4.4.5	Unterkieferrotation	17
4.4.6	Fazialachsenrotation	18
4.5	Statistische Methoden	23
4.6	Bestimmung des Methodenfehlers	23
5	Ergebnisse	27
5.1	Fossaverlagerung	40
5.2	Kondyluswachstum	50
5.3	“Effektive” Kiefergelenksveränderungen	60
5.4	Kinnveränderung	70
5.5	Unterkieferrotation	80
5.6	Fazialachsenrotation	87
6	Diskussion	93
6.1	Material	93
6.2	Methode	93
6.3	Ergebnisse	95
7	Schlussfolgerung	100
8	Zusammenfassung	101
9	Summary	105
	Literaturverzeichnis	108
	Anhang	118

Danksagung	147
Lebenslauf	148

1. Einleitung

1.1 Die Klasse II:1 Dysgnathie

Morphologie, Ätiologie

Eine Klassifizierung von Dysgnathien in der sagittalen Ebene erfolgte schon 1907 von E.Angle [1]. Bei einer distalen Relation der unteren Seitenzähne zu den oberen sprach er von einer Klasse II Dysgnathie (Distalbiss). Dabei unterschied er zwei Formen: die Klasse II:1 mit proklinierten oberen Schneidezähnen und die Klasse II:2 mit retroklinierten oberen Schneidezähnen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden ausschliesslich Patienten mit einer Klasse II:1 untersucht. Die skelettale Morphologie der Klasse II:1 variiert . Durchschnittlich liegt jedoch eine deutliche Rücklage des Unterkiefers zum Oberkiefer vor [2]. Die vertikale Kieferrelation variiert ebenso. Ein skelettal tiefer Biss sowie ein skelettal offener Biss können vorhanden sein [2] .

Für die Entstehung einer skelettalen Klasse II:1 spielen Erbfaktoren eine entscheidende Rolle. Für die Entstehung einer dentoalveolären Klasse II:1 können exogene Faktoren, wie Lutschen, Lippenbeissen und Lippensaugen die Ursachen sein [3].

1.2 Behandlung der Klasse II:1

Bei der Behandlung einer Klasse II:1 mit Rücklage des Unterkiefers wird eine Stimulierung des Unterkieferwachstums angestrebt. Norman W. Kingsley war der Erste, der 1870 [4] durch ein sogenanntes “jumping the bite” das Unterkieferwachstum anregen wollte. Mit “jumping the bite” ist die Veränderung der sagittalen Kieferrelation durch eine Vorverlagerung des Unterkiefers gemeint. Auf diesem Prinzip basieren alle heutigen Klasse II:1 Behandlungen, die mit funktionskieferorthopädischen Geräten durchgeführt werden.

1.2.1 Abnehmbare funktionskieferorthopädische Geräte

Abnehmbare funktionskieferorthopädische Geräte (FKO Geräte) sind bimaxilläre Geräte, die den Unterkiefer beim Zusammenbeißen, im Sinne eines “jumping the bite”, in einer anterioren Lage halten. Der Aktivator [5], der Bionator [6] und der Funktionsregler [7] sind dabei die meist verwendeten Apparaturen. Die Geräte wirken im Ober- und Unterkiefer gleichzeitig. Ihre Wirkung erfolgt durch körpereigene Kräfte. Beim Zusammenbeißen werden Muskelimpulse über das Gerät auf die Zähne und Kiefer übertragen. Durch die veränderte Muskelfunktion [8, 9, 10] werden unter anderem Umbauprozesse im Kiefergelenk angestrebt. Die stimulierende Wirkung von abnehmbaren FKO Geräten auf das Unterkieferwachstum wird aber kontrovers diskutiert [10] - [11].

Abnehmbare FKO-Geräte werden hauptsächlich nur einen Teil des Tages (meistens nur nachts) getragen, und der Behandlungserfolg ist von der Mitarbeit der Patienten abhängig.

1.2.2 Festsitzende funktionskieferorthopädische Geräte - die Herbst-Apparatur

Im Jahre 1909 wurde von E. Herbst eine festsitzende "bite jumping" Apparatur zur Behandlung der Klasse II:1 vorgestellt [12]. Die Apparatur besteht aus einem bilateralen Teleskopmechanismus, welcher mit Hilfe von gegossenen Schienen an den Zähnen befestigt ist.

Die Herbst-Apparatur hält den Unterkiefer weitgehend unabhängig von der Patientenkooperation dauerhaft in einer protrudierten Lage. Die kontinuierliche Vorverlagerung führt regelmässig meist schon innerhalb von 6-8 Monaten zu einer Normalisierung der sagittalen Okklusionsabweichung [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22]. Die Verbesserung der Okklusion ist ein Resultat von sowohl dentoalveolären als auch skelettalen Veränderungen.

Dentoalveoläre Veränderungen

Durch die mechanische Krafteinwirkung des Teleskopmechanismus werden im Unterkiefer die Zähne mesialisiert und dabei die Inzisivi prokliniert. Im Oberkiefer werden die Zähne distalisiert [15, 23].

Skelettale Veränderungen

Fossaveränderungen Umbauvorgänge der Fossa glenoidalis infolge einer Herbst-Therapie sind mit Hilfe von Kiefergelenksröntgenaufnahmen nachgewiesen worden [13, 24, 17, 18, 25, 26]. RUF UND PANCHERZ (1998, 1999) war es möglich anhand von MRT Untersuchungen der Kiefergelenke Anpassungsvorgänge am anterioren Teil der spina postglenoidale festzustellen. PAULSEN ET AL. (1995) fanden mit Computertomogrammen und Orthopantomogrammen doppelte Konturen (neuer Knochen) am

1. EINLEITUNG

distalen Rand der Fossa glenoidalis. Weiterhin haben histologische Studien von Primaten Umbauvorgänge in der Fossa nachweisen können [8, 27, 28, 29, 30, 31].

Kondylusveränderungen In mehreren röntgenkephalometrischen Studien ist die stimulierende Wirkung der Herbst-Apparatur auf das Unterkieferlängenwachstum belegt worden [13, 14, 15, 32, 17, 22, 26, 33]. RUF UND PANCHERZ (1998) konnten anhand von MRT Untersuchungen der Kiefergelenke eine erheblich erhöhte Umbauaktivität am hinteren Rand des Kondylus während der Herbst-Behandlung beobachten. PAULSEN ET AL. (1995) fanden mit Hilfe von Computertomogrammen und Orthopantomogrammen ebenfalls Umbauvorgänge am Hinterrand des Kondylus. Bei Primaten haben WOODSIDE ET AL. (1983) eine superiore Remodellierung des Kondylus beobachtet.

Kondyluslageveränderungen STRELZOW (1986) konnte anhand von Tomogrammen des Kiefergelenks bei manchen Herbst-Patienten eine anteriore Verlagerung des Kondylus feststellen. Innerhalb von 8 Monaten nach der Behandlung rezidierte jedoch diese Verlagerung und der Kondylus lag wieder zentral in der Fossa. CROFT ET AL. (1999) fanden bei Herbst-Patienten anhand von Kiefergelenkstomogrammen ebenso eine vorübergehende Tendenz zur anterioren Verlagerung des Kondylus. HANSEN ET AL. (1990) zeigten anhand von lateralen Tomogrammen der Kiefergelenke, dass die Kondyluslage auf Sicht unverändert zentriert bleibt. Andererseits beobachtete WINDMILLER (1993) in einer röntgenkephalometrischen Untersuchung, dass sich der Kondylus nach der Herbst-Behandlung mehr nach inferior verlagert hatte und keine signifikante Veränderung in der sagittale Ebene zeigte. RUF UND PANCHERZ (1998) konnten mit MRT zeigen, dass sich der Kondylus während der Herbst-Behandlung nach anterior verlagert aber nach der Behandlung in seine ursprüngliche Position zurückkehrt. Die individuelle Variation war aber sehr gross.

“Effektive” Kiefergelenksveränderungen CREEKMORE (1987) beschrieb eine kephalometrische Methode zur Bestimmung der sogenannten “effektiven” Kiefergelenksveränderungen. Mit dieser Methode wird der Summationseffekt der Wachstumsveränderungen des Kondylus, der Fossa und der Lageveränderung des Kondylus in der Fossa ermittelt. PANCHERZ ET AL. (1998) und RUF UND PANCHERZ (1999) haben mit dieser Methode zeigen können, dass es bei Herbst-Patienten zu ausgeprägten “effektiven” Kiefergelenksveränderungen in posteriore-superiore Richtung kommt.

1.3 Behandlung der Klasse II:1 bei unterschiedlichen Gesichtstypen

BJÖRK (1969) beobachtete, dass die Mandibula während des Wachstums nach anterior oder posterior rotieren kann. Die anteriore Unterkieferrotation liegt vor allem bei dem sogenannten hypodivergenten Gesichtstyp und auch in kleineren Ausmasse bei dem sogenannten normodivergenten Typ vor und beinhaltet ein nach superior und anterior gerichtetes Kondyluswachstum. Die posteriore Unterkieferrotation ist hauptsächlich bei dem sogenannten hyperdivergenten Gesichtstyp zu finden und beinhaltet ein nach posterior gerichtetes Kondyluswachstum.

Die kieferorthopädische Behandlung der Klasse II:1 beim hypodivergenten Gesichtstyp ist generell gesehen günstig, weil der Unterkiefer nach anterior in die therapeutische Richtung rotiert. Beim hyperdivergenten Gesichtstyp mit einer posterioren Unterkieferrotation ist die Behandlung dagegen schwierig.

Die Wirkung des Herbst-Gerätes auf vertikale Gesichtsparemeter wurde eingehend

1. EINLEITUNG

von PANCHERZ (1982), PANCHERZ und ANEHUS-PANCHERZ (1993), RUF und PANCHERZ (1996), KRUSE (1999) und CROFT ET AL (1999) untersucht. WIND-MILLER (1993) und RUF UND PANCHERZ (1996) stellten fest, dass die Verwendung der Herbst-Apparatur bei allen Gesichtstypen erfolgreich ist. Sowohl hyper- als auch hypodivergente Patienten reagierten gleichermaßen. Weiterhin zeigte sich auf lange Sicht, dass die Herbst-Apparatur sowohl bei hypo- als auch bei hyperdivergenten Patienten keinen Einfluss auf die Rotation des Unterkiefers hat [34].

Eine Differenzierung der Wirkung der Herbst-Apparatur bei verschiedenen Gesichtstypen bezüglich der Veränderungen im Kiefergelenk (Fossa, Kondylus und "effektive" Kiefergelenksveränderungen) ist zur Zeit nicht untersucht worden.

2. Ziel

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, das Ausmaß und die Richtung von Kiefergelenksveränderungen: Fossa, Kondylus und “effektive” Kiefergelenksveränderungen, sowie die damit verbundenen Auswirkungen auf die Lage des Kinns bei der Herbst-Behandlung von Klasse II:1 Dysgnathien mit unterschiedlichem Gesichtstyp zu ermitteln.

3. Material

3.1 Probanden und Röntgenbilder

Das Probandengut bestand aus 68 Patienten (42 Jungen und 26 Mädchen) mit einer Klasse II:1 Dysgnathie und einer mehr oder weniger ausgeprägten Unterkieferrücklage. Das Alter der Probanden vor der Behandlung war durchschnittlich 12,4 Jahre (10-16 Jahre). Sämtliche Patienten wurden in der kieferorthopädischen Abteilung der Odontologischen Fakultät Malmö in Schweden mit der Herbst-Apparatur behandelt. Bei allen Patienten wurde durch die Therapie eine neutrale Verzahnung und ein normaler Überbiss erreicht. Es wurden keine Zähne extrahiert. Nach der Herbst-Behandlung erfolgte keine weitere aktive Behandlung. Bei fast 2/3 der Patienten wurde zur Retention nach der Herbst-Behandlung während ca. 2 Jahren eine Platte im Oberkiefer und ein Cuspidretainer im Unterkiefer oder ein Aktivator verwendet. Die übrigen Patienten hatten keine Retention.

Von allen 68 Patienten standen Fernröntgenseitenbilder (FRS) des Kopfes in habitueller Okklusion und mit den Mund weit offen zu drei definierten Untersuchungszeitpunkten zur Verfügung:

T1: Vor der Herbst-Behandlung

3. MATERIAL

T2: Nach durchschnittlich 0,6-jähriger (0,4- bis 1-jähriger) Herbst Behandlung

T3: Durchschnittlich 5 Jahre (4,3 bis 6,2 Jahre) nach der Behandlung

Die röntgenkephalometrischen Veränderungen wurden während drei Untersuchungszeiträumen festgehalten:

T2-T1: Behandlungszeitraum von durchschnittlich 0,6 Jahren

T3-T2: Zeitraum nach der Behandlung bis durchschnittlich 5 Jahre nach der Behandlung

T3-T1: Gesamter Untersuchungszeitraum von 5,6 Jahren

3.2 Gesichtstyp-Gruppierung

Die 68 Herbst-Patienten wurden anhand des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) von vor der Behandlung (T1) in folgende drei Gesichtstypgruppen eingeteilt:

Normodivergent: $ML/NSL = 26,5^{\circ} - 36,5^{\circ}$ (Mittelwert = $32,2^{\circ}$)

Hypodivergent: $ML/NSL \leq 26^{\circ}$ (Mittelwert = $22,7^{\circ}$)

Hyperdivergent: $ML/NSL \geq 37^{\circ}$ (Mittelwert = $39,8^{\circ}$)

Die Gruppe der Normodivergenten bestand aus 38 Probanden (24 Jungen und 14 Mädchen), die Gruppe der Hypodivergenten aus 17 Probanden (10 Jungen und 7 Mädchen) und die Gruppe der Hyperdivergenten aus 13 Probanden (8 Jungen und 5 Mädchen).

Die Altersverteilung der Probanden in den drei Gesichtstypgruppen ist in der Abbildung 3.1 - 3.3 zu finden.

3. MATERIAL

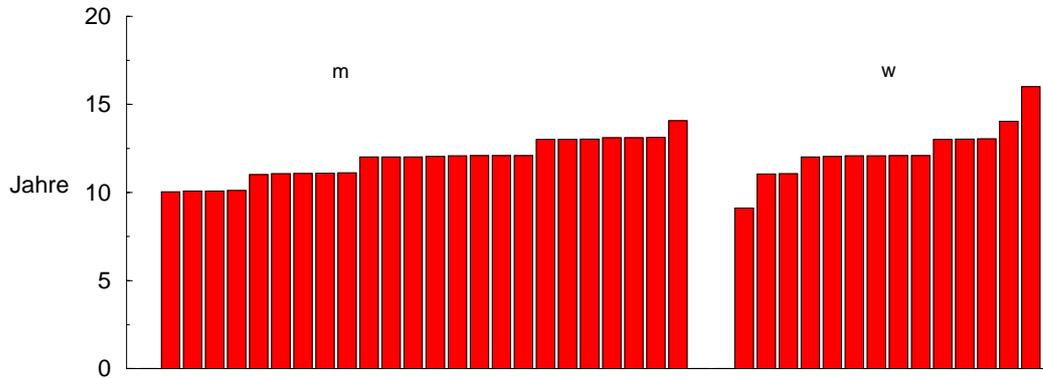


Abbildung 3.1: Alter der 24 männlichen (m) und 14 weiblichen (w) **normodivergenten** Herbst-Patienten.

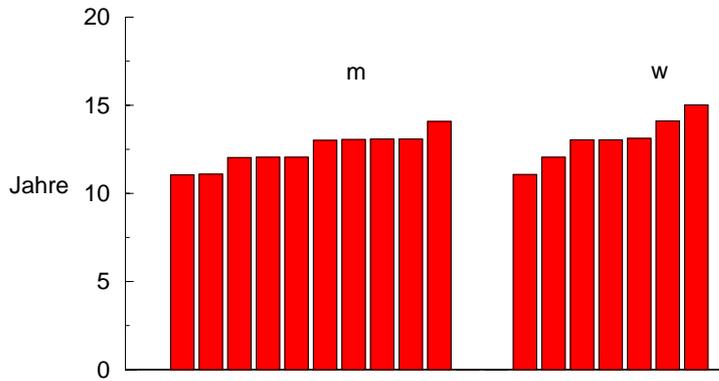


Abbildung 3.2: Alter der 10 männlichen (m) und 7 weiblichen (w) **hypodivergenten** Herbst-Patienten.

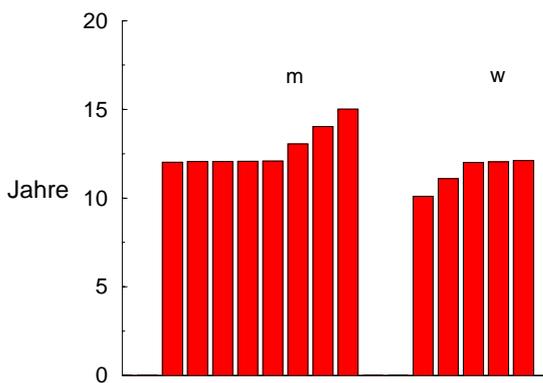


Abbildung 3.3: Alter der 8 männlichen (m) und 5 weiblichen (w) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten.

4. Methode

4.1 Vermessung der Röntgenbilder

Alle Röntgenbilder der Herbst-Patienten wurden unter Verwendung von Lichtkasten, Acetat-Tracing-Folie und Druckbleistift (0,3mm) im abgedunkelten Raum durchgezeichnet. Doppelkonturen der anatomischen Strukturen wurden gemittelt. Die Linearen- und Winkelmessungen erfolgten mit einem Geodreieck mit Millimeter- und Gradeinteilung. Die Messgenauigkeit betrug 0,5mm bzw. $0,5^\circ$.

Um den Methodenfehler bei der Definition der Messpunkte und Messlinien zu reduzieren, wurden alle Bilder eines Probanden in einer Sitzung durchgezeichnet und vermessen. Darüberhinaus erfolgte die Durchzeichnung und Messung aller Röntgenbilder zweimal, und der Mittelwert der beiden Messungen wurde für die Auswertung herangezogen.

4.2 Superponierung der Röntgenbilder

Zur Darstellung der Kiefergelenks- und Kinnveränderungen wurden die Fernröntgenseitenbilder jedes Probanden von nach der Behandlung (T2) und 5 Jahre nach der Behandlung (T3) über das Bild von vor der Behandlung (T1) nach der von BJÖRK

4. METHODE

und SKIELLER (1983) angegebenen Methode superponiert. Dabei kamen die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis sowie des Unterkiefers zur Anwendung.

Stabile Knochenstrukturen für die Superponierung über die vordere Schädelbasis:

- 1) Vorderwand der Sella turcica
- 2) Umriss der Lamina cribriformis
- 3) Konturen des frontoethmoidalen Knochenrandes beidseits und
- 4) Vorderwände der medianen cranialen Fossa

Stabilen Knochenstrukturen für die Superponierung über den Unterkiefer:

- 1) vorderer Kinnumriss
- 2) innere Kontur des Symphysenrandes
- 3) Trabekularstruktur in der Symphyse
- 4) Kontur des Canalis mandibularis und
- 5) unterer Umriss eines mineralisierten Molarenkeims vor der Wurzelbildung

Für die Darstellung des Caput mandibulae im FRS in habitueller Okklusion wurde das Caput am mundoffenen FRS eingezeichnet und auf das FRS in habitueller Okklusion nach Superponierung der Bilder über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers übertragen.

4.3 Auswertung der Röntgenbilder

Für die Auswertung der Röntgenbilder wurden die Methoden von Buschang und Santos-Pinto (1998) und von Creekmore (1987) in modifizierter Form verwendet.

Referenzpunkte

Co (anatomischer Kiefergelenkspunkt)

Schnittpunkt des Kondyluskopfes mit der Winkelhalbierenden, die sich durch Anlegen einer horizontalen und vertikalen Tangente bezogen auf das Referenzkreuz RL/RLp am Gelenkkopf ergibt. Dieser Punkt wurde bei jedem Röntgenbild neu bestimmt (Abb. 4.1).

CoA (willkürlicher Kiefergelenkspunkt)

Punkt in der Nähe des Caput mandibulae. Der Punkt wurde am Bild vor der Herbst-Behandlung (T1) willkürlich festgelegt und auf die anderen Bilder nach Superponierung der Bilder über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis übertragen (Abb. 4.1 und Abb. 4.4).

Pg (Kinnpunkt)

Der unterste und anteriorste Punkt des knöchernen Kinns. Der Punkt wurde von Bild T1 auf die anderen Bilder nach Superponierung der Bilder über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers übertragen (Abb. 4.1).

N (Nasion)

Der am weitesten anterior gelegene Punkt der Sutura naso-frontalis. Der Punkt wurde im ersten Röntgenbild (T1) definiert und nach Superponierung über die stabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis auf die anderen Bilder übertragen (Abb. 4.1).

S (Sella)

Der Mittelpunkt der Fossa hypophysialis (Sella Turcica). Der Punkt wurde auf dem ersten Röntgenbild (T1) definiert und nach Superponierung über die stabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis auf die anderen Bilder übertragen (Abb. 4.1).

Bezugslinien

NS Linie (Nasion-Sella Linie)

Die Linie durch die Punkte N (Nasion) und S (Sella) (Abb. 4.1).

RL (Referenzlinie)

Die Linie durch die Inzisalkante der unteren mittleren Inzisivi und der distobukkalen Höckerspitze des ersten Unterkiefermolaren (Abb. 4.1).

RLp (Referenzlinie Perpendikular)

Die Senkrechte auf RL durch den Punkt (S) (Abb. 4.1).

Referenzkreuz

Im Bild T1 wurde ein Referenzkreuz aus den Linien RL und RLp gebildet und auf die folgenden Bilder einer Serie (T2, T3) nach Superponierung der Bilder über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis übertragen. Die linearen Messungen der Referenzpunkte zu RL (x-Koordinate) beschreiben die sagittale Lagebeziehungen; Messungen der Referenzpunkte zu RLp (y-Koordinate) geben vertikale Lagebeziehungen an.

4. METHODE

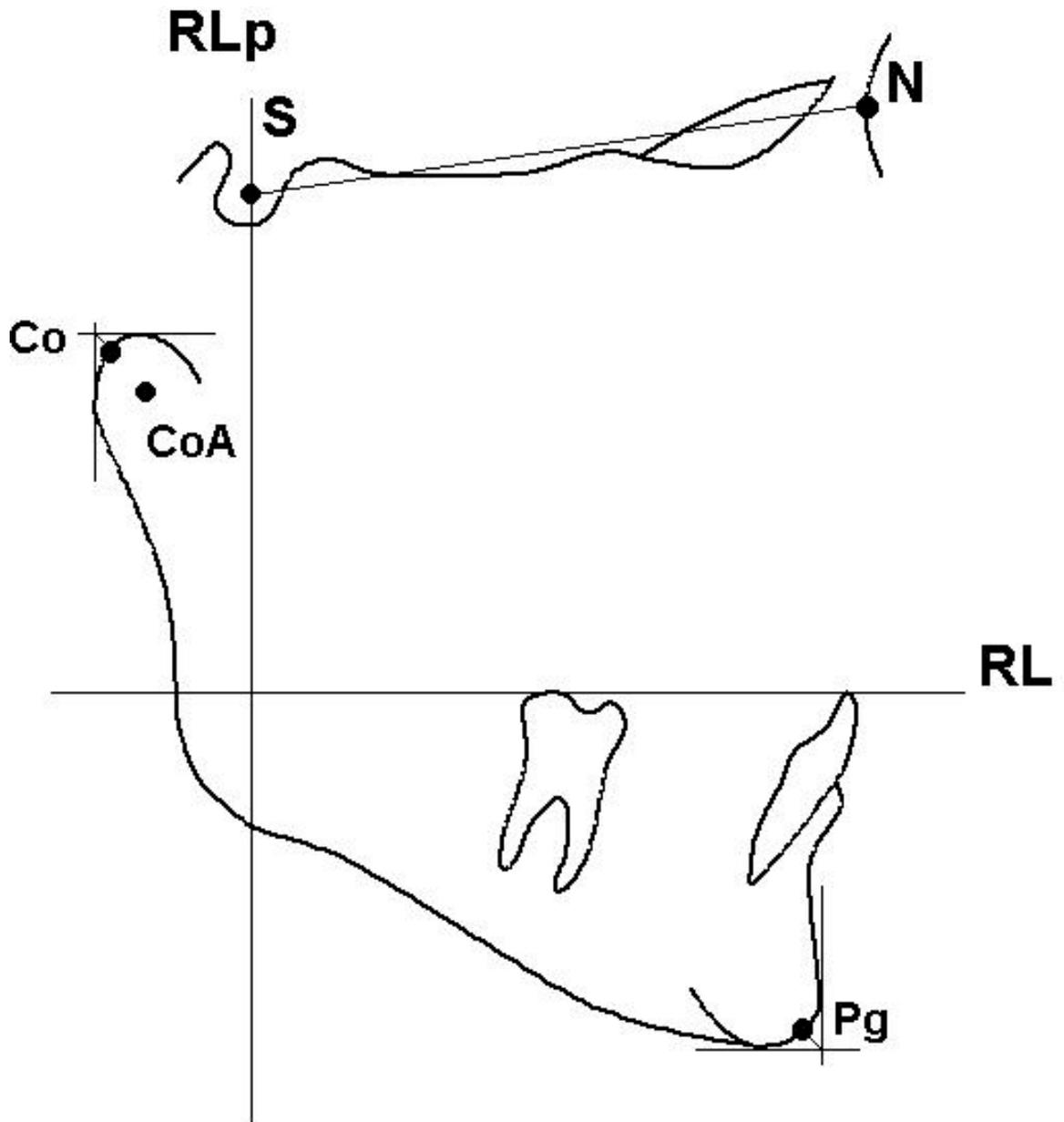


Abbildung 4.1: Referenzlinie NS, Referenzkreuz RL/RLp und Referenzpunkte Co, CoA und Pg.

4.4 Messvariablen

4.4.1 Fossaverlagerung

Zur Bestimmung der Fossaverlagerung wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen der **Schädelbasis** superponiert. Die Veränderung des Co-Punktes zum Referenzkreuz in Bezug zum T1 Befund zeigt die sagittale (Co/RLp) und vertikale (Co/RL) Verlagerung des Punktes (Abb. 4.2).

Die Verlagerung des Co-Punktes entspricht der Richtung und dem Ausmaß der Fossaverlagerung unter der Voraussetzung, dass der Kondylus nach der Herbst-Behandlung (T2-T3) im Vergleich zum T1 Befund unverändert innerhalb der Fossa liegt.

4.4.2 Kondyluswachstum

Zur Bestimmung des Kondyluswachstums wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen des **Unterkiefers** superponiert. Die Veränderung des Co-Punktes zum Referenzkreuz in Bezug zum T1 Befund zeigt das sagittale (Co/RLp) und vertikale (Co/RL) Kondyluswachstum (Abb. 4.3).

Die Verlagerung des Co-Punktes entspricht der Richtung und dem Ausmaß des Kondyluswachstums.

4.4.3 “Effektive” Kiefergelenksveränderungen

Zur Bestimmung der “effektiven” Kiefergelenksveränderungen wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen des **Unterkiefers** superponiert. Die Veränderung des CoA-Punktes zum Referenzkreuz in Bezug zum T1 Befund zeigt die sagittale (CoA/RLp) und vertikale (CoA/RL) “effektiven” Kiefergelenksveränderungen (Abb.

4.4).

Die “effektiven” Kiefergelenksveränderungen sind der Summationseffekt aus den Wachstumsveränderungen 1) des Kondylus und 2) der Fossa sowie 3) der Lageveränderung des Kondylus in der Fossa.

4.4.4 Kinnveränderung

Zur Bestimmung der Kinnveränderung wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen **Schädelbasis** superponiert. Die Veränderung des Pg-Punktes zum Referenzkreuz in Bezug zum T1 Befund zeigt die sagittale (Pg/RLp) und vertikale (Pg/RL) Kinnverlagerung (Abb. 4.5).

Die Veränderung des Pg-Punktes ist der Summationseffekt aus 1) den “effektiven” Kiefergelenksveränderungen und 2) der Rotation des Unterkiefers.

4.4.5 Unterkieferrotation

Zur Bestimmung der Unterkieferrotation (RL/RLp) wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen des **Unterkiefers** superponiert. Die Veränderung der RL-Linie in Bezug zum T1 Befund zeigt die Rotation des Unterkiefers (Abb. 4.6).

Die Veränderung der Neigung der RL-Linie ist der Summationseffekt aus 1) den “effektiven” Kiefergelenksveränderungen, 2) dem vertikalen Oberkieferwachstum, 3) den vertikalen dentoalveolären Veränderungen des Ober- und Unterkiefers und 4) der Steilheit der inzisalen Führung.

4.4.6 Fazialachsenrotation

Die Fazialachse (SPg) wird durch die Punkte S (Sella) und Pg (Prognathion) definiert (Abb. 4.1).

Zur Bestimmung der Fazialachsenrotation wurden die FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis superponiert. Die Veränderung der Neigung der SPg-Linie zur NS-Linie in Bezug zum T1 Befund wurde gemessen (Abb. 4.7).

Die Fazialachsenrotation ist ein Maß für die Richtung der totalen Gesichtsschädelentwicklung.

4. METHODE

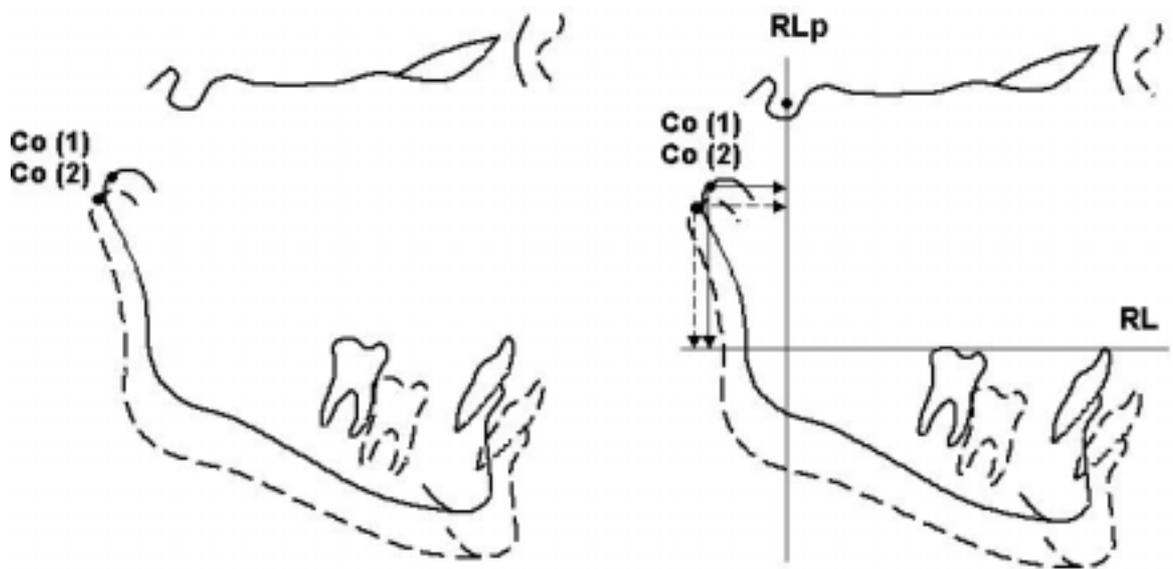


Abbildung 4.2: Methode zur Ermittlung der **Fossaverlagerung**: Messung der Veränderung des Co-Punktes nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis.

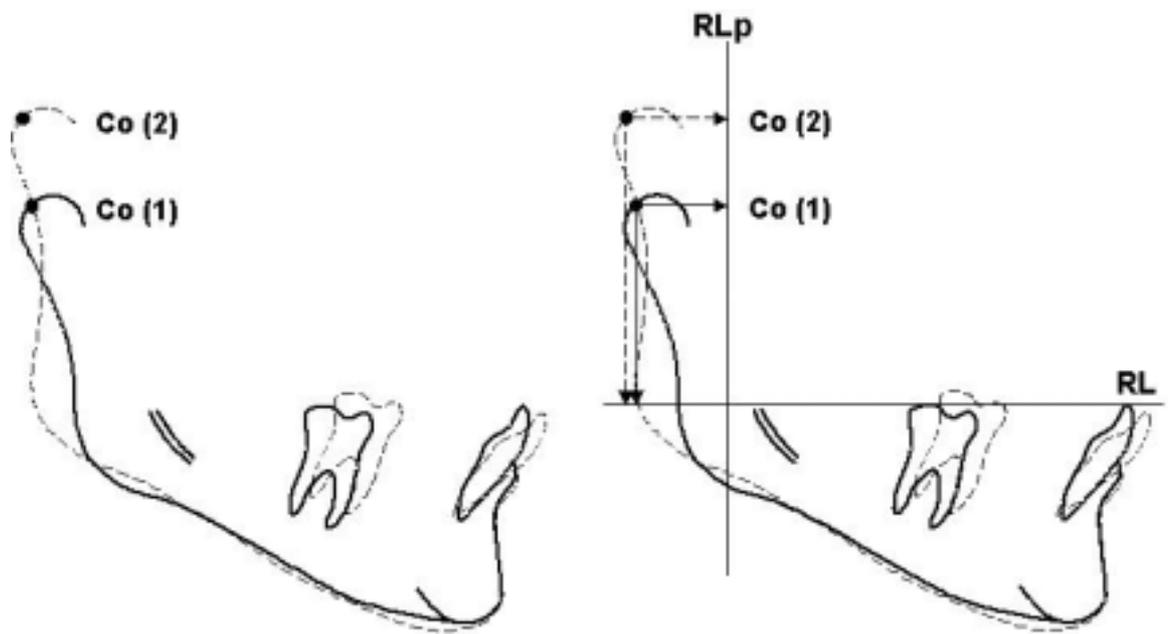


Abbildung 4.3: Methode zur Ermittlung des **Kondyluswachstums**: Messung der Veränderung des Co-Punktes nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers.

4. METHODE

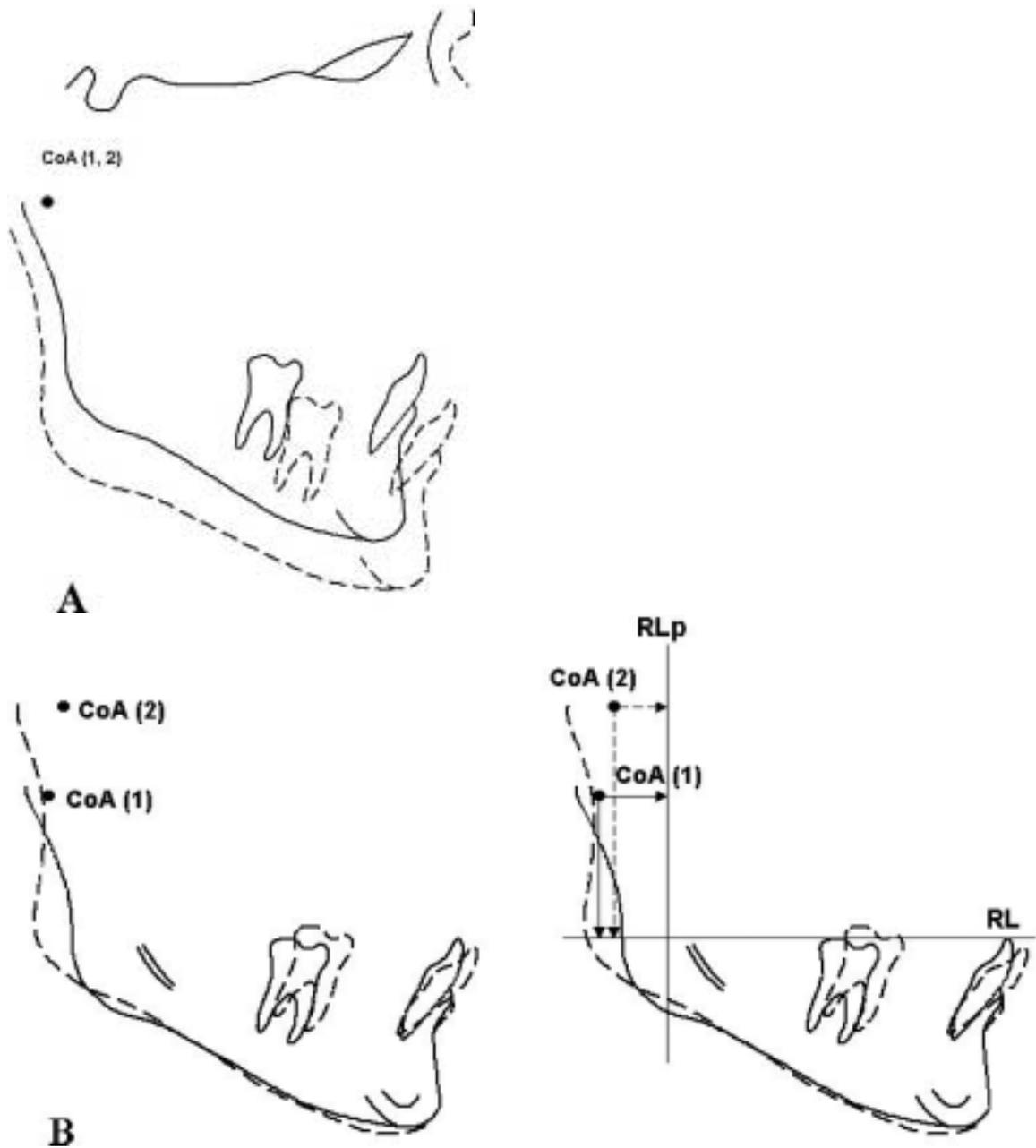


Abbildung 4.4: Methode zur Ermittlung der **“effektiven” Kiefergelenksveränderungen**: A: Übertragung des CoA-Punktes vom ersten Bild (T1) auf das zweite Bild (T2) nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis. B: Messung der Veränderung des CoA-Punktes nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers.

4. METHODE

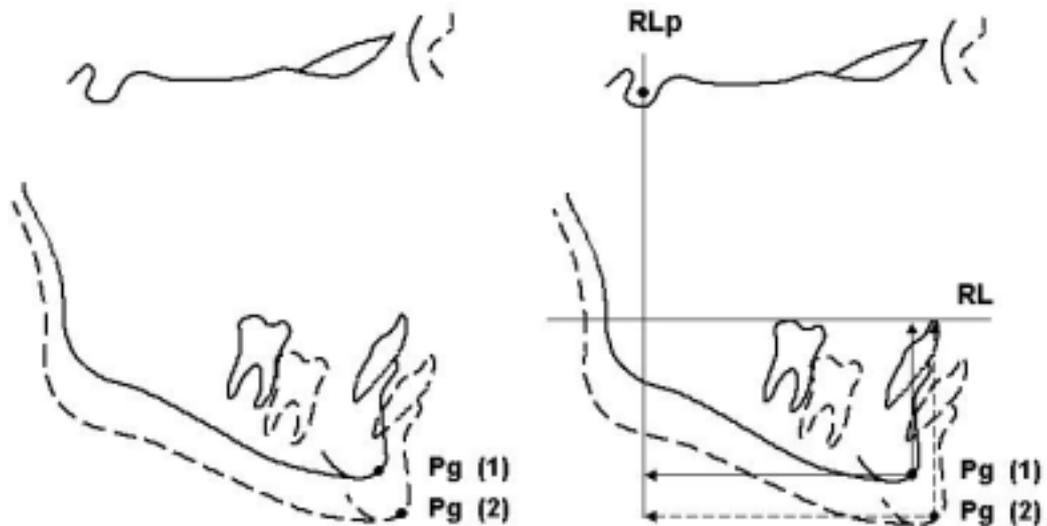


Abbildung 4.5: Methode zur Ermittlung der **Kinnveränderungen**: Messung der Veränderung des Pg-Punktes nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis.

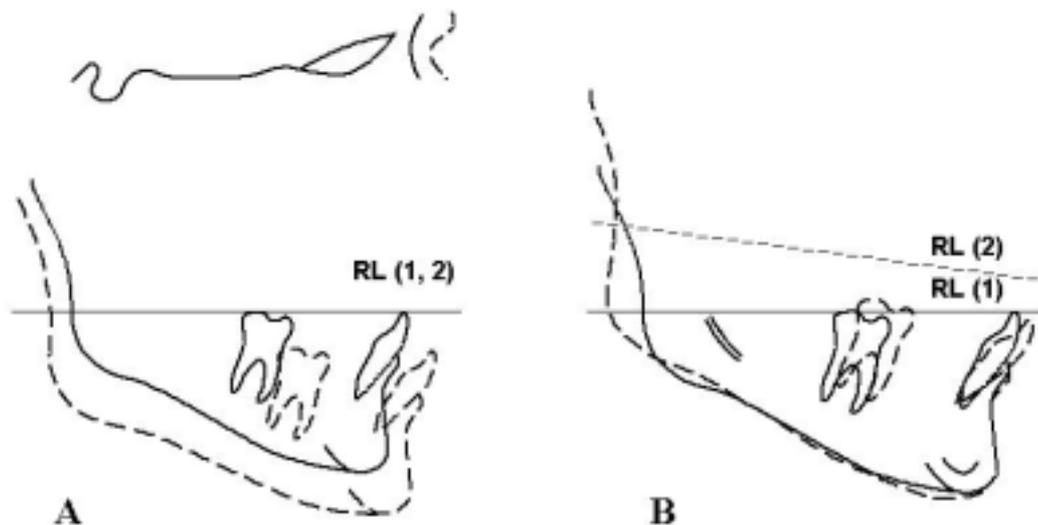


Abbildung 4.6: Methode zur Ermittlung der **Unterkieferrotation**: A: Übertragung der RL-Linie vom ersten Bild (T1) auf das zweite Bild (T2) nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis. B: Messung der Veränderung der Neigung der RL-Linie nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers.

4. METHODE

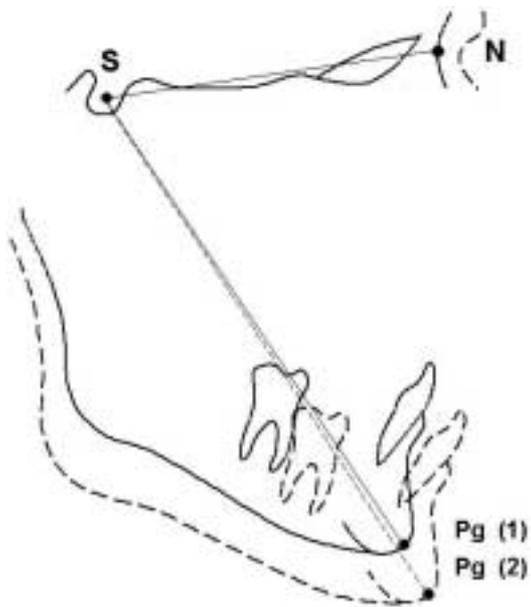


Abbildung 4.7: Methode zur Ermittlung der **Fazialachsenrotation**: Messung der Veränderung der Neigung der SPg-Linie zur NS-Linie nach Überlagerung der FRS über die stabilen Knochenstrukturen der vorderen Schädelbasis.

4.5 Statistische Methoden

Für jede Variable wurde der arithmetische Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet. Die Signifikanz der Veränderungen während der drei Untersuchungszeiträume wurde mit Hilfe des Student t-Tests für abhängige Stichproben überprüft. Zur Feststellung von Gruppen- und Geschlechtsunterschieden wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet.

Es kamen folgende Signifikanzniveaus zur Anwendung:

$$p < 0,001(***)$$

$$p < 0,01(**)$$

$$p < 0,05(*)$$

$$p \geq 0,05(n.s.)$$

4.6 Bestimmung des Methodenfehlers

Um den totalen Methodenfehler bei der Lokalisation und Einzeichnung der Referenzpunkte, der Überlagerung der Röntgenbilder sowie der Messung der Veränderungen der Untersuchungsvariablen zu ermitteln, wurden alle Röntgenbilder der drei Probandengruppen zweifach in mindestens einwöchigem Abstand ausgewertet.

Die Formel von Dahlberg wurde zur Ermittlung des Methodenfehlers (MF) angewandt:

$$MF = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

d ist die Differenz zwischen Doppelmessungen

n ist die Anzahl der untersuchten Probanden

4. METHODE

Die Ergebnisse der Methodenfehlerbestimmungen für jede Variable und für jede Gesichtstypgruppe zu den drei Untersuchungszeitpunkten und -zeiträumen, sind den Tabellen 4.1 und 4.2 zu entnehmen.

4. METHODE

Tabelle 4.1: **Methodenfehler** bei Doppelmessungen der Variablen zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Herbst-Patienten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung

Variable		Gruppe	T1	T2	T3
Co/RLp (mm)	Sbü	Normo	0,62	0,73	0,84
		Hypo	0,70	0,68	0,91
		Hyper	0,64	0,90	0,88
Co/RL (mm)	Sbü	Normo	0,80	1,06	1,06
		Hypo	0,65	0,99	0,97
		Hyper	1,21	0,93	1,03
Co/RLp (mm)	Ukü	Normo	0,62	1,05	1,25
		Hypo	0,72	0,84	1,29
		Hyper	0,64	0,75	0,83
Co/RL (mm)	Ukü	Normo	0,79	1,45	1,42
		Hypo	0,65	0,90	1,34
		Hyper	1,21	1,12	1,11
CoA/RLp (mm)	Ukü	Normo	0,72	1,09	1,49
		Hypo	0,65	0,74	1,36
		Hyper	0,77	0,75	1,05
CoA/RL (mm)	Ukü	Normo	1,53	1,39	1,41
		Hypo	1,09	1,09	1,12
		Hyper	1,24	1,16	1,29
Pg/RLp (mm)	Sbü	Normo	0,81	1,28	1,59
		Hypo	0,72	1,32	1,69
		Hyper	0,73	1,44	1,66
Pg/RL (mm)	Sbü	Normo	0,31	0,79	0,76
		Hypo	0,30	0,91	0,75
		Hyper	0,35	0,75	0,86
RL (Grad)	Ukü	Normo	-	0,92	1,05
		Hypo	-	0,95	0,82
		Hyper	-	0,88	0,71
NS/SPg (Grad)	Sbü	Normo	0,31	0,78	0,83
		Hypo	1,17	0,90	0,83
		Hyper	0,67	1,17	0,88

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

4. METHODE

Tabelle 4.2: **Methodenfehler** bei Doppelmessungen der Veränderungen der Variablen während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Herbst-Patienten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Variable		Gruppe	T2-T1	T3-T2	T3-T1
Co/RLp (mm)	Sbü	Normo	0,83	0,91	0,92
		Hypo	0,78	1,09	0,84
		Hyper	0,85	1,21	0,54
Co/RL (mm)	Sbü	Normo	0,97	1,00	0,98
		Hypo	0,94	1,54	1,08
		Hyper	0,93	0,83	0,95
Co/RLp (mm)	Ukü	Normo	1,08	1,59	1,30
		Hypo	0,83	1,22	1,43
		Hyper	0,78	1,09	0,84
Co/RL (mm)	Ukü	Normo	1,22	1,71	1,37
		Hypo	1,13	1,41	1,30
		Hyper	1,62	1,26	1,53
CoA/RLp (mm)	Ukü	Normo	0,96	1,54	1,29
		Hypo	0,66	1,28	1,25
		Hyper	0,64	1,18	1,05
CoA/RL (mm)	Ukü	Normo	1,26	1,32	1,56
		Hypo	1,04	1,31	1,15
		Hyper	0,77	1,01	1,22
Pg/RLp (mm)	Sbü	Normo	1,32	1,70	1,42
		Hypo	1,16	2,18	1,53
		Hyper	1,28	1,67	1,44
Pg/RL (mm)	Sbü	Normo	0,80	0,93	0,81
		Hypo	0,84	1,11	0,62
		Hyper	0,81	1,20	0,77
RL (Grad)	Ukü	Normo	0,92	1,18	1,05
		Hypo	0,95	1,25	0,82
		Hyper	0,88	0,71	0,71
NS/SPg (Grad)	Sbü	Normo	0,73	0,94	0,83
		Hypo	0,97	1,11	1,06
		Hyper	0,60	0,97	0,78

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

5. Ergebnisse

Die x- und y- Koordinaten der Untersuchungsvariablen der normodivergenten, hypodivergenten und hyperdivergenten Probanden sind den Tabellen 5.1 - 5.3 zu entnehmen. Die Veränderung der Variablen in den Untersuchungszeiträumen sind in den Tabellen 5.4 - 5.6 und den Abbildungen 5.1, 5.8, 5.15, 5.22, 5.29 und 5.33 zu sehen. Die individuelle Veränderungen jeder Variable der drei Probandengruppen sind in den Abbildungen 5.2 - 5.36 dargestellt.

Der Vergleich männlicher und weiblicher Patienten in jeder Gruppe sind im Anhang den Tabellen 1 - 6 zu entnehmen.

Da ein Geschlechtsunterschied nur bei einzelnen Variablen vorlag wurden die beiden Geschlechter bei der Darstellung der Ergebnisse zusammen beurteilt.

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.1: Untersuchungsvariablen bei 38 *normodivergenten* Herbst-Patienten zu den unterschiedlichen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Variable	T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Co/RLp Sbü (mm)	14,5	2,63	13,9	3,24	16,1	3,40
Co/RL Sbü (mm)	35,4	5,02	34,6	5,12	34,3	5,47
Co/RLp Ukü (mm)	14,5	2,62	16,3	3,42	19,7	5,12
Co/RL Ukü (mm)	35,4	5,01	38,3	6,04	45,1	5,72
CoA/RLp Ukü (mm)	10,8	2,62	13,2	3,03	14,4	4,38
CoA/RL Ukü (mm)	31,8	4,81	35,4	5,85	42,6	5,75
Pg/RLp Sbü (mm)	68,3	4,83	70,7	5,61	72,7	6,38
Pg/RL Sbü (mm)	38,2	2,56	42,1	3,43	48,4	5,57
RL Ukü (Grad) ^a	–	–	+0,1	1,01	–0,5	1,92
NS/Pg Sbü (Grad)	67,3	2,81	67,4	3,04	68,5	3,35

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

^aPlus (+) bedeutet: posteriore Neigung gegenüber des T1 Befundes

Minus (–) bedeutet: anteriore Neigung gegenüber des T1 Befundes

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.2: Untersuchungsvariablen bei 17 *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den unterschiedlichen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Variable	T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Co/RLp Sbü (mm)	16,7	2,53	16,2	2,58	18,3	2,61
Co/RL Sbü (mm)	40,8	5,61	39,4	5,73	39,6	5,51
Co/RLp Ukü (mm)	16,6	2,52	18,0	2,57	19,2	3,18
Co/RL Ukü (mm)	40,8	5,61	43,4	6,26	51,1	6,72
CoA/RLp Ukü (mm)	12,3	2,75	14,0	3,07	13,2	3,51
CoA/RL Ukü (mm)	36,1	5,73	40,1	6,22	47,6	6,67
Pg/RLp Sbü (mm)	68,7	4,49	70,5	4,31	72,6	5,85
Pg/RL Sbü (mm)	37,6	1,92	41,7	3,09	46,7	4,97
RL Ukü (Grad) ^a	–	–	+0,1	1,07	–2,0	2,38
NS/Pg Sbü (Grad)	63,2	2,53	63,8	2,62	64,2	2,97

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

^aPlus (+) bedeutet: posteriore Neigung gegenüber des T1 Befundes

Minus (–) bedeutet: anteriore Neigung gegenüber des T1 Befundes

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.3: Untersuchungsvariablen bei 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den unterschiedlichen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Variable	T1		T2		T3	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Co/RLp Sbü (mm)	14,2	2,89	13,5	2,54	16,0	2,62
Co/RL Sbü (mm)	33,3	3,22	32,5	3,91	32,6	3,49
Co/RLp Ukü (mm)	14,2	2,89	16,5	3,77	20,8	4,72
Co/RL Ukü (mm)	33,3	3,22	35,1	4,26	41,8	5,07
CoA/RLp Ukü (mm)	10,1	3,03	13,0	4,43	14,9	5,43
CoA/RL Ukü (mm)	29,6	3,36	32,2	3,76	38,9	4,47
Pg/RLp Sbü (mm)	68,3	5,54	70,4	5,55	72,1	6,85
Pg/RL Sbü (mm)	39,3	2,70	43,0	4,26	50,6	4,79
RL Ukü (Grad) ^a	–	–	+0,8	1,05	+1,2	1,47
NS/Pg Sbü (Grad)	72,7	2,09	72,9	1,59	74,3	2,26

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

^aPlus (+) bedeutet: posteriore Neigung gegenüber des T1 Befundes

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.4: Veränderung der Untersuchungsvariablen bei 38 *normodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable	T2-T1			T3-T2			T3-T1			
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S	
Co/RLp (mm)	Sbü	-0,6	-2,58	*	+2,2	+7,99	***	+1,6	+6,72	***
Co/RL (mm)	Sbü	-0,8	-3,16	**	-0,4	-1,53	n.s.	-1,1	-4,11	***
Co/RLp (mm)	Ukü	+1,8	+7,16	***	+3,4	+5,15	***	+5,2	+7,77	***
Co/RL (mm)	Ukü	+2,9	+9,06	***	+6,8	+9,71	***	+9,7	+15,95	***
CoA/RLp (mm)	Ukü	+2,3	+9,41	***	+1,2	+2,12	*	+3,6	+6,21	***
CoA/RL (mm)	Ukü	+3,5	+11,08	***	+7,2	+9,84	***	+10,7	+15,39	***
Pg/RLp (mm)	Sbü	+2,5	+7,77	***	+1,9	+3,40	**	+4,4	+7,89	***
Pg/RL (mm)	Sbü	+3,8	+13,78	***	+6,8	+9,28	**	+10,6	+15,71	***
RL (Grad)	Ukü	+0,2	+0,60	n.s.	-0,6	-1,85	n.s.	-0,5	-1,75	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	+0,1	+0,88	n.s.	+1,1	+5,25	***	+1,2	+6,05	***

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung,
 *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

Plus(+) bedeutet: posteriore/superiore Verlagerung der Fossa, posteriores/superiores Wachstum des Kondylus, posteriore/superiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, anteriore/inferiore Verlagerung des Kinns, posteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

Minus(-) bedeutet: anteriore/inferiore Verlagerung der Fossa, anteriores/inferiores Wachstum des Kondylus, anteriore/inferiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, posteriore/superiore Verlagerung des Kinns, anteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.5: Veränderung der Untersuchungsvariablen bei 17 *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimalen bedingt.

Variable	T2-T1			T3-T2			T3-T1			
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S	
Co/RLp (mm)	Sbü	-0,4	-2,16	*	+2,1	+7,40	***	+1,6	+4,26	**
Co/RL (mm)	Sbü	-1,3	-4,38	***	+0,2	+0,62	n.s.	-1,2	-2,84	*
Co/RLp (mm)	Ukü	+1,4	+4,39	**	+1,2	+2,11	*	+2,6	+4,47	***
Co/RL (mm)	Ukü	+2,7	+5,50	***	+7,7	+4,81	***	+10,4	+6,40	***
CoA/RLp (mm)	Ukü	+1,7	+4,88	***	-0,8	-1,35	n.s.	+0,9	+1,87	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+4,1	+12,78	***	+7,5	+4,72	***	+11,5	+7,71	***
Pg/RLp (mm)	Sbü	+1,8	+5,26	***	+2,2	+2,87	*	+4,0	+5,52	***
Pg/RL (mm)	Sbü	+4,1	+9,65	n.s.	+5,2	+4,14	***	+9,1	+8,23	***
RL (Grad)	Ukü	+0,1	+0,45	n.s.	-2,1	-3,43	**	-2,0	-3,47	**
NS/Pg (Grad)	Sbü	+0,5	+1,90	n.s.	+0,5	+1,39	n.s.	+1,0	+3,14	**

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung,
 *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

Plus(+) bedeutet: posteriore/superiore Verlagerung der Fossa, posteriores/superiores Wachstum des Kondylus, posteriore/superiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, anteriore/inferiore Verlagerung des Kinns, posteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

Minus(-) bedeutet: anteriore/inferiore Verlagerung der Fossa, anteriores/inferiores Wachstum des Kondylus, anteriore/inferiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, posteriore/superiore Verlagerung des Kinns, anteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.6: Veränderung der Untersuchungsvariablen bei 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimalen bedingt.

Variable	T2-T1			T3-T2			T3-T1		
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm) Sbü	-0,7	-2,41	*	+2,6	+6,59	***	+1,8	+5,39	***
Co/RL (mm) Sbü	-0,8	-2,44	*	-0,1	-0,11	n.s.	-0,8	+1,40	n.s.
Co/RLp (mm) Ukü	+2,3	+5,58	***	+4,3	+4,39	***	+6,6	+5,89	***
Co/RL (mm) Ukü	+1,8	+3,59	**	+6,8	+5,52	***	+8,5	+7,30	***
CoA/RLp (mm) Ukü	+2,9	+5,44	***	+1,9	+1,76	n.s.	+4,8	+3,87	**
CoA/RL (mm) Ukü	+2,6	+7,49	***	+6,7	+7,00	***	+9,3	+9,61	***
Pg/RLp (mm) Sbü	+2,1	+4,17	**	+1,7	+1,51	n.s.	+3,8	+2,96	*
Pg/RL (mm) Sbü	+3,7	+6,65	***	+7,6	+6,64	***	+11,3	+10,87	***
RL (Grad) Ukü	+0,8	+2,85	*	+0,4	+0,81	n.s.	+1,2	+2,93	*
NS/Pg (Grad) Sbü	+0,2	+0,76	n.s.	+1,4	+3,26	**	+1,6	+3,21	**

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung,
 *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

Plus(+) bedeutet: posteriore/superiore Verlagerung der Fossa, posteriores/superiores Wachstum des Kondylus, posteriore/superiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, anteriore/inferiore Verlagerung des Kinns, posteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

Minus(-) bedeutet: anteriore/inferiore Verlagerung der Fossa, anteriores/inferiores Wachstum des Kondylus, anteriore/inferiore "effektive" Kiefergelenksveränderungen, posteriore/superiore Verlagerung des Kinns, anteriore Rotation der Mandibula und der Fazialachse.

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.7: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 38 *normodivergenten* und 17 *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimales bedingt.

Variable		T1			T2			T3		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	-2,2	-2,93	**	-2,3	-2,87	*	-2,2	-2,63	*
Co/RL (mm)	Sbü	-5,4	-3,38	**	-4,8	-2,95	**	-5,3	-3,32	**
Co/RLp (mm)	Ukü	-2,2	-2,92	**	-1,8	-2,18	*	+0,5	+0,40	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	-5,4	-3,38	**	-5,1	-2,83	**	-6,1	-3,25	**
CoA/RLp (mm)	Ukü	-1,5	-1,88	n.s.	-0,9	-0,96	n.s.	+1,2	+1,06	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	-4,2	-2,65	*	-4,7	-2,66	*	-5,1	-2,71	**
Pg/RLp (mm)	Sbü	-0,4	-0,29	n.s.	+0,3	+0,21	n.s.	+0,0	+0,01	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	-0,6	-0,89	n.s.	-0,4	-0,39	n.s.	+2,1	+1,39	n.s.
RL (Grad)	Ukü	-	-	-	+0,0	+0,06	n.s.	+1,5	+2,22	*
NS/Pg (Grad)	Sbü	+4,1	+5,34	***	+3,7	+4,57	***	+4,3	+4,77	***

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.8: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 38 *normodivergenten* und 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable		T1			T2			T3		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,3	+0,31	n.s.	+0,4	+0,47	n.s.	+0,0	+0,07	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	+2,0	+1,69	n.s.	+2,1	+1,55	n.s.	+1,7	+1,28	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	+0,3	+0,31	n.s.	-0,2	-0,19	n.s.	-1,2	-0,75	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	+2,0	+1,69	n.s.	+3,2	+2,09	*	+3,2	+1,91	n.s.
CoA/RLp (mm)	Ukü	+0,7	+0,74	n.s.	+0,1	+0,09	n.s.	-0,5	-0,33	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+2,3	+1,85	n.s.	+3,2	+2,24	*	+3,6	+2,24	*
Pg/RLp (mm)	Sbü	+0,1	+0,01	n.s.	+0,3	+0,19	n.s.	+0,6	+0,27	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	-1,0	-1,24	n.s.	-1,0	-0,74	n.s.	-1,7	-1,12	n.s.
RL (Grad)	Ukü	-	-	-	-0,7	-2,19	*	-1,7	-3,39	**
NS/Pg (Grad)	Sbü	-5,4	-7,28	***	-5,4	-8,22	***	-5,7	-6,91	***

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.9: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 17 *hypodivergenten* und 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimales bedingt.

Variable		T1			T2			T3		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+2,5	+2,44	*	+2,8	+2,91	**	+2,6	+2,74	*
Co/RL (mm)	Sbü	+7,4	+4,55	***	+6,9	+3,91	***	+7,0	+4,25	***
Co/RLp (mm)	Ukü	+2,5	+2,44	*	+1,5	+1,23	n.s.	-1,6	-1,07	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	+7,4	+4,55	***	+8,3	+4,32	***	+9,2	+4,28	***
CoA/RLp (mm)	Ukü	+2,2	+2,03	n.s.	+1,0	+0,68	n.s.	-1,7	-0,99	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+6,5	+3,87	***	+7,9	+4,31	***	+8,7	+4,16	***
Pg/RLp (mm)	Sbü	+0,4	+0,20	n.s.	+0,1	+0,28	n.s.	+0,6	+0,23	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+0,7	+0,37	n.s.	+0,5	+0,22	n.s.	-1,9	-0,90	n.s.
RL (Grad)	Ukü	-	-	-	-0,7	-1,82	n.s.	-3,2	-4,52	***
NS/Pg (Grad)	Sbü	-9,5	-11,19	***	-9,1	-11,79	***	-10,0	-10,51	***

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.10: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 38 *normodivergenten* und 17 *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimales bedingt.

Variable		T2-T1			T3-T2			T3-T1		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	-0,2	-0,51	n.s.	-0,1	-0,33	n.s.	+0,0	+0,48	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	-0,6	-1,52	n.s.	-0,6	-1,48	n.s.	-0,0	-0,61	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	+0,4	+0,86	n.s.	-2,3	-2,69	**	+2,6	+2,98	**
Co/RL (mm)	Ukü	+0,2	+0,42	n.s.	-1,0	-0,56	n.s.	-0,7	-0,42	n.s.
CoA/RLp (mm)	Ukü	+0,6	+1,45	n.s.	-2,0	-2,43	*	+2,7	+3,55	***
CoA/RL (mm)	Ukü	-0,5	-1,14	n.s.	-0,3	-0,19	n.s.	-0,8	-0,51	n.s.
Pg/RLp (mm)	Sbü	+0,7	+1,46	n.s.	-0,3	-0,27	n.s.	+0,4	+0,47	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+0,3	+0,50	n.s.	-1,7	-1,23	n.s.	+1,5	+1,15	n.s.
RL (Grad)	Ukü	+0,0	+0,06	n.s.	+1,5	+2,08	*	+1,5	+2,22	*
NS/Pg (Grad)	Sbü	-0,4	-1,24	n.s.	+0,6	+1,64	n.s.	+0,2	+0,61	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.11: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 38 *normodivergenten* und 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimales bedingt.

Variable	T2-T1			T3-T2			T3-T1		
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm) Sbü	+0,1	+0,36	n.s.	+0,4	+0,74	n.s.	+0,2	+0,53	*
Co/RL (mm) Sbü	+0,0	+0,19	n.s.	-0,4	-0,73	n.s.	-0,4	-0,59	n.s.
Co/RLp (mm) Ukü	-0,5	-1,06	n.s.	-0,9	-0,79	n.s.	-1,5	-1,11	n.s.
Co/RL (mm) Ukü	+1,2	+1,89	*	+0,0	+0,00	n.s.	+1,2	+1,00	n.s.
CoA/RLp (mm) Ukü	-0,6	-0,97	n.s.	-0,7	-0,55	n.s.	-1,2	-0,91	n.s.
CoA/RL (mm) Ukü	+0,9	+1,92	n.s.	+0,5	+0,39	n.s.	+1,4	+1,15	n.s.
Pg/RLp (mm) Sbü	+0,4	+0,60	n.s.	+0,2	+0,20	n.s.	+0,6	+0,44	n.s.
Pg/RL (mm) Sbü	+0,1	+0,16	n.s.	-0,8	-0,61	n.s.	-0,7	-0,59	n.s.
RL (Grad) Ukü	-0,7	-2,18	*	-1,0	-1,76	n.s.	-1,7	-3,39	**
NS/Pg (Grad) Sbü	+0,0	+0,23	n.s.	+0,3	+0,62	n.s.	+0,3	+0,68	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5. ERGEBNISSE

Tabelle 5.12: Unterschied der Untersuchungsvariablen zwischen den 17 *hypodivergenten* und 13 *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimales bedingt.

Variable		T2-T1			T3-T2			T3-T1		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,3	+0,80	n.s.	-0,2	-0,49	n.s.	+0,1	+0,35	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	-0,5	-1,12	n.s.	+0,1	+0,19	n.s.	-0,4	-0,57	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	-0,9	-1,64	n.s.	-3,1	-2,87	**	-4,1	-3,22	**
Co/RL (mm)	Ukü	+0,9	+1,35	n.s.	+0,9	+0,49	n.s.	+1,9	+0,96	n.s.
CoA/RLp (mm)	Ukü	-1,2	-1,87	n.s.	-2,7	-2,19	*	-3,9	-2,93	**
CoA/RL (mm)	Ukü	+1,4	+3,00	**	+0,8	+0,43	n.s.	+2,2	+1,24	n.s.
Pg/RLp (mm)	Sbü	-0,3	-0,52	n.s.	+0,5	+0,38	n.s.	+0,2	+0,12	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	-0,3	-0,49	n.s.	-2,6	-1,54	n.s.	-2,2	-1,46	n.s.
RL (Grad)	Ukü	-0,7	-1,82	n.s.	-2,5	-3,24	**	-3,2	-4,52	***
NS/Pg (Grad)	Sbü	+0,3	+0,83	n.s.	-0,9	-1,73	n.s.	-0,6	-1,00	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

*** entspricht $p < 0,001$

** entspricht $p < 0,01$

* entspricht $p < 0,05$

n.s. entspricht $p \geq 0,05$

5.1 Fossaverlagerung

Gemessen wurde die Verlagerung des Co-Punktes nach Schädelbasisüberlagerung der Röntgenbilder.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 0,6mm ($p < 0,05$) nach anterior und 0,8mm ($p < 0,01$) nach inferior (Tab.5.4, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 15 (39%) von den 38 Probanden nach anterior und bei fünf (13%) nach posterior (Abb.5.2). Bei 16 (42%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei sechs (16%) nach superior (Abb.5.3).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 2,2mm ($p < 0,001$) nach posterior und 0,4mm (n.s.) nach inferior (Tab.5.4, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 30 (79%) von den 38 Probanden nach posterior und bei keinen nach anterior (Abb.5.2). Bei 10 (26%) Probanden verlagerte sich nach inferior und bei sieben (18%) nach superior (Abb.5.3).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,6mm nach posterior ($p < 0,001$) und 1,1mm nach inferior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei zwei (5%) von den 38 Probanden nach anterior und bei 27 (71%) nach posterior (Abb.5.2). Bei 21 (55%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei zwei (5%) nach superior (Abb.5.3).

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 0,4mm ($p < 0,05$) nach anterior und 1,3mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei fünf (29%) der 17 Probanden nach anterior und bei keinem nach posterior (Abb.5.4). Bei 12 (71%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei keinem nach superior (Abb.5.5).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 2,1mm ($p < 0,001$) nach posterior und 0,2mm (n.s.) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 11 (65%) der 17 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.4). Bei einem (6%) Proband verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei einem (6%) nach superior (Abb.5.5).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,6mm ($p < 0,01$) nach posterior und 1,2mm ($p < 0,05$) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei neun (53%) der 17 Probanden nach posterior und bei einem (6%) nach anterior (Abb.5.4). Bei sechs (35%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei zwei (12%) nach superior (Abb.5.5).

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 0,7mm ($p < 0,05$) nach anterior und 0,8mm ($p < 0,05$) nach inferior (Tab.5.6, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte

5. ERGEBNISSE

sich der Co-Punkt bei fünf (38%) der 13 Probanden nach anterior und bei einem (8%) nach posterior (Abb.5.6). Bei sechs (46%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei einem (8%) nach superior (Abb.5.7).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 2,6mm ($p < 0,001$) nach posterior und um 0,1mm (n.s.) nach inferior (Tab.5.6, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 10 (76,92%) der 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.6). Bei fünf (38,46%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei drei (23,08%) nach superior (Abb.5.7).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,8mm ($p < 0,001$) nach posterior und um 0,8mm (n.s.) nach inferior (Tab.5.6, Abb.5.1). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 11 (85%) der 13 Probanden nach posterior und bei einem (8%) nach anterior (Abb.5.6). Bei sieben (54%) Probanden verlagerte sich nach inferior und bei drei (23%) nach superior (Abb.5.7).

Gruppenvergleich

Es gab keine signifikante Unterschiede zwischen den drei Gesichtstypgruppen bezüglich der Richtung und dem Ausmass der Fossaverlagerung während der drei Untersuchungsperioden (Tab.5.10 - 5.12).

5. ERGEBNISSE

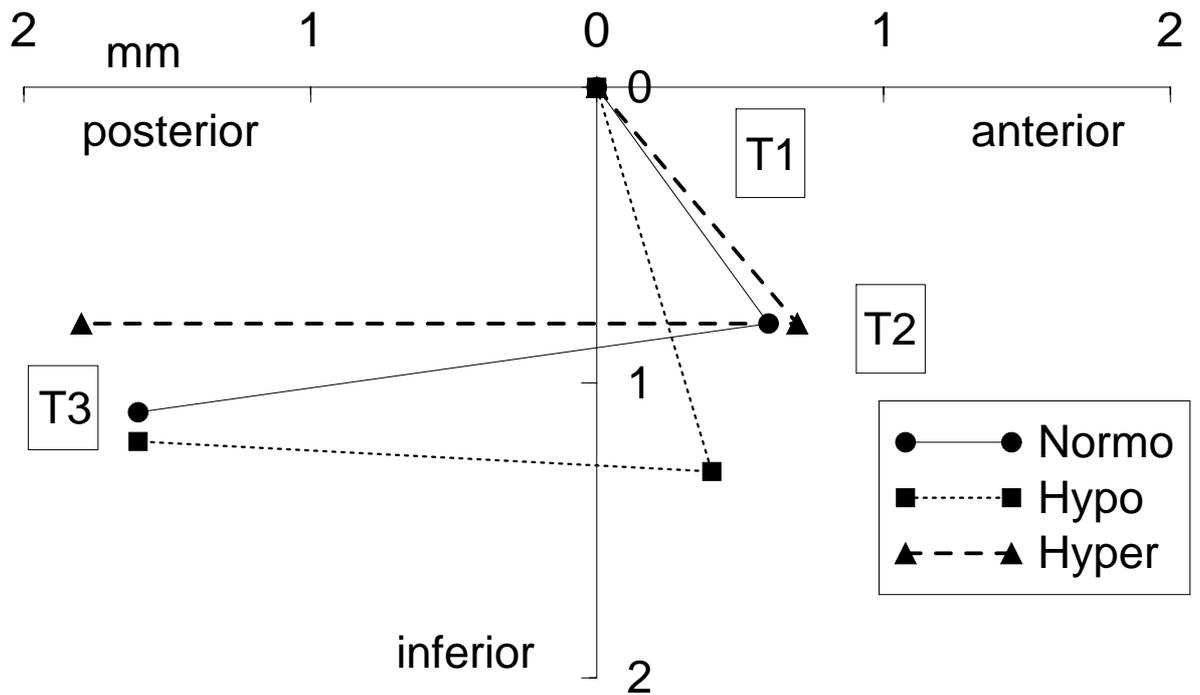


Abbildung 5.1: **Fossaverlagerung**. Durchschnittliche Veränderung des Co-Punktes bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

5. ERGEBNISSE

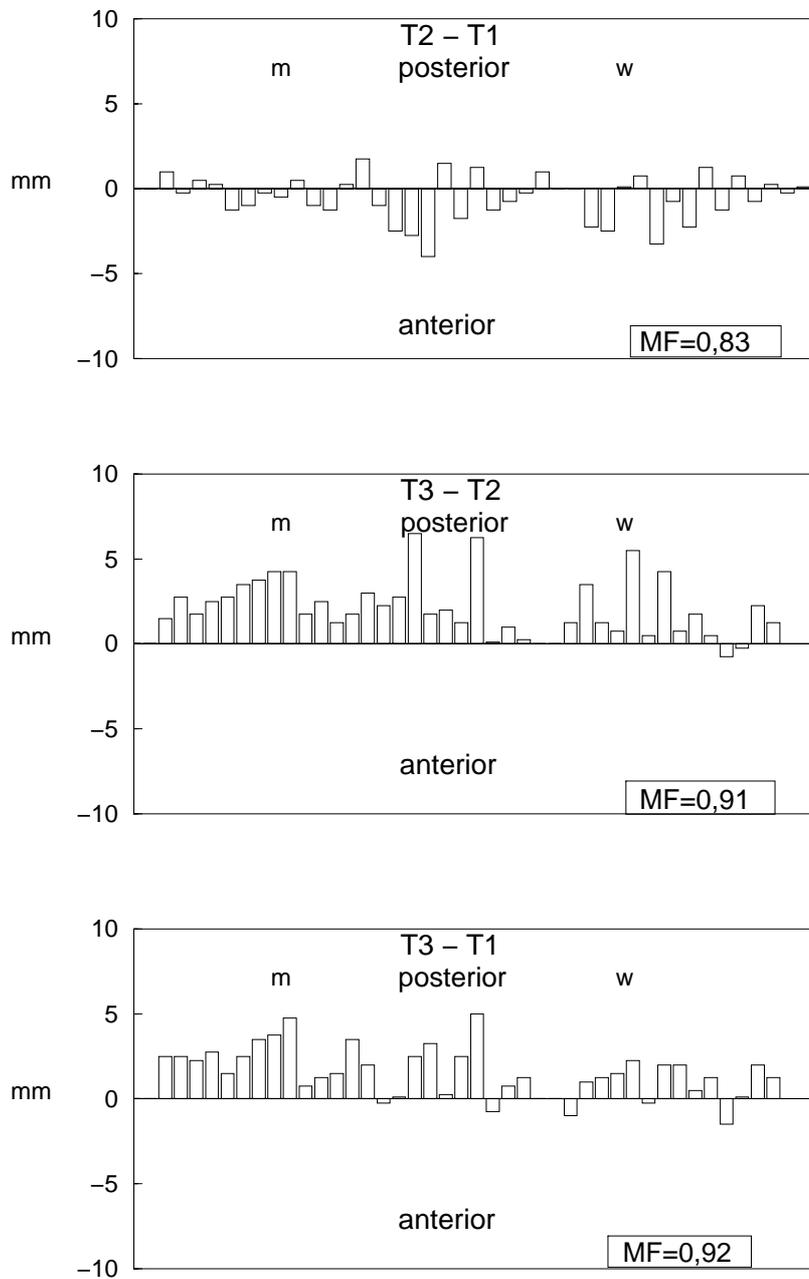


Abbildung 5.2: **Fossaverlagerung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **männlichen** und 14 **weiblichen**) während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

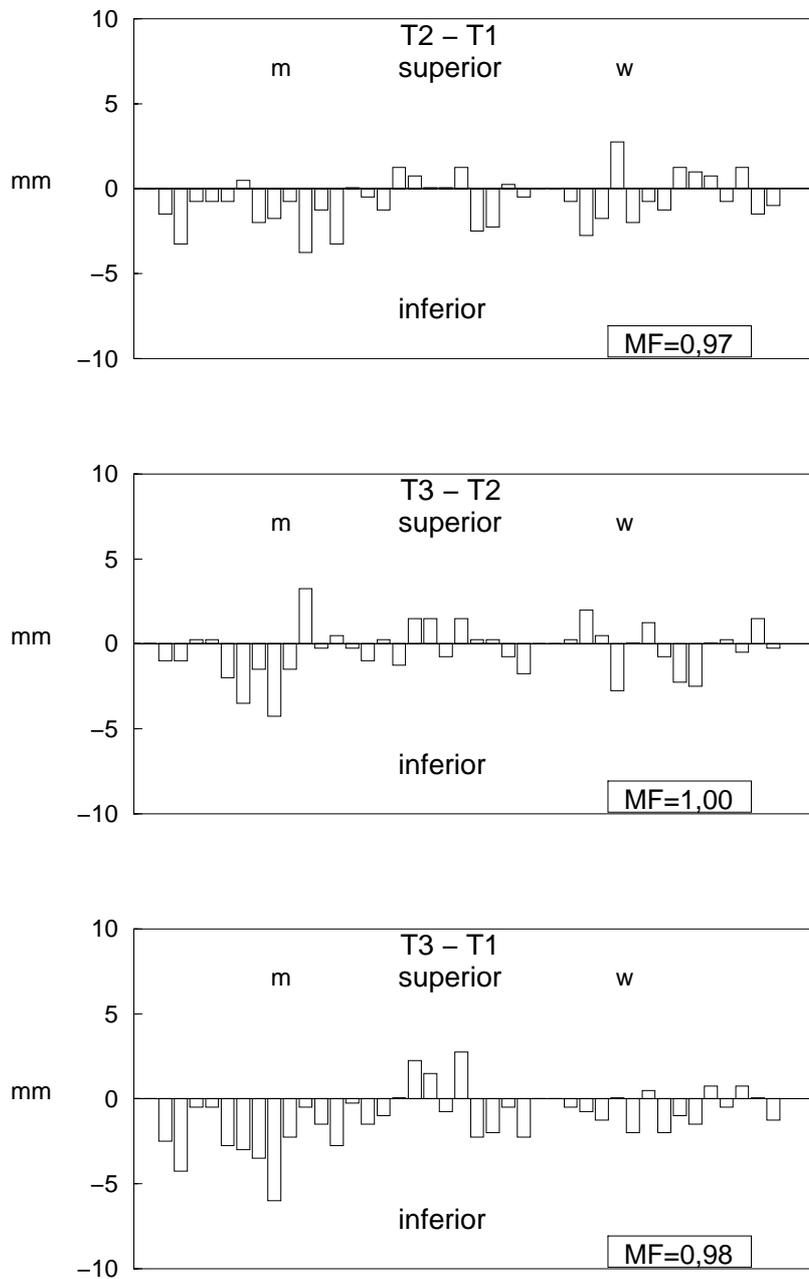


Abbildung 5.3: **Fossaverlagerung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RL) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **m**ännlichen und 14 **w**eiblichen) während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

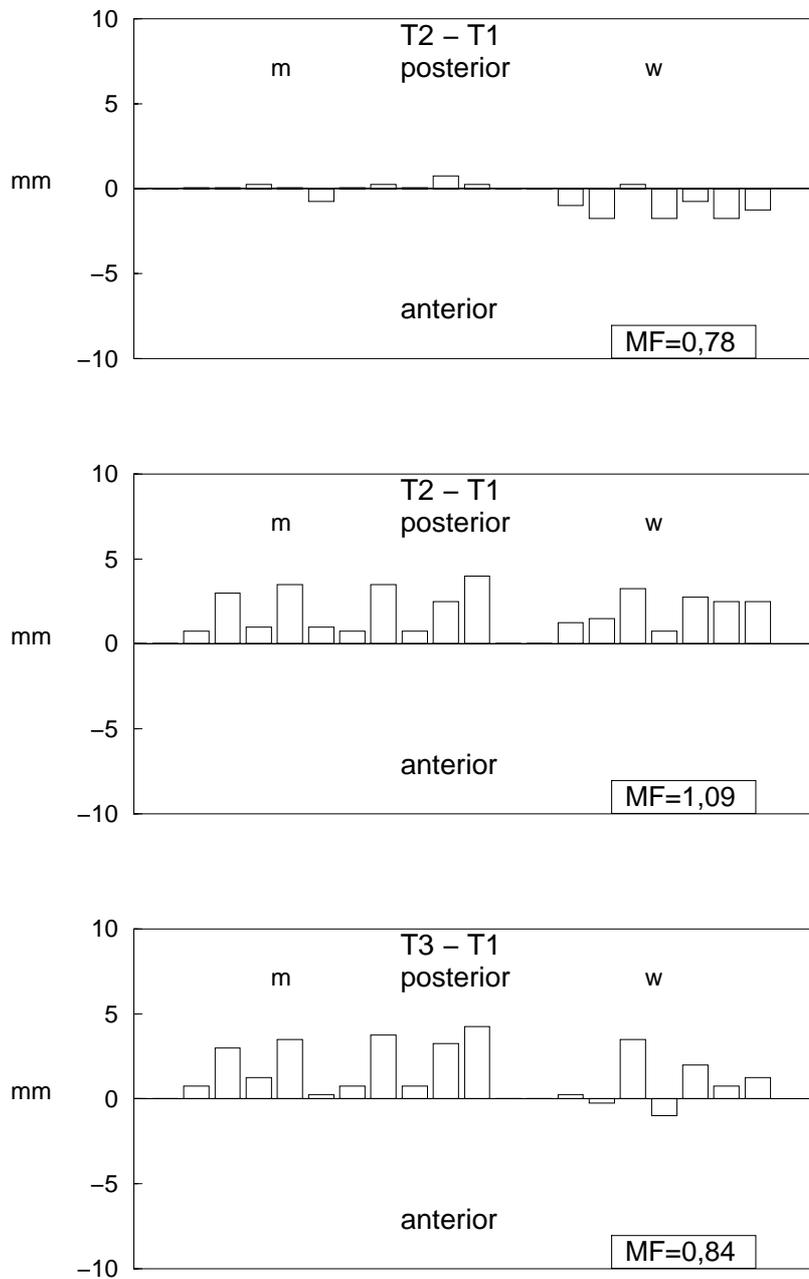


Abbildung 5.4: **Fossaverlagerung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

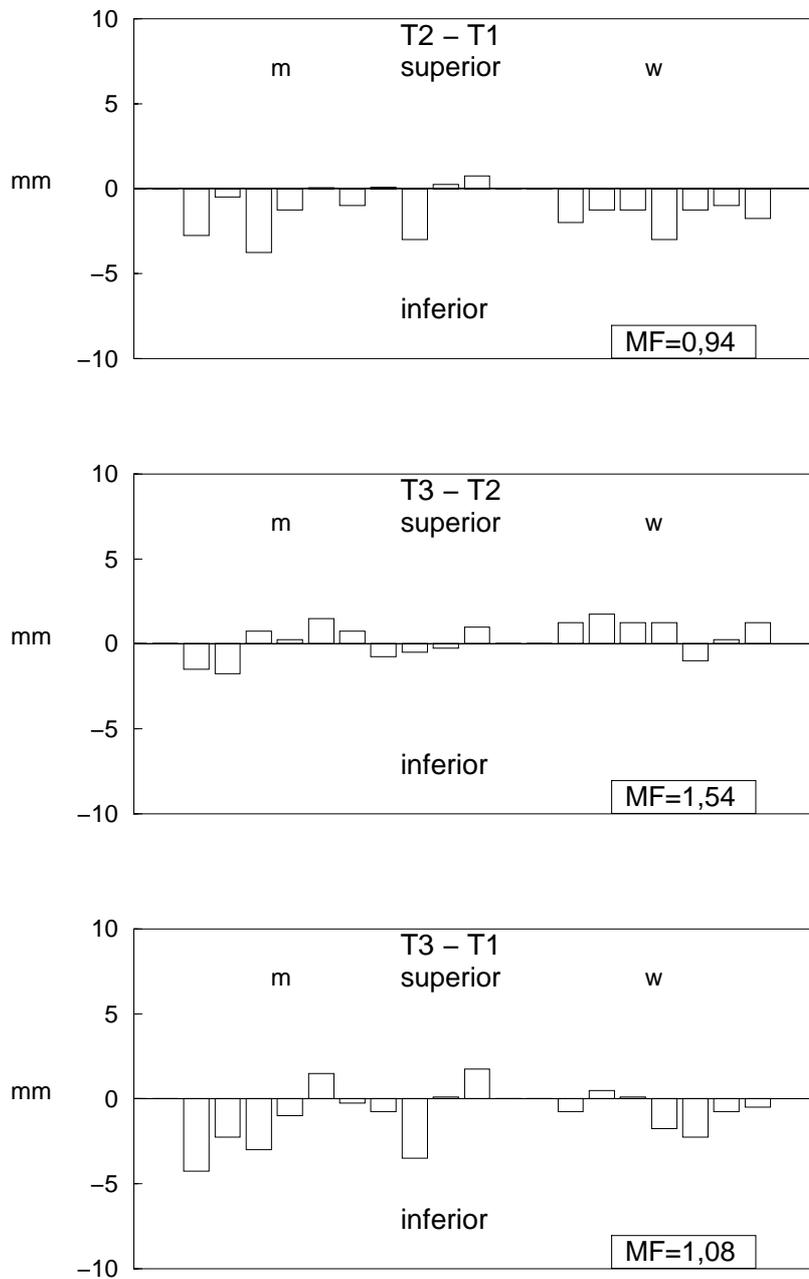


Abbildung 5.5: **Fossaverlagerung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RL) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) während der unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

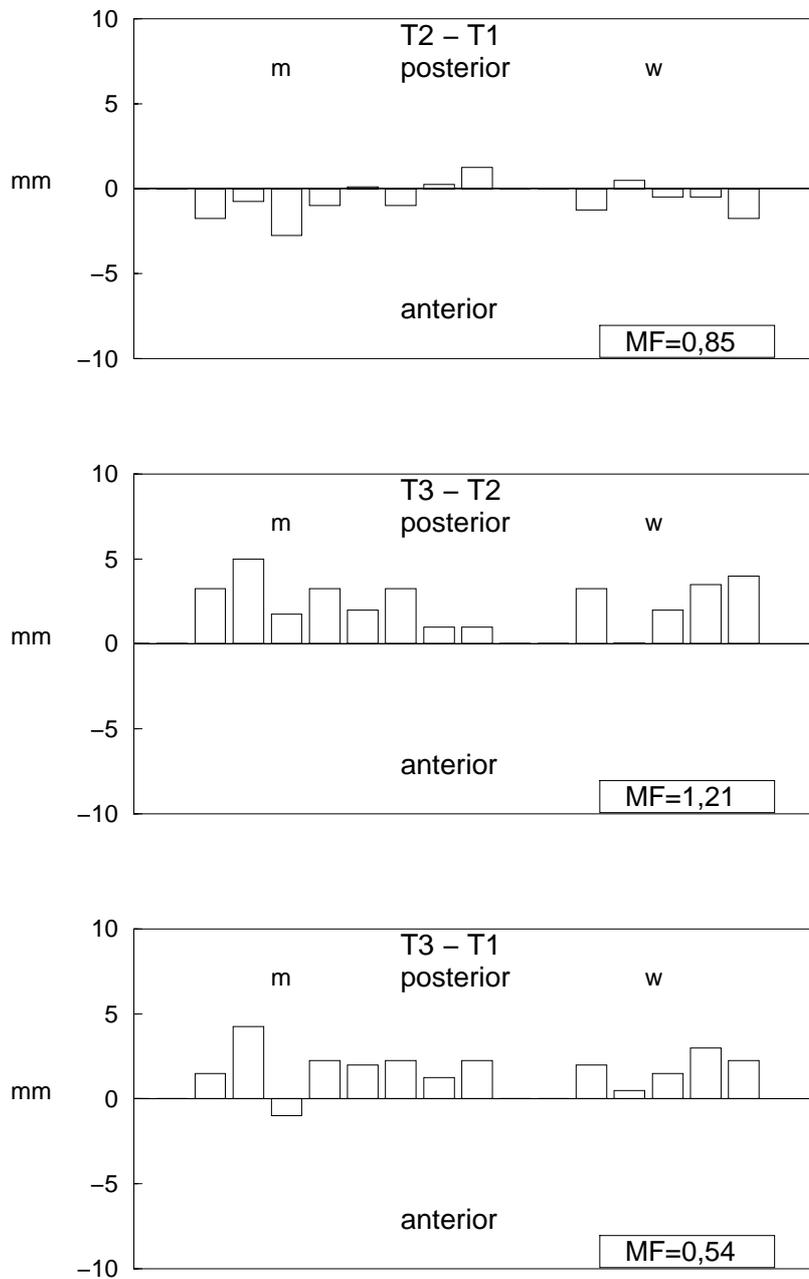


Abbildung 5.6: **Fossaverlagerung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

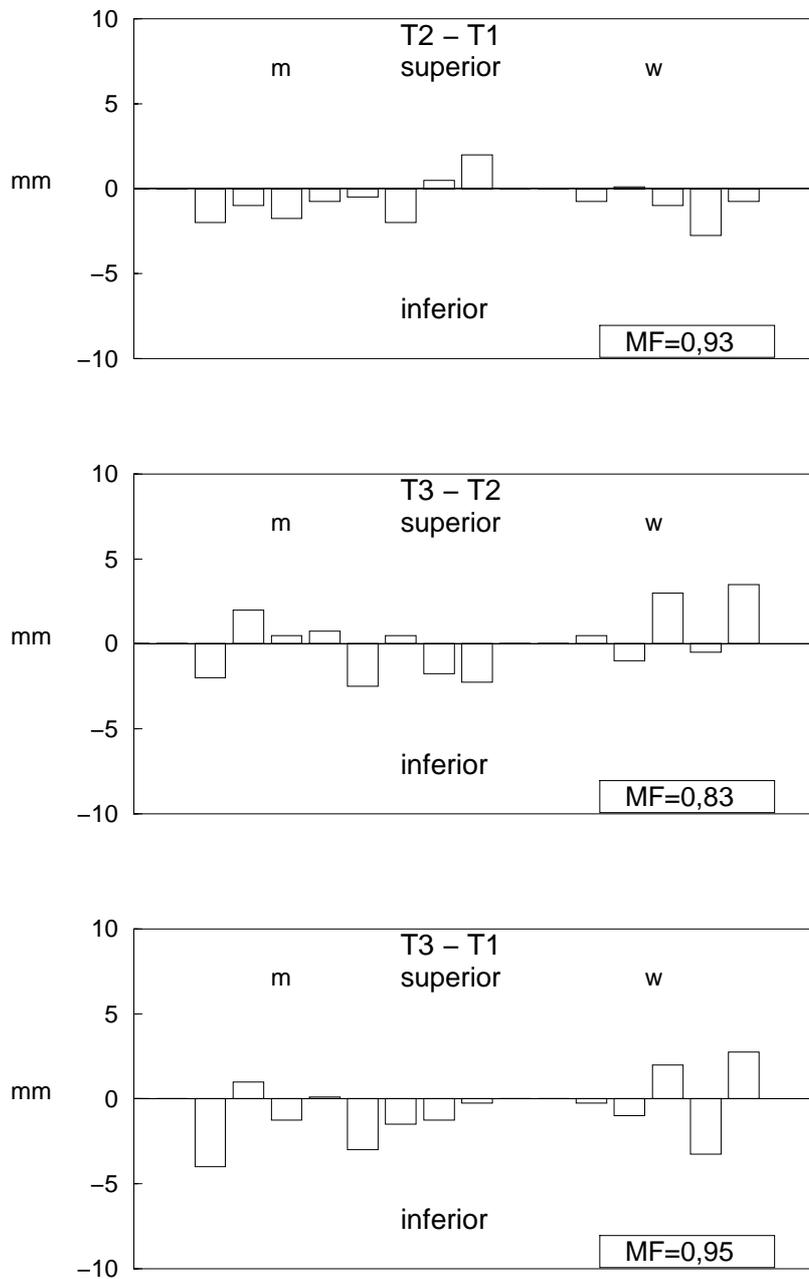


Abbildung 5.7: **Fossaverlagerung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RL) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **m**ännlichen und 5 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5.2 Kondyluswachstum

Gemessen wurde die Verlagerung des Co-Punktes nach Unterkieferüberlagerung der Röntgenbilder.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,8mm ($p < 0,001$) nach posterior und 2,9mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.4, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 24 (63%) von den 38 Probanden nach posterior und bei einem (3%) nach anterior (Abb.5.9). Bei 31 (82%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.10).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um 3,4mm ($p < 0,001$) nach posterior und 6,8mm nach superior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 24 (63%) von den 38 Probanden nach posterior und bei zwei (5%) nach anterior (Abb.5.9). Bei 31 (82%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.10).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 5,2mm nach posterior ($p < 0,001$) und 9,7mm nach superior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 30 (79%) von den 38 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.9). Bei 37 (97%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.10).

5. ERGEBNISSE

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,4mm ($p < 0,001$) nach posterior und 2,7mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 12 (71%) der 17 Probanden nach posterior und bei einem (6%) nach anterior (Abb.5.11). Bei 14 (82%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.12).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 1,2mm ($p < 0,05$) nach posterior und 7,7mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei acht (47%) der 17 Probanden nach posterior und bei vier (24%) nach anterior (Abb.5.11). Bei 15 (88%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.12).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 2,6mm ($p < 0,001$) nach posterior und 10,4mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 10 (59%) der 17 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.11). Bei alle 17 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.12)

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 2,3mm ($p < 0,001$) nach posterior und 1,8mm ($p < 0,01$)

5. ERGEBNISSE

nach superior (Tab.5.6, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 12 (92%) der 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.13). Bei acht (62%) Probanden verlagerte sich der Co-Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.14).

Während des Nachuntersuchungszeitraums, T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 4,3mm ($p < 0,001$) nach posterior und 6,8mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.6, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei 11 (85%) der 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.13). Bei 11 (85%) Probanden verlagerte sich der Co-Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.14).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums, T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Co-Punkt um durchschnittlich 6,6mm ($p < 0,001$) nach posterior und 8,5mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.6, Abb.5.8). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Co-Punkt bei allen 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.13). Bei allen 13 Probanden verlagerte sich der Co-Punkt nach superior (Abb.5.14).

Gruppenvergleich

Während der Behandlung hat sich der Co-Punkt bei allen Gruppen nach posterior und superior verlagert. Lediglich bei den normodivergenten Probanden verlagerte sich der Punkt mehr nach superior als bei den hyperdivergenten ($p > 0,05$) (Tab.5.11). Nach der Behandlung verlagerte sich der Co-Punkt bei allen Gruppen weiter nach superior und posterior.

Während und nach der Behandlung verlagerte sich der Co-Punkt bei den Hyperdivergenten mehr nach posterior als bei den Hypodivergenten ($p < 0,01$) (Tab.5.12).

5. ERGEBNISSE

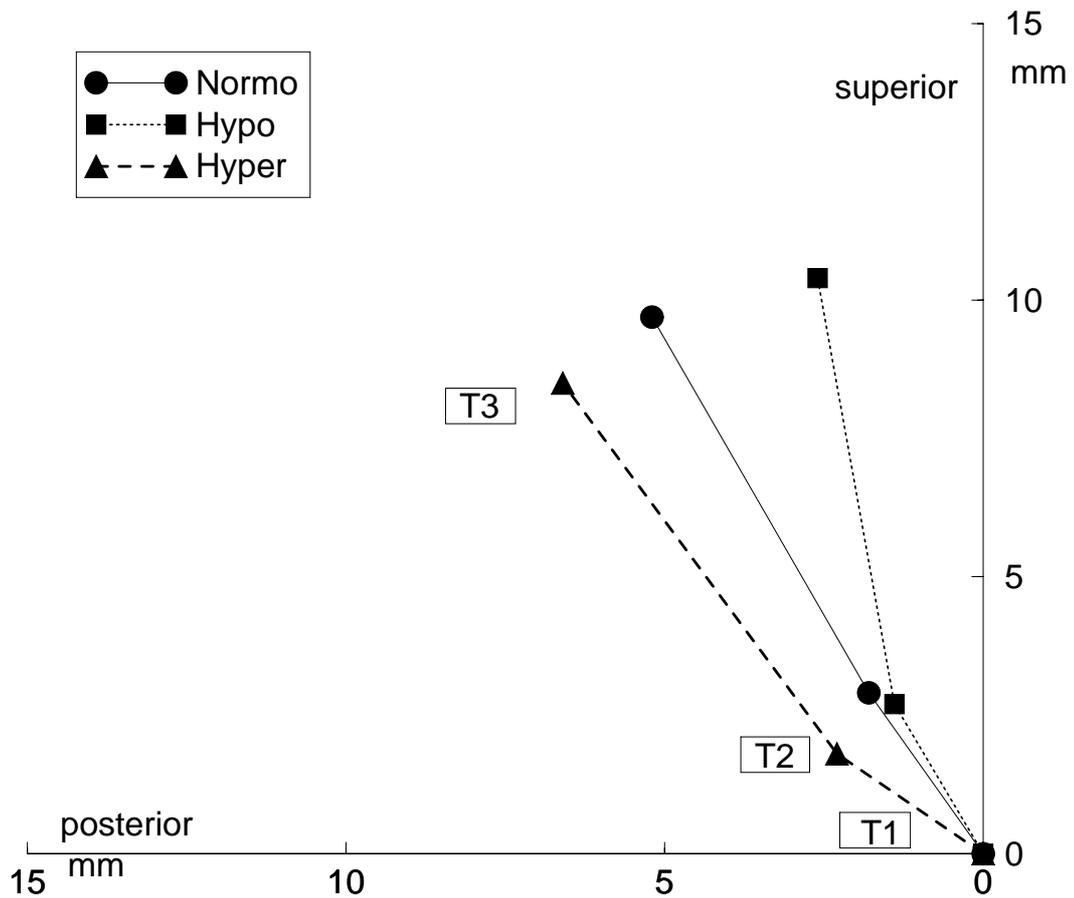


Abbildung 5.8: **Kondyluswachstum**. Durchschnittliche Veränderung des Co-Punktes bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung

5. ERGEBNISSE

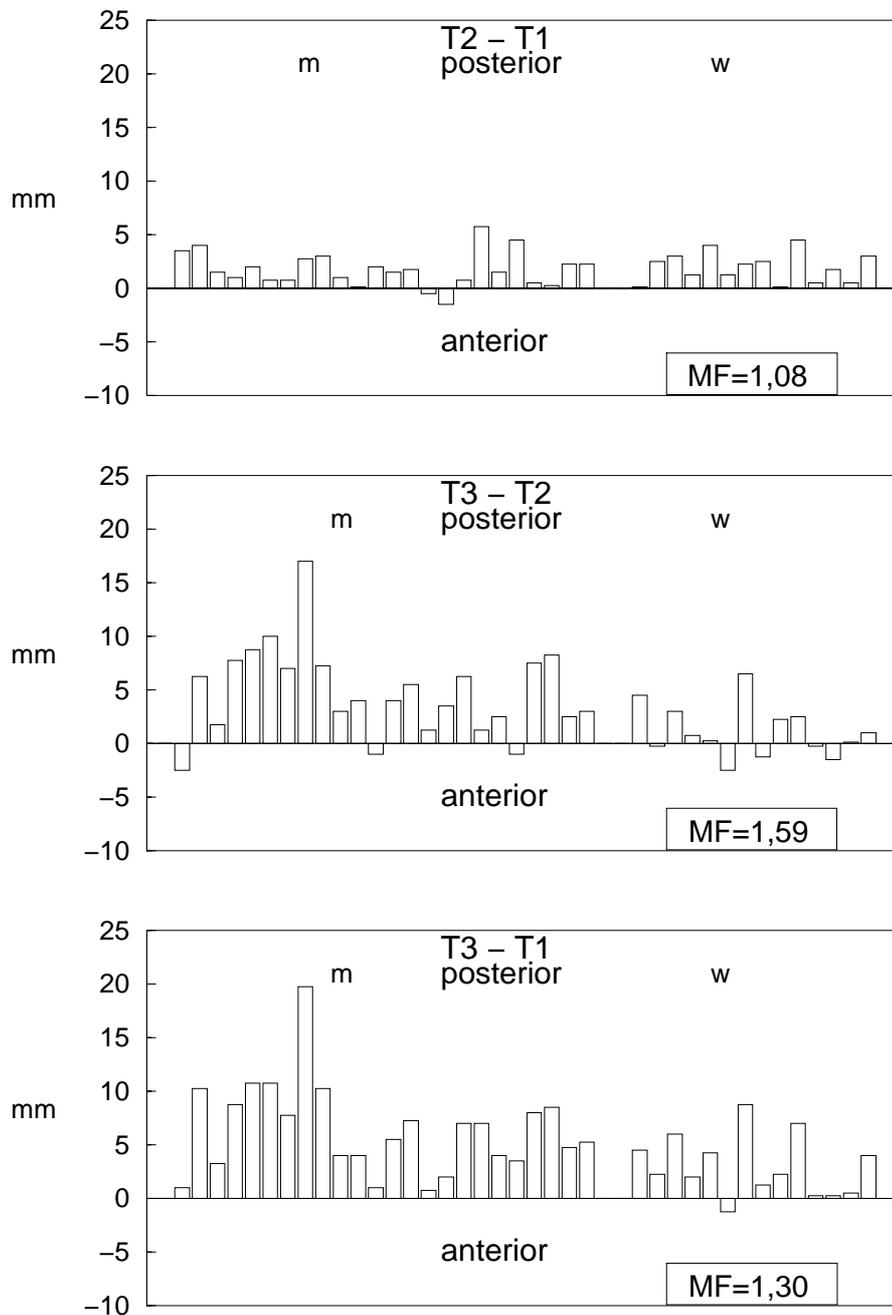


Abbildung 5.9: **Kondyluswachstum**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **m**ännlichen und 14 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

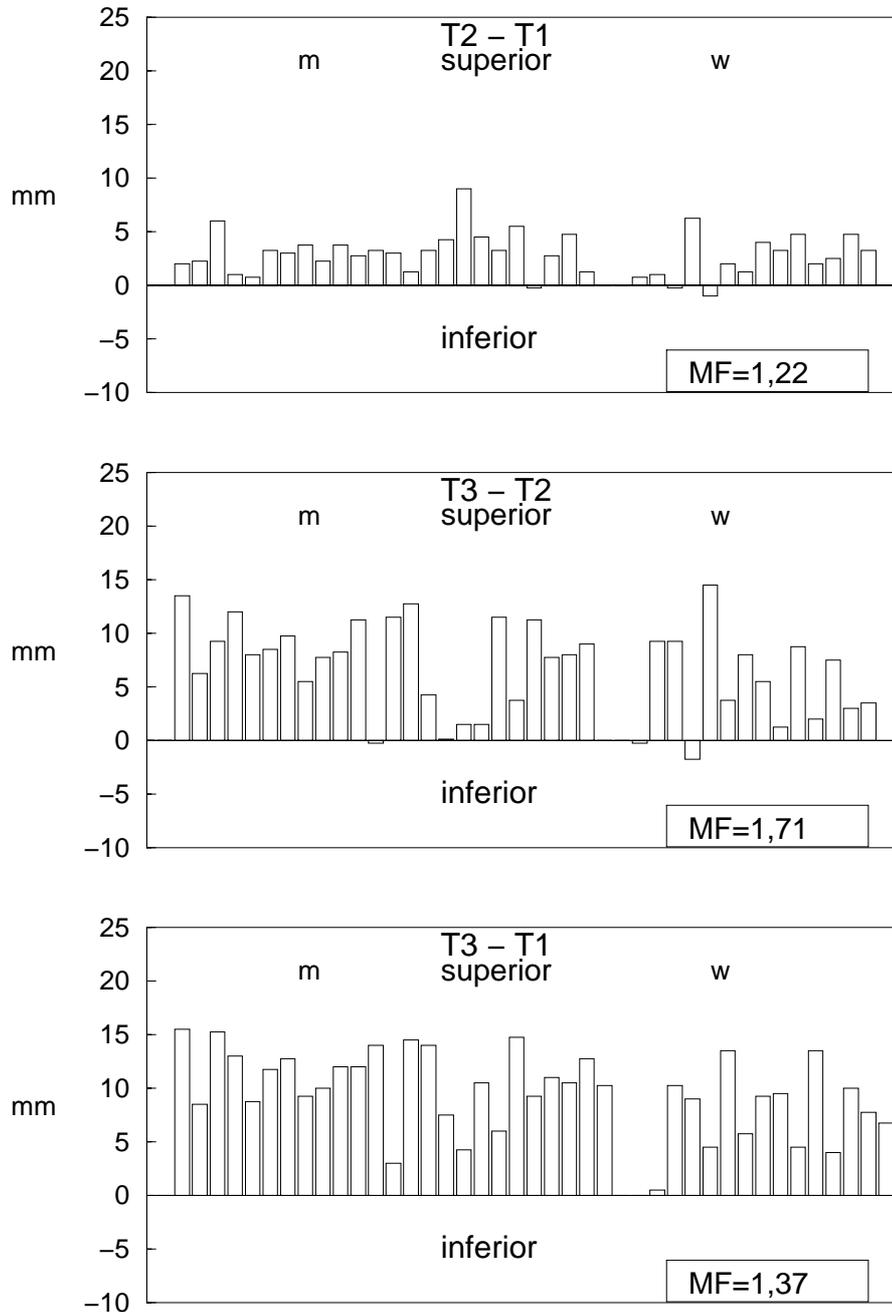


Abbildung 5.10: **Kondyluswachstum**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **männlichen** und 14 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

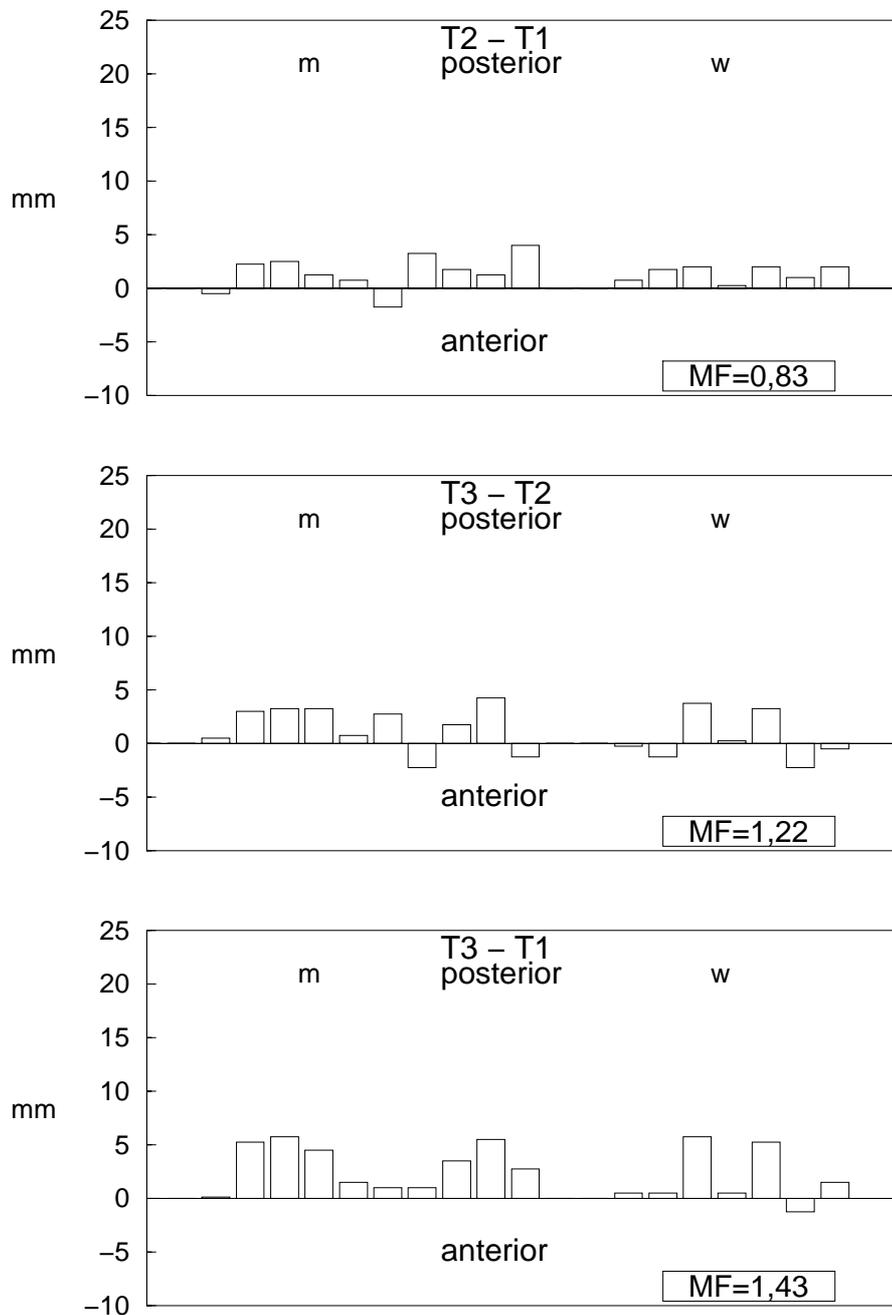


Abbildung 5.11: **Kondyluswachstum**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

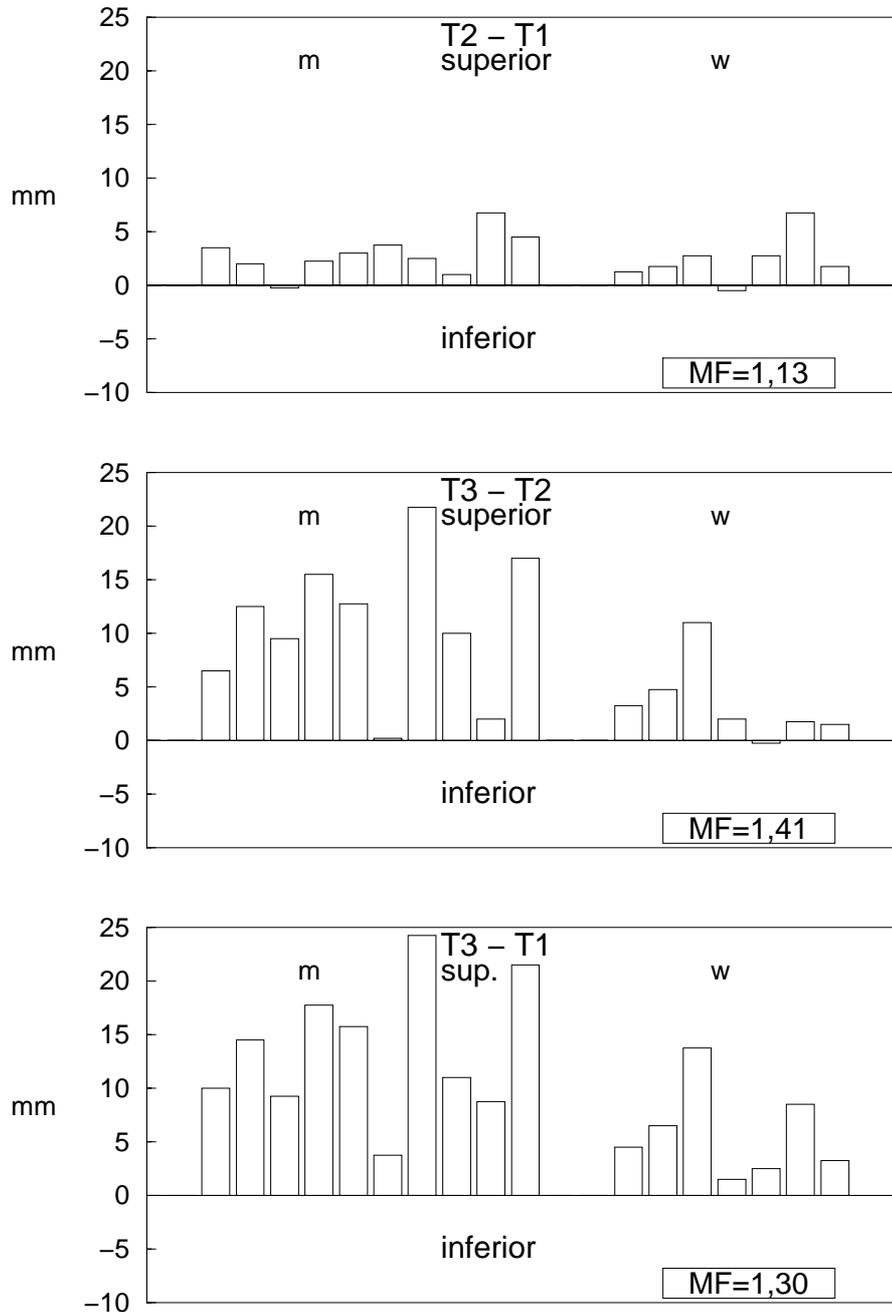


Abbildung 5.12: **Kondyluswachstum**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RL) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **männlichen** und 7 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

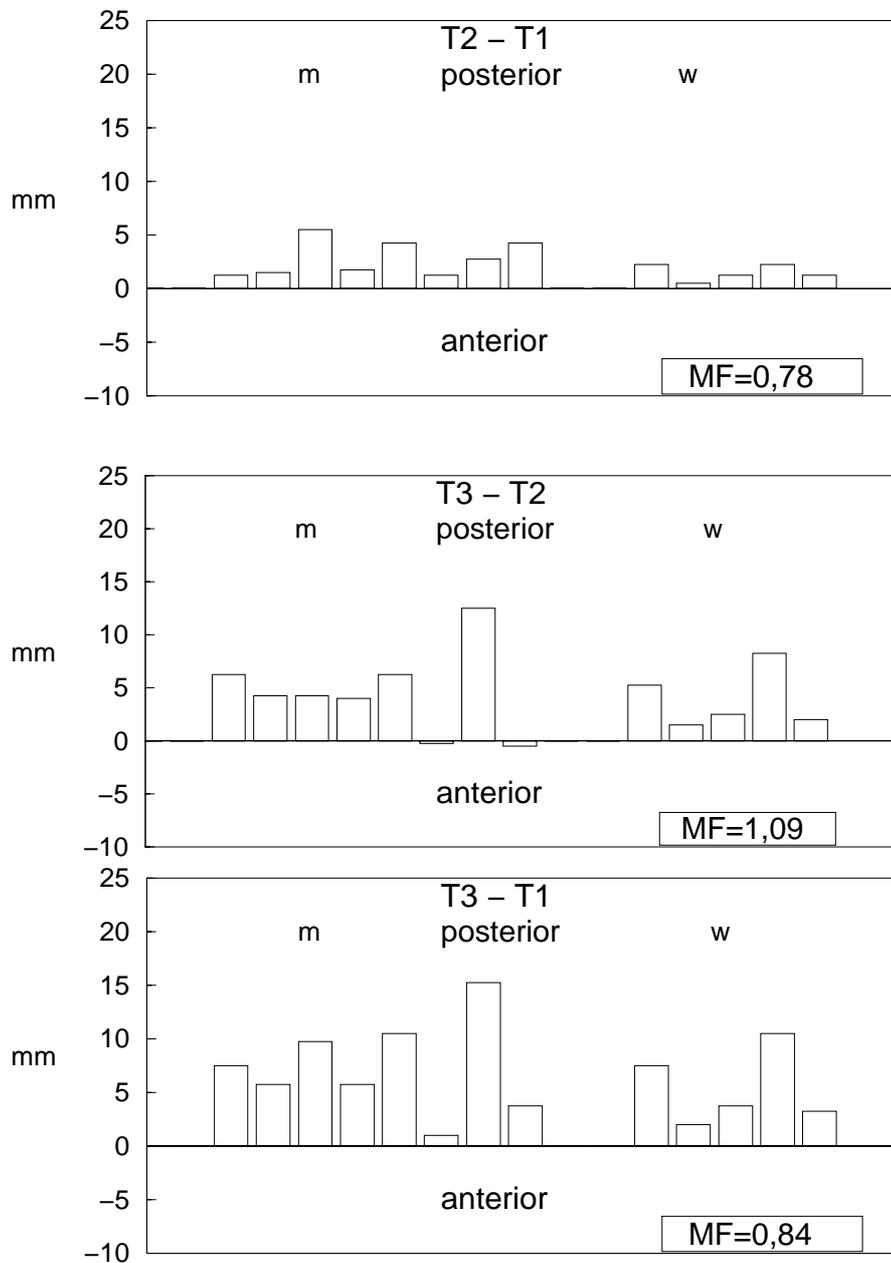


Abbildung 5.13: **Kondyluswachstum**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RLp) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

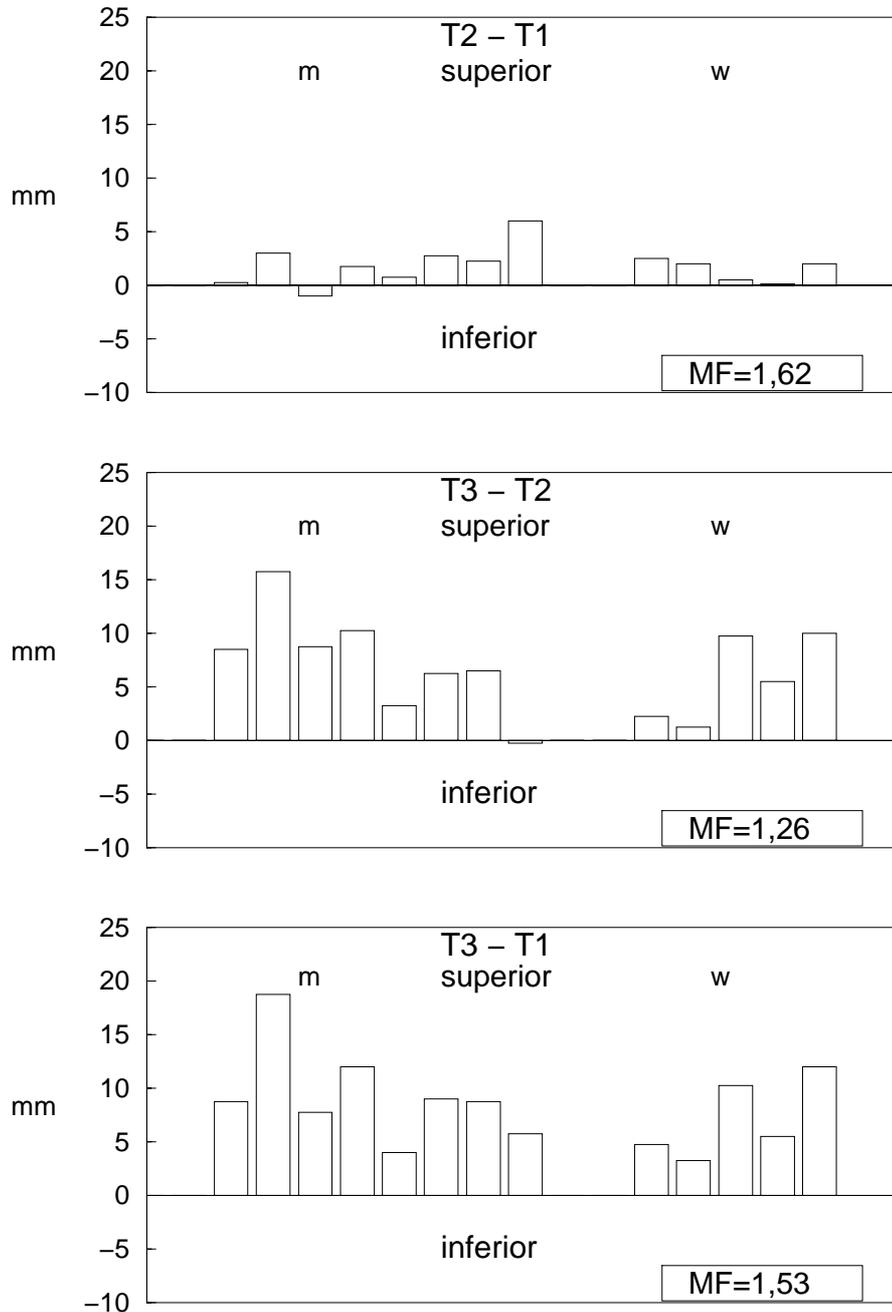


Abbildung 5.14: **Kondyluswachstum**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Co-Punktes (Co/RL) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5.3 “Effektive” Kiefergelenksveränderungen

Gemessen wurde die Verlagerung des CoA-Punktes nach Unterkieferüberlagerung der Röntgenbilder.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 2,3mm ($p < 0,001$) nach posterior und 3,5mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.4, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 33 (87%) von den 38 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.16). Bei 34 (89%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.17).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 1,2mm ($p < 0,05$) nach posterior und 7,2mm nach superior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 16 (42%) von den 38 Probanden nach posterior und bei acht (21%) nach anterior (Abb.5.16). Bei 35 (92%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.17).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 3,6mm nach posterior ($p < 0,001$) und 10,7mm nach superior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 29 (76%) von den 38 Probanden nach posterior und bei zwei (5%) nach anterior (Abb.5.16). Bei 37 (97,37%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.17).

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 1,7mm ($p < 0,001$) nach posterior und 4,1mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 14 (82%) der 17 Probanden nach posterior und bei zwei (12%) nach anterior (Abb.5.18). Bei allen 17 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.19).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt nicht signifikant nach anterior und um durchschnittlich 7,5mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei drei (18%) der 17 Probanden nach posterior und bei sechs (35%) nach anterior (Abb.5.18). Bei 13 (76%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior und bei keinem nach inferior (Abb.5.19).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt nicht signifikant nach posterior und um durchschnittlich 11,5mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.5, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei sieben (41%) der 17 Probanden nach posterior und bei drei (18%) nach anterior (Abb.5.18). Bei allen 17 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.19).

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 2,9mm ($p < 0,001$) nach posterior und 2,6mm ($p < 0,001$)

5. ERGEBNISSE

nach superior (Tab.5.6, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 12 (92%) der 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.20). Bei alle 13 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.21).

Während des Nachuntersuchungszeitraums, T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt nicht signifikant nach posterior und um durchschnittlich 6,7mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.6, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei sieben (54%) der 13 Probanden nach posterior und bei drei (23%) nach anterior (Abb.5.20). Bei allen 13 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.21).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums, T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der CoA-Punkt um durchschnittlich 4,8mm ($p < 0,01$) nach posterior und 9,3mm ($p < 0,001$) nach superior (Tab.5.6, Abb.5.15). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der CoA-Punkt bei 11 (85%) der 13 Probanden nach posterior und bei einem (8%) nach anterior (Abb.5.20). Bei allen 13 Probanden verlagerte sich der Punkt nach superior (Abb.5.21).

Gruppenvergleich

Während der Behandlung verlagerte sich der CoA-Punkt bei allen Gruppen nach posterior und superior. Lediglich bei den Hypodivergenten verlagerte sich der Punkt mehr nach superior als bei den Hyperdivergenten ($p < 0,01$) (Tab.5.12). Nach der Behandlung verlagerte sich der CoA-Punkt weiter nach posterior und superior. Während und nach der Behandlung verlagerte sich der CoA-Punkt bei den Hyperdivergenten mehr nach posterior als bei den Hypodivergenten (T2-T1: n.s., T3-T2: $p < 0,05$, T3-T1: $p < 0,01$) (Tab.5.12) und bei den Normodivergenten (n.s.) (Tab.5.11).

5. ERGEBNISSE

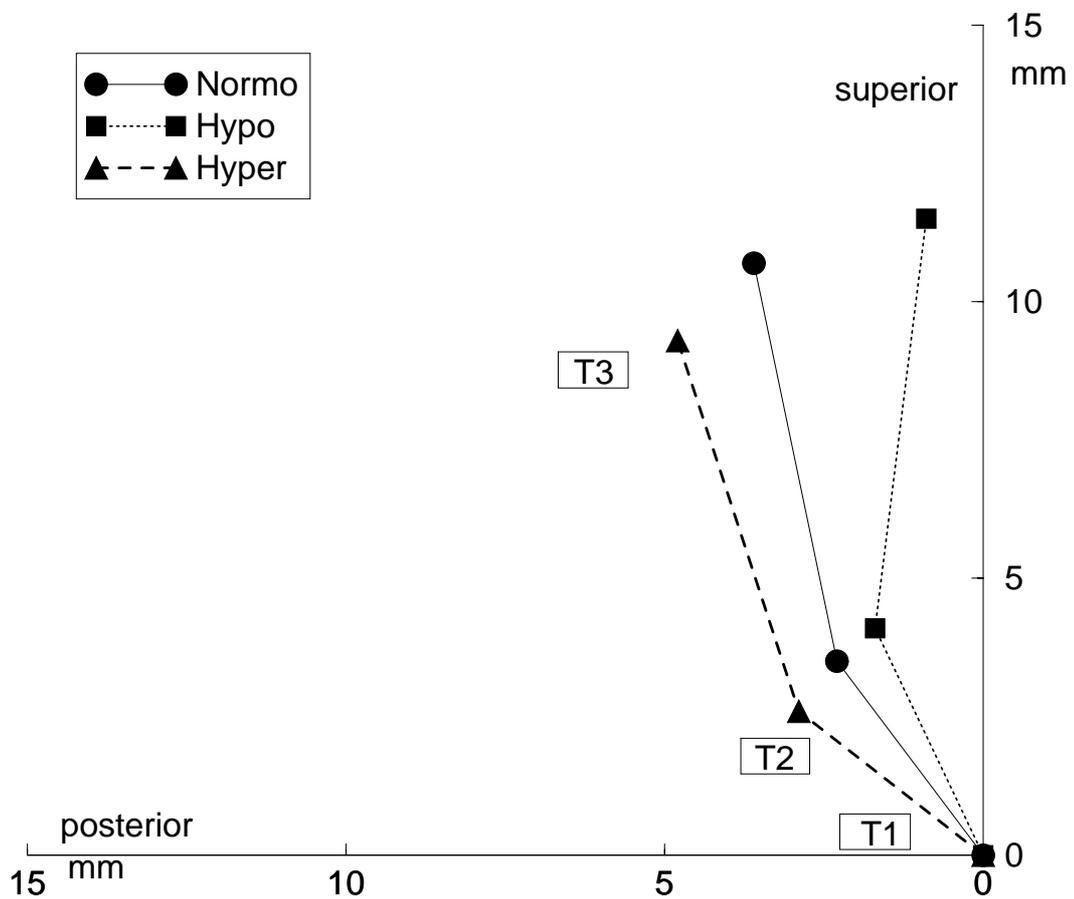


Abbildung 5.15: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Durchschnittliche Veränderung des CoA-Punktes bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung

5. ERGEBNISSE

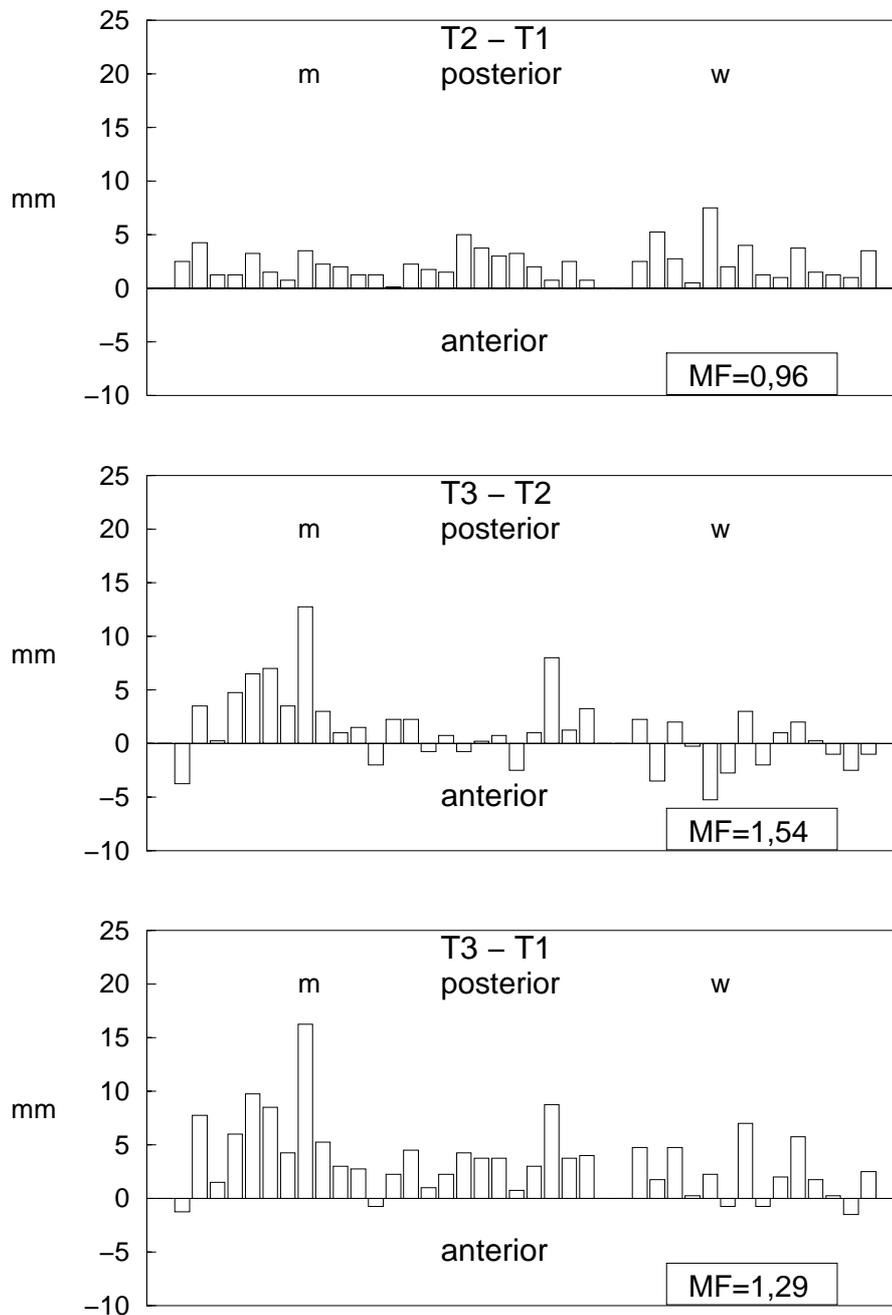


Abbildung 5.16: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **horizontale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RLp) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **männlichen** und 14 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

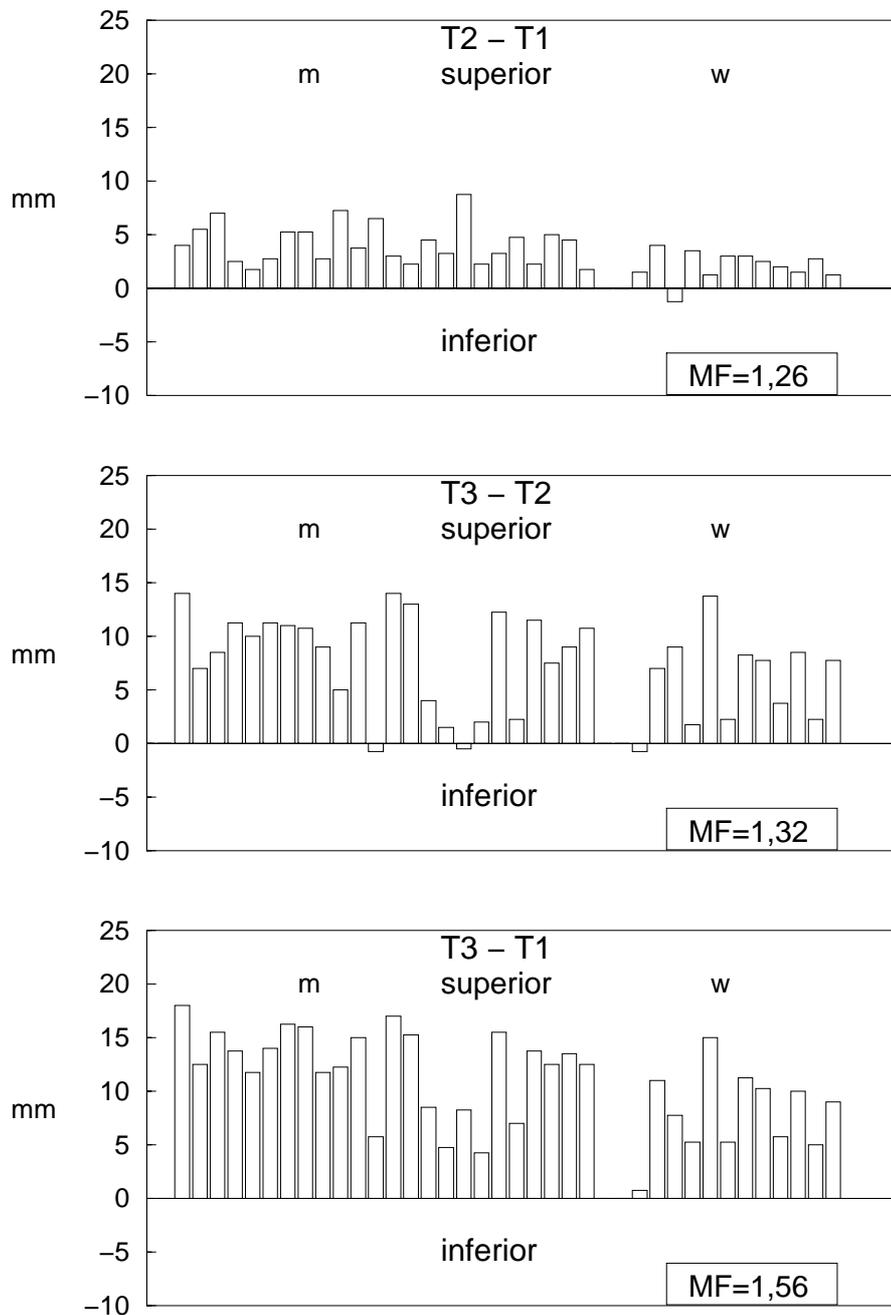


Abbildung 5.17: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **vertikale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RL) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **männlichen** und 14 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

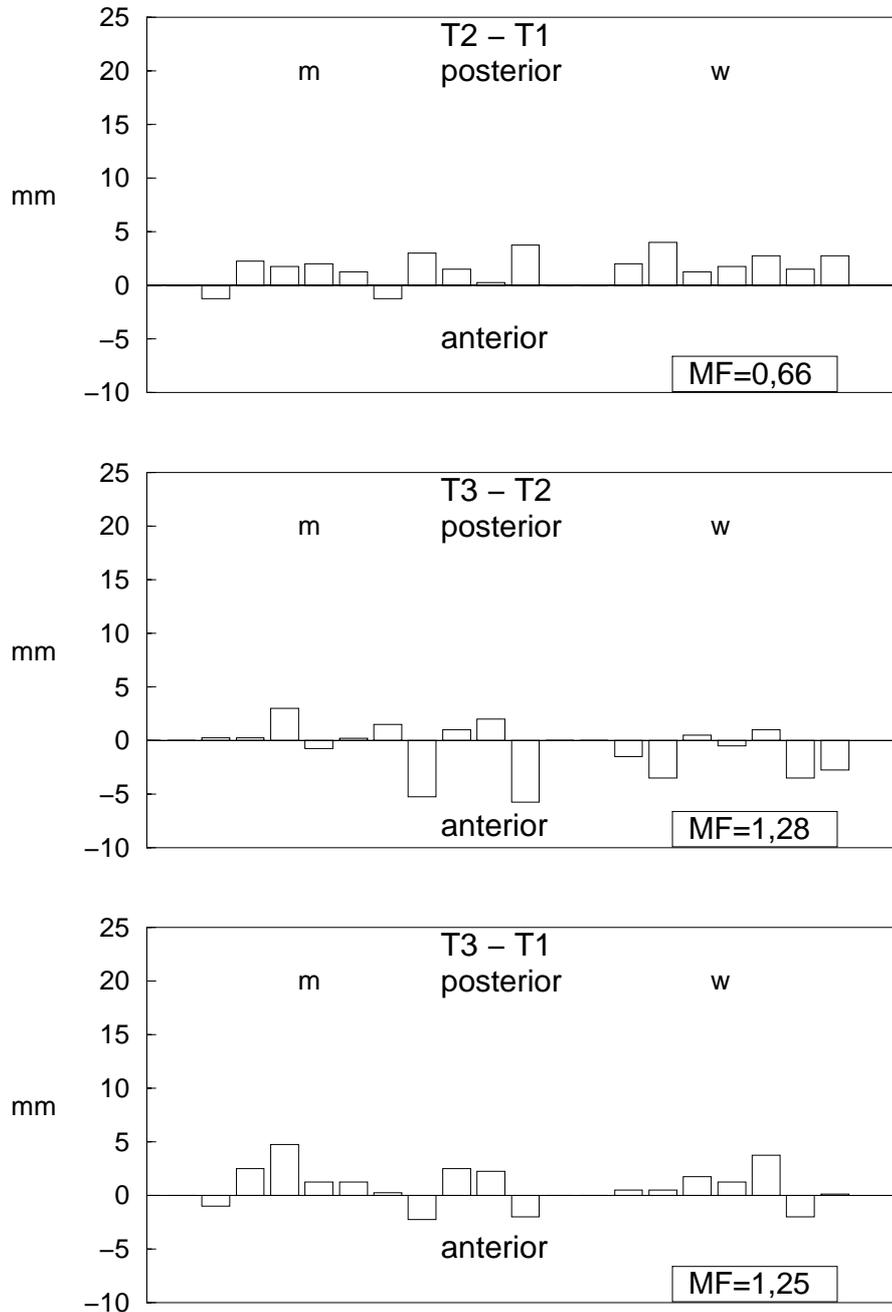


Abbildung 5.18: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **horizontale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RLp) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **männlichen** und 7 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

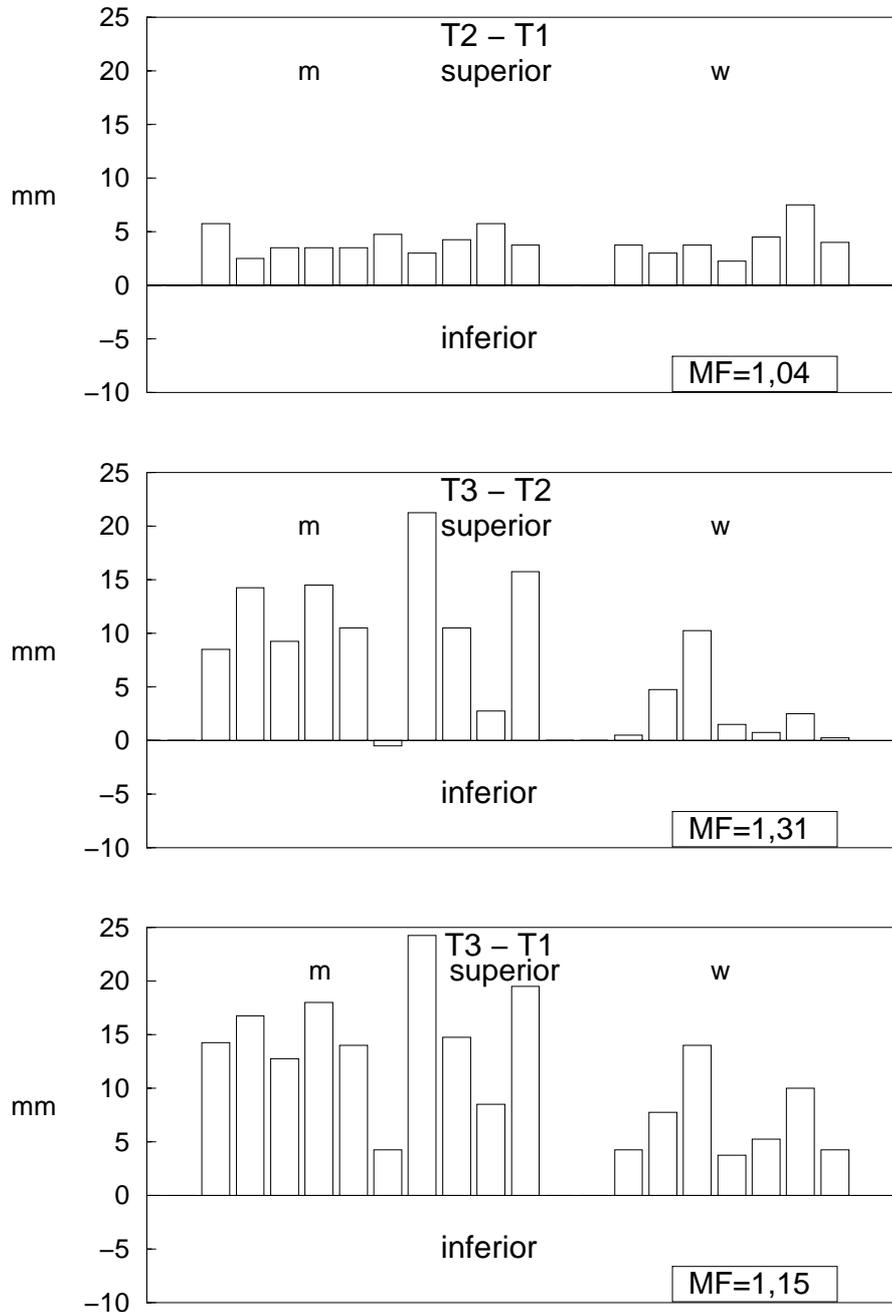


Abbildung 5.19: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **vertikale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RL) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **männlichen** und 7 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

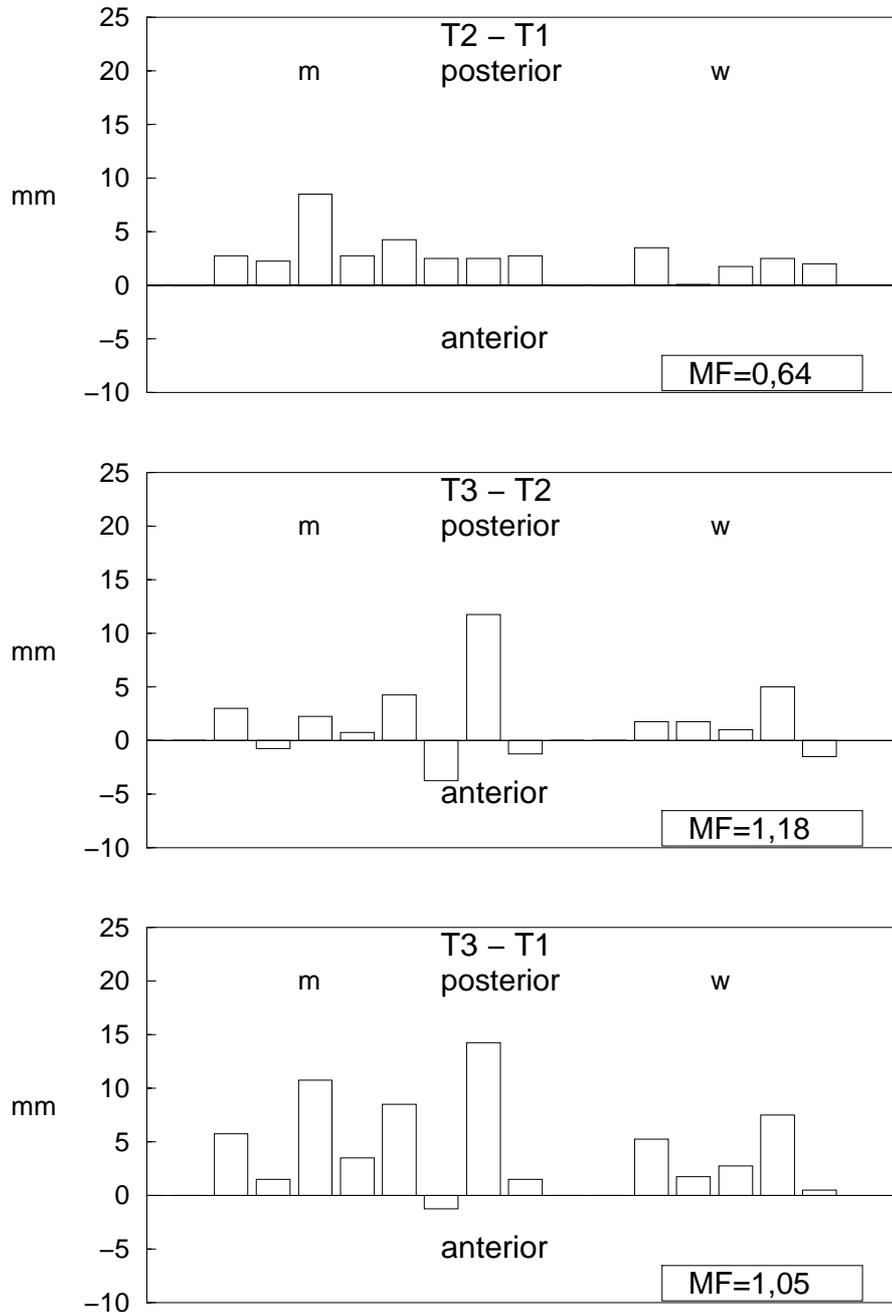


Abbildung 5.20: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **horizontale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RLp) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

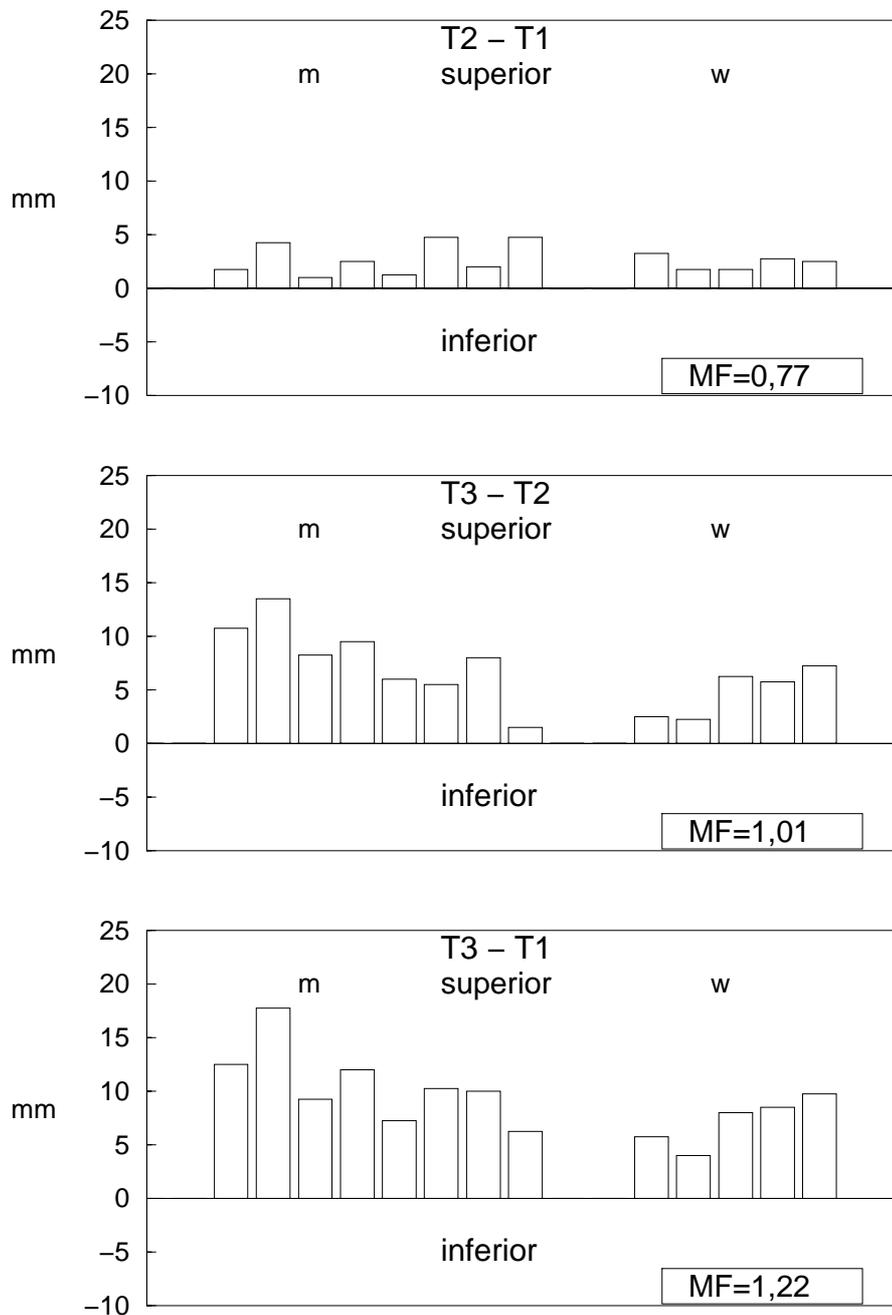


Abbildung 5.21: **“Effektive” Kiefergelenksveränderungen.** Individuelle **vertikale** Veränderungen des CoA-Punktes (CoA/RL) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5.4 Kinnveränderung

Gemessen wurde die Verlagerung des Pg-Punktes nach Schädelbasisüberlagerung der Röntgenbilder.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 2,5mm ($p < 0,001$) nach anterior und 3,8mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.4, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei 29 (76%) von den 38 Probanden nach anterior und bei einem (3%) nach posterior (Abb.5.23). Bei 36 (95%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei keinem nach superior (Abb.5.24).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 1,9mm ($p < 0,01$) nach anterior und 6,8mm nach inferior ($p < 0,01$) (Tab.5.4, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei 21 (55%) von den 38 Probanden nach anterior und bei sechs (16%) nach posterior (Abb.5.23). Bei 37 (97%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei keinem nach superior (Abb.5.24).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 4,4mm nach anterior ($p < 0,001$) und 10,6mm nach inferior ($p < 0,001$) (Tab.5.4, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei 30 (79%) von den 38 Probanden nach anterior und bei zwei (5%) nach posterior (Abb.5.23). Bei allen 38 Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior (Abb.5.24).

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 1,8mm ($p < 0,001$) nach anterior und 4,1mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei 13 (76%) der 17 Probanden nach anterior und bei einem (6%) nach posterior (Abb.5.25). Bei allen 17 Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior (Abb.5.26).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 2,2mm ($p < 0,05$) nach anterior und 5,2mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei acht (47%) der 17 Probanden nach anterior und bei einem (6%) nach posterior (Abb.5.25). Bei 13 (76%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei einem (6%) nach superior (Abb.5.26).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 4,0mm ($p < 0,001$) nach anterior und 9,1mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.5, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei 13 (76%) der 17 Probanden nach anterior und bei keinem nach posterior (Abb.5.25). Bei allen 17 Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior (Abb.5.26).

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 2,1mm ($p < 0,01$) nach anterior und 3,7mm ($p < 0,001$) nach inferior (Tab.5.6, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte

5. ERGEBNISSE

sich der Pg-Punkt bei acht (62%) von den 13 Probanden nach anterior und bei keinem nach posterior (Abb.5.27). Bei 12 (92%) Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior und bei keinem nach superior (Abb.5.28).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt nicht signifikant nach anterior und um durchschnittlich 7,6mm nach inferior ($p < 0,001$) (Tab.5.6, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei fünf (38%) von den 13 Probanden nach anterior und bei drei (23%) nach posterior (Abb.5.27). Bei allen 13 Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior (Abb.5.28).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, verlagerte sich der Pg-Punkt um durchschnittlich 3,8mm nach anterior ($p < 0,05$) und 11,3mm nach inferior ($p < 0,001$) (Tab.5.6, Abb.5.22). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers verlagerte sich der Pg-Punkt bei acht (62%) von den 13 Probanden nach anterior und bei keinem nach posterior (Abb.5.27). Bei allen 13 Probanden verlagerte sich der Punkt nach inferior (Abb.5.28).

Gruppenvergleich

Der Pg-Punkt hat sich bei allen Gesichtstypgruppen während der ganzen Untersuchungsperioden nach anterior und inferior verlagert. Es gab keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab.5.10 - 5.12).

5. ERGEBNISSE

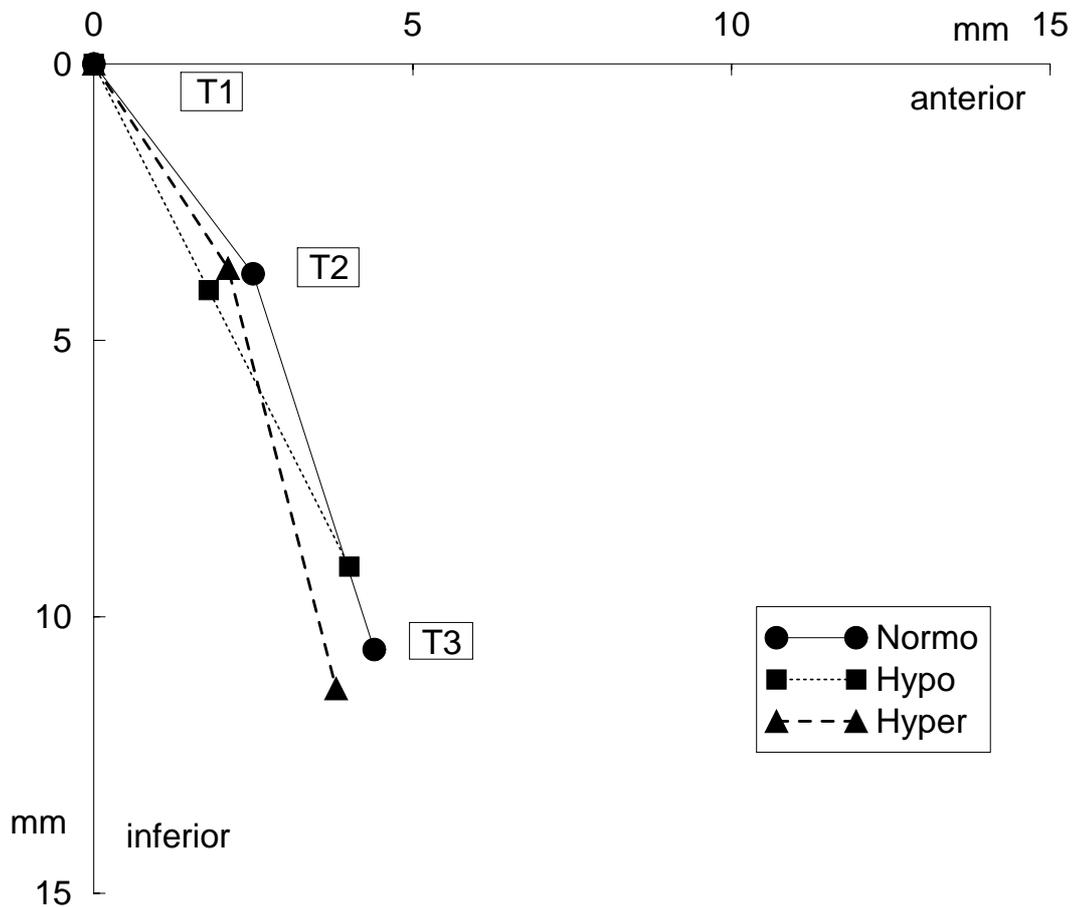


Abbildung 5.22: **Kinnveränderung**. Durchschnittliche Veränderung des Pg-Punktes bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

5. ERGEBNISSE

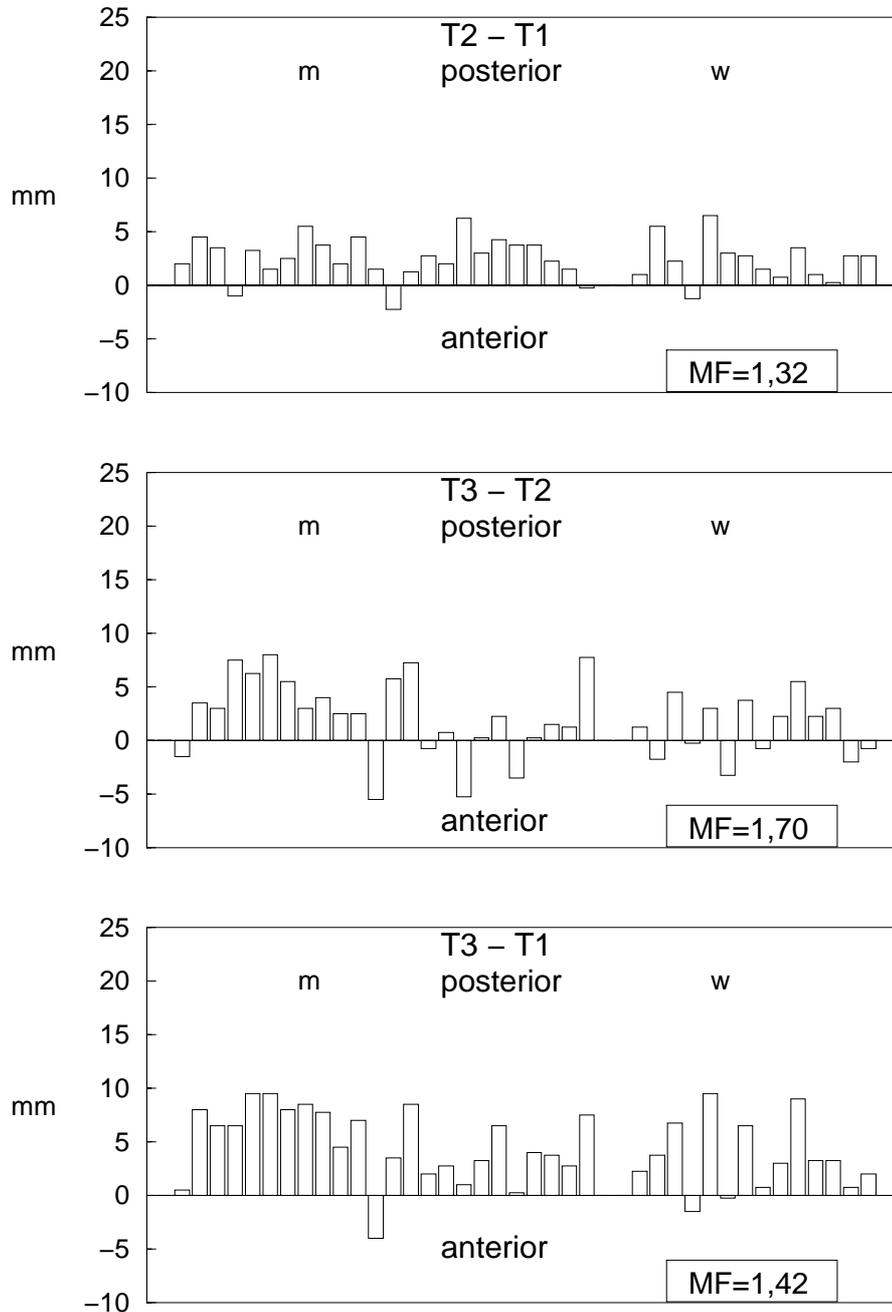


Abbildung 5.23: **Kinnveränderung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RLp) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **m**ännlichen und 14 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

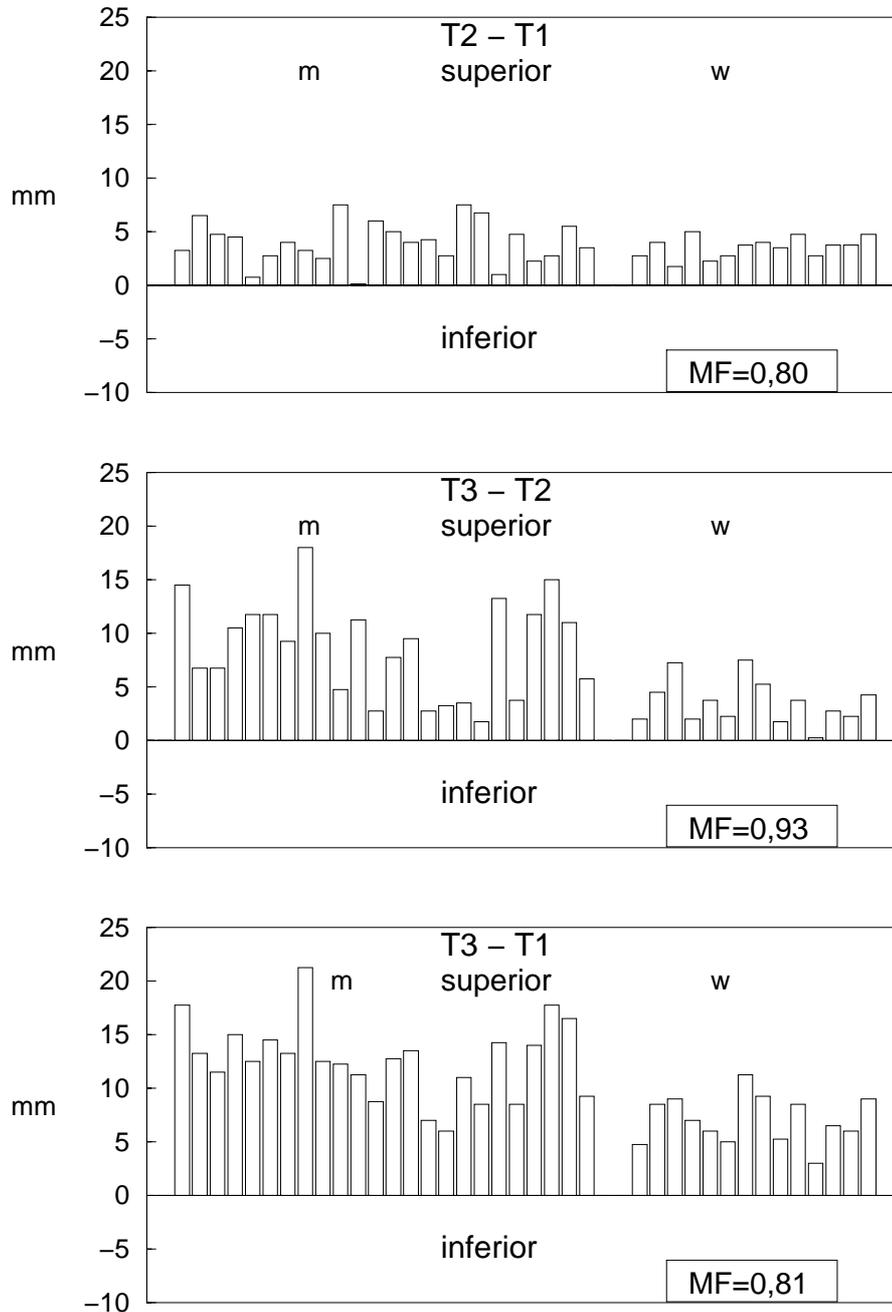


Abbildung 5.24: **Kinnveränderung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RL) bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **m**ännlichen und 14 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

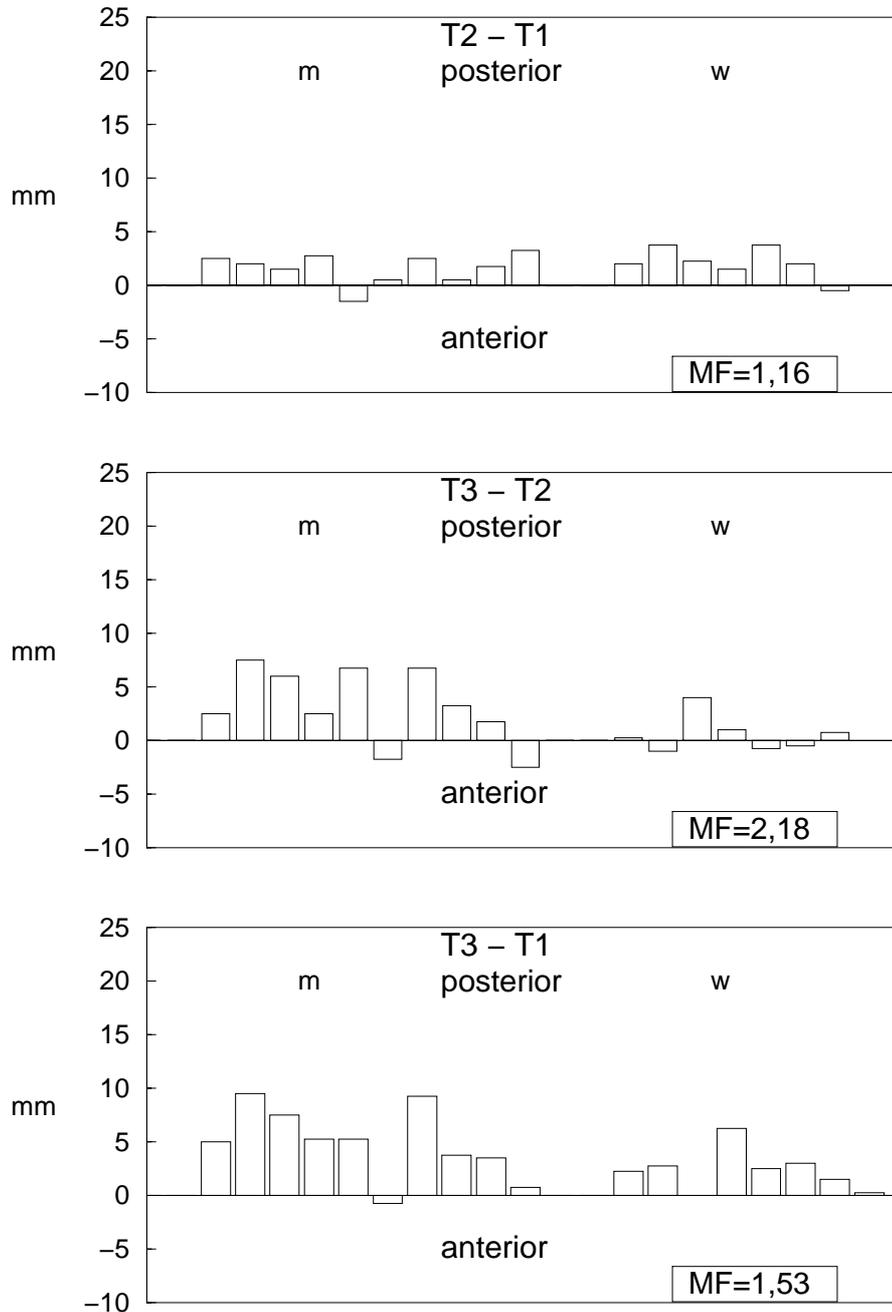


Abbildung 5.25: **Kinnveränderung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RLp) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

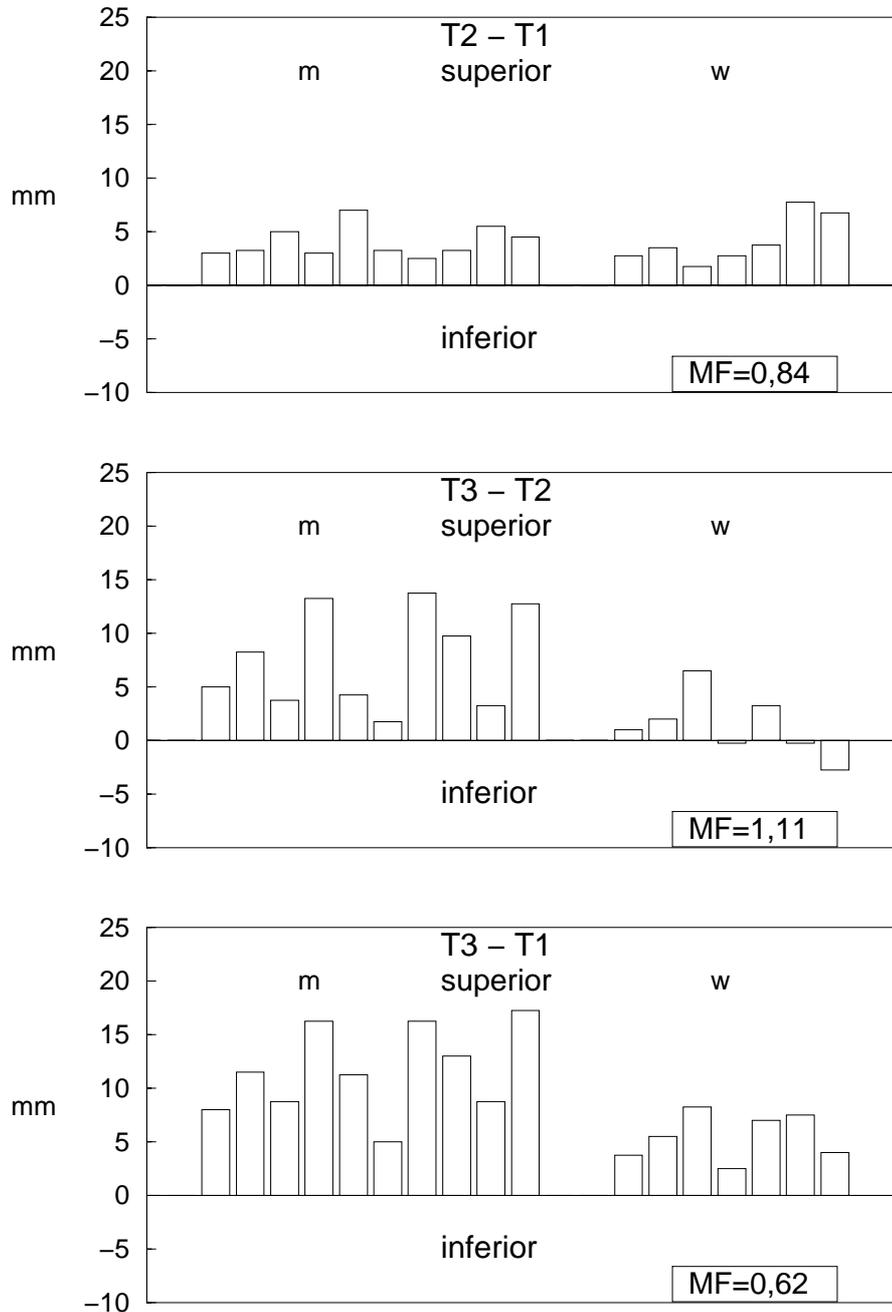


Abbildung 5.26: **Kinnveränderung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RL) bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

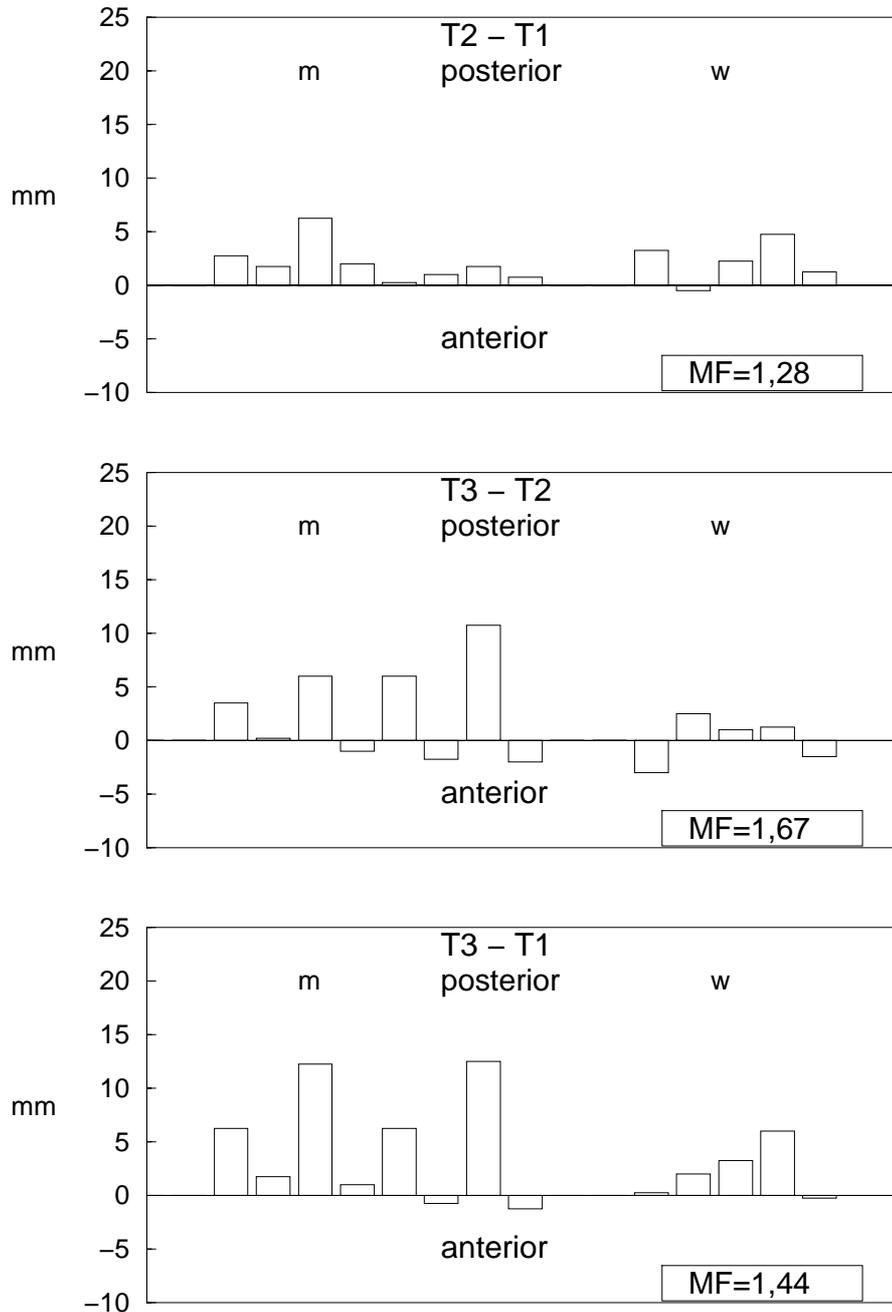


Abbildung 5.27: **Kinnveränderung**. Individuelle **horizontale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RLp) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **m**ännlichen und 5 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

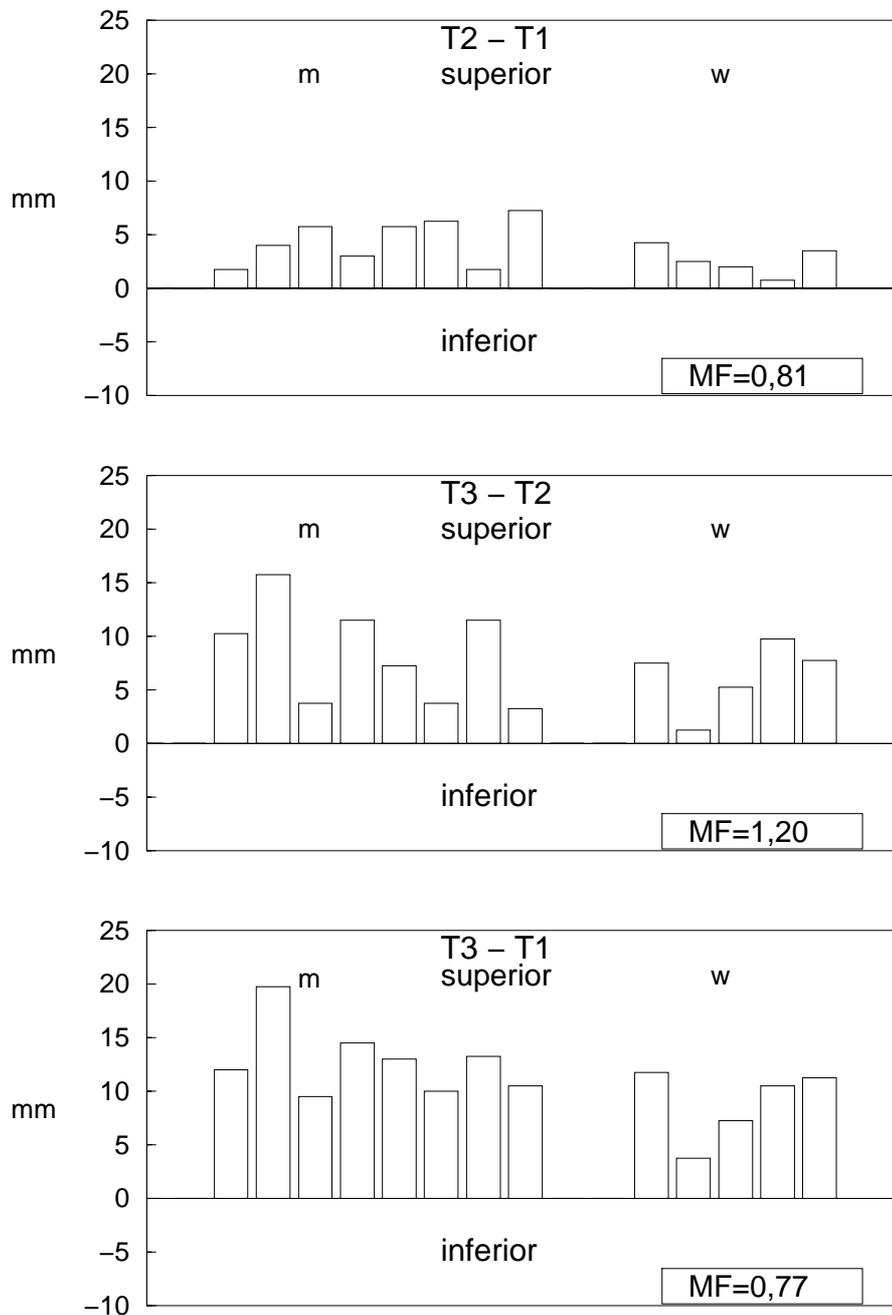


Abbildung 5.28: **Kinnveränderung**. Individuelle **vertikale** Veränderungen des Pg-Punktes (Pg/RL) bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 **männlichen** und 5 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5.5 Unterkieferrotation

Gemessen wurde die Neigungsveränderung der RL-Linie nach Unterkieferüberlagerung der Röntgenbilder.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,2^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.4, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei sieben (18%) von den 38 Probanden nach anterior und bei fünf (13%) nach posterior (Abb.5.30).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,6^\circ$ (n.s.) nach anterior (Tab.5.4, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei 15 (39%) von den 38 Probanden nach anterior und bei drei (8%) nach posterior (Abb.5.30).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahre, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,5^\circ$ (n.s) nach anterior (Tab.5.4, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei 11 (29%) von den 38 Probanden nach anterior und bei sieben (18%) nach posterior (Abb.5.30).

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,1^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.5, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei drei (18%) von den 17 Probanden nach anterior und bei zwei (12%) nach posterior (Abb.5.31).

5. ERGEBNISSE

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von ca. 5 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $2,1^\circ$ ($p < 0,01$) nach anterior (Tab.5.5, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei 12 (70%) von den 17 Probanden nach anterior und bei zwei (12%) nach posterior (Abb.5.31).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $2,0^\circ$ ($p < 0,01$) nach anterior (Tab.5.5, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei 11 (65%) von den 17 Probanden nach anterior und bei einem (6%) nach posterior (Abb.5.31).

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,8^\circ$ ($p < 0,05$) nach posterior (Tab.5.6, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei fünf (38%) von den 13 Probanden nach posterior und bei einem (8%) nach anterior (Abb.5.32).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $0,4^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.6, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei fünf (38%) von den 13 Probanden nach posterior und bei drei (23%) nach anterior (Abb.5.32).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, rotierte der Unterkiefer um durchschnittlich $1,2^\circ$ nach posterior ($p < 0,05$) (Tab.5.6, Abb.5.29). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte der Unterkiefer bei acht (62%) von den 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.32).

Gruppenvergleich

Während der Behandlung rotierte der Unterkiefer bei allen Gruppen nach posterior. Lediglich bei den hyperdivergenten war die posteriore Rotation deutlicher als bei den normodivergenten Probanden ($p < 0,05$) (Tab.5.11). Nach der Behandlung rotierte der Unterkiefer bei den hypodivergenten Probanden mehr nach anterior als bei den normodivergenten Probanden ($p < 0,05$) (Tab.5.10). Bei den hyperdivergenten Probanden rotierte der Unterkiefer nach posterior. Im Vergleich zu den Hypodivergenten und den Normodivergenten war der Unterschied signifikant ($p < 0,001$ bzw. $p < 0,01$) (Tab.5.11, 5.12).

5. ERGEBNISSE

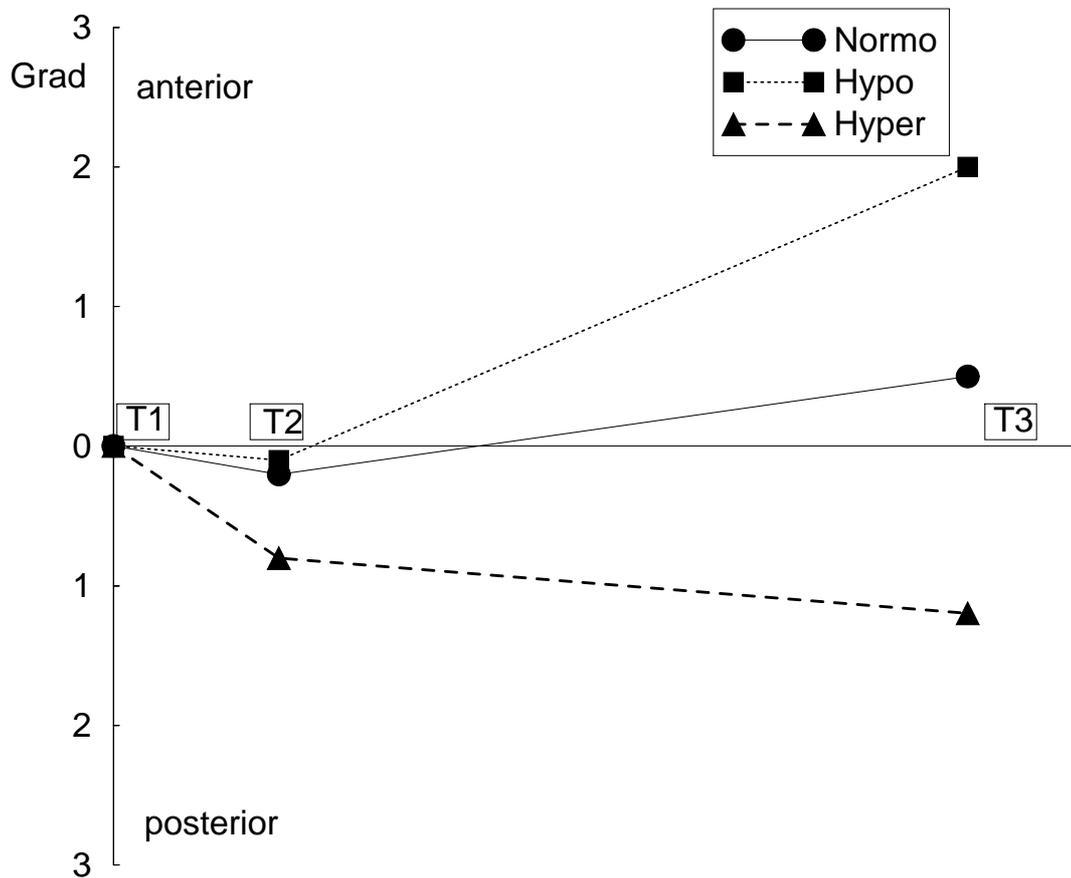


Abbildung 5.29: **Unterkieferrotation**. Durchschnittliche Veränderung der RL-Linie bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

5. ERGEBNISSE

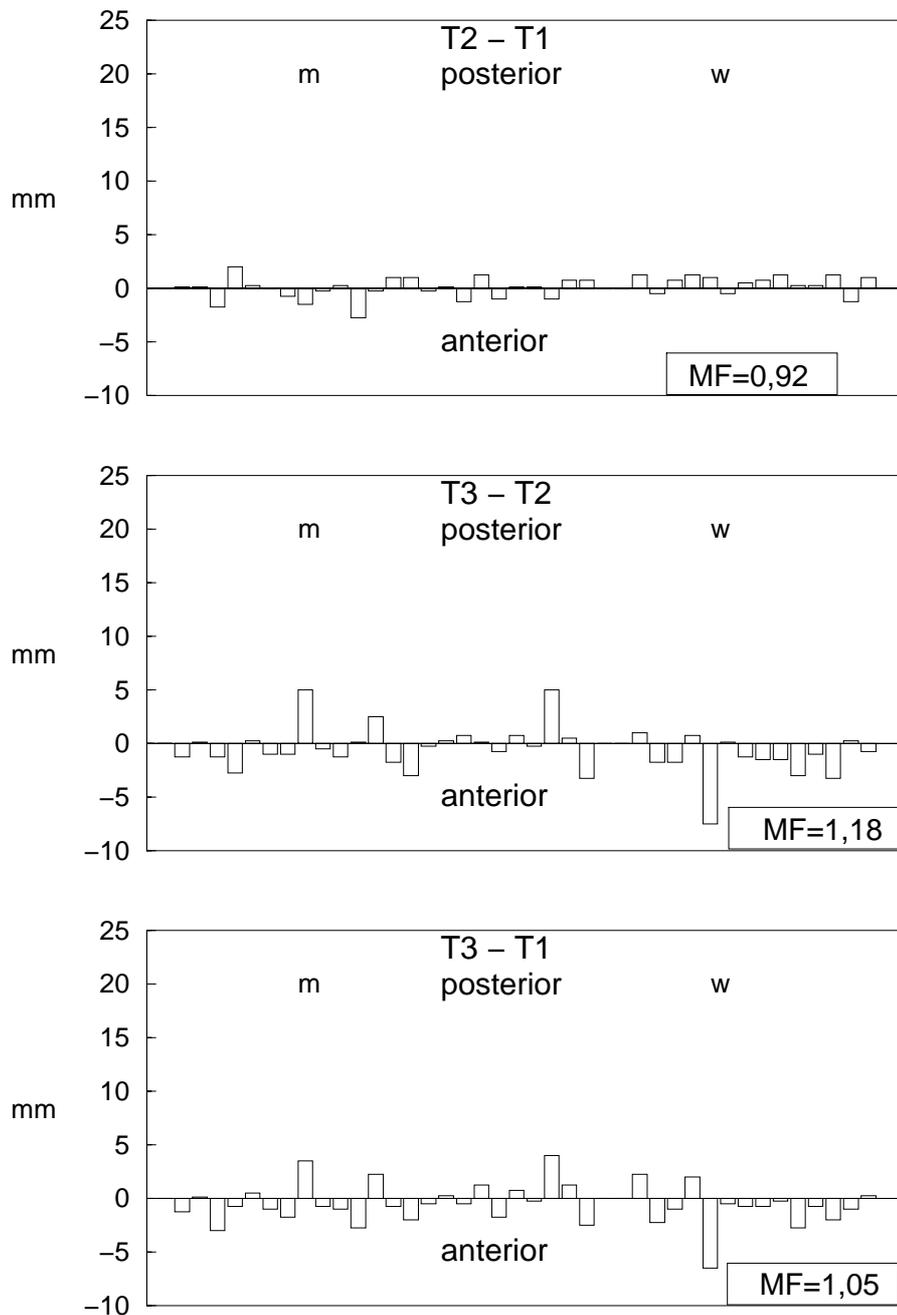


Abbildung 5.30: **Unterkieferrotation.** Individuelle Veränderungen der Unterkieferneigung bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **m**ännlichen und 14 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

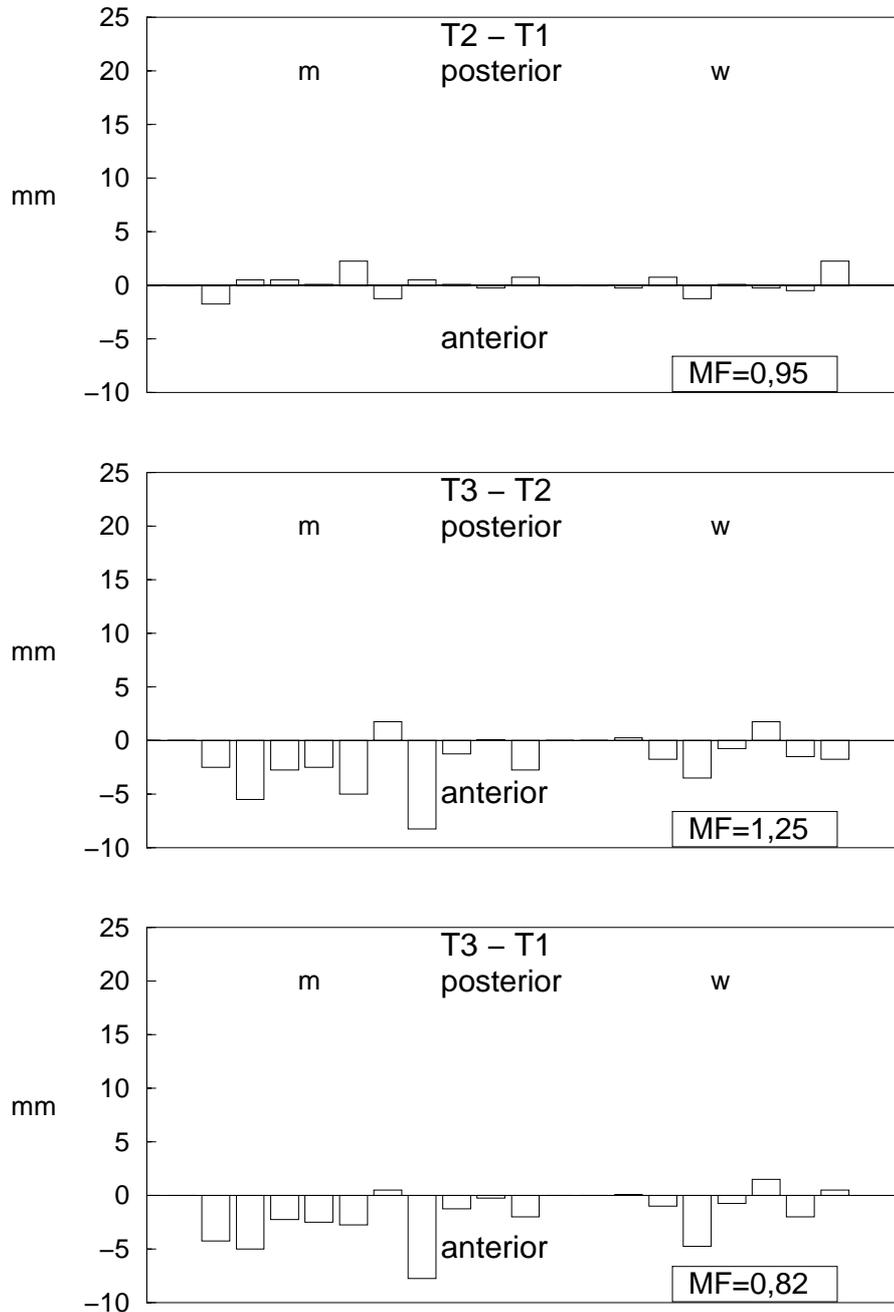


Abbildung 5.31: **Unterkieferrotation.** Individuelle Veränderungen der Unterkieferneigung bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

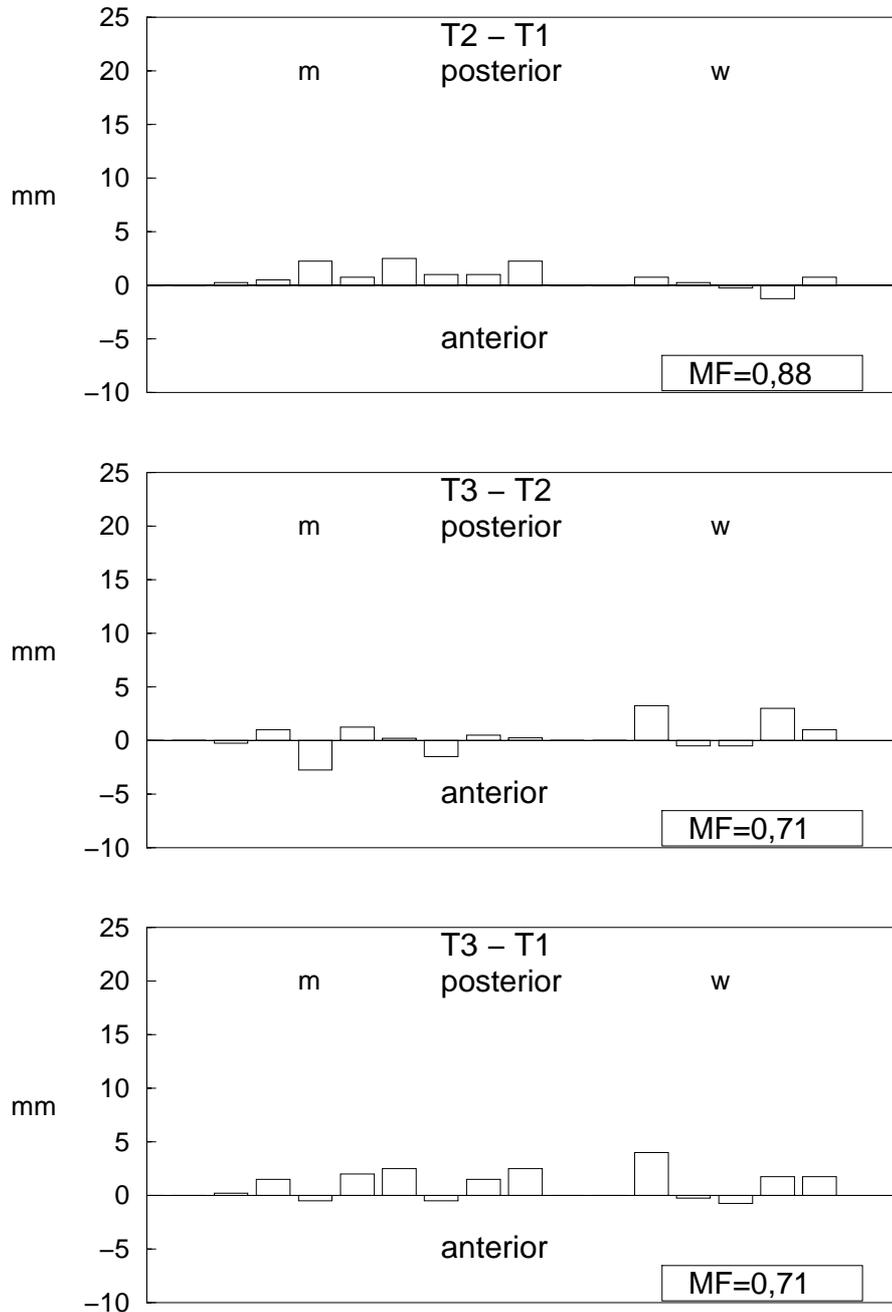


Abbildung 5.32: **Unterkieferrotation.** Individuelle Veränderungen der Unterkieferneigung bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 männlichen und 5 weiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5.6 Fazialachsenrotation

Gemessen wurde der Winkel der SN-Linie zur SPg-Linie in jedem Röntgenbild.

Normodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $0,1^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.4, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei 12 (32%) von den 38 Probanden nach posterior und bei sieben (18%) nach anterior (Abb.5.34).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $1,1^\circ$ ($p < 0,001$) nach posterior (Tab.5.4, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei 22 (58%) von den 38 Probanden nach posterior und bei drei (8%) nach anterior (Abb.5.34).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $1,2^\circ$ ($p < 0,001$) nach posterior (Tab.5.4, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei 23 (61%) von den 38 Probanden nach posterior und bei zwei (5%) nach anterior (Abb.5.34).

Hypodivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $0,5^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.5, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei fünf (29%) der 17 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.35).

5. ERGEBNISSE

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $0,5^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.5, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei drei (18%) der 17 Probanden nach posterior und bei zwei (12%) nach anterior (Abb.5.35).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $1,0^\circ$ ($p < 0,01$) nach posterior (Tab.5.5, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei sieben (41%) der 17 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.35).

Hyperdivergente Probanden

Während der Behandlungsperiode T2-T1, von 0,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $0,2^\circ$ (n.s.) nach posterior (Tab.5.6, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei vier (31%) von den 13 Probanden nach posterior und bei zwei (15%) nach anterior (Abb.5.36).

Während des Nachuntersuchungszeitraums T3-T2, von 5 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $1,4^\circ$ ($p < 0,01$) nach posterior (Tab.5.6, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei neun (69%) von den 13 Probanden nach posterior und bei keinem nach anterior (Abb.5.36).

Während des gesamten Untersuchungszeitraums T3-T1, von 5,6 Jahren, rotierte die Fazialachse um durchschnittlich $1,6^\circ$ nach posterior ($p < 0,05$) (Tab.5.6, Abb.5.33). Unter Berücksichtigung des Methodenfehlers rotierte die Fazialachse bei neun (69%) von den 13 Probanden nach posterior und bei zwei (15%) nach anterior (Abb.5.36).

5. ERGEBNISSE

Gruppenvergleich

Die Fazialachse rotierte bei allen Gesichtstypgruppen nach posterior während der ganzen Untersuchungsperioden. Es gab keine signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tab. 5.10 - 5.12).

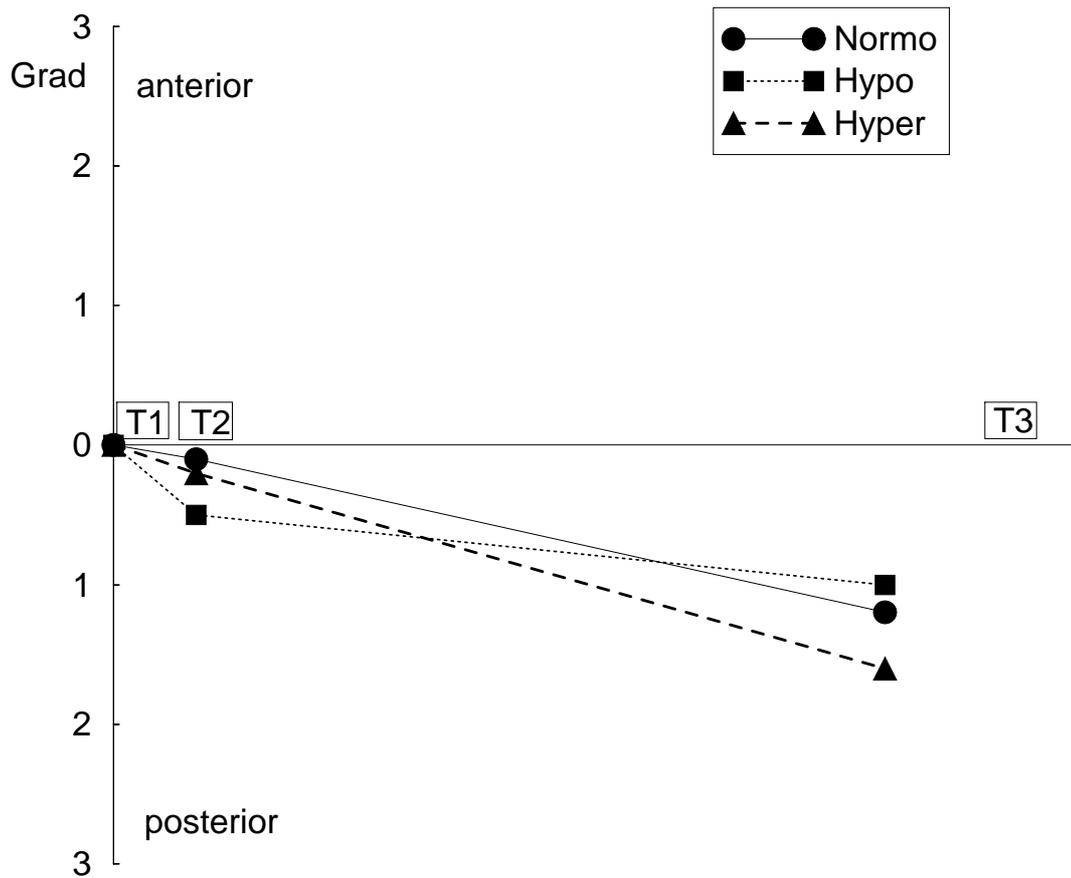


Abbildung 5.33: **Fazialachsenrotation.** Durchschnittliche Veränderung der SPg-Linie bei 38 normodivergenten (Normo), 17 hypodivergenten (Hypo) und 13 hyperdivergenten (Hyper) Probanden zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

5. ERGEBNISSE

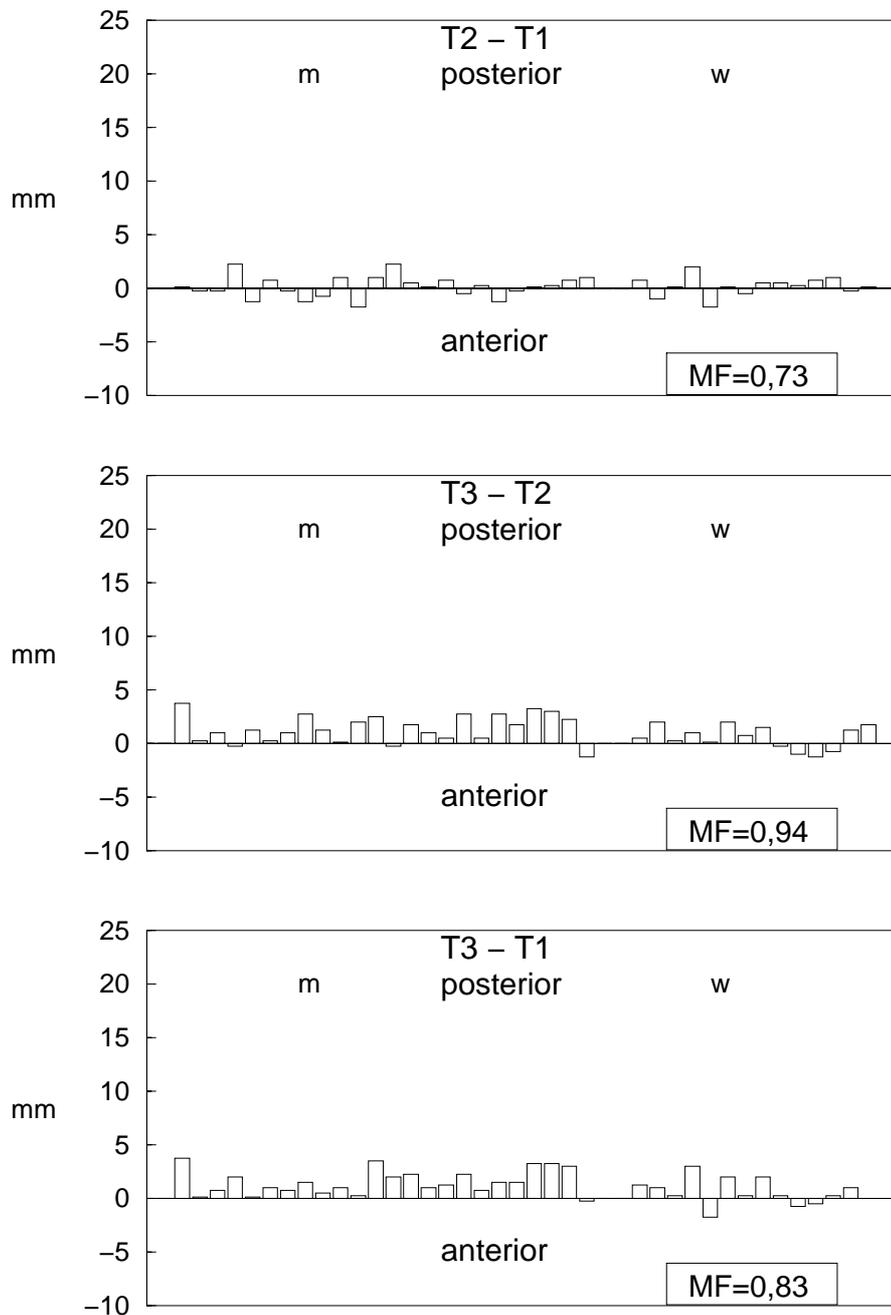


Abbildung 5.34: **Fazialachsenrotation**. Individuelle Veränderungen der Fazialachsenneigung bei 38 **normodivergenten** Herbst-Patienten (24 **männlichen** und 14 **weiblichen**) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

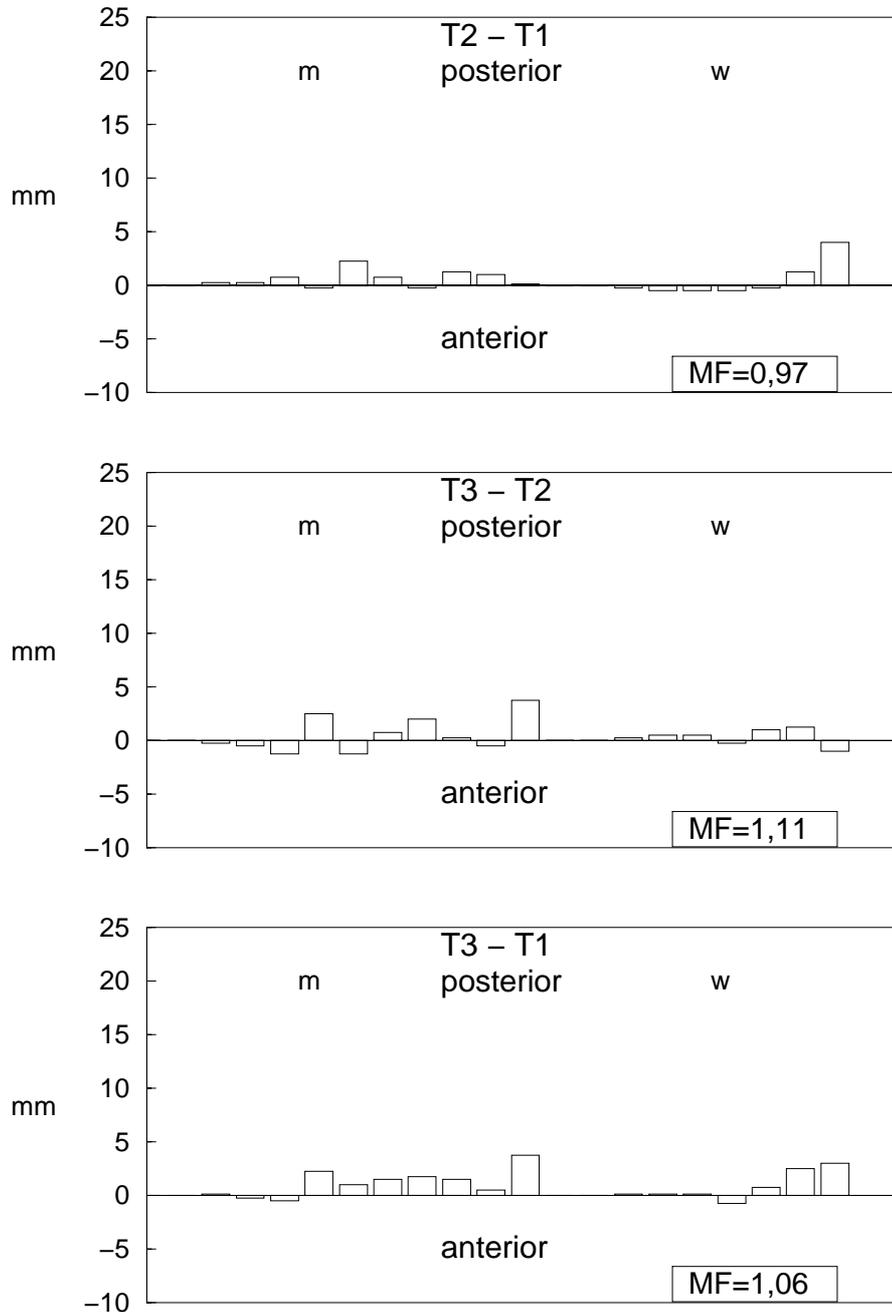


Abbildung 5.35: **Fazialachsenrotation.** Individuelle Veränderungen der Fazialachsenneigung bei 17 **hypodivergenten** Herbst-Patienten (10 **m**ännlichen und 7 **w**eiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

5. ERGEBNISSE

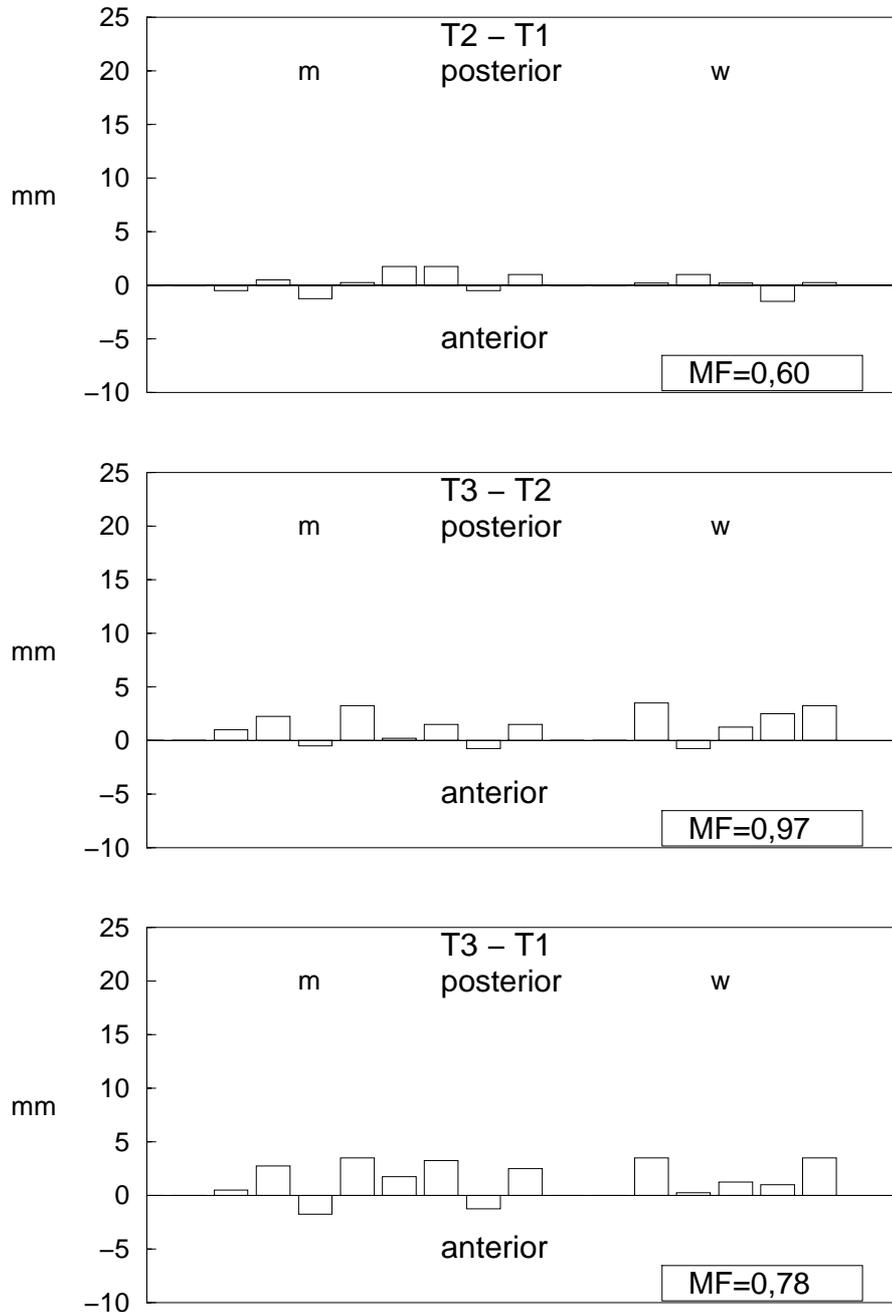


Abbildung 5.36: **Fazialachsenrotation.** Individuelle Veränderungen der Fazialachsenneigung bei 13 **hyperdivergenten** Herbst-Patienten (8 männlichen und 5 weiblichen) zu den unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Der Methodenfehler (MF) ist angegeben.

6. Diskussion

6.1 Material

Das Untersuchungsgut war aussergewöhnlich einheitlich. Alle Probanden hatten dieselbe Dysgnathie, eine Klasse II:1. Alle wurden vom gleichen Kieferorthopäden mit der selben Apparatur, der Herbst-Apparatur, behandelt. Die Dauer der Behandlung war in der Regel bei allen Patienten gleich lang. Keine weitere aktive Behandlung wurde nach Entfernung der Herbst-Apparatur durchgeführt. Desweiteren war die untersuchte Patientenzahl (n=68) ausreichend um statistisch verwertbare Aussagen machen zu können.

Ein Nachteil dieser Studie war es, dass keine Kontrollgruppe zur Verfügung stand. Aus ethischen Gründen ist es schwierig eine ausreichende Anzahl von unbehandelten Probanden mit einer Klasse II:1 Dysgnathie zu finden.

6.2 Methode

Die Darstellung einer *Fossaverlagerung* im FRS stellt Schwierigkeiten dar, da die Fossa im Röntgenbild aufgrund der überlappenden Knochenstrukturen nicht sichtbar ist. In dieser Untersuchung wurde deshalb die Fossaverlagerung nach der Methode von

6. DISKUSSION

BUSCHANG UND SANTOS-PINTO (1998) ermittelt. Dabei wurde der anatomische Punkt Co am Kondyluskopf als indirekter Fossamesspunkt verwendet. Diese Methode setzt aber voraus, dass der Kondylus seine Lage in der Fossa nicht ändert, d.h. dass der Kondylus nach der Herbst-Behandlung die gleiche Lage, wie vor der Behandlung innerhalb der Fossa hat. Basierend auf den Ergebnissen von früheren Studien [20, 35] wurde in dieser Untersuchung angenommen, dass der Kondylus nach der Behandlung sowie 5 Jahre danach zentral in der Fossa liegt. Es kann aber nicht ausgeschlossen werden, dass speziell direkt nach der Behandlung (T2) bei einigen Patienten eine anteriore Kondylusposition vorliegt, die dann fehlerhaft als anteriore Fossaverlagerung beurteilt wird.

Bei der Messung einer *Kondylusveränderung* im FRS mit geschlossenem Mund besteht die Schwierigkeit darin, die Anatomie des Kondyluskopfes zu erkennen, weil er durch Knochenstrukturen in der Schädelbasis verdeckt ist [36, 37, 38]. Manche Autoren haben deshalb für die Bestimmung des Kondylus, Fernröntgenseitenbilder des Kopfes mit weit geöffnetem Mund verwendet [13] um den Gelenkkopf im Röntgenbild frei zu projizieren und damit sichtbar zu machen. Dieses Verfahren kam auch in dieser Untersuchung zu Verwendung. Als Alternative zur Bestimmung eines Kondyluspunktes ist von einigen Autoren [39, 40] der von BJÖRK (1947) eingeführte Punkt Artikulare (Ar-Punkt) empfohlen worden. Der Punkt ist ein konstruierter röntgenologischer Orientierungspunkt, der Schnittpunkt zwischen dem hinteren Rand des Ramus ascendens und dem äusseren Rand der Schädelbasis. Da der Punkt Wachstumsveränderungen unterliegt, kann er für Longitudinalstudien schlecht verwendet werden [41, 42].

Um die Probleme der Definition von Messpunkten bei der Bestimmung der Fossa- und Kondylusveränderungen zu umgehen wurden in dieser Studie auch die sogenannten

“effektiven” Kiefergelenksveränderungen [43] anhand eines arbiträren Kiefergelenkpunktes CoA bestimmt. Somit werden keine anatomische Strukturen bei der Analyse verwendet. Die “effektiven” Kiefergelenksveränderungen entsprechen der Summation der Veränderungen bedingt durch Wachstum der Kondylen, Verlagerung der Fossa glenoidalis und Verlagerung des Kondylus in der Fossa. Nachteil der Methode ist es, dass es nicht möglich ist, zwischen den einzelnen Veränderungen im Kiefergelenk zu unterscheiden.

6.3 Ergebnisse

Fossaverlagerung

Der anatomische Co-Punkt, als Darstellung der Fossaverlagerung, veränderte sich während der Herbst-Behandlung nach anterior und inferior. Aufgrund der Beschränkung der Messmethode kann aber, wie schon erwähnt (Seite 94), nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich dabei um eine Fossaverlagerung oder um eine Kondylusverlagerung innerhalb der Fossa oder auch um eine Kombination beider Veränderungen handelte. Das Vorkommen einer Fossaverlagerung nach anterior während der Herbst-Behandlung ist aber in der Literatur histologisch bei Affen [30] und röntgenologisch bzw. magnetresonancetomographisch bei Menschen [30, 17, 24, 22, 26, 35] durch eine Knochenapposition am hinteren Teil der Fossa nachgewiesen worden. Dieser Fossaumbau scheint aber von vorübergehender Natur zu sein. Langfristig gesehen folgt die Fossa bei den Herbst Probanden ihrer normalen Wachstumsrichtung nach posterior und inferior [44, 42]. Zwischen den drei Gesichtstypgruppen gab es keine Unterschiede bezüglich der Richtung und dem Ausmass der Fossaverlagerung. Welches darauf hindeuten könnte, dass der Fossaumbau bei allen drei Gruppen gleich ist.

Kondyluswachstum

Der Co-Punkt, als Darstellung des Kondyluswachstums, verlagerte sich während der Herbst-Behandlung nach posterior und superior. Das ist auch die physiologische Richtung des Kondyluswachstums [44]. Die Veränderungen während der Behandlung waren ausgeprägter nach posterior gerichtet als nach der Behandlung (n.s.). Eine Anregung des Kondyluswachstums speziell nach posterior durch die Unterkiefervorverlagerung ist auch mehrmals nachgewiesen worden sowohl histologisch bei Affen [45, 46, 30, 31] als auch röntgenologisch bzw. magnetresonancetomographisch bei Menschen [13, 14, 15, 32, 17, 22, 26, 35, 42, 33].

Bei unbehandelten Probanden konnten BJÖRK 1963 und BJÖRK UND SKIELLER 1983 zeigen, dass bei einem hyperdivergenten Wachstumsmuster ein mehr nach posterior gerichtetes Kondyluswachstum und bei einem hypodivergenten Wachstumsmuster ein mehr nach superior und anterior gerichtetes Kondyluswachstum stattfindet (BJÖRK 1969). Das unterschiedliche Wachstumsmuster zwischen hyper- und hypodivergenten Gesichtstypen konnte auch in dieser Studie bestätigt werden. Ein posteriores Kondyluswachstum bei den hyperdivergenten Probanden blieb während der ganzen Untersuchungszeit ausgeprägter als bei den hypodivergenten. Die Herbst-Apparatur scheint auch das posteriore Kondyluswachstum bei den Hyperdivergenten mehr zu fördern als bei den Hypodivergenten.

“Effektive” Kiefergelenksveränderungen

Der CoA-Punkt, als Darstellung der “effektiven” Kiefergelenksveränderungen, veränderte sich während der Herbst-Behandlung nach posterior und superior. Aber in welchem

Ausmass diese “effektiven” Kiefergelenksveränderungen ein Ergebniss des Kondyluswachstums, der Fossaverlagerung oder eine Veränderung der Lage des Kondylus innerhalb der Fossa ist, kann nicht mit Sicherheit gesagt werden. Da die “effektiven” Kiefergelenksveränderungen ein ähnliches Muster, wie die Kondylusveränderungen haben, ist anzunehmen, dass das Kondyluswachstum den grösseren Beitrag für die “effektiven” Kiefergelenksveränderungen leistet während die andere zwei Parameter eine untergeordnete Rolle spielen.

Kinnveränderungen

Der Pg-Punkt als Darstellung der Kinnveränderungen veränderte sich während und nach der Behandlung nach inferior und anterior. Die Kinnveränderungen reflektieren direkt die “effektiven” Kiefergelenksveränderungen [47]. Der Pg-Punkt selbst unterliegt keiner Wachstumsveränderungen; der gesamte vordere Kinnumriss bleibt unverändert [44].

Es wurde erwartet, dass bei den hyperdivergenten Probanden eine grössere Verlagerung des Kinns nach anterior als bei den anderen Gruppen vorliegen würde, da das posteriore Kondyluswachstum bei diesen Probanden ausgeprägter war. Aber das Kinn wurde bei allen Gruppen gleichermassen nach anterior verlagert. Das erklärt sich durch die unterschiedliche Unterkieferrotation der drei Probandengruppen. Bei den hyperdivergenten Probanden lag eine signifikant grössere nach posterior gerichtete Rotation als bei den hypodivergenten Probanden vor. Durch die posteriore Rotation verlagert sich automatisch das Kinn weiter nach posterior.

Unterkieferrotation

Um die Unterkieferrotation zu beurteilen wurde in dieser Studie eine künstliche “Implantat”-Linie im ersten Röntgenbild konstruiert und auf alle andere Bilder übertragen [44]. Durch diese Methode ist es möglich die Rotation des Unterkiefers in Vergleich zur Schädelbasis unbeeinflusst von Umbauvorgänge am Unterkieferrand zu messen.

Im Gegensatz zu der hier vorliegenden Untersuchung zeigten zwei andere Herbst-Studien keine langfristigen Effekte auf die Rotation des Unterkiefers [34, 48]. Dies ist wahrscheinlich methodologisch bedingt. In den beiden genannten Studien wurde die Mandibularlinie (Tangente am Unterrand der Mandibula) als Referenzlinie verwendet. Da am Unterkieferrand Umbauprozesse stattfinden, wird die Neigung der Mandibularlinie zwangsläufig beeinflusst und die totale Rotation des Unterkiefers [44] wird nicht ermittelt. Bei Verwendung der künstlichen “Implantat”-Linie wird dagegen der Einfluss periostaler Umbauprozessen auf das Messverfahren vermieden.

Fazialachsenrotation

Die Fazialachse gibt einen Hinweis, in welche Richtung sich die Unterkiefer-Symphyse im Verhältnis zur Schädelbasis während des Wachstums verlagert. In dieser Studie war die Fazialachsenneigung vor der Behandlung zwischen den Gesichtstypgruppen unterschiedlich. Grosse Werte waren bei den hyperdivergenten und kleine bei den hypodivergenten Probanden zu finden. Die durchschnittliche Veränderung der Fazialachsenneigung während den unterschiedlichen Untersuchungszeiträumen war bei allen Gruppen gleichermassen. Die Herbst-Behandlung hatte somit keinen Einfluss auf das physiologische kraniofaziale Wachstumsmuster. Dies ist in Übereinstimmung mit

6. DISKUSSION

WINDMILLER (1993) der beim Vergleich von Herbst- und unbehandelten Kontrollprobanden eine physiologische Veränderung der Fazialachsenneigung bei den Herbstprobanden feststellen konnte.

7. Schlussfolgerung

- Die *Fossaverlagerung* nach anterior während der Behandlung und nach posterior nach der Behandlung war bei allen Gesichtstypen gleich. Aufgrund der Beschränkungen der Messmethode konnte aber nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich um eine Fossaverlagerung oder um eine Kondylusverlagerung innerhalb der Fossa oder auch um eine Kombination beider Veränderungen handelte.
- Das *Kondyluswachstum* und die “effektiven” *Kiefergelenksveränderungen* nach posterior und superior waren bei den hyperdivergenten mehr nach posterior als bei den hypodivergenten Probanden gerichtet.
- Die *Kinnveränderung* nach anterior und inferior war bei allen Gesichtstypen gleich.
- Die günstigen nach posterior gerichteten Kondylus- und “effektiven” Kiefergelenksveränderungen bei den hyperdivergenten Probanden hatten keine entsprechende Einwirkung auf die sagittale Kinnposition nach anterior. Die posteriore Unterkieferrotation bei den hyperdivergenten Probanden wirkte einer sagittalen Kinnentwicklung entgegen.

8. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es das Ausmass und die Richtung von Kiefergelenksveränderungen (Fossa articularis, Caput mandibulae, "effektive" Kiefergelenksveränderungen) sowie die damit verbundenen Auswirkungen auf die Lage des Kinns, Unterkieferrotation und Fazialachsenrotation bei der Herbst-Behandlung von Klasse II:1 Patienten mit unterschiedlichem Gesichtstyp zu ermitteln.

Untersucht wurden 68 Probanden (26 männlich und 12 weiblich). Anhand des Mandibularbasiswinkels (ML/NSL) wurden die Probanden in drei Gesichtstypgruppen eingeteilt: Normodivergent (n=38), Hypodivergent (n=17) und Hyperdivergent (n=13).

Fernröntgenseitenbilder des Kopfes von jedem Probanden wurden zu drei verschiedenen Zeitpunkten ausgewertet: vor der Behandlung, nach der Behandlung und 5 Jahre nach der Behandlung. Veränderungen von skelettalen Referenzpunkten wurden zu einem x/y Koordinatensystem (RL/RLp) gemessen.

Für die Ermittlung der Fossaverlagerung wurde der anatomische Punkt (Co) am Caput mandibulae festgelegt und seine Veränderung nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Strukturen der Schädelbasis gemessen.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Für die Ermittlung des Kondyluswachstums wurde die Veränderung des gleichen Punktes (Co) nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Strukturen des Unterkiefers gemessen.

Für die Ermittlung der “effektiven” Kiefergelenksveränderung (Summationseffekt aus den Wachstumsveränderungen (1) des Kondylus und (2) der Fossa sowie (3) der Lagerveränderung des Kondylus in der Fossa) wurde ein willkürlicher Punkt (CoA) im Bereich des Caput mandibulae am ersten Röntgenbild festgelegt und nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis auf die anderen Bilder übertragen. Die Veränderung des CoA-Punktes nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Knochenstrukturen des Unterkiefers wurde gemessen. Diese Messung entsprach der “effektiven” Kiefergelenksveränderung.

Für die Ermittlung der Kinnveränderung wurde ein anatomischer Punkt (Pg) am knöchernen Kinn festgelegt und seine Veränderung nach Superponierung der Röntgenseitenbilder über die stabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis gemessen.

Für die Ermittlung der Rotation des Unterkiefers wurde die Veränderung der Neigung der RL-Linie nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Strukturen des Unterkiefers gemessen.

Für die Ermittlung der Fazialachsenrotation wurde die Veränderung der Neigung der SPg-Linie (eine Linie von Sella zu Pogonion) nach Superponierung der Röntgenbilder über die stabilen Strukturen der vorderen Schädelbasis gemessen.

Die Untersuchung führte zu folgenden Ergebnissen:

- Die physiologische Richtung der *Fossaverlagerung* nach posterior und inferior

8. ZUSAMMENFASSUNG

veränderte sich vorübergehend durch die Herbst-Behandlung nach anterior und inferior. Kein Unterschied lag zwischen den drei Gesichtstypgruppen vor. Aufgrund der Beschränkungen der Messmethode konnte aber nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich um eine Fossaverlagerung oder auch um eine Kondylusverlagerung innerhalb der Fossa oder auch um eine Kombination beider Veränderungen handelte.

- Das *Kondyluswachstum* und die “effektive” *Kiefergelenksveränderung* waren nach superior und posterior gerichtet. Die Veränderungen während und nach der Behandlung waren bei den hyperdivergenten mehr nach posterior gerichtet als bei den hypodivergenten Probanden. Das Ausmass der Veränderungen war in den drei Gesichtstypgruppen vergleichbar.
- Die *Kinnveränderung* war während allen Untersuchungszeiträumen nach anterior und inferior gerichtet. In Bezug auf Richtung und Ausmass der Veränderung gab es keinen Unterschied zwischen den drei Gesichtstypgruppen.
- Die *Unterkieferrotation* war während der Behandlung bei den hyperdivergenten tendenziell mehr nach posterior gerichtet als bei den hypodivergenten Probanden gerichtet. Nach der Behandlung rotierte der Unterkiefer bei den hypodivergenten Probanden nach anterior und bei den hyperdivergenten nach posterior.
- Die *Fazialachsenrotation* war während und nach der Behandlung nach posterior gerichtet. Es gab kein Unterschied zwischen den drei Gesichtstypgruppen.

Schlussfolgernd konnte festgestellt werden, dass beim Vergleich der hypo- und hyperdivergenten Herbst-Patienten die günstigen nach posterior gerichteten Kondylus- und “effektiven” Kiefergelenksveränderungen bei den hyperdivergenten Probanden keine entsprechende Einwirkung auf die sagittale Kinnposition nach anterior hatten.

8. ZUSAMMENFASSUNG

Die posteriore Unterkieferrotation bei den hyperdivergenten Probanden wirkte einer sagittalen Kinnentwicklung entgegen.

9. Summary

The aim of this study was to determine the amount and direction of TMJ changes (fossa articularis, condyle, “effective” TMJ changes) as well as their influences on the position of the chin, the mandibular and facial axis rotation during Herbst-treatment of Class II-1 malloclusion exhibiting different facial types.

The material consisted of 68 subjects (28 girls and 42 boys). According to the mandibular plane angle (ML/NSL) the subjects were divided into three facial type groups: normodivergent (n=38), hypodivergent (n=17) and hyperdivergent (n=13).

Lateral head films from all subjects were analysed at three different occasions: before treatment, after treatment and 5 years after treatment. The changes of different skeletal measuring points were assessed in relation to a x/y coordinate system (RL/RLp).

To determine the fossa changes a condylar point (Co) was defined and its change was assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable structures on the cranial base.

To determine the condylar growth changes the same condylar point (Co) was used and its change was assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable

9. SUMMARY

structures of the mandible.

To determine the “effective” TMJ changes (the sum of (1) the condylar and (2) fossa growth changes as well as (3) the position changes of the condyle in the fossa) an arbitrary condylar point (CoA) was defined on the first roentgenogram and transferred to the others roentgenograms after superimposition of the head films on the stable structures of the cranial base. Thereafter the changes of the CoA point were assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable structures of the mandible. These CoA changes represented the “effective” TMJ changes.

To determine the changes in the chin position an anatomical point (Pg) was defined on the anterior bone structures of the chin and its changes were assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable structures of the cranial base.

To determine the rotation of the mandible the changes in the inclination of the RL line was assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable structures of the mandible.

To determine the rotation of the facial axis the changes of the inclination of the SPg line (a line connecting sella and pogonion) was assessed after superimposition of the roentgenograms on the stable structures of the cranial base.

The investigation lead to the following results:

- During Herbst treatment the physiological displacement of the fossa in posterior and inferior direction was temporarily changed in an anterior and inferior direction. No differences were found between the three facial type groups. Because of

9. SUMMARY

the limitations of the analysing method used, it was not possible to ascertain, if these changes were exclusively a result of fossa changes or also due to changes of the condyle in the fossa or a combination of both.

- The condylar growth and the “effective” TMJ changes were directed superiorly and posteriorly. During and after treatment these changes were directed more posteriorly in the hyperdivergent group than in the hypodivergent group. The amount of the changes were comparable in all three groups.
- The chin position changes were directed anteriorly and inferiorly during the whole examination period. The amount and direction of the changes were comparable in all three facial type groups.
- During treatment the rotation of the mandible was directed more posteriorly in the hyperdivergent group than in the hypodivergent group. After treatment the mandible rotated posteriorly in the hyperdivergent group and anteriorly in the hypodivergent group.
- Facial axis rotation during and after treatment was directed posteriorly. The amount and direction of the changes were comparable in all three facial type groups.

In conclusion it was found that when comparing hyper- and hypodivergent subjects, the favourable posteriorly directed growth changes of the condyle and the “effective” TMJ changes in the hyperdivergent subjects had no corresponding influence on the development of the chin in anterior direction. The posterior rotation of the mandible in the hyperdivergent subjects counteracted a sagittal development of the chin.

Literaturverzeichnis

- [1] Angle EH. Malocclusion of the teeth. *S.S.White Dental Mfg.Co, Philadelphia*, 1907.
- [2] Pancherz H, Zieber K, and Hoyer B. Cephalometric characteristics of class II division 1 and class II division 2 malocclusion: a comparative study in children. *Angle Orthod.*, 67:111–20, 1997.
- [3] Tammoscheit U. *Kleines Lehrbuch der Angle-Klasse II:1 unter besonderer Berücksichtigung der Behandlung*, pages 19–35. Quintessenz Verlags GmbH, Berlin, 1996.
- [4] Weinberger W.W. Orthodontics: a historical review of its origin and evolution vol.II. *The Mosby Company*, 1926.
- [5] Andresen V and Häupl K. Funktions-kieferorthopädie. *Verlag H. Meusser, Berlin*, 1936.
- [6] Balters W. Die Technik und Übung der allgemeinen und speziellen Bionatortherapie. *Quintessenz Ref. 2378*, 1964.
- [7] Fränkel R. Funktionskieferorthopädie und der Mundvorhof als apparative Basis. *Quintessenz Ref. 2355*, 1964.

LITERATURVERZEICHNIS

- [8] Breitner C. Bone changes resulting from experimental orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. and Oral Surg.*, 26:521–547, 1940.
- [9] Breitner C. Further investigations of bone changes resulting from experimental orthodontic treatment. *Am. J. Orthod. and Oral Surg.*, 27:605–632, 1941.
- [10] Dahan J, Dombrowski KJ, and Oehler K. Static and dynamic morphology of the temporo-mandibular joint before and after functional treatment with the activator. *Trans. Eur. Orthod. Soc.*, 45:255–73, 1969.
- [11] Baltromejus S. "Effektive" Kiefergelenks- und Kinnveränderungen bei der Aktivator-Behandlung. *Diss.med.dent.JLU*, Giessen,1998.
- [12] Herbst E. Dreissigjährige Erfahrungen mit dem Retentionsscharnier. *Zahnärztliche Rundschau*, 43:1515–24, 1563–38, 1611–16, 1934.
- [13] Pancherz H. Treatment of class II malocclusions by jumping the bite with the Herbst appliance. A cephalometric investigation. *Am. J. Orthod.*, 76:423–42, 1979.
- [14] Pancherz H. The effect of continuous bite jumping on the dentofacial complex: a follow-up study after Herbst appliance treatment of class II malocclusion. *Eur. J. Orthod.*, 3:49–60, 1981.
- [15] Pancherz H. The mechanism of class II correction in Herbst appliance treatment. a cephalometric investigation. *Am. J. Orthod.*, 82:104–13, 1982.
- [16] Pancherz H. A cephalometric analysis of skeletal and dental changes contributing to class II correction in activator treatment. *Am. J. Orthod.*, 85:125–34, 1984.
- [17] Wieslander L. Intensive treatment of severe class II malocclusions with a headgear-Herbst appliance in the early mixed dentition. *Am. J. Orthod.*, 86:1–13, 1984.

LITERATURVERZEICHNIS

- [18] Bakke M and Paulsen HU. Herbst treatment in late adolescence: clinical, electromyographic, kinesiographic and myographic analysis of one case. *Eur. J. Orthod.*, 11:397–407, 1989.
- [19] McNamara JA, Howe RP, and Dschinger TG. A comparison of the Herbst and Fränkel appliances in the treatment of class II malocclusion. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 98:134–44, 1990.
- [20] Hansen K, Pancherz H, and Petersson A. Long-term effects of the Herbst appliance on the craniomandibular system with special reference to the TMJ. *Eur. J. Orthod.*, 12:244–53, 1990.
- [21] Schiavoni R, Grenga V, and Macri V. Treatment of class II high angle malocclusions with the Herbst appliance: a cephalometric investigation. *Am. J. Orthod.*, 102:393–409, 1992.
- [22] Paulsen HU, Karle A, Bakke M, and Herskind A. CT-scanning and radiographic analysis of temporomandibular joints and cephalometric analysis in a case of Herbst treatment in late puberty. *Eur. J. Orthod.*, 17:165–75, 1995.
- [23] Pancherz H and Hansen K. Occlusal changes during and after Herbst treatment: a cephalometric investigation. *Eur. J. Orthod.*, 8:215–28, 1986.
- [24] Pancherz H and Hägg U. Dentofacial orthopedics in relation to somatic maturation. An analysis of 70 consecutive cases treated with the Herbst appliance. *Am. J. Orthod.*, 88:273–87, 1985.
- [25] Decrue A and Wieslander L. Fossa articularis changes using Herbst appliance after mandibular advancement. *Zahnärztl Prax.*, 41:360–62, 364–65, 1990.

LITERATURVERZEICHNIS

- [26] Paulsen HU. Changes of the condyles of 100 patients treated with the Herbst appliance from puberty to adulthood: a long-term radiographic study. *Eur. J. Orthod.*, 19:657–68, 1997.
- [27] Stökli P and Willert H. Tissue reactions in the temporomandibular joint resulting from anterior displacement of the mandible in the monkey. *Am. J. Orthod.*, 60:142–55, 1971.
- [28] Elgoyen J, Moyers R, McNamara J, and Riolo M. Craniofacial adaption to protrusive function in young rhesus monkeys. *Am. J. Orthod.*, 62:469–80, 1972.
- [29] McNamara JA. Neuromuscular and skeletal adaptations to altered function in the orofacial region. *Am. J. Orthod.*, 64:578–606, 1973.
- [30] Woodside DG, Altuna G, Harvold E, Herbert M, and Metaxas A. Primate experiments in malocclusion and bone induction. *Am. J. Orthod.*, 83:460–68, 1983.
- [31] Woodside D, Metaxas A, and Altuna G. The influence of functional appliance therapy on glenoid fossa remodeling. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 92:181–98, 1987.
- [32] Pancherz H and Littmann C. Morphologie und Lage des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung: eine kephalometrische Analyse der Veränderungen bis zum Wachstumsabschluss. *Inf. Kieferorthop.*, 8:215–28, 1989.
- [33] Croft R, Buschang P, English J, and Meyer R. A cephalometric and tomographic evaluation of Herbst treatment in the mixed dentition. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 116:435–43, 1999.

LITERATURVERZEICHNIS

- [34] Ruf S and Pancherz H. The effect of Herbst appliance treatment on the mandibular plane angle: a cephalometric roentgenographic study. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 110:225–29, 1996.
- [35] Ruf S and Pancherz H. Temporomandibular joint growth adaptation in Herbst treatment: a prospective magnetic resonance imaging and cephalometric roentgenographic study. *Eur. J. Orthod.*, 20:375–88, 1998.
- [36] Adenwalla S, Kronman J, and Attarzadeh F. Porion and condyle as cephalometric landmarks: an error study. *Am. J. Orthod.*, 94:411–5, 1988.
- [37] Ghafari J, Jacobsson-Hunt U, Higgins-Barber K, Beideman R, Shofer F, and Laster L. Identification of condylar anatomy affects the evaluation of mandibular growth: guidelines for accurate reporting and research. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 107:645–52, 1996.
- [38] Moore R, Dubois L, Boice P, and Igel K. The accuracy of measuring condylian location. *Am. J. Orthod.*, 95:344–47, 1989.
- [39] Williams S and Melsen B. Condylar development and mandibular rotation and displacement during activator treatment. *Am. J. Orthod.*, 81:322–26, 1982.
- [40] Isaacson R, Zapfel R, Worms F, Bevis R, and Speidel T. Some effects of mandibular growth on the dental occlusion and profile. *Angle Orthod.*, 47:97–106, 1977.
- [41] Stickel A and Pancherz H. Can "artikulare" be used in the cephalometric analysis of mandibular length? A methodologic study. *Eur. J. Orthod.*, 10:362–68, 1988.
- [42] Buschang P and Santos-Pinto A. Condylar growth and glenoid fossa displacement during childhood and adolescence. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 113:437–442, 1998.

LITERATURVERZEICHNIS

- [43] Creekmore T. Inhibition or stimulation of the vertical growth of the facial complex, its significance to treatment. *Angle Orthod.*, 37:285–97, 1967.
- [44] Björk A. and Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur. J. Orthod.*, 5:1–46, 1983.
- [45] McNamara JA and Carlson DS. Quantitative analysis of temporomandibular joint adaptations to protrusive function. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 76:593–611, 1979.
- [46] McNamara JA, Hinton RJ, and Hoffman DL. Histologic analysis of temporomandibular joint adaptation to protrusive function in young adult rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Am. J. Orthod.*, 82:288–98, 1982.
- [47] Pancherz H, Ruf S, and Kohlhas P. "Effective" condylar growth and chin position changes in Herbst treatment: a cephalometric roentgenographic long-term study. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop.*, 114:437–46, 1998.
- [48] Windmiller EC. The acrylic-splint Herbst appliance: a cephalometric evaluation. *Am. J. Orthod.*, 104:73–84, 1993.
- [49] Ahlgren J and Laurin C. Late results of activator treatment: a cephalometric study. *Br. J. Orthod.*, 3:181–187, 1976.
- [50] Baumrind S, Korn EL, and West E. Prediction of mandibular growth rotation: an empirical test of clinician performance. *Am. J. Orthod.*, 86:371, 1984.
- [51] Betzenberger D, Ruf S, and Pancherz H. The compensatory mechanism in high-angle malocclusions: a comparison of subjects in the mixed and permanent dentition. *Angle Orthod.*, 69:27–32, 1999.

LITERATURVERZEICHNIS

- [52] Birkebaek, Melsen B, and Terp S. A laminagraphic study of the alterations in the temporo-mandibular joint following activator treatment. *Eur. J. Orthod.*, 6:257–266, 1984.
- [53] Björk A. The principles of the Andresen method of orthodontic treatment: a discussion based on cephalometric x-ray analysis of treated cases. *Am. J. Orthod.*, 37:437–458, 1951.
- [54] Björk A. Variations in the growth pattern of the human mandible: longitudinal radiographic study by the implant method. *J.Dent.Res.Supplement 1*, 42:400–11, 1963.
- [55] Björk A. Prediction of mandibular growth rotation. *Am. J. Orthod.*, 55(6):585–599, 1969.
- [56] Cangialosi T. Skeletal morphologic features of anterior open-bite. *Am. J. Orthod.*, 85:28–36, 1984.
- [57] Ehmer U. Zu Formveränderungen der Mandibula unter Therapie und Wachstum bei skelettaler Unterkieferrücklage und dentoalveolärer Klasse II:1. *Fortschr. Kieferorthop.*, 46:249–60, 1985.
- [58] Enlow D. Handbook of facial growth. *W. B. Saunders Company*, 1975.
- [59] Häupl K and Petrik L. Funktionskieferorthopädie. *Verlag Johann Ambrosius Barth, München*, 1953.
- [60] Häupl K. Zur Frage des kieferorthopädischen Gelenkumbaus. *Fortschr. Kieferorthop.*, 19:1–8, 1958.
- [61] Hering K, Ruf S, and Pancherz H. Orthodontic treatment of openbite and deep-bite high-angle malocclusions. *Angle Orthod.*, 69:470–77, 1999.

LITERATURVERZEICHNIS

- [62] Hinton RJ and McNamara JA. Temporal bone adaptations in response to protrusive function in juvenile and young adult rhesus monkeys (*Mucaca mulatta*). *Eur. J. Orthod.*, 6:155–74, 1984.
- [63] Jakobsson SO and Paulin G. The influence of activator treatment on skeletal growth in Angle class II:1 cases: a roentgenocephalometric study. *Eur. J. Orthod.*, 12:174–84, 1990.
- [64] Kingsley NW. A treatise on oral deformities as a branch of mechanical surgery. *Appleton Company, New York*, 1870.
- [65] Kohlhas P. "Effektive" Kiefergelenks- und Kinnveränderungen bei der Herbst-Behandlung. *Diss.med.dent.JLU*, Giessen, 1997.
- [66] Korkhaus G. Present orthodontic thought in Germany. Experiences with the Norwegian method of functional orthopedics in the treatment of distocclusion. *Am. J. Orthod.*, 46:270–87, 1960.
- [67] Kruse J. Rotationsformen des Unterkiefers bei der Herbst-Behandlung. *Diss.med.dent.JLU*, Giessen, 1999.
- [68] Luder HU. Effects of activator treatment - evidence for the occurrence of two different types of reaction. *Eur. J. Orthod.*, 3:205–22, 1981.
- [69] Opdebeeck H and Bell WH. The short face syndrom. *Am. J. Orthod.*, 73:499–511, 1978.
- [70] Panherz H. Long-term effects of activator (Andresen appliance) treatment. A clinical, biometric, cephalometric roentgenographic and functional analysis. *Odontol. Revy.* 27,, Suppl.35:1–70, 1976.

LITERATURVERZEICHNIS

- [71] Pancherz H and Anehus-Pancherz M. The headgear effect of the Herbst appliance: a cephalometric long-term study. *Am. J. Orthod.*, 103:510–20, 1993.
- [72] Paulsen HU, Rabøl A, and Solvsten Sorensen S. Bone scintigraphy of human temporomandibular joints during Herbst treatment: a case report. *Eur. J. Orthod.*, 20:369–74, 1998.
- [73] Rakosi T. Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse. *Hanser Verlag*, 1979.
- [74] Ruf S and Pancherz H. The mechanism of class II correction during Herbst therapy in relation to the vertical jaw base relationship: a cephalometric roentgenographic study. *Angle Orthod.*, 67:271–76, 1997.
- [75] Ruf S and Pancherz H. Temporomandibular joint remodeling in adolescents and young adults during Herbst treatment: a prospective longitudinal magnetic resonance imaging and cephalometric radiographic investigation. *Am. J. Orthod.*, 115:607–18, 1999.
- [76] Schendel SA, Eisenfeld J, Bell WH, and Epker B. The long face syndrome: vertical maxillary excess. *Am. J. Orthod.*, 70:398–408, 1976.
- [77] Schwarz AM. Die Wirkungsweise des Aktivators. *Fortschr. Kieferorthop.*, 13:117–38, 1952.
- [78] Skieller V, Björk A, and Linde-Hanson T. Prediction of mandibular growth rotation evaluated from a longitudinal implant sample. *Am. J. Orthod.*, 86(359–70), 1984.
- [79] Strelzow AG. Herbst appliance therapy: its effects on the structure and function of the temporomandibular joint in adolescent children. *Thesis. Department of Orthodontics, University of Toronto*, 1986.

LITERATURVERZEICHNIS

- [80] Subtelny JD and Sakuda M. Open bite diagnosis and treatment. *Am. J. Orthod.*, 50:337–58, 1964.
- [81] Vargervik K and Harvold EP. Response to activator treatment in class II malocclusion. *Am. J. Orthod.*, 88:242–51, 1985.
- [82] Wieslander L and Lagerström L. The effect of activator treatment on class II malocclusions. *Am. J. Orthod.*, 75:20–26, 1979.

Anhang

Die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden jeder Gesichtstypgruppe zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten sind in den Tabellen 1 - 3 und zu den verschiedenen Untersuchungszeiträumen in den Tabellen 4 - 6 dargestellt.

Die Individuelle Messungen der Probanden jeder Gesichtstypgruppe zu den verschiedenen Untersuchungszeitpunkten sind in den Tabellen 7 - 28 dargestellt.

ANHANG

Tabelle 1: Vergleich männlicher (n=24) und weiblicher (n=14) *normodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable		T1			T2			T3		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,9	+1,06	n.s.	+1,2	+1,09	n.s.	+2,1	+1,91	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	+0,4	+0,90	n.s.	-0,3	-0,15	n.s.	+0,0	+0,01	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	+0,9	+1,08	n.s.	+0,7	+0,64	n.s.	+4,4	+2,78	**
Co/RL (mm)	Ukü	+0,4	+0,24	n.s.	+1,1	+0,56	n.s.	+3,4	+1,85	n.s.
CoA/RLp (mm)	Ukü	+0,8	+1,00	n.s.	+0,4	+0,32	n.s.	+3,1	+2,23	*
CoA/RL (mm)	Ukü	+0,4	+0,25	n.s.	+2,1	+1,05	n.s.	+4,7	+2,65	*
Pg/RLp (mm)	Sbü	+2,5	+1,60	n.s.	+2,8	+1,52	n.s.	+3,9	+1,91	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+2,6	+3,29	**	+2,9	+2,80	**	+8,1	+5,96	***
RL (Grad)	Ukü	—	—	—	-0,6	-2,04	*	+0,7	+1,12	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	-0,7	-0,71	n.s.	-0,7	-0,62	n.s.	-1,5	-1,34	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung
 Signifikanzniveaus: *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 2: Vergleich männlicher (n=10) und weiblicher (n=7) *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable		T1			T2			T3		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,1	+0,07	n.s.	+1,3	+1,03	n.s.	+1,0	+0,85	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	+1,3	+0,43	n.s.	+1,7	+0,60	n.s.	+1,2	+0,42	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	+0,1	+0,10	n.s.	+0,0	+0,05	n.s.	+1,4	+0,88	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	+1,3	+0,43	n.s.	+1,8	+0,57	n.s.	+9,3	+3,77	**
CoA/RLp (mm)	Ukü	+0,0	+0,03	n.s.	-1,0	-0,65	n.s.	+0,1	+0,05	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+1,2	+0,40	n.s.	+1,1	+0,34	n.s.	+8,9	+3,50	**
Pg/RLp (mm)	Sbü	+3,3	+1,56	n.s.	+2,8	+1,34	n.s.	+5,5	+2,14	*
Pg/RL (mm)	Sbü	+1,3	+1,41	n.s.	+1,2	+0,80	n.s.	+7,4	+4,46	***
RL (Grad)	Ukü	–	–	–	+0,0	+0,03	n.s.	-1,8	-1,63	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	-1,1	-0,86	n.s.	-0,9	-0,72	n.s.	-0,7	-0,48	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung

Signifikanzniveaus: *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 3: Vergleich männlicher (n=8) und weiblicher (n=5) *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable	T1			T2			T3		
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm) Sbü	+1,5	+0,87	n.s.	+1,4	+0,98	n.s.	+0,7	+1,03	n.s.
Co/RL (mm) Sbü	+2,8	+1,65	n.s.	+3,2	+1,51	n.s.	+1,5	+0,74	n.s.
Co/RLp (mm) Ukü	+1,5	+0,87	n.s.	+2,8	+1,32	n.s.	+3,5	+1,32	n.s.
Co/RL (mm) Ukü	+2,8	+1,65	n.s.	+3,4	+1,47	n.s.	+5,0	+1,93	n.s.
CoA/RLp (mm) Ukü	+1,5	+0,85	n.s.	+3,0	+1,24	n.s.	+3,5	+1,15	n.s.
CoA/RL (mm) Ukü	+3,2	+1,86	n.s.	+3,6	+1,86	n.s.	+6,7	+3,36	**
Pg/RLp (mm) Sbü	+2,3	+0,70	n.s.	+2,1	+0,65	n.s.	+4,7	+1,25	n.s.
Pg/RL (mm) Sbü	+2,9	+2,25	*	+4,8	+2,32	*	+6,9	+3,53	**
RL (Grad) Ukü	–	–	–	+1,2	+2,55	*	–0,2	–0,20	n.s.
NS/Pg (Grad) Sbü	–1,3	–1,14	n.s.	–1,0	–1,01	n.s.	–1,8	–1,49	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung
 Signifikanzniveaus: ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 4: Vergleich männlicher (n=24) und weiblicher (n=14) *normodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable		T2-T1			T3-T2			T3-T1		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,3	+0,54	n.s.	+0,9	+1,65	n.s.	+1,2	+2,55	*
Co/RL (mm)	Sbü	-0,7	-1,23	n.s.	+0,3	+0,39	n.s.	-0,4	-0,60	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	-0,2	-0,40	n.s.	+3,7	+2,96	**	+3,5	+2,71	*
Co/RL (mm)	Ukü	+0,7	+1,09	n.s.	+2,3	+1,63	n.s.	+3,0	+2,58	*
CoA/RLp (mm)	Ukü	-0,4	-1,07	n.s.	+2,7	+2,53	*	+2,3	+1,95	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+1,7	+2,70	*	+2,7	+1,83	n.s.	+4,3	+3,41	**
Pg/RLp (mm)	Sbü	+0,3	+0,40	n.s.	+1,1	+0,98	n.s.	+1,4	+1,24	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+0,3	+0,79	n.s.	+5,2	+4,00	***	+5,5	+5,18	***
RL (Grad)	Ukü	-0,6	-2,04	*	+1,3	+1,99	n.s.	+0,7	+1,12	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	-0,0	-0,91	n.s.	+0,9	+0,05	n.s.	+0,8	+0,05	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung
 Signifikanzniveaus: *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 5: Vergleich männlicher (n=10) und weiblicher (n=7) *hypodivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable		T2-T1			T3-T2			T3-T1		
		MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S
Co/RLp (mm)	Sbü	+1,2	+4,52	***	-0,3	-0,90	n.s.	+0,9	+2,10	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	+0,4	+0,83	n.s.	-0,5	-0,95	n.s.	-0,1	+0,04	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	-0,1	-0,09	n.s.	+1,4	+1,15	n.s.	+1,3	+1,08	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	+0,5	+0,58	n.s.	+7,5	+2,67	*	+8,0	+2,96	*
CoA/RLp (mm)	Ukü	-1,0	-1,38	n.s.	+1,1	+0,87	n.s.	+0,1	+0,13	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	-0,1	-0,12	n.s.	+7,8	+2,91	*	+7,7	+3,14	*
Pg/RLp (mm)	Sbü	-0,5	-0,76	n.s.	+2,7	+1,97	n.s.	+2,2	+1,62	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+0,3	+0,52	n.s.	+5,8	+3,02	*	+6,1	+3,99	**
RL (Grad)	Ukü	-0,0	-0,03	n.s.	-1,8	-1,53	n.s.	-1,8	-1,63	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	+0,2	+0,23	n.s.	+0,2	+0,33	n.s.	+0,4	+0,55	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung
 Signifikanzniveaus: *** entspricht $p < 0,001$, ** entspricht $p < 0,01$, * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 6: Vergleich männlicher (n=8) und weiblicher (n=5) *hyperdivergenten* Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeiträumen. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung. Unstimmigkeiten des MW sind durch Abrundungen des ersten Dezimals bedingt.

Variable	T2-T1			T3-T2			T3-T1			
	MW	t	S	MW	t	S	MW	t	S	
Co/RLp (mm)	Sbü	+0,0	+0,03	n.s.	+0,1	+0,19	n.s.	+0,1	+0,21	n.s.
Co/RL (mm)	Sbü	+0,4	+0,50	n.s.	-1,7	-1,61	n.s.	-1,3	-1,20	n.s.
Co/RLp (mm)	Ukü	+1,3	+1,65	n.s.	+0,7	+0,33	n.s.	+2,0	+0,86	n.s.
Co/RL (mm)	Ukü	+0,6	+0,55	n.s.	+1,6	+0,63	n.s.	+2,2	+0,91	n.s.
CoA/RLp (mm)	Ukü	+1,6	+1,51	n.s.	+0,4	+0,19	n.s.	+2,0	+0,78	n.s.
CoA/RL (mm)	Ukü	+0,4	+0,51	n.s.	+3,1	+1,68	n.s.	+3,5	+1,91	*
Pg/RLp (mm)	Sbü	-0,1	-0,13	n.s.	+2,6	+1,18	n.s.	+2,5	+0,95	n.s.
Pg/RL (mm)	Sbü	+1,8	+1,72	n.s.	+2,1	+0,88	n.s.	+3,9	+2,06	n.s.
RL (Grad)	Ukü	+1,3	+2,55	*	-1,4	-1,65	n.s.	-0,2	-0,20	n.s.
NS/Pg (Grad)	Sbü	+0,4	+0,72	n.s.	-0,9	-1,06	n.s.	-0,5	-0,47	n.s.

Sbü=Schädelbasisüberlagerung, Ukü=Unterkieferüberlagerung
 Signifikanzniveaus: * entspricht $p < 0,05$, n.s. entspricht $p \geq 0,05$

ANHANG

Tabelle 7: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Fossaposition** (mm) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	15,50	16,50	18,00	36,75	35,25	34,25
2	m	18,50	18,25	21,00	46,50	43,25	42,25
3	m	15,75	16,25	18,00	39,00	38,25	38,50
4	m	14,25	14,50	17,00	31,00	30,25	30,50
5	m	14,75	13,50	16,25	30,00	29,25	27,25
6	m	17,75	16,75	20,25	31,75	32,25	28,75
7	m	15,25	15,00	18,75	35,75	33,75	32,25
8	m	13,00	12,50	16,75	33,25	31,50	27,25
9	m	16,75	17,25	21,50	34,50	33,75	32,25
10	m	16,50	15,50	17,25	43,50	39,75	43,00
11	m	15,00	13,75	16,25	35,50	34,25	34,00
12	m	15,50	15,75	17,00	43,50	40,25	40,75
13	m	15,50	17,25	19,00	34,25	34,25	34,00
14	m	12,75	11,75	14,75	27,75	27,25	26,25
15	m	14,00	11,50	13,75	35,00	33,75	34,00
16	m	10,75	8,00	10,75	29,50	30,75	29,50
17	m	17,00	13,00	19,50	37,75	38,50	40,00
18	m	21,75	23,25	25,00	43,00	43,00	44,50
19	m	13,25	11,50	13,50	33,75	33,75	33,00
20	m	13,50	14,75	16,00	38,75	40,00	41,50
21	m	9,25	8,00	14,25	24,50	22,00	22,25
22	m	12,50	11,75	11,75	35,25	33,00	33,25
23	m	16,00	15,75	16,75	38,75	39,00	38,25
24	m	11,00	12,00	12,25	33,75	33,25	31,50

ANHANG

Tabelle 8: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Fossaposition** (mm) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
25	w	13,25	11,00	12,25	32,50	31,75	32,00
26	w	10,50	8,00	11,50	29,75	27,00	29,00
27	w	13,50	13,50	14,75	35,00	33,25	33,75
28	w	14,00	14,75	15,50	38,25	41,00	38,25
29	w	14,25	11,00	16,50	37,00	35,00	35,00
30	w	11,25	10,50	11,00	38,75	38,00	39,25
31	w	15,00	12,75	17,00	29,75	28,50	27,75
32	w	14,50	15,75	16,50	41,50	42,75	40,50
33	w	13,75	12,50	14,25	39,75	40,75	38,25
34	w	12,00	12,75	13,25	26,00	26,75	26,75
35	w	10,75	10,00	9,25	33,00	32,25	35,50
36	w	15,25	15,50	15,25	39,25	40,50	40,00
37	w	20,25	20,00	22,25	39,50	38,00	39,50
38	w	16,00	16,00	17,25	31,50	30,50	30,25

ANHANG

Tabelle 9: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kondylusposition** (mm) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	15,50	19,00	16,50	36,75	38,75	52,25
2	m	18,50	22,50	28,75	46,50	48,75	55,00
3	m	15,75	17,25	19,00	39,00	45,00	54,25
4	m	14,25	15,25	23,00	31,00	32,00	44,00
5	m	14,75	16,75	25,50	30,00	30,75	38,75
6	m	17,75	18,50	28,50	31,75	35,00	43,50
7	m	15,25	16,00	23,00	35,75	38,75	48,50
8	m	13,00	15,75	32,75	33,25	37,00	42,50
9	m	16,75	19,75	27,00	34,50	36,75	44,50
10	m	16,50	17,50	20,50	43,50	47,25	55,50
11	m	15,00	15,00	19,00	35,50	38,25	49,50
12	m	15,50	17,50	16,50	43,50	46,75	46,50
13	m	15,50	17,00	21,00	34,25	37,25	48,75
14	m	12,75	14,50	20,00	27,75	29,00	41,75
15	m	14,00	13,50	14,75	35,00	38,25	42,50
16	m	10,75	9,25	12,75	29,50	33,75	33,75
17	m	17,00	17,75	24,00	37,75	46,75	48,25
18	m	21,75	27,50	28,75	43,00	47,50	49,00
19	m	13,25	14,75	17,25	33,75	37,00	48,50
20	m	13,50	18,00	17,00	38,75	44,25	48,00
21	m	9,25	9,75	17,25	24,50	24,25	35,50
22	m	12,50	12,75	21,00	35,25	38,00	45,75
23	m	16,00	18,25	20,75	38,75	43,50	51,50
24	m	11,00	13,25	16,25	33,75	35,00	44,00

ANHANG

Tabelle 10: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kondylusposition** (mm) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
25	w	13,25	13,25	17,75	32,50	33,25	33,00
26	w	10,50	13,00	12,75	29,75	31,00	40,25
27	w	13,50	16,50	19,50	35,00	34,75	44,00
28	w	14,00	15,25	16,00	38,25	44,50	42,75
29	w	14,25	18,25	18,50	37,00	36,00	50,50
30	w	11,25	12,50	10,00	38,75	40,75	44,50
31	w	15,00	17,25	23,75	29,75	31,00	39,00
32	w	14,50	17,00	15,75	41,50	45,50	51,00
33	w	13,75	13,75	16,00	39,75	43,00	44,25
34	w	12,00	16,50	19,00	26,00	30,75	39,50
35	w	10,75	11,25	11,00	33,00	35,00	37,00
36	w	15,25	17,00	15,50	39,25	41,75	49,25
37	w	20,25	20,75	20,75	39,50	44,25	47,25
38	w	16,00	19,00	20,00	31,50	34,75	38,25

ANHANG

Tabelle 11: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (CoA/RLp) und vertikalen (CoA/RL) **“effektiven” Kiefergelenksveränderungen** (mm) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RL	CoA/RL	CoA/RL
1	m	12,75	15,25	11,50	32,25	36,25	50,25
2	m	14,50	18,75	22,25	41,00	46,50	53,50
3	m	10,50	11,75	12,00	35,25	42,25	50,75
4	m	11,00	12,25	17,00	28,25	30,75	42,00
5	m	10,75	14,00	20,50	26,50	28,25	38,25
6	m	14,50	16,00	23,00	27,75	30,50	41,75
7	m	12,25	13,00	16,50	32,75	38,00	49,00
8	m	9,00	12,50	25,25	30,50	35,75	46,50
9	m	13,00	15,25	18,25	31,00	33,75	42,75
10	m	12,50	14,50	15,50	39,75	47,00	52,00
11	m	11,25	12,50	14,00	31,50	35,25	46,00
12	m	12,50	13,75	11,75	39,50	46,00	45,25
13	m	12,25	12,25	14,50	30,50	33,50	47,50
14	m	8,50	10,75	13,00	24,00	26,25	39,25
15	m	9,50	11,25	10,50	31,75	36,25	40,25
16	m	6,50	8,00	8,75	26,50	29,75	31,25
17	m	12,50	17,50	16,75	33,50	42,25	41,75
18	m	17,75	21,50	21,50	41,50	43,75	45,75
19	m	10,00	13,00	13,75	31,25	34,50	46,75
20	m	10,25	13,50	11,00	34,00	38,75	41,00
21	m	5,75	7,75	8,75	20,50	22,75	34,25
22	m	9,75	10,50	18,50	32,75	37,75	45,25
23	m	12,75	15,25	16,50	36,00	40,50	49,50
24	m	7,25	8,00	11,25	29,75	31,50	42,25

ANHANG

Tabelle 12: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (CoA/RLp) und vertikalen (CoA/RL) **“effektiven” Kiefergelenksveränderungen** (mm) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RL	CoA/RL	CoA/RL
25	w	9,75	12,25	14,50	29,75	31,25	30,50
26	w	7,00	12,25	8,75	26,25	30,25	37,25
27	w	11,00	13,75	15,75	33,50	32,25	41,25
28	w	11,75	12,25	12,00	35,75	39,25	41,00
29	w	9,50	17,00	11,75	33,00	34,25	48,00
30	w	8,00	10,00	7,25	33,50	36,50	38,75
31	w	11,50	15,50	18,50	25,75	28,75	37,00
32	w	10,75	12,00	10,00	37,00	39,50	47,25
33	w	9,25	10,25	11,25	35,25	37,25	41,00
34	w	9,00	12,75	14,75	25,00	26,50	35,00
35	w	6,50	8,00	8,25	28,50	31,25	33,50
36	w	11,25	12,50	11,50	35,00	36,25	44,00
37	w	16,50	17,50	15,00	36,00	42,00	43,50
38	w	11,75	15,25	14,25	28,00	32,00	35,75

ANHANG

Tabelle 13: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kinposition** (mm) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RL	Pg/RL	Pg/RL
1	m	65,00	67,00	65,50	40,00	43,25	57,75
2	m	65,50	70,00	73,50	40,75	47,25	54,00
3	m	64,50	68,00	71,00	41,50	46,25	53,00
4	m	69,25	68,25	75,75	36,25	40,75	51,25
5	m	66,50	69,75	76,00	40,50	41,25	53,00
6	m	67,25	68,75	76,75	36,50	39,25	51,00
7	m	74,25	76,75	82,25	39,50	43,50	52,75
8	m	72,50	78,00	81,00	40,25	43,50	61,50
9	m	64,75	68,50	72,50	39,25	41,75	51,75
10	m	64,50	66,50	69,00	39,00	46,50	51,25
11	m	68,00	72,50	75,00	40,00	40,00	51,25
12	m	64,50	66,00	60,50	39,00	45,00	47,75
13	m	61,75	59,50	65,25	36,25	41,25	49,00
14	m	75,75	77,00	84,25	38,00	42,00	51,50
15	m	72,25	75,00	74,25	40,75	45,00	47,75
16	m	77,25	79,25	80,00	35,75	38,50	41,75
17	m	77,50	83,75	78,50	42,00	49,50	53,00
18	m	57,75	60,75	61,00	42,00	48,75	50,50
19	m	71,00	75,25	77,50	38,00	39,00	52,25
20	m	74,25	78,00	74,50	41,00	45,75	49,50
21	m	69,00	72,75	73,00	36,00	38,25	50,00
22	m	70,00	72,25	73,75	39,25	42,00	57,00
23	m	77,25	78,75	80,00	40,25	45,75	56,75
24	m	70,75	70,50	78,25	38,00	41,50	47,25

ANHANG

Tabelle 14: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kinnposition** (mm) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RL	Pg/RL	Pg/RL
25	w	71,00	72,00	73,25	35,50	38,25	40,25
26	w	73,00	78,50	76,75	38,25	42,25	46,75
27	w	69,75	72,00	76,50	37,25	39,00	46,25
28	w	65,00	63,75	63,50	33,00	38,00	40,00
29	w	69,25	75,75	78,75	33,00	35,25	39,00
30	w	64,50	67,50	64,25	35,00	37,75	40,00
31	w	66,00	68,75	72,50	36,75	40,50	48,00
32	w	63,75	65,25	64,50	42,00	46,00	51,25
33	w	65,75	66,50	68,75	39,50	43,00	44,75
34	w	68,25	71,75	77,25	34,75	39,50	43,25
35	w	69,00	70,00	72,25	34,00	36,75	37,00
36	w	66,00	66,25	69,25	39,00	42,75	45,50
37	w	59,50	62,25	60,25	40,00	43,75	46,00
38	w	62,50	65,25	64,50	35,00	39,75	44,00

ANHANG

Tabelle 15: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Unterkieferneigung** (Grad) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1 RL	T2 RL	T3 RL
1	m	0	0	-1,25
2	m	0	0	0
3	m	0	-1,75	-3,00
4	m	0	+2,00	-0,75
5	m	0	+0,25	+0,50
6	m	0	0	-1,00
7	m	0	-0,75	-1,75
8	m	0	-1,50	+3,50
9	m	0	-0,25	-0,75
10	m	0	+0,25	-1,00
11	m	0	-2,75	-2,75
12	m	0	-0,25	+2,25
13	m	0	+1,00	-0,75
14	m	0	+1,00	-2,00
15	m	0	-0,25	-0,50
16	m	0	0	+0,25
17	m	0	-1,25	-0,50
18	m	0	+1,25	+1,25
19	m	0	-1,00	-1,75
20	m	0	0	+0,75
21	m	0	0	-0,25
22	m	0	-1,00	+4,00
23	m	0	+0,75	+1,25
24	m	0	+0,75	-2,50

Plus (+) bedeutet: posteriore Rotation, Minus (-) bedeutet: anteriore Rotation

Tabelle 16: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Unterkieferneigung** (Grad) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3
		RL	RL	RL
25	w	0	+1,25	+2,25
26	w	0	-0,50	-2,25
27	w	0	+0,75	-1,00
28	w	0	+1,25	+2,00
29	w	0	+1,00	-6,50
30	w	0	-0,50	-0,50
31	w	0	+0,50	-0,75
32	w	0	+0,75	-0,75
33	w	0	+1,25	-0,25
34	w	0	+0,25	-2,75
35	w	0	+0,25	-0,75
36	w	0	+1,25	-2,00
37	w	0	-1,25	-1,00
38	w	0	+1,00	+0,25

Plus (+) bedeutet: posteriore Rotation, Minus (-) bedeutet: anteriore Rotation

ANHANG

Tabelle 17: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Fazialachsenneigung** (Grad) bei männlichen (n=24) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3
		NSP _g	NSP _g	NSP _g L _p
1	m	71,75	71,75	75,50
2	m	67,00	66,75	67,00
3	m	68,00	67,75	68,75
4	m	66,75	69,00	68,75
5	m	73,25	72,00	73,25
6	m	70,00	70,75	71,00
7	m	67,00	66,75	67,75
8	m	72,00	70,75	73,50
9	m	64,50	63,75	65,75
10	m	68,00	69,00	69,00
11	m	66,00	64,25	66,25
12	m	70,50	71,50	74,00
13	m	70,75	73,00	72,75
14	m	67,75	68,25	70,00
15	m	67,00	67,00	68,00
16	m	69,00	69,75	70,25
17	m	64,25	63,75	66,50
18	m	64,50	64,75	65,25
19	m	65,00	63,75	66,50
20	m	66,25	66,00	67,75
21	m	66,00	66,00	69,25
22	m	68,00	68,25	71,25
23	m	63,00	63,75	66,00
24	m	65,00	66,00	64,75

Tabelle 18: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Fazialachsenneigung** (NSPg) (Grad) bei weiblichen (n=14) **normodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3
		NSPg	NSPg	NSPg
25	w	64,25	65,00	65,50
26	w	69,50	68,50	70,50
27	w	65,00	65,00	65,25
28	w	65,00	67,00	68,00
29	w	60,00	58,25	58,25
30	w	66,50	66,50	68,50
31	w	70,00	69,50	70,25
32	w	71,50	72,00	73,50
33	w	66,00	66,50	66,25
34	w	64,50	64,75	63,75
35	w	68,25	69,00	67,75
36	w	68,50	69,50	68,75
37	w	69,75	69,50	70,75
38	w	67,50	67,50	69,25

ANHANG

Tabelle 19: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Fossaposition** (mm) bei männlichen (n=10) und weiblichen (n=7) **hypodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	15,25	15,25	16,00	46,25	43,50	42,00
2	m	11,25	11,25	14,25	37,50	37,00	35,25
3	m	20,00	20,25	21,25	40,00	36,25	37,00
4	m	18,00	18,00	21,50	31,75	30,50	30,75
5	m	17,25	16,50	17,50	44,00	44,00	45,50
6	m	20,00	20,00	20,75	49,50	48,50	49,25
7	m	17,75	18,00	21,50	42,75	42,75	42,00
8	m	14,50	14,50	15,25	39,50	36,50	36,00
9	m	17,25	18,00	20,50	45,00	45,25	45,00
10	m	15,75	16,00	20,00	36,25	37,00	38,00
11	w	18,75	17,75	19,00	33,50	31,50	34,00
12	w	15,75	14,00	15,50	42,00	40,75	40,50
13	w	12,00	12,25	15,50	29,50	28,25	29,00
14	w	17,75	16,00	16,75	44,00	41,00	41,50
15	w	18,50	17,75	20,50	48,25	47,00	46,00
16	w	14,75	13,00	15,50	40,50	39,50	38,75
17	w	18,75	17,50	20,00	42,50	40,75	42,50

ANHANG

Tabelle 20: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kondylusposition** (mm) bei männlichen (n=10) und weiblicher (n=7) **hypodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	15,25	14,75	15,25	46,25	49,75	56,25
2	m	11,25	13,50	16,50	37,50	39,50	52,00
3	m	20,00	22,50	25,75	40,00	39,75	49,25
4	m	18,00	19,25	22,50	31,75	34,00	49,50
5	m	17,25	18,00	18,75	44,00	47,00	59,75
6	m	20,00	18,25	21,00	49,50	53,25	53,25
7	m	17,75	21,00	18,75	42,75	45,25	67,00
8	m	14,50	16,25	18,00	39,50	40,50	50,50
9	m	17,25	18,50	22,75	45,00	51,75	53,75
10	m	15,75	19,75	18,50	36,25	40,75	57,75
11	w	18,75	19,50	19,25	33,50	34,75	38,00
12	w	15,75	17,50	16,25	42,00	43,75	48,50
13	w	12,00	14,00	17,75	29,50	32,25	43,25
14	w	17,75	17,75	18,00	44,00	43,50	45,50
15	w	18,50	20,50	23,75	48,25	51,00	50,75
16	w	14,75	15,75	13,50	40,50	47,25	49,00
17	w	18,75	20,75	20,25	42,50	44,25	45,75

ANHANG

Tabelle 21: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (CoA/RLp) und vertikalen (CoA/RL) **“effektiven” Kiefergelenksveränderungen** (mm) bei männlichen (n=10) und weiblichen (n=7) **hypodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	10,75	9,50	9,75	40,75	46,50	55,00
2	m	7,25	9,50	9,75	33,50	36,00	50,25
3	m	15,75	17,50	20,50	34,50	38,00	47,25
4	m	13,50	15,50	14,75	26,75	30,25	44,75
5	m	11,25	12,50	12,50	38,00	41,50	52,00
6	m	16,00	14,75	16,25	45,25	50,00	49,50
7	m	13,75	16,75	11,50	38,50	41,50	62,75
8	m	9,75	11,25	12,25	34,50	38,75	49,25
9	m	13,25	13,50	15,50	41,50	47,25	50,00
10	m	11,50	15,25	9,50	32,25	36,00	51,75
11	w	14,00	16,00	14,50	28,25	32,00	32,50
12	w	11,00	15,00	11,50	36,50	39,50	44,25
13	w	7,00	8,25	8,75	25,00	28,75	39,00
14	w	13,75	15,50	15,00	39,25	41,50	43,00
15	w	14,75	17,50	18,50	44,25	48,75	49,50
16	w	10,25	11,75	8,25	36,00	43,50	46,00
17	w	15,50	18,25	15,50	38,50	42,50	42,75

ANHANG

Tabelle 22: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kinnposition** (mm) bei männlichen (n=10) und weiblichen (n=7) **hypodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RL	Pg/RL	Pg/RL
1	m	70,50	73,00	75,50	35,50	38,50	43,50
2	m	72,00	74,00	81,50	37,00	40,25	48,50
3	m	69,75	71,25	77,25	40,75	45,75	49,50
4	m	72,00	74,75	77,25	39,00	42,00	55,25
5	m	75,50	74,00	80,75	40,00	47,00	51,25
6	m	68,25	68,75	67,50	39,25	42,50	44,25
7	m	64,75	67,25	74,00	35,25	37,75	51,50
8	m	69,50	70,00	73,25	38,75	42,00	51,75
9	m	65,00	66,75	68,50	37,50	43,00	46,25
10	m	73,00	76,25	73,75	38,50	43,00	55,75
11	w	64,50	66,50	66,75	36,25	39,00	40,00
12	w	67,25	71,00	70,00	36,50	40,00	42,00
13	w	71,25	73,50	77,50	33,75	35,50	42,00
14	w	73,75	75,25	76,25	39,50	42,25	42,00
15	w	57,50	61,25	60,50	36,25	40,00	43,25
16	w	69,00	71,00	70,50	36,75	44,50	44,25
17	w	63,75	63,25	64,00	39,00	45,75	43,00

ANHANG

Tabelle 23: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Unterkieferneigung** (RL) und der **Fazialachsenneigung** (NSPg) (Grad) bei männlichen (n=10) und weiblichen (n=7) **hypodivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1 RL	T2 RL	T3 RL	T1 NSPg	T2 NSPg	T3 NSPg
1	m	0	-1,75	-4,25	56,75	57,00	56,75
2	m	0	+0,50	-5,00	61,75	62,00	61,50
3	m	0	+0,50	-2,25	65,00	65,75	64,50
4	m	0	0	-2,50	66,50	66,25	68,75
5	m	0	+2,25	-2,75	61,25	63,50	62,25
6	m	0	-1,25	+0,50	60,75	61,50	62,25
7	m	0	+0,50	-7,75	65,50	65,25	67,25
8	m	0	0	-1,25	63,25	64,50	64,75
9	m	0	-0,25	-0,25	64,50	65,50	65,00
10	m	0	+0,75	-2,00	62,50	62,50	66,25
11	w	0	-0,25	0	67,00	66,75	67,00
12	w	0	+0,75	-1,00	60,50	60,00	60,50
13	w	0	-1,25	-4,75	65,00	64,50	65,00
14	w	0	0	-0,75	63,00	62,50	62,25
15	w	0	-0,25	+1,50	64,50	64,25	65,25
16	w	0	-0,50	-2,00	64,00	65,25	66,50
17	w	0	+2,25	+0,50	63,00	67,00	66,00

Plus (+) bedeutet: posteriore Rotation, Minus (-) bedeutet: anteriore Rotation

Tabelle 24: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Fossaposition** (mm) bei männlichen (n=8) und weiblichen (n=5) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	13,25	11,50	14,75	33,75	31,75	29,75
2	m	12,75	12,00	17,00	33,25	32,25	34,25
3	m	20,25	17,50	19,25	32,25	30,50	31,00
4	m	17,00	16,00	19,25	33,50	32,75	33,5
5	m	15,50	15,50	17,50	37,25	36,75	34,25
6	m	14,00	13,00	16,25	34,00	32,00	32,50
7	m	11,00	11,25	12,25	32,75	33,25	31,50
8	m	14,25	15,50	16,50	38,75	40,75	38,50
9	w	13,00	11,75	15,00	27,50	26,75	27,25
10	w	14,75	15,25	15,25	35,00	35,00	34,00
11	w	9,50	9,00	11,00	27,75	26,75	29,75
12	w	11,75	11,25	14,75	31,75	29,00	28,50
13	w	17,50	15,75	19,75	36,00	35,25	38,75

ANHANG

Tabelle 25: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kondylusposition** (mm) bei männlichen (n=8) und weiblichen (n=5) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Co/RLp	Co/RLp	Co/RLp	Co/RL	Co/RL	Co/RL
1	m	13,25	14,50	20,80	33,80	34,00	42,50
2	m	12,75	14,25	18,50	33,30	36,30	52,00
3	m	20,25	25,75	30,00	32,30	31,30	40,00
4	m	17,00	18,75	22,80	33,50	35,30	45,50
5	m	15,50	19,75	26,00	37,30	38,00	41,30
6	m	14,00	15,25	15,00	34,00	36,80	43,00
7	m	11,00	13,75	26,30	32,80	35,00	41,50
8	m	14,25	18,50	18,00	38,80	44,80	44,50
9	w	13,00	15,25	20,50	27,50	30,00	32,30
10	w	14,75	15,25	16,80	35,00	37,00	38,30
11	w	9,50	10,75	13,30	27,80	28,30	38,00
12	w	11,75	14,00	22,30	31,80	31,80	37,30
13	w	17,50	18,75	20,80	36,00	38,00	48,00

ANHANG

Tabelle 26: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (CoA/RLp) und vertikalen (CoA/RL) **“effektiven” Kiefergelenksveränderungen** (mm) bei männlichen (n=8) und weiblichen (n=5) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RLp	CoA/RL	CoA/RL	CoA/RL
1	m	7,75	10,50	13,50	29,50	31,30	42,00
2	m	8,75	11,00	10,25	29,00	33,30	46,80
3	m	16,50	25,00	27,25	29,50	30,50	38,80
4	m	12,25	15,00	15,75	29,50	32,00	41,50
5	m	11,50	15,75	20,00	34,00	35,30	41,30
6	m	9,75	12,25	8,50	30,50	35,30	40,80
7	m	7,50	10,00	21,75	29,50	31,50	39,50
8	m	11,50	14,25	13,00	35,30	40,00	41,50
9	w	8,50	12,00	13,75	24,00	27,30	29,80
10	w	10,75	10,75	12,50	30,50	32,30	34,50
11	w	5,00	6,75	7,75	23,80	25,50	31,80
12	w	8,00	10,50	15,50	27,00	29,80	35,50
13	w	13,75	15,75	14,25	32,80	35,30	42,50

Tabelle 27: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der horizontalen (Co/RLp) und vertikalen (Co/RL) **Kinnposition** (mm) bei männlichen (n=8) und weiblichen (n=5) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1	T2	T3	T1	T2	T3
		Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RLp	Pg/RL	Pg/RL	Pg/RL
1	m	67,50	70,30	73,80	39,50	41,30	51,50
2	m	66,30	68,00	68,00	41,50	45,50	61,30
3	m	67,30	73,50	79,50	40,00	45,80	49,50
4	m	60,00	62,00	61,00	38,50	41,50	53,00
5	m	71,80	72,00	78,00	39,50	45,30	52,50
6	m	75,00	76,00	74,30	40,00	46,30	50,00
7	m	67,30	69,00	79,80	39,00	40,80	52,30
8	m	78,30	79,00	77,00	45,50	52,80	56,00
9	w	70,80	74,00	71,00	38,30	42,50	50,00
10	w	68,80	68,30	70,80	41,50	44,00	45,30
11	w	70,00	72,30	73,30	35,50	37,50	42,80
12	w	68,00	72,80	74,00	36,00	36,80	46,50
13	w	57,00	58,30	56,80	36,00	39,50	47,30

ANHANG

Tabelle 28: Individuelle Messungen (Mittelwert von zwei Messungen) der **Unterkieferneigung** (RL) und der **Fazialachsenneigung** (NSPg) (Grad) bei männlichen (n=8) und weiblichen (n=5) **hyperdivergenten** Herbst-Patienten zu den verschiedenen Zeitpunkten. T1: vor der Behandlung, T2: nach der Behandlung, T3: 5 Jahre nach der Behandlung.

Patient	Ges.	T1 RL	T2 RL	T3 RL	T1 NSPg	T2 NSPg	T3 NSPg
1	m	0	+0,25	0	76,00	75,50	76,50
2	m	0	+0,50	+1,50	72,75	73,25	75,50
3	m	0	+2,25	-0,50	73,75	72,50	72,00
4	m	0	+0,75	+2,00	72,00	72,25	75,50
5	m	0	+2,50	+2,50	72,50	74,25	74,25
6	m	0	+1,00	-0,50	68,25	70,00	71,50
7	m	0	+1,00	+1,50	72,00	71,50	70,75
8	m	0	+2,25	+2,50	70,00	71,00	72,50
9	w	0	+0,75	+4,00	72,25	72,25	75,75
10	w	0	+0,25	-0,30	72,25	73,25	73,00
11	w	0	-0,30	-0,80	72,25	72,25	73,50
12	w	0	-1,30	+1,75	75,50	74,00	76,50
13	w	0	+0,75	+1,75	74,75	75,00	78,25

Plus (+) bedeutet: posteriore Rotation, Minus (-) bedeutet: anteriore Rotation

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. H. Pancherz für die freundliche Überlassung des Themas und die unermüdliche und nette Betreuung bedanken. Mein Dank gilt ihm und Frau Dr. M. Anehus-Pancherz für die lehrreiche und angenehme Arbeitsatmosphäre.

Bei meinen Kollegen möchte ich mich für das Korrekturlesen und die nette Zusammenarbeit in der Abteilung bedanken.

Herrn Bethge möchte ich für die computerunterstützte Bearbeitung der Zeichnungen danken.

Pavlo, mein Verlobter, möchte ich besonders danken für seine Hilfe in allen Fragen über die Textverarbeitung in L^AT_EX!

Lebenslauf

- 17/03/72 Geboren in Edessa als erstes Kind der Eheleute Theodosios Michailidis und Maria Zachariadou
- 09/77 - 06/83 Besuch der Grundschule in Skydra
- Juni 1989 Abitur
- 10/90 - 11/96 Studium an der zahnmedizinischen Fakultät der Aristoteles-Universität in Thessaloniki
- Dezember 1996 Griechische Approbation als Zahnärztin
- Februar 1997 Deutsche Approbation als Zahnärztin
- 09/97 - 09/98 Stipendiatin der DAAD in der Kinderzahnheilkunde in der Abteilung für Zahnerhaltung und Parodontologie an der LMU München
- 09/98 - 12/99 Weiterbildungsassistentin in der kieferorthopädischen Praxis von Frau Dr. Külzer-Rettig in Homburg/Saar
- 01/00 - 03/02 Weiterbildungsassistentin am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Justus-Liebig-Universität Giessen, Abteilung Kieferorthopädie
- 02/01/02 Anerkennung zur Zahnärztin für Kieferorthopädie

