

Aus der Klinik für Kieferorthopädie
Universitätsklinikum des Saarlandes
Direktor: Univ.-Prof. Dr. Jörg Lisson

**Weichteilveränderungen bei funktionskieferorthopädischer Behandlung
mit Doppelvorschubplatten – Eine Longitudinalstudie**

Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin

der Medizinischen Fakultät

der UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

2009

vorgelegt von Dr. med. dent. Kai Mokrys
geb. am 16.12.1972 in Georgsmarienhütte

1. Tag der Promotion:

2. Dekan:

3. Berichterstatter:

**Diese Arbeit möchte ich meiner Oma, Frau Hildegard Kasielke,
widmen, die am 09.10.2008 im Alter von 86 Jahren verstorben ist.**

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung.....	4
2 Einleitung.....	6
2.1 Historische Grundlagen.....	6
2.2 Prinzipien der Funktionskieferorthopädischen Behandlung.....	7
2.3 Funktionskieferorthopädische Geräte.....	8
2.3.1 Vorbiss-Doppelplatte nach A. M. Schwarz.....	8
2.3.2 Doppelplatte mit Oberkieferspornführung nach Müller.....	10
2.3.3 Vorschubdoppelplatte nach Sander.....	10
2.3.4 Twin-Block nach Clark.....	11
2.4 Indikation zur funktionskieferorthopädischen Behandlung mit Doppelvorschubplatten.....	12
3 Fragestellung.....	14
4 Literaturübersicht.....	15
5 Patienten und Methoden.....	18
5.1 Untersuchungsgruppe.....	18
5.1.1 Patientenkollektel und Einschlusskriterien.....	18
5.1.1.1 Unterteilung des Patientenkollektivs in Untergruppen.....	19
5.1.1.2 Bildmaterial.....	19
5.2 FRS-Analyse.....	19
5.2.1 Programm und Analysemethode.....	19
5.2.1.1 Punkte.....	20
5.2.1.2 Winkel.....	22
5.2.1.3 Abstände.....	26
5.2.1.4 Strecken- und Längenverhältnisse.....	28
5.2.2 Objektivitätstest.....	28
5.2.3 Reliabilitätstest.....	28
5.3 Statistische Methodik.....	29
5.3.1 Deskriptive Statistik.....	29
5.3.2 Analytische Statistik.....	29
6 Ergebnisse.....	30

6.1 Alters-, Geschlechtsverteilung und Behandlungsdauer.....	30
6.2 Objektivitätsprüfung.....	30
6.3 Reliabilitätsprüfung.....	30
6.4 Kolmogorov-Smirnov-Test.....	30
6.5 Veränderungen im Gesamtkollektiv.....	31
6.5.1 Skelettale Veränderungen.....	31
6.5.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen.....	31
6.5.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile.....	31
6.5.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel.....	31
6.5.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte.....	32
6.5.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen.....	32
6.5.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen.....	34
6.6 Veränderungen bei Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak.....	36
6.6.1 Skelettale Veränderungen.....	36
6.6.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen.....	36
6.6.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile.....	36
6.6.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel.....	36
6.6.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte.....	37
6.6.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen.....	37
6.6.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen.....	40
6.7 Veränderungen bei Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak.....	42
6.7.1 Skelettale Veränderungen.....	42
6.7.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen.....	42
6.7.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile.....	42
6.7.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel.....	42
6.7.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte.....	43
6.7.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen.....	43
6.7.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den	

skelettalen und dentalen Veränderungen.....	46
6.8 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	48
7 Diskussion.....	49
7.1 Analysemethode und Fehlerbetrachtung.....	49
7.2 Skelettale Veränderungen.....	51
7.2.1 Gesamtkollektiv.....	51
7.2.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	53
7.2.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	54
7.3 Veränderungen der Frontzahnrelationen.....	54
7.3.1 Gesamtkollektiv.....	55
7.3.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	55
7.3.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	55
7.4 Veränderungen der Gesichtsteile.....	56
7.4.1 Gesamtkollektiv.....	56
7.4.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	61
7.4.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak.....	64
7.5 Ausblick.....	67
8 Literaturverzeichnis.....	68
9 Danksagung.....	71
10 Lebenslauf.....	72

1 Zusammenfassung

Weichteilveränderungen bei funktionskieferorthopädischer Behandlung mit Doppelvorschubplatten – Eine Longitudinalstudie

Die vorliegende Studie untersucht die weichgewebigen Veränderungen bei funktionskieferorthopädischer Behandlung mit Doppelvorschubplatten nach Tränkmann anhand von 65 behandelten Patienten im Durchschnittsalter von 10,80 Jahren im Vergleich mit 36 unbehandelten Patienten der gleichen Altersgruppe durch digitale Auswertung von Fernröntgenseitbildern. Das Kollektiv wurde zusätzlich nach horizontalem und neutralem Wachstumsmuster nach JARABAK unterteilt. Zur statistischen Auswertung wurden Mittelwert, Standardabweichung, t-Test und die Korrelation nach Pearson verwendet. Es konnte gezeigt werden, dass sich der Gesamtprofilwinkel N'-Ns-Pog' im Gesamtkollektiv hochsignifikant ($p < 0,001$) sowie in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$) verändert. Es zeigt sich zudem im Gesamtkollektiv eine gering signifikante ($p < 0,05$) Korrelation zu SNA. Der Weichteilprofilwinkel N'-Sn-Pog' verändert sich im Gesamtkollektiv sowie in der Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$). Der Oberlippenprofilwinkel Sn-SS-Ls wird in keiner Gruppe signifikant verändert. Der Unterlippenprofilwinkel Pog'-Sm-Li wird ausschließlich in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$) verändert. In allen Untersuchungsgruppen zeigen sich signifikante ($p < 0,01$) bzw. hochsignifikante ($p < 0,001$) Ventralverlagerungen der Esthetic-Line (NsPog') zu den Punkten Ls und Li. Im Hinblick auf den Wachstumsindex nach Jarabak zeigt sich in allen drei Untersuchungsgruppen eine Verschiebung der Werte in Richtung des Bereiches, der ein horizontales Wachstumsmuster anzeigt. Zu dem zeigt sich eine signifikante Verlängerung ($p < 0,01$) des Untergesichtes in den beiden Untergruppen, im Gesamtkollektiv fällt diese Verlängerung statistisch hochsignifikant aus ($p < 0,001$). Die Länge des Mittelgesichtes bleibt in allen drei Untersuchungsgruppen unverändert. Die DVP steigert die Gesichtskonvexität, verlagert die Esthetic-Line nach anterior, verlängert das Untergesicht und verlagert den Wachstumsindex nach JARABAK in Richtung horizontaler Werte.

Cephalometric facial soft tissue changes after functional orthodontics with Jumping-the-bite Appliances – a longitudinal study

The aim of the present study was to assess the facial soft tissue changes after functional orthodontic treatment with jumping-the-bite appliances of the Hannover design. Lateral cephalograms of 65 patients treated with the appliances and 36 untreated patients with a mean age of 10.80 years were digitally scanned and examined. In addition the patients were divided into two groups by horizontal and neutral growth types according to Jarabak's growth index. The statistic methods used were average value, standard deviation, t-testing and Pearson formula. The results showed that there were highly significant changes ($p < 0,001$) in the N'-Ns-Pog' angle over all and significant changes ($p < 0,01$) in horizontal growth type. Furthermore, there was a minor significant ($p < 0,05$) correlation with the SNA angle in all patients. The soft tissue profile angle N'-Sn-Pog' changed significantly ($p < 0,01$) in all patients and in neutral growth types. The upper lip profile Sn-SS-Ls did not show significant changes in any group. The lower lip profile Pog'-Sm-Li changed significantly ($p < 0,01$) in the horizontal growth types only.

Results of all groups of patients showed significant ($p < 0,01$) and highly significant ($p < 0,001$) ventral misalignments of the esthetic line (NsPog') towards Ls and Li.

With reference to Jarabak's growth index all groups showed a shift of results towards the range of a horizontal growth pattern. Furthermore the treatment resulted in a significant prolongation ($p < 0,01$) of the lower face of both groups treated, neutral and horizontal growth type. All groups taken together the rate of prolongation differed highly significant ($p < 0,001$). The length of the mid-face remained unchanged in all groups.

The final results of the study showed that the employment of a JTBA increases the convexity of the face, moves the esthetic line towards the anterior, prolongs the lower face and shifts the range of results in accordance with Jarabak's growth index towards a horizontal pattern.

2 Einleitung

Die Kieferorthopädie befasst sich mit der Therapie der Dysgnathien, also der Gesamtheit der Fehlstellungen von Zähnen und Kieferknochen sowie der Behandlung von Gesichtsfehlbildungen. Im Rahmen der Behandlung von Patienten während des Kieferwachstums kommt es zur gezielten Verlagerung von Knochen und damit zur Veränderung an den Weichgeweben.

Hierbei sind nicht alle Behandlungsmethoden in ihrer Wirkung gleichzusetzen. Die vorliegende Untersuchung verfolgt das Ziel, die Auswirkungen eines bestimmten kieferorthopädischen Behandlungsgerätetyps auf das Profil von Patienten mit einer Angle-Klasse II₁ zu untersuchen.

2.1 Historische Grundlagen

Im Jahr 1899 wurde von Edward H. Angle erstmals eine bis heute gültige Einteilung von Dysgnathien vorgenommen (Tab. 1.1).

Klasse I	Normalfall. Der mesiale Höcker des 1. oberen Molaren greift in die zentrale Fissur des unteren 1. Molaren.
Klasse II ₁	Distalokklusion mit proklinierten Oberkieferfrontzähnen. Der mesiale Höcker des 1. oberen Molaren okkludiert distal der zentralen Fissur des 1. Molaren.
Klasse II ₂	Distalokklusion mit reklinierten Oberkieferfrontzähnen. Der mesiale Höcker des 1. oberen Molaren okkludiert distal der zentralen Fissur des 1. Molaren.
Klasse III	Mesialokklusion. Der mesiale Höcker des 1. oberen Molaren okkludiert mesial der zentralen Fissur des 1. Molaren.

Tabelle 1: Einteilung der Dysgnathien nach E. H. Angle (1899).

Eine besondere Bedeutung kommt der Angle Klasse II₁ zu, die in der Literatur mit einer Häufigkeit von bis zu 25 % bei Heranwachsenden in Zentraleuropa angegeben wird (Bazant und Miksa, 1960). Ursprünglich bezog sich die

Einteilung der Dysgnathien von E. H. Angle auf die Verzahnung der Sechsjahrmolaren und der Frontzähne, in der späteren Entwicklung wurde die Einteilung auch zur Beschreibung der skelettalen Befunde verwendet. Im Laufe des vergangenen Jahrhunderts wurden im Rahmen der Weiterentwicklung und Neueinführung kieferorthopädischer Behandlungsmethoden viele Verfahren und Geräte insbesondere zur Behandlung von Anomalien der Angle-Klasse II₁ entwickelt und verbessert. Es wurde zudem erkannt, dass nicht nur eine skelettale Anomalie, sondern auch eine rein dentale Fehlstellung zu einer Angle-Klasse II₁-Okklusion führen können (Schwarz, 1951) und somit die Therapiekonzepte hinsichtlich dieser Sachverhalte differenziert werden mussten.

2.2 Prinzipien der Funktionskieferorthopädischen Behandlung

Die Funktionskieferorthopädie verfolgte ursprünglich das Grundprinzip, einen retrognathen Unterkiefer unter Inanspruchnahme eines zu erwartenden Wachstums des Patienten vorzuverlagern. Gemäß der Roux'schen Lehre (Roux, 1885) von der funktionellen Anpassung soll durch die gezielte Vorverlagerung des Unterkiefers zunächst eine Anpassung des Muskeltonus der Kaumuskulatur und daraus resultierend eine Anpassung der skelettalen Komponenten erreicht werden.

Heutzutage werden bezüglich der skelettalen Komponente drei Behandlungsprinzipien in der Funktionskieferorthopädie gesehen:

- Vorverlagerung des Unterkiefers unter Ausnutzung des zu erwartenden Wachstums, Behandlungsmethode der Wahl bei eugnathem Oberkiefer und retro- oder mikrognathem Unterkiefer
- Hemmung des sagittalen Oberkieferwachstums, Behandlungsmethode der Wahl bei eugnathem Unterkiefer und pro- oder makrognathem Oberkiefer
- Kombination aus den beiden vorgenannten Prinzipien, bei gleichzeitigem Vorliegen eines pro- oder makrognathem Oberkiefers und eines retro- oder mikrognathem Unterkiefers

Als idealer Zeitpunkt des Beginns einer funktionskieferorthopädischen Behandlung wird die frühe bis späte Wechselgebissphase angesehen (Lisson 2003, Wedler et al. 2006).

2.3 Funktionskieferorthopädische Geräte

Heutzutage stehen dem Kieferorthopäden viele verschiedene funktionskieferorthopädische Geräte zur Verfügung.

2.3.1 Vorbiss-Doppelplatte nach A. M. Schwarz

Die Vorbiss-Doppelplatte nach A. M. Schwarz (Schwarz, 1951) wird als Vorläufer der modernen Doppelplattensysteme angesehen (Abb. 1). Es werden drei Formen unterschieden (Abb. 2).



Abb. 1: Vorbiss-Doppelplatte nach A. M. Schwarz

- a) Eine schräg von oben vorne nach unten hinten geteilte Konstruktion, die über die so entstehende schiefe Ebene eine Führung nach anterior bereits in Ruheschwebelage des Unterkiefers bewirkt.
- b) Eine Apparatur zur Behebung einer Klasse II1-Anomalie mit einer Führungsfläche der Oberkieferplatte, welche bis hinter die Unterkiefertransversalschraube reicht.
- c) Konstruktion wie unter 2), nur werden als Vorschubelemente Drahtbügel

verwendet.

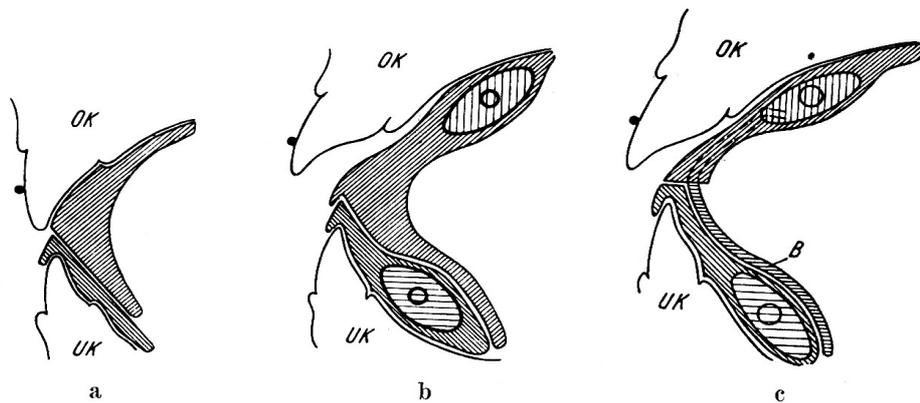


Abb. 2: Varianten der Vorbiss-Doppelplatte nach Schwarz

Die Vorschubschlaufen sollten harmonisch im anterioren Bereich der Unterkieferapparatur anliegen und von der Länge her so bemessen sein, dass sie in Ruheschwebelage noch Kontakt zur Führungsfläche im Gegenkiefer haben.

2.3.2 Doppelplatte mit Oberkieferspornführung nach Müller

Bei der von Müller (1962) konstruierten Modifikation der Vorbiss-Doppelplatte nach A. M. Schwarz wurden die Vorschubstege nicht im vorderen Teil der Apparatur sondern jeweils an den Seiten angebracht. Der Vorteil dieser Konstruktion lag in der freien Zungenbeweglichkeit, nachteilig war allerdings die Hemmung von Lateralbewegungen (Abb. 3).



Abb. 3: Doppelplatte mit Oberkieferspornführung nach Müller

2.3.3 Vorschubdoppelplatte nach Sander

Die von Sander (1988) beschriebene Apparatur besteht aus zwei Plattenapparaturen, welche durch sogenannte Protrusionsstege miteinander verbunden sind. Diese Protrusionsstege sind konfektioniert und haben definierte Neigungen von 55°, 60° oder 65°. Je nach Wachstumsmuster kommen die unterschiedlichen Stege zum Einsatz. Da die Protrusionsstege länger sind als bei den anderen Apparaturen, wird der Unterkiefer auch im Zustand der Öffnung ventral gehalten, so dass z. B. auch im Schlaf eine Führung gegeben ist („Nachtwirkung“) (Abb. 4).



Abbildung 4: Vorschubdoppelplatte nach Sander

2.3.4 Twin-Block nach Clark

Clark (1988) beschrieb die Twin-Block Apparatur zur Vorverlagerung des Unterkiefers. Die Vorverlagerung des Unterkiefers geschieht über schiefe Ebenen, die über den Seitenzahnsegmenten angebracht sind. Aufgrund dieser Konstruktion ist nur die Lage des Unterkiefers, nicht aber die Zahnstellung mit dieser Apparatur beeinflussbar (Abb. 5).



Abbildung 5: TwinBlock Apparatur nach Clark

2.4 Indikation zur funktionskieferorthopädischen Behandlung mit Doppelvorschubplatten

Die Indikation zur funktionskieferorthopädischen Behandlung im vorliegenden Kollektiv der Poliklinik für Kieferorthopädie einer deutschen Universitätsklinik ergab sich aus den o. g. Prinzipien der funktionskieferorthopädischen Behandlung. Sander (1988) gibt folgende Begründungen für die Anwendung der Doppelvorschubplatte an:

- Eine Einschränkung der Sprachleistung findet nur im mäßigen Ausmaß statt
- durch die Möglichkeit der Verwendung unterschiedlicher Halteelemente ist eine Anwendung auch im Wechselgebiss möglich
- Einzelzahnbewegungen sind möglich, sowohl in der Sagittalen als auch in der Transversalen (bedingt auch in der Vertikalen bei Einschleifbehandlung)

- die für den Langzeiterfolg notwendige Kongruenz der Zahnbögen kann synchron mit der Vorverlagerung eingestellt werden
- durch die verwendeten Vorschubschlaufen kann beim Schlafen, auch bei evtl. geöffnetem Mund, ein Hemmeffekt auf das Oberkieferwachstum erzielt werden
- die Verwendung eines Headgears und anderen externen Behandlungsgeräten ist möglich
- es tritt bei Anwendung tagsüber ein „Übungseffekt“ zusätzlich zur skelettalen Beeinflussung des Oberkiefers auf

Die Indikation ist grundsätzlich gegeben bei mandibulärer Mikro-/Retrognathie, sowie auch bei mandibulärer Laterognathie. Das Ziel ist es jeweils, den Unterkiefer unter Ausnutzung des noch vorhandenen Wachstums symmetrisch bzw. asymmetrisch vorzuverlagern. Bei symmetrischer Vorverlagerung kommt eine DVP mit beidseitigen Vorschubschlaufen, bei asymmetrischer Vorverlagerung kommt eine DVP mit einseitiger Vorschubschlaufe zur Anwendung. Vorbedingung ist aber jeweils die Kongruenz der Zahnbögen in Angle Klasse I.

3 Fragestellung

In der aktuellen kieferorthopädischen Fachliteratur existieren viele Studien, die sich mit skelettalen Veränderungen und Veränderungen der Gesichtswichteile bei funktionskieferorthopädischer Behandlung mit Bionatoren (Flores-Mir et al 2006, Lange et al. 1995, Morris et. Al 1998), Aktivatoren (Flores-Mit et al. 2006, Quintao et al 2006, Fischbach et al. 1995, Forsberg et al. 1981, Maltagliati 2004), Twin Block Apparaturen (Flores-Mir 2006, Quintao et al 2006, Morris et al. 1998), Herbst-Scharnieren (Panherz et al 1994, Flores-Mir et al. 2006) und anderen funktionskieferorthopädischen Geräten wie z. B. der Bass-Apparatur (Morris et al. 1998) befassen. Es existieren einzelne Arbeiten (Lisson 2002, Lisson und Tränkmann 2003 und Wedler et al. 2006, Stec-Slonicz et al. 2008), welche sich mit dentoalveolären und skelettalen Veränderungen bei der Therapie mit Doppelvorschubplatten befassen. In der gesamten Literatur findet sich allerdings keine Veröffentlichung, welche sich mit Gesichtswichteilveränderungen bei der Therapie mit Doppelvorschubplatten befasst. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es daher, die Veränderung der Gesichtswichteile im Rahmen der funktionskieferorthopädischen Therapie mit der Doppelvorschubplatte nach Tränkmann (Abbildung 6) zu analysieren und diese mit den Veränderungen der Gesichtswichteile eines unbehandelten Patientenkollektivs zu vergleichen.



Abbildung 6: Doppelvorschubplatte nach Tränkmann

4 Literaturübersicht

Sander et al. (1995) untersuchten skelettale und dentale Veränderungen bei unbehandelten Klasse II-Patienten bei Behandlung mit der Doppelvorschubplatte nach Sander. Es wurden FRS-Bilder von 95 Patienten (50 Jungen, 45 Mädchen) bei Behandlungsbeginn und Behandlungsende im Gesamtkollektiv sowie getrennt nach Geschlechtern ausgewertet und verglichen. Es zeigte sich ein deutlicher Hemmeffekt auf das Oberkieferwachstum sowie eine Förderung des Unterkieferwachstum. Die Effekte waren bei Mädchen jeweils etwas stärker ausgeprägt als bei Jungen. Der Interinzisialwinkel reduzierte sich signifikant bei beiden Geschlechtern, wobei bei Jungen die Reduktion geringer ausfiel als bei Mädchen. Lisson (2002) untersuchte im Rahmen einer Longitudinalstudie die Behandlungseffekte bei Patienten mit einer Angle-Klasse II1-Okklusion bei Therapie mit Doppelvorschubplatten anhand von Modellpaaren und Fernröntgenseitenbildern. Es konnten in der sagittalen hoch signifikante Verkleinerungen von Overbite und Overjet sowie des SNA- und ANB-Winkels nachgewiesen werden ($p < 0,001$); der SNB-Winkel vergrößerte sich hoch signifikant ($p < 0,001$). Insgesamt zeigte sich in der Sagittalen ein größerer Behandlungseffekt im Oberkiefer. In der Vertikalen zeigte sich eine gering signifikante Retroinklination des Oberkiefers ($p < 0,05$). In Bezug auf die Schneidezahnrelation zeigte sich eine hoch signifikante Retrusion der Oberkieferinzisivi ($p < 0,001$) sowie eine hoch signifikante Protrusion der Unterkieferinzisivi ($p < 0,001$). Lisson und Tränkmann (2003) verglichen die Behandlungseffekte der Doppelvorschubplatte bei 69 Patienten mit einer Angle-Klasse II₁ bei Behandlungsbeginn im frühen mit dem im späten Wechselgebiss. In beiden Gruppen zeigte sich eine hoch signifikante Verkleinerung von Overbite und Overjet, SNA und ANB ($p < 0,001$). SNB vergrößerte sich bei frühem Behandlungsbeginn signifikanter ($p < 0,001$) als bei spätem Behandlungsbeginn ($p < 0,01$). Insgesamt konnte gezeigt werden, dass bei frühem Behandlungsbeginn deutlich signifikantere skelettale Veränderungen zu verzeichnen waren. In Bezug auf die Veränderungen der Schneidezahnneigung

zeigte sich bei frühem Behandlungsbeginn ein hoch signifikanter Effekt bei den Ober- und Unterkieferschneidezähnen ($p < 0,001$), hingegen bei spätem Behandlungsbeginn nur bei den Unterkieferschneidezähnen ($p < 0,001$).

Wedler et al. (2006) untersuchten bei 63 Patienten ($m=30$, $w=33$), inwieweit sich der Behandlungsbeginn mit einer DVP bei einer vorliegenden Angle-Klasse II₁ auf die skelettale und dentoalveoläre Entwicklung auswirkt. Ferner wurde untersucht, ob in der vorpubertären oder in der pubertären Phase bessere Ergebnisse erzielt werden. Es konnte gezeigt werden, dass in der vorpubertären Phase zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe abgesehen vom Anstieg des Winkels OK1-NA keine signifikanten Veränderungen zu verzeichnen waren. In der pubertären Phase entwickelten sich in der Kontrollgruppe die Winkel SNB, ANB und ML-NSL sowie die Strecke arB stärker in die gewünschte Richtung als in der Untersuchungsgruppe. Insgesamt zeigte sich im vorpubertären Alter eine günstigere Entwicklung unter DVP-Therapie als im pubertären Alter. Fischbach et al. (1995) verglichen bei insgesamt 251 Patienten den Behandlungseffekt bei ausschließlich mit Aktivator bzw. DVP behandelten Klasse II₁ Patienten. Es zeigte sich, dass unter DVP-Therapie SNA deutlich verringert wurde, unter Aktivatortherapie eine Vergrößerung von SNA erfolgte. SNB wurde unter DVP-Therapie signifikant größer als unter Aktivatortherapie. Stec-Slonicz et al. (2008) untersuchten 69 Patienten (37 Mädchen und 32 Jungen) mit einer Angle-Klasse II₁ Verzahnung und einer skelettalen Klasse II, die ausschließlich mit Doppelvorschubplatten der Hannoveraner Konstruktion behandelt wurden im Hinblick auf die dentoalveolären Veränderungen. Hierbei zeigte sich eine Längenzunahme der anterioren Zahnbögen in beiden Kiefern, stärker aber im Unterkiefer aufgrund der Protrusion der Inzisivi. Die Länge der Stützzonen nahm in beiden Kiefern ab. Die anteriore und posteriore Zahnbogenbreite nahmen zu. Die sagittale Frontzahnstufe wurde bis in den Normwertbereich verkleinert, zusätzlich zeigte sich eine geringfügige Verkleinerung der vertikalen Frontzahnstufe. Weitere Studien zu skelettalen und dentalen Effekten sowie zu Weichteilveränderungen bei Therapie mit der DVP finden sich in der Literatur nicht. Gleichwohl haben sich viele Autoren mit dem Thema Weichteilveränderungen bei der Therapie

von Patienten mit Klasse II1-Okklusion mit funktionskieferorthopädischen Geräten befasst.

Flores-Mir und Major (2006) untersuchten in drei Reviews die Weichteilveränderungen bei funktionskieferorthopädischer Therapie mit Bionatoren und Aktivatoren, mit der Twin Block Apparatur nach Clark sowie mit fixierten funktionskieferorthopädischen Geräten. Hinsichtlich der Twin Block Apparatur wurden Verbesserungen der Gesichtskonvexität nachgewiesen, bei den Veränderungen im Bereich der Oberlippe zeigten sich kontroverse Ergebnisse. In Bezug auf die sagittale Position der Unterlippe und des Weichteilmentons (Me') konnte keine Veränderung nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Therapie mit Aktivator und Bionator zeigten in der implizierten Literatur kontroverse Ergebnisse, welche keine statistisch und klinisch signifikanten Schlussfolgerung in Bezug auf Weichteilveränderungen zulassen. Hinsichtlich der fixierten funktionskieferorthopädischen Geräte zeigte sich eine Verbesserung der Gesichtskonvexität sowie eine Begrenzung der Vorbewegung der Oberlippe. Eine Veränderung der sagittalen Unterlippenposition sowie des Weichteilmentons konnte nicht gefunden werden. Außerdem zeigten sich gleiche Weichteilveränderungen bei behandelten und unbehandelten Patienten. Im Rahmen der von Jonas (1984) durchgeführten Longitudinalstudie wurden sowohl knöcherne als auch Weichteil-Profileveränderungen nach Behandlung mit Headgear und Aktivator untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass die Profileveränderungen im Wachstumsalter bei der Klasse II,1 sowohl durch das physiologische Wachstum, als auch durch die kieferorthopädische Behandlung beeinflusst wurden. So sind bei Behandlungen, bei denen entgegengesetzt des physiologischen Wachstums therapiert wurde, wie im Fall des vertikalen Wachstumsmusters, die Möglichkeiten der sagittalen Profileveränderung und des Weichteilprofils sehr gering. Bei Behandlungen, die das physiologische Wachstum begünstigen, konnte eine deutliche Verbesserung des Weichteilprofils erreicht werden, wobei auch gezeigt werden konnte, dass das Lippenprofil dabei weitgehend unabhängig von der Korrektur der sagittalen Kieferlagebeziehung war.

5 Patienten und Methoden

5.1 Untersuchungsgruppe

5.1.1 Patienten Klientel und Einschlusskriterien

Die Untersuchungsgruppe besteht aus 65 Patienten aus dem Patienten Klientel der Poliklinik für Kieferorthopädie einer deutschen Universitätsklinik, welche ausschließlich mit Doppelvorschubplatten nach Hannoveraner Konstruktion behandelt wurden. Die Auswahl der Patienten wurde nach folgenden Einschlusskriterien vorgenommen:

- Klasse II₁ Okklusion
- vergrößerte sagittale Frontzahnstufe
- Distalokklusion im Seitenzahnbereich $\geq \frac{1}{2}$ Prämolarenbreite
- Vergrößerter ANB – Winkel $\geq 4^\circ$.
- keine extremen skelettalen Fehlstellungen mit absehbar späterer Notwendigkeit einer chirurgischen Intervention
- kontinuierliche Behandlung durch einen Behandler nach derselben Methode
- kontinuierliche FRS-Dokumentation vorhanden (Anfangsbefund, jährliche Zwischenbefunde, Endbefund)
- Patienten in einem Alter, in dem noch Kieferwachstum zu erwarten ist (Björk 1963, 1969).

Die Untersuchungsgruppe wurde mit einer Kontrollgruppe bestehend aus 36 unbehandelten Patienten (weibl/männl) mit jeweils einem Anfangs- und einem Endbefund verglichen. Die Bilder stammen aus der Studie von Rudzki-Janson und Noachtar (1998) und wurden von den Autoren für diese Studie freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

5.1.1.1 Unterteilung des Patientenkollektivs in Untergruppen

Neben der Untersuchung der Gesamtkollektive wurden die Patienten noch nach neutralem (n=18) und horizontalem (n=43) Wachstumsmuster nach Jarabak (1972) unterteilt. Die Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster (n=3) blieben aufgrund der statistisch nicht repräsentativen Gruppengröße unberücksichtigt.

5.1.1.2 Bildmaterial

Die verwendeten 342 Fernröntgenseitbilder stammen von den o. g. ausschließlich mit Doppelvorschubplatten behandelten Patienten. Sie wurden mit einem Flachbettscanner mit Durchlichteinheit (Agfa® DuoScan 1200T) digitalisiert und im TIFF-Format (Tag Interchange File Format) abgespeichert. Von jedem Patienten liegt ein Bild vom Beginn und vom Ende der Behandlung vor sowie jeweils ein Bild aus jedem Behandlungsjahr.

5.2 FRS-Analyse

5.2.1 Programm und Analyseverfahren

Zur Analyse der FRS-Bilder wurde die Software OnyxCeph™ Version 2.7 (Fa. Image Instruments, Chemnitz) verwendet. Zu diesem Zweck wurde pro Patient ein Datensatz erstellt und die FRS-Bilder unter dem Erstellungsdatum und mit der entsprechenden Befundzuordnung (Anfang-, Zwischen-, Endbefund) in der Datenbank abgelegt. Bei der verwendeten Analyseverfahren handelt es sich um ein individuell für diese Arbeit erstelltes Analyseprofil auf Grundlage der in der Arbeit von Jonas (1984) analysierten Parameter.

5.2.1.1 Punkte

Bezeichnung	Kürzel	Beschreibung
Sellamitte	S	konstruierter Mittelpunkt des größten Durchmessers der knöchernen Kontur der sella turcica
Nasion	N	am weitesten anterior gelegenen Punkt der sutura naso-frontalis in der Median-Sagittalebene
A-Punkt	A	am weitesten dorsal gelegener Punkt der anterioren Krümmung des Oberkieferalveolarfortsatzes
B-Punkt	B	Am weitesten dorsal gelegener Punkt der apikalen Basis des Unterkiefers
Pogonion	Pog	Am weitesten ventral gelegener Punkt des knöchernen Kinns.
Gnathion	Gn	Am weitesten ventral und caudal gelegener Punkt des knöchernen Kinns.
Menton	Me	Am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse in der Median-Sagittalebene.
Gonion	Go	Dorsokaudalster Punkt des Unterkiefers. Anlagepunkt einer Tangente von Me an den horizontalen Mandibulaast.
Hautnasion	N'	Am weitesten dorsal gelegener Punkt der Einziehung des Weichteilprofils über der Nasenwurzel
Nasenspitze	Ns	Ventralster Punkt der Weichteilnase.
Columella	Col	Punkt am Übergang des geraden Anteils der Columella in die Konkavität der Nasenspitze
Subnasale	Sn	Weichteilpunkt am Schnittpunkt des Nasensteges mit dem Oberlippenweiß.
Sulcus labialis superior	Ss	Größte Einziehung im Bereich des Philtrums
Labrale Superius	Ls	Stärkste Vorwölbung der Oberlippe, Grenze des Oberlippenrots.
Stomion	St	Mundspalte, Berührungspunkt von Ober- und Unterlippenkontur.
Labrale inferius	Li	Stärkste Vorwölbung der Unterlippe.
Sulcus labialis inferior	Sm	Am weitesten dorsal gelegener Punkt in der Konkavität der Unterlippe.
Weichteilpogonion	Pog'	Am weitesten ventral gelegener Punkt des Weichteilkinns.
Weichteilgnathion	Gn'	Am weitesten ventral und caudal gelegener Punkt des Weichteilkinns.
Weichteilmenton	Me'	Am weitesten kaudal gelegener Punkt des Weichteilkinns.
Apikale des oberen 1ers	Ap1o	Wurzelspitze des am weitesten labial stehenden oberen Inzisivus
Inzisalkante des oberen 1ers	Is1o	Spitze der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden oberen Inzisivus
Apikale des unteren 1ers	Ap1u	Wurzelspitze des am weitesten labial stehenden unteren Inzisivus
Inzisalkante des unteren 1ers	Is1u	Spitze der Inzisalkante des am weitesten labial stehenden unteren Inzisivus

Tabelle 2: Beschreibung der in der FRS-Analyse verwendeten Punkte

Die in Tabelle 2 aufgeführten Meßpunkte sind in Abbildung 7 dargestellt.

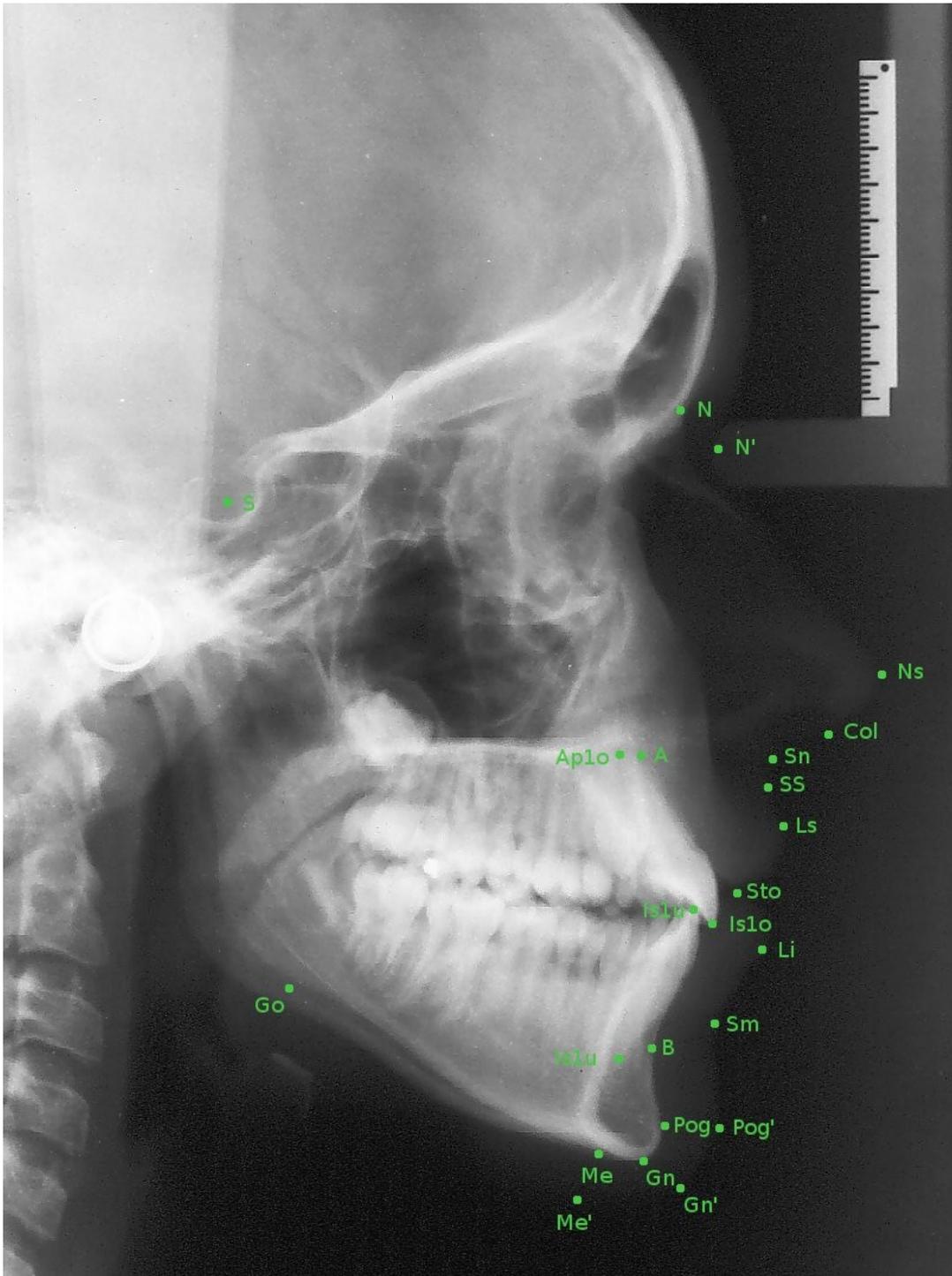


Abbildung 7: FRS-Bild mit denen in Tabelle 2 aufgeführten Meßpunkten

5.2.1.2 Winkel

Bezeichnung	Beschreibung
SNA Mittelwerte: 82,01° ± 3,89° (Erw.) 80,79° ± 3,85° (Kinder)	Bestimmt die anterior-posteriore Lage des Subspinale (A) zur vorderen Schädelbasis (S-N) und damit die Einlagerung der Maxilla in den Gesichtsschädel, gebildet durch die Referenzlinien S-N und N-A.
SNB Mittelwerte: 79,97° ± 3,69° (Erw.) 78,02° ± 3,06° (Kinder)	bestimmt die anterior-posteriore Lage des Supramentale (B) zur vorderen Schädelbasis (S-N) und damit die Einlagerung der Mandibula in den Gesichtsschädel, gebildet durch die Referenzlinien S-N und N-B.
SN-Pog Mittelwert: 82° ± 3°	Bestimmt die anterior-posteriore Lage der Unterkieferbasis zur vorderen Schädelbasis, gebildet durch die Referenzlinien S-N und N-Pog. Im Vergleich mit dem SNB-Winkel kann festgestellt werden, wie stark der Kinnvorsprung ausgeprägt ist. Bei einer günstigen Relation zwischen B-Punkt und Pogonion ist der SNPog-Winkel 1° größer als der SNB-Winkel.
NA-Pog	Beschreibt die skelettale Gesichtskonvexität
OK1-NPog Mittelwert: 28° ± 4°	Winkel der Zahnachse des am weitesten labial stehenden oberen Schneidezahnes zur Linie N-Pog, bestimmt die Ante- bzw. Retroinklination der oberen Front, gebildet durch die Referenzlinien Is1o-Ap1o und N-Pog.
UK1-MeGo Mittelwerte: 93,09° ± 6,789° (Erw.) 93,52° ± 5,78° (Kinder)	Bestimmt die Achsenstellung der Schneidezähne des Unterkiefers zur Mandibularebene, gebildet durch die Referenzlinien Is1u-Ap1u und Me-tGo (bzw. Me-Go oder Me-Im).
N'-Sn-Pog' (Weichteilprofilwinkel) Mittelwert: 161°	bestimmt das Ausmaß der Weichteilkonvexität, gebildet durch die Referenzlinien N'-Sn und Sn-Pog'.
N'-Ns-Pog' (Gesamtprofilwinkel) Mittelwerte: 137° (Männer) 133° (Frauen)	Gesamt-Weichteilkonvexität, bestimmt das Ausmaß der Konvexität des gesamten Profils gebildet durch die Referenzlinien N'-Ns und Ns-Pog'.
Col-Sn-Ls (Nasolabialwinkel) Mittelwert: 109,8 °	Winkel zwischen der Oberlippe und der Kolumella.
Sn – Ss – Ls (Oberlippenprofilwinkel)	Winkel, der die Einziehung des sulcus labialis superior beschreibt.
Pog' – Sm – Li (Unterlippenprofilwinkel)	Winkel, der die Einziehung des sulcus labialis inferior beschreibt.

Tabelle 3: Beschreibung der in der FRS-Analyse verwendeten Winkel

Die in Tabelle 3 aufgeführten Winkel sind in den Abbildungen 8, 9 und 10 dargestellt.

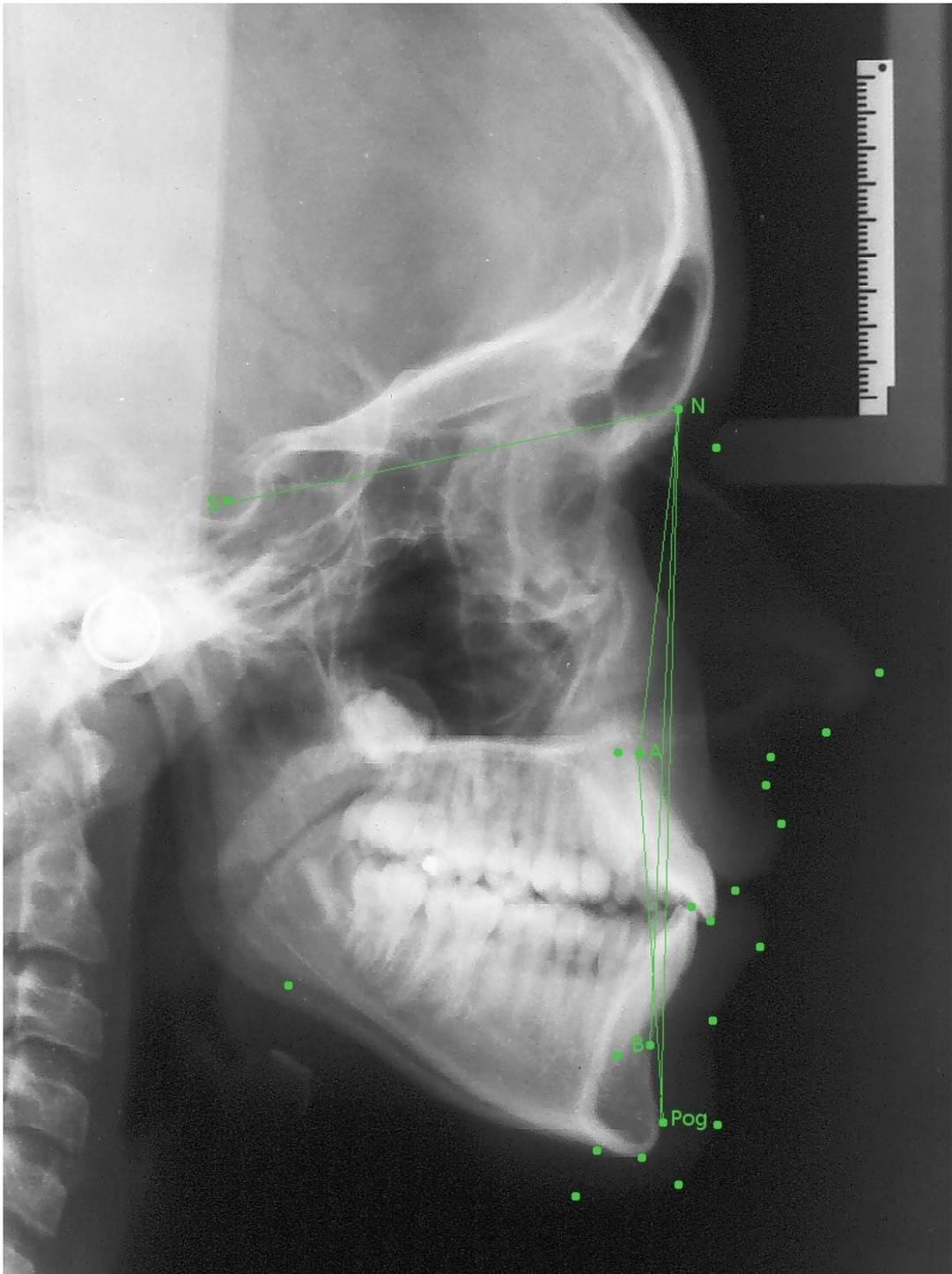


Abbildung 8: FRS-Bild mit Darstellung der Winkel SNA, SNB, SNPog und NAPog

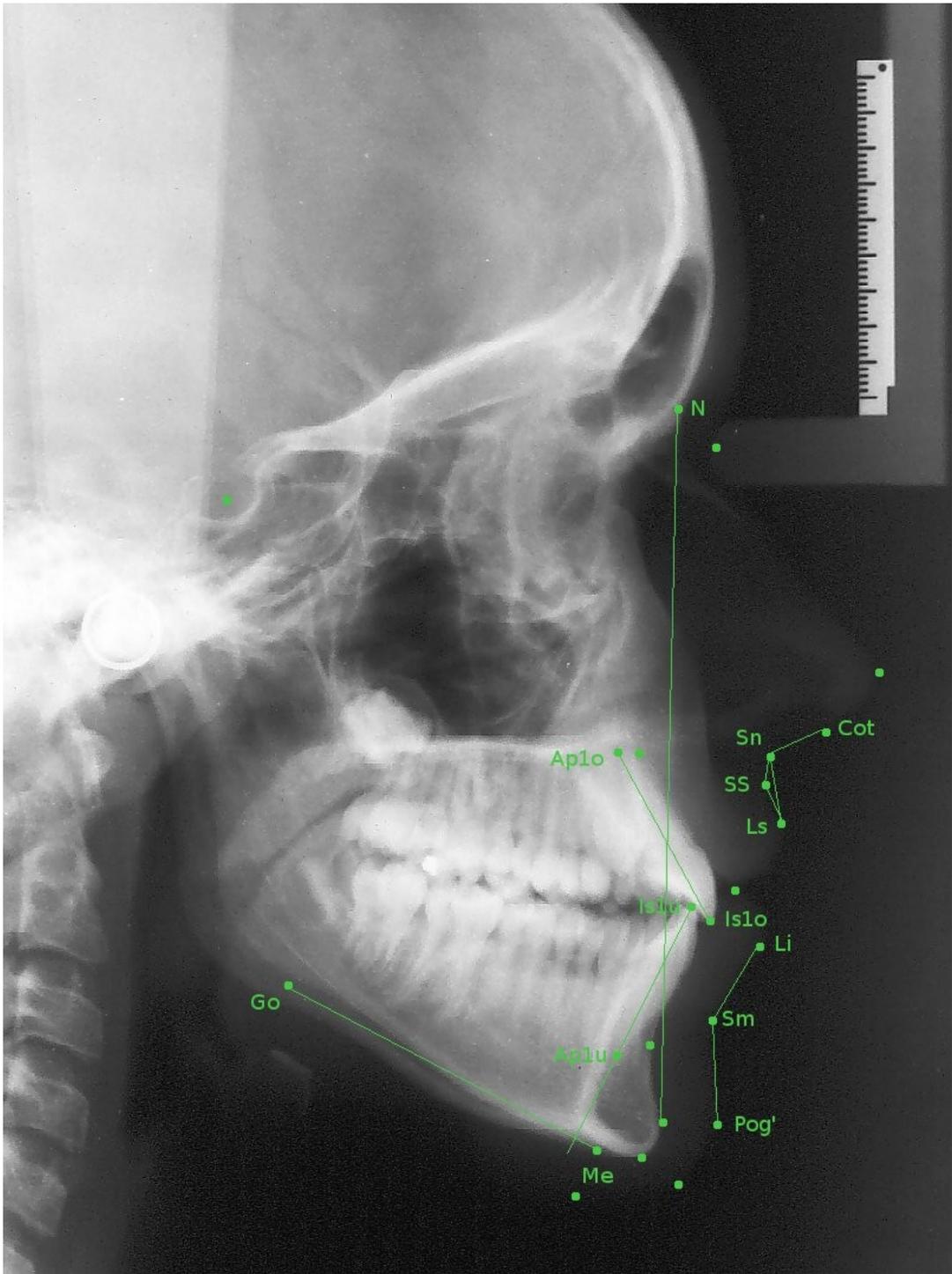


Abbildung 9: FRS-Bild mit Darstellung der Winkel $OK1-NPog$, $UK1-MeGo$, $Sn-SS-Ls$, $Cot-Sn-Ls$, $Pog'-Sm-Li$

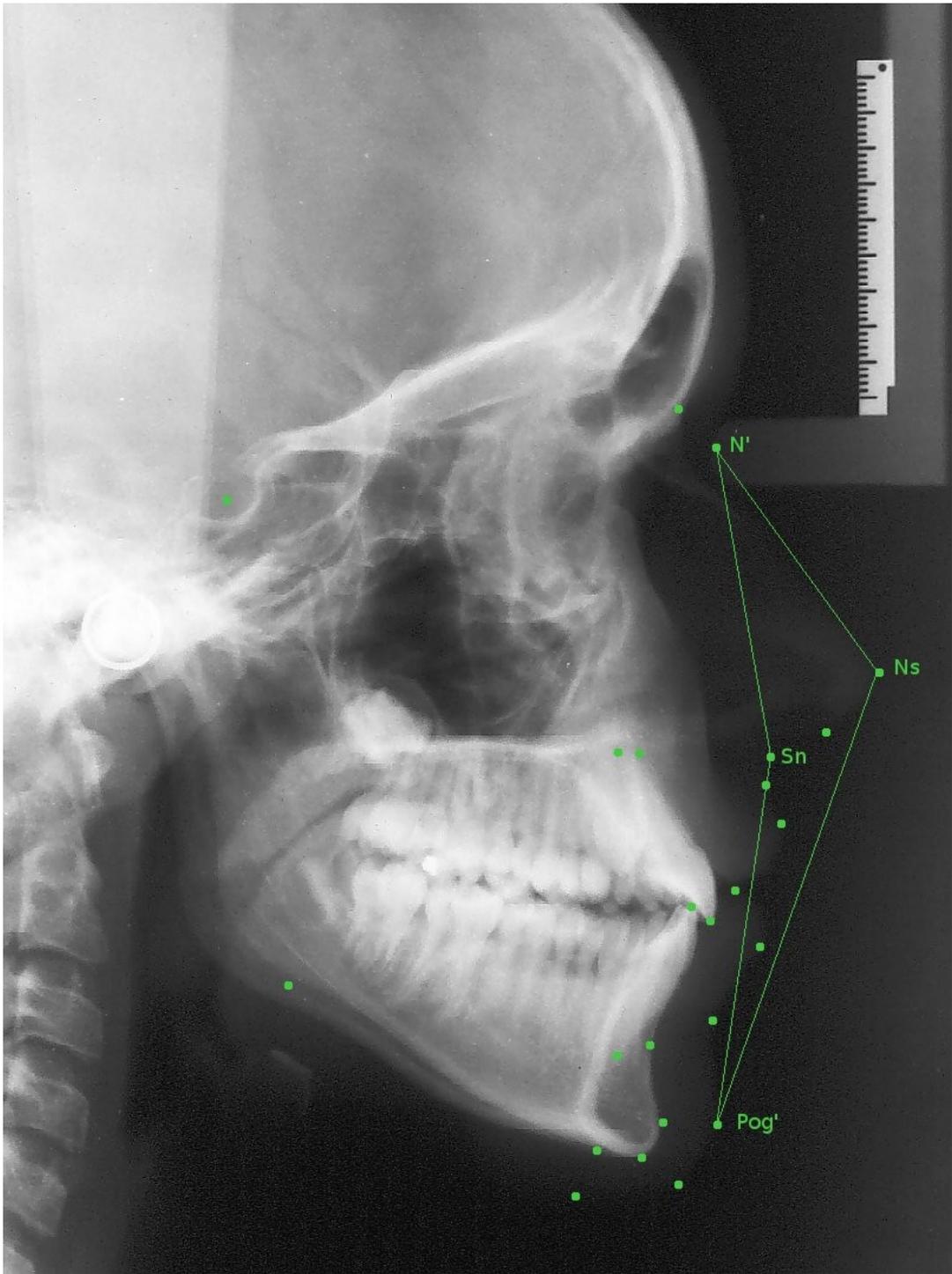


Abbildung 10: FRS-Bild mit Darstellung der Winkel $N'-Sn-Pog'$ und $N'-Ns-Pog'$.

5.2.1.3 Abstände

Bezeichnung	Beschreibung
A - NPog Mittelwerte: 2mm ± 2 mm	Abstand des Subspinale zur Gesichtsebene. Ein erhöhter Wert weist auf skelettale Klasse II, ein niedrigerer Wert auf Klasse III hin.
B - NPog	Abstand des B-Punktes zur Gesichtsebene.
Is1o - NPog Mittelwerte: 5,51 mm ± 3,15 mm (Erw.) 6,35 mm ± 2,67 mm (Kinder)	Abstand der Schneidekante des am weitesten labial stehenden oberen mittleren Schneidezahnes (Is1o) von der Referenzlinie N-Pog, bestimmt die Position der oberen Inzisivi in Relation zur Gesichtsebene.
Is1U - NPog Mittelwerte: -2 mm bis +2 mm	Abstand der Schneidekante des am weitesten labial stehenden unteren mittleren Schneidezahnes (Is1u) von der Referenzlinie N-Pog, bestimmt die Position der unteren Inzisivi in Relation zur Gesichtsebene
Ls - NPog	Abstand der Oberlippe (Ls) von der Referenzlinie N-Pog.
Li - NPog	Abstand der Unterlippe (Li) von der Referenzlinie N-Pog.
Ls - NsPog' Mittelwerte: -1 mm bis +4 mm	Abstand der Oberlippe (Ls) von der 'Esthetic Line' (Ns-Pog') als Maß für die Weichteilbalance zwischen Lippen und Profil.
Li - NsPog' Mittelwerte: 0 mm bis +2 mm	Abstand der Unterlippe (Li) von der 'Esthetic Line' (Ns-Pog') als Maß für die Weichteilbalance zwischen Lippen und Profil.
Ss - NPog	Abstand der tiefsten Einziehung des Sulcus labialis superior von der Referenzlinie N-Pog.
Sm - NPog	Abstand der tiefsten Einziehung des Sulcus labialis inferior von der Referenzlinie N-Pog.

Tabelle 4: Beschreibung der in der FRS-Analyse verwendeten Abstände

Die in Tabelle 4 aufgeführten Abstände sind in Abbildung 11 dargestellt.

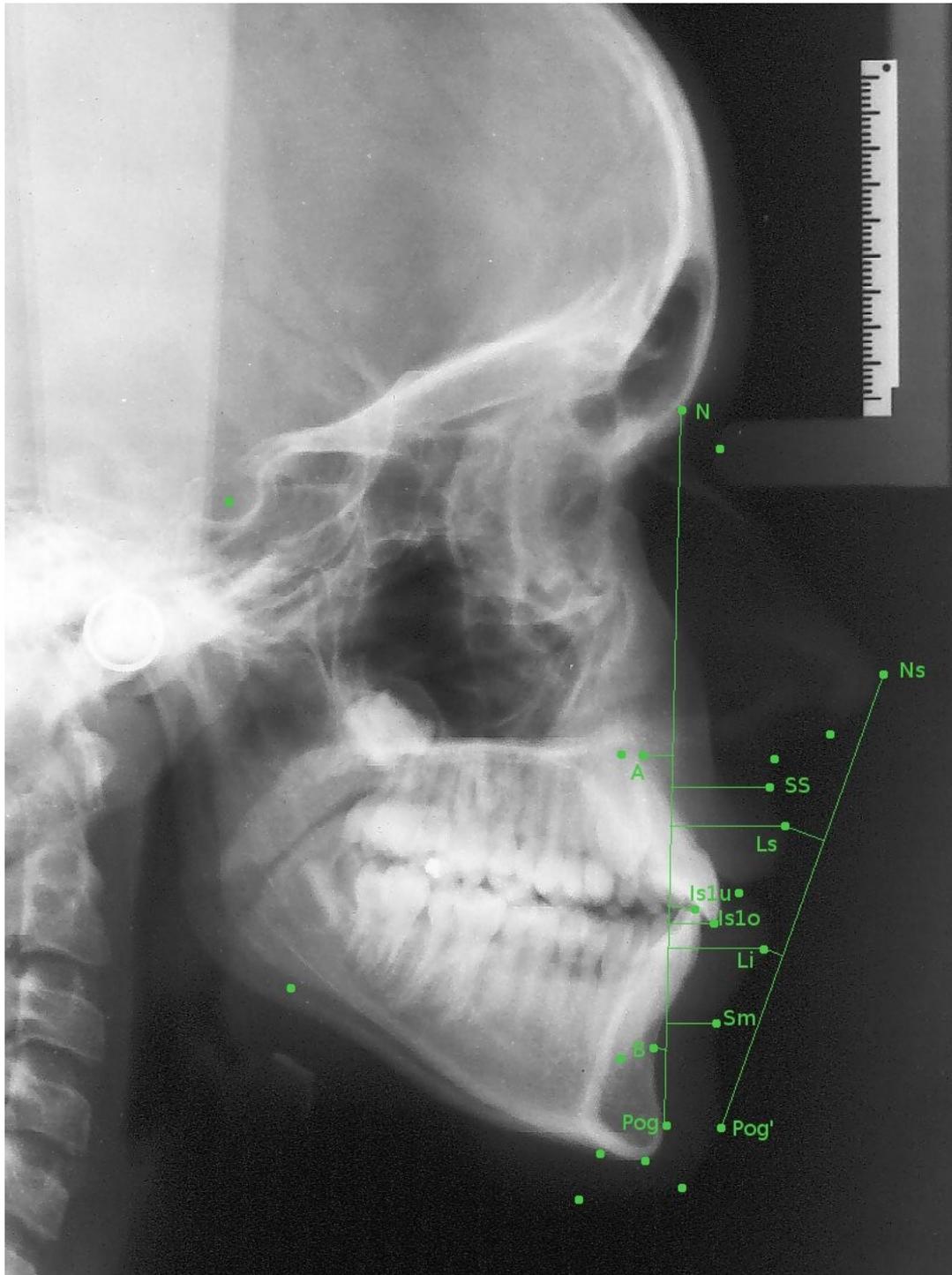


Abbildung 11: FRS-Bild mit Darstellung der Abstände A--|NPog, B--|NPog, Is1o--|NPog, Is1u--|NPog, Ls--NPog, Li--NPog, SS--|NPog, Sm--|NPog, Ls--|NsPog', Li--NsPog' sowie der skelettalen Bezugsebene NPog und der Esthetic Line nach Ricketts (Ns-Pog').

5.2.1.4 Strecken- und Längenverhältnisse

Bezeichnung	Beschreibung
Sn – Sto	Strecke vom Subnasale bis zum Stomion.
Sto - Me'	Strecke vom Stomion bis zum Menton molle.
Sn – Me'	Strecke vom Subnasale bis zum Menton molle.
Sn – Sto : Sn – Me' Upper jaw height	Die upper jaw height beschreibt das Verhältnis der Strecke Sn-St zur Strecke Sn-Me' und ist eine Maß für die Veränderung der Mittelgesichtslänge zur Gesamtlänge von Mittel- und Untergesicht.
Sto – Me': Sn – Me' Lower jaw height	Die lower jaw height beschreibt das Verhältnis der Strecke St-Me' zur Strecke Sn-Me' und ist eine Maß für die Veränderung der Untergesichtslänge zur Gesamtlänge von Mittel- und Untergesicht.
N – Me Vordere Gesichtshöhe	Die Länge der Strecke zwischen knöchernem Nasion und knöchernem Menton.
S – Go Hintere Gesichtshöhe	Die Länge der Strecke zwischen dem Sellapunkt und dem Gonionpunkt.
S-Go : NMe	Wachstumsindex nach Jarabak. Verhältnis zwischen hinterer und vorderer Gesichtshöhe.

Tabelle 5: Beschreibung der in der FRS-Analyse verwendeten Strecken und Streckenverhältnisse

5.2.2 Objektivitätstest

Zur Überprüfung der Objektivität der Auswertungsmethode wurde ein zufällig ausgewähltes Bild aus der Untersuchungsgruppe jeweils einmal von zehn fachlich geeigneten Untersuchern ausgewertet.

5.2.3 Reliabilitätstest

Zur Überprüfung der Reliabilität der Auswertungsmethode wurde ein zufällig ausgewähltes Bild aus der Untersuchungsgruppe zehn Mal vom selben Untersucher im Abstand von jeweils drei Tagen ausgewertet.

5.3 Statistische Methodik

5.3.1 Deskriptive Statistik

Zur Veranschaulichung der gewonnenen Daten wurden die klassischen Methoden der beschreibenden Statistik angewendet. Dazu wurden der arithmetische Mittelwert sowie die Standardabweichung ermittelt.

5.3.2 Analytische Statistik

Die analytische Statistik wurde mit Hilfe der Software SPSS 15 (SPSS Inc., Chicago) angefertigt. Zur Überprüfung von Abhängigkeiten innerhalb der Analysegruppe wurde der t-Test für abhängige Stichproben verwendet. Die Durchführung des Tests erfolgt durch Berechnung der Prüfgröße nach folgender Formel:

$$t = |\bar{x}_A| * \frac{\sqrt{n}}{S_x}$$

Zur Überprüfung von Abhängigkeiten zwischen Analysegruppe und Kontrollgruppe wurde der t-Test für unabhängige Stichproben verwendet. Die Durchführung des Tests erfolgt durch Berechnung der Prüfgröße nach folgender Formel:

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{s} * \sqrt{\frac{n_1 * n_2}{n_1 + n_2}}$$

Zur Analyse der Korrelation zwischen den korrespondierenden Hart- und Weichgewebsveränderungen wurde die Korrelationsanalyse nach Pearson (1-seitig) verwendet:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{(n-1) \cdot s_x \cdot s_y}$$

Für alle Tests wurden Signifikanzniveaus von $p < 0,05$ (*), $p < 0,01$ (**) und $p < 0,001$ (***) festgelegt. Da für die Durchführbarkeit des t-Tests generell eine Normalverteilung der Messwerte notwendig ist, wurden die jeweiligen Werte mittels des Kolmogorov-Smirnov-Tests auf Normalverteilung überprüft.

6 Ergebnisse

6.1 Alters-, Geschlechtsverteilung und Behandlungsdauer

Die Patienten waren bei Behandlungsbeginn im arithmetischen Mittel $10,80 \pm 1,91$ Jahre alt. Von den 67 Patienten waren 31 Patienten (46,3 %) männlich und 38 Patienten (53,7 %) weiblich. Die durchschnittliche Behandlungsdauer betrug $4,33 \pm 1,62$ Jahre. Die kürzeste Behandlungsdauer betrug 0,69 Jahre, die längste 8,61 Jahre. Der früheste Behandlungsbeginn erfolgte im Alter 7,50 Jahren, der späteste im Alter von 20,26 Jahren. Bei Behandlungsende waren die Patienten im arithmetischen Mittel $15,14 \pm 2,26$ Jahre alt. Das früheste Behandlungsende erfolgte im Alter 10,73 Jahren, das späteste im Alter von 24,70 Jahren.

6.2 Objektivitätsprüfung

Bei der Objektivitätsprüfung zeigten sich bei den Messwerten für $\angle OK1-NPog$, $Is1u--|NPog$, $Is1u--|NPog$, $Ls--|NsPog'$ und $A--|NPog$ eine Messungengenauigkeit von mehr als 5 %. Bei allen anderen erhobenen Werten lag die Messungengenauigkeit unter 5 %.

6.3 Reliabilitätsprüfung

Bei der Reliabilitätsprüfung zeigte sich bei den Werten $A--|NPog$, $B--|NPog$, $Ls--|NsPog'$, $Li--|NsPog'$ und $Sm--|NPog$ eine Messungengenauigkeit von mehr als 5 %. Bei allen anderen erhobenen Werten lag die Messungengenauigkeit unter 5 %.

6.4 Kolmogorov-Smirnov-Test

Die Auswertung des Kolmogorov-Smirnov Tests ergab eine Normalverteilung der Messwerte im Gesamtkollektiv sowie jeweils in den untersuchten Untergruppen von Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

6.5 Veränderungen im Gesamtkollektiv

Tabelle 6 zeigt für das Gesamtkollektiv die Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Parameter zu den Zeitpunkten T_0 und T_E sowie die Differenzen und Signifikanzniveaus innerhalb einer jeden Gruppe sowie die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

6.5.1 Skelettale Veränderungen

NAPog wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), A--|NPog wird hoch signifikant ($p < 0,001$) kleiner. B--|NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), SNB und SNPog werden signifikant größer ($p < 0,01$). SNA wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$). Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von SNA signifikant ($p < 0,01$) und die Veränderungen von A--|NPog und B--|NPog gering signifikant ($p < 0,05$).

6.5.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen

UK1-MeGo und Is1u--|NPog werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$). OK1-NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), Is1o--|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$). Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von UK1-MeGo und Is1--|NPog signifikant ($p < 0,01$).

6.5.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile

6.5.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel

N'-Ns-Pog' wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), N'-Sn-Pog' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$). Cotg-Sn-Ls wird gering signifikant ($p < 0,05$) größer, Sn-SS-Ls und Pog'-Sm-Li werden nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist die Veränderung von Cotg-Sn-Ls gering signifikant ($p < 0,05$).

6.5.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte

Ls--|NsPog' wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), Li--|NsPog' wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Ls--|NPog, Li--|NPog, Ss--|NPog und Sm--|NPog werden nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von Ls--|NsPog' und Li--|NsPog' hoch signifikant ($p < 0,001$) und die Veränderung von Ls--|NPog gering signifikant ($p < 0,05$).

6.5.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen

Sto-Me', S-Go*100/N-Me, Sto-Me*100/Sn-Me', SGo und NMe werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$), Sn-Sto*100/Sn-Me' wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Sn-Sto verändert sich nicht signifikant. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist die Veränderung von S-Go*100/N-Me signifikant ($p < 0,01$).

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sig.	Δ	Sig Δ
∠SNA	U	80,49	3,91	79,74	3,77	*	-0,7513	**
	K	79,26	3,28	80,34	4,69	-	1,0752	
∠SNB	U	76,03	3,77	76,74	2,96	**	0,7147	-
	K	75,48	3,41	76,84	4,64	**	1,3620	
∠SNPog	U	77,27	2,89	78,12	3,41	**	0,8508	-
	K	76,63	3,73	78,06	4,66	**	1,4231	
∠NAPog	U	172,45	4,55	174,57	3,82	***	2,1179	-
	K	172,42	4,09	174,08	3,73	*	1,6524	
A-- NPog	U	2,74	2,61	1,57	2,71	***	-1,1644	*
	K	2,05	3,03	2,09	2,45	-	0,0522	
B-- NPog	U	-1,88	1,31	-2,24	1,39	**	-0,3574	*
	K	-1,57	1,21	-1,87	1,36	-	-0,2993	
∠OK1-NPog	U	26,9	6,86	24,21	5,66	**	-2,6882	-
	K	24,52	6,01	23,89	5,80	-	-0,6287	
∠UK1-MeGo	U	94,7	6,96	99,14	6,95	***	-4,4487	**
	K	94,09	8,22	95,76	7,39	-	-1,6735	
Is1o-- NPog	U	8,38	3,12	7	2,89	*	-1,3830	**
	K	6,31	4,26	6,71	3,40	-	0,4043	
Is1u-- NPog	U	2,7	2,79	3,49	2,61	***	0,9280	-
	K	2,08	3,36	2,93	3,40	*	0,8501	
∠N'-Sn-Pog'	U	157,54	6,4	159,36	5,67	**	1,8140	-
	K	159,52	5,76	159,52	5,52	-	-0,0071	
∠N'-Ns-Pog'	U	125,9	4,58	123,87	4,7	***	-2,0279	-
	K	128,02	4,42	126,76	5,25	-	-1,2568	
∠Cotg-Sn-Ls	U	105,12	13,5	109,61	10,48	*	4,4856	*
	K	110,82	8,94	108,25	9,66	-	-2,5772	
∠Sn-SS-Ls	U	147,12	9,3	147,05	7,17	-	-0,0095	-
	K	147,54	6,47	147,56	5,86	-	0,0181	
∠Pog'-Sm-Li	U	122,32	15,57	128,44	15,03	-	0,0457	-
	K	124,76	18,43	128,7	16,27	+	0,0733	

Ls-- NPog	U	19,44	2,99	19,05	3,03	-	-0,3881	*
	K	16,73	6,57	18,78	3,83	-	2,0514	
Li-- NPog	U	15,53	3,43	15,65	3,02	-	0,1169	-
	K	13,68	6,07	14,57	2,91	-	0,8969	
Ls-- NsPog'	U	-1,67	2,72	-4,72	2,56	***	-3,0562	***
	K	-2,52	2,39	-2,7	2,74	-	-0,1762	
Li-- NsPog'	U	0,1	2,88	-2,11	2,62	***	-2,2139	***
	K	-0,29	2,96	-0,69	2,73	-	-0,4019	
Ss-- NPog	U	16,04	2,89	16,46	3	-	0,4175	-
	K	14,2	5,79	15,73	3,6	-	1,5202	
Sm-- NPog	U	8,41	2,51	8,96	2,57	-	0,5521	-
	K	7,42	3,6	7,84	1,94	-	0,4325	
Sn-Sto	U	18,96	2,6	18,96	2,84	-	0,0070	-
	K	18,12	6,7	19,5	2,93	-	1,3777	
Sto-Me'	U	40,78	4,45	44,52	4,55	***	3,7425	-
	K	36,87	13,07	41,63	4,3	-	4,7680	
<u>Sn-Sto*100</u> Sn-Me'	U	31,75	3,19	29,84	3,12	***	-1,9052	-
	K	32,88	2,8	31,87	3,67	-	-1,0106	
<u>Sto-Me*100</u> Sn-Me'	U	68,26	3,19	70,16	3,12	***	1,9052	-
	K	67,12	2,8	68,13	3,67	-	1,0106	
S-Go	U	67,97	5,6	76,15	8,18	***	8,1830	-
	K	61,78	21,51	70,74	7,24	*	8,9606	
N-Me	U	105,9	7,28	115,04	7,77	***	9,1324	-
	K	95,24	32,63	108,68	10,35	*	13,4413	
<u>S-Go*100</u> N-Me	U	64,27	4,55	66,33	5,1	***	2,0598	**
	K	64,77	4,66	65,22	4,88	-	0,4531	

Tabelle 6: Mittelwerte und Standardabweichungen aller Patienten der Untersuchungsgruppe (n=64) und der Kontrollgruppe (n=34) sowie die die Differenz Δ zwischen T0 und TE und deren Signifikanz Sig. Δ im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe. Angaben der Winkel in Grad (°) und der Strecken in mm

6.5.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen

Tabelle 7 zeigt für das Gesamtkollektiv das Signifikanzniveau der Korrelation der Veränderung der Weichgewebsparameter zu der Veränderung der Hartgewebsparameter. N'-Sn-Pog' korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA. Cotg-Sn-Ls korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA und OK1-NPog. Pog'-

Sm-Li und Ls--|NPog korrelieren gering signifikant ($p < 0,05$) mit OK1-NPog. Ls-NsPog' korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit UK1-MeGo und SGo*100/NMe. SS--|NPog korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA. Sm--|NPog korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit NAPog. Sn-Sto*100/Sn-Me' korreliert gering signifikant mit SNB, OK1-Pog und SGo*100/NMe sowie signifikant ($p < 0,01$) mit SNPog. Sto-Me*100/Sn-Me' korreliert gering signifikant mit SNB, NAPog und SGo*100/NMe sowie signifikant ($p < 0,01$) mit SNPog.

	Gruppe	∠SNA	∠SNB	∠SNPog	∠NAPog	∠OK1NPog	∠UK1MeGo	SGo	NMe	SGo NMe
∠N'-Sn-Pog'	U	*	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	**
∠N'-Ns-Pog'	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	*	-	-	-	-
∠Cotg-Sn-Ls	U	*	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	*	*	-	-	-	-	-	-
∠Sn-SS-Ls	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	*	*	-	-	-	-	-	-
∠Pog'-Sm-Li	U	-	-	-	-	*	-	*	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	*	*	-
Ls-- NPog	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	*	-	-	-	**	**	-	-
Li-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Ls-- NsPog'	U	-	-	-	-	-	*	**	**	*
	K	-	-	-	*	-	-	**	**	-
Li-- NsPog'	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ss-- NPog	U	*	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	*	*	-	-	-	-	**	**	-
Sm-- NPog	U	-	-	-	*	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sn-Sto	U	-	*	*	-	-	-	-	*	**
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sto-Me'	U	-	*	*	-	-	-	-	**	**
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
<u>Sn-Sto**100</u> Sn-Me'	U	-	*	**	-	*	-	**	-	*
	K	-	-	-	**	-	-	-	-	-
<u>Sto-Me**100</u> Sn-Me'	U	-	*	**	*	-	-	**	-	*
	K	-	-	-	**	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen aller Patienten der Untersuchungsgruppe U ($n=64$) und der Kontrollgruppe K ($n=34$). Angaben der Winkel in Grad ($^{\circ}$) und der Strecken in mm

6.6 Veränderungen bei Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak

Tabelle 8 zeigt für die Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak die Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Parameter zu den Zeitpunkten T_0 und T_E sowie die Differenzen und Signifikanzniveaus innerhalb einer jeden Gruppe sowie die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

6.6.1 Skelettale Veränderungen

SNA, SNB, SNPog, NAPog, A--|NPog und B--|NPog werden nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist keine Veränderung signifikant.

6.6.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen

UK1-MeGo und Is1u--|NPog werden signifikant größer ($p < 0,01$), Is1o--|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$). OK1-NPog wird nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist die Veränderung von UK1-MeGo gering signifikant ($p < 0,05$).

6.6.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile

6.6.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel

N'-Sn-Pog' wird signifikant größer ($p < 0,01$), N'-Ns-Pog', Cotg-Sn-Ls, Sn-SS-Ls und Pog'-Sm-Li werden nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist die Veränderung von N'-Ns-Pog', gering signifikant ($p < 0,05$).

6.6.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte

Ls--|NsPog' wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), Li--|NsPog' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$). Ls--|NPog, Li--|NPog, Ss--|NPog und Sm--|NPog werden jeweils nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von Ls—NPog, Li--|NPog und Ss--|NPog hoch signifikant ($p < 0,001$) und die Veränderung von Sm--|NPog signifikant ($p < 0,01$).

6.6.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen

SGo und NMe werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Sto-Me' und S-Go*100/N-Me werden signifikant größer ($p < 0,01$). Sn-Sto*100/Sn-Me' wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), Sto-Me*100/Sn-Me' wird gering signifikant größer ($p < 0,05$). Sn-Sto wird nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von Sto-Me', Sn-Sto*100/Sn-Me' und NMe hoch signifikant ($p < 0,001$), die von SnSto signifikant ($p < 0,01$) und die von Sto-Me*100/Sn-Me' und SGo gering signifikant ($p < 0,05$).

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sig.	Δ	Sig Δ
∠SNA	U	78,76	3,93	78,1	3,8	-	-0,6577	-
	K	79,2	2,04	79,68	4,4	-	0,4763	
∠SNB	U	74,87	3,48	75,17	3,3	-	0,3048	-
	K	73,08	1,45	75,44	3,61	-	2,3539	
∠SNPog	U	75,83	3,43	76,22	3,35	-	0,3967	-
	K	74,10	1,18	76,24	3,04	-	2,1364	
∠NAPog	U	173,04	4,44	174,04	4,44	-	1,1162	-
	K	169,72	2,3	173,05	3,39	*	3,3291	
A-- NPog	U	2,68	2,26	1,86	2,84	-	-0,8246	-
	K	3,84	2,17	3,19	1,73	-	-0,6451	
B-- NPog	U	-1,5	1,26	-1,75	1,39	-	-0,2463	-
	K	-1,11	0,51	-1,34	1,13	-	-0,2290	
∠OK1-NPog	U	27,04	6,44	25,53	5,8	-	-1,5097	-
	K	24,61	5,61	27,39	3,4	-	2,7854	
∠UK1-MeGo	U	91,35	7,52	94,8	8,78	**	-3,4527	-
	K	93,79	3,76	97,75	5,24	-	-3,9570	
Is1o-- NPog	U	9,07	2,5	7,8	2,78	*	-1,2618	*
	K	7,39	3,76	9,88	1,65	-	2,4983	
Is1u-- NPog	U	3,16	2,65	4,52	2,97	**	1,3513	-
	K	3,48	2,21	5,46	1,68	-	1,9756	
∠N'-Sn-Pog'	U	156,30	7,18	160,21	6,27	**	3,9098	-
	K	154,84	2,38	158,50	5,37	-	3,6621	
∠N'-Ns-Pog'	U	126	5,47	124,84	4,79	-	-1,1702	*
	K	126,49	5,17	128,14	7,07	-	1,6464	
∠Cotg-Sn-Ls	U	107,4	10,37	105,5	11,04	-	-1,9069	-
	K	115,23	8,91	102,15	13,40	-	-13,0831	
∠Sn-SS-Ls	U	145,39	6,81	146,16	6,32	-	0,7734	-
	K	148,84	2,89	144,91	7,29	-	-3,9253	
∠Pog'-Sm-Li	U	131,64	16,22	137,91	10,83	-	6,2651	-
	K	130,3	16,67	131,09	14,53	-	0,7811	
Ls-- NPog	U	19,67	2,9	19,07	3,72	-	-0,5935	***
	K	16,19	8,42	20,90	3,64	-	4,7106	
Li-- NPog	U	15,93	3,65	16,16	3,91	-	0,2253	***
	K	13,64	7,23	15,31	2,19	-	1,6721	
Ls-- NsPog'	U	-1,58	2,42	-4,61	2,47	***	-3,0288	-
	K	-1,45	1,63	-0,52	1,47	-	0,9246	
Li-- NsPog'	U	0,6	2,84	-1,6	2,76	**	-2,1936	-
	K	1,12	1,77	0,4	2,44	-	-0,7203	
Ss-- NPog	U	16,29	3,21	16,12	3,8	-	-0,1668	***
	K	13,98	7,06	16,74	3,96	-	2,7663	
Sm-- NPog	U	9,12	2,61	10,1	2,95	-	0,9874	**

	K	7,65	4,23	7,93	1,38	-	0,2826	
Sn-Sto	U	19,06	2,08	19,03	2,66	-	-0,0328	**
	K	16,91	8,92	20,93	3,15	-	4,0199	
Sto-Me'	U	41,81	4,22	45,28	4,85	**	3,4631	***
	K	34,26	17,16	42,38	6,6	-	8,1167	
<u>Sn-Sto*100</u> Sn-Me'	U	31,36	2,66	29,56	2,33	*	-1,7959	***
	K	32,56	2,31	33,30	5,59	-	0,7480	
<u>Sto-Me*100</u> Sn-Me'	U	68,64	2,66	70,44	2,33	*	1,7959	*
	K	67,44	2,31	66,70	5,59	-	-0,7480	
S-Go	U	64,91	5,26	71,92	4,73	***	7,0148	*
	K	52,13	25,78	69,94	8,02	-	17,8136	
N-Me	U	108,37	8,18	116,48	7,44	***	8,1183	***
	K	85,49	42,22	113,44	14,21	-	27,9489	
S-Go*100 N-Me	U	59,88	1,12	61,84	3,53	**	1,9542	-
	K	60,93	0,40	61,78	2,50	-	0,8460	

Tabelle 8: Mittelwerte und Standardabweichungen der Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak der Untersuchungsgruppe (n=18) und der Kontrollgruppe (n=7) sowie die die Differenz Δ zwischen T0 und TE und deren Signifikanz Sig. Δ im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe. Angaben der Winkel in Grad ($^{\circ}$) und der Strecken in mm

6.6.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen

Tabelle 9 zeigt für die Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak das Signifikanzniveau der Korrelation der Veränderung der Weichgewebsparameter zu der Veränderung der Hartgewebsparameter. N'-Sn-Pog' korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit UK1-MeGo und SGo*100/NMe. Cotg-Sn-Ls korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA. Sn-SS-Ls korreliert signifikant ($p < 0,01$) mit SNA. Pog'-Sm-Li korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit OK1-NPog und UK1MeGo. SS--|NPog korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit UK1-MeGo. Sn-Sto*100/Sn-Me' und Sto-Me*100/Sn-Me' korrelieren gering signifikant OK1-NPog.

	Gruppe	∠SNA	∠SNB	∠SNPog	∠NAPog	∠OK1NPog	∠UK1MeGo	SGo	NMe	SGo NMe
∠N'-Sn-Pog'	U	-	-	-	-	-	*	-	-	*
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
∠N'-Ns-Pog'	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	*	**	**	-	-	*	-	-	-
∠Cotg-Sn-Ls	U	*	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	*	*	*	-	-	-	-	-	-
∠Sn-SS-Ls	U	**	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	**	*	*	-	-	-	-	-	-
∠Pog'-Sm-Li	U	-	-	-	-	*	*	*	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ls-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Li-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Ls-- NsPog'	U	-	-	-	-	-	-	*	-	-
	K	-	-	-	-	-	*	-	-	-
Li-- NsPog'	U	-	-	-	-	-	-	**	*	-
	K	**	*	*	-	-	-	-	-	-
Ss-- NPog	U	-	-	-	-	-	*	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sm-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	**	*	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sn-Sto	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sto-Me'	U	-	-	-	-	-	-	*	**	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
<u>Sn-Sto**100</u> Sn-Me'	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	*	-	-	-	-
<u>Sto-Me**100</u> Sn-Me'	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	*	-	-	-	-

Tabelle 9: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen der Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak der Untersuchungsgruppe (n= 18) und der Kontrollgruppe (n=7).

6.7 Veränderungen bei Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak

Tabelle 10 zeigt für die Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak die Mittelwerte und Standardabweichungen der gemessenen Parameter zu den Zeitpunkten T_0 und T_E sowie die Differenzen und Signifikanzniveaus innerhalb einer jeden Gruppe sowie die Signifikanz der Veränderungen zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe.

6.7.1 Skelettale Veränderungen

A--|NPog wird hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$), NAPog wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$). SNB und SNPog werden signifikant größer ($p < 0,01$) und B--|NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$). SNA wird nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist keine Veränderung signifikant.

6.7.2 Veränderungen der Frontzahnrelationen

UK1-MeGo wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$), Is1o--|NPog wird signifikant kleiner ($p < 0,01$). OK1-NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), Is1u--|NPog wird gering signifikant größer ($p < 0,05$). Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist keine Veränderung signifikant.

6.7.3 Veränderungen der Gesichtsweichteile

6.7.3.1 Veränderungen der Weichteilwinkel

N'-Ns-Pog' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), Cotg-Sn-Ls und Pog'-Sm-Li werden signifikant größer ($p < 0,01$). N'-Sn-Pog' und Sn-SS-Ls werden nicht signifikant

verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe ist keine Veränderung signifikant.

6.7.3.2 Veränderungen der Abstände der Weichteilpunkte

Ls--|NsPog' und Li--|NsPog' werden hoch signifikant kleiner ($p < 0,001$). Ls--|NPog, Li--|NPog, Ss--|NPog und Sm--|NPog werden jeweils nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von Ls—NsPog' und Ss--|NPog hoch signifikant ($p < 0,001$) und die Veränderung von Li--|NPog signifikant ($p < 0,01$).

6.7.3.3 Veränderungen der Gesichtsdimensionen

Sto-Me', SGo, NMe und S-Go*100/N-Me werden hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Sn-Sto*100/Sn-Me' wird signifikant kleiner ($p < 0,01$), Sto-Me*100/Sn-Me' wird signifikant größer ($p < 0,01$). Sn-Sto wird nicht signifikant verändert. Im Vergleich zu den Veränderungen in der Kontrollgruppe sind die Veränderungen von SGo und NMe hoch signifikant ($p < 0,001$), die von SnSto und Sto-Me signifikant ($p < 0,01$).

	Gruppe	T0	SD	TE	SD	Sig.	Δ	Sig Δ
∠SNA	U	81,1	3,7	80,3	3,62	-	-0,7952	-
	K	79,42	3,76	80,76	4,90	-	1,3344	-
∠SNB	U	76,51	2,72	77,43	3,11	**	0,9162	-
	K	76,50	3,46	77,68	4,72	*	1,1769	-
∠SNPog	U	77,96	2,51	78,97	3,16	*	1,0147	-
	K	77,78	3,80	79,13	4,70	**	1,3494	-
∠NAPog	U	172,51	4,07	174,93	3,62	***	2,4163	-
	K	173,51	3,99	174,86	3,73	-	1,3464	-
A-- NPog	U	2,57	2,55	1,28	2,57	***	-1,2926	-
	K	1,23	3,01	1,48	2,51	-	0,2538	-
B-- NPog	U	-2,16	1,23	-2,47	1,32	**	-0,3085	-
	K	-1,82	1,32	-2,21	1,32	-	-0,3908	-
∠OK1-NPog	U	26,81	7,22	23,81	5,15	*	-3,0022	-
	K	24,53	6,42	23,72	5,88	-	-0,8100	-
∠UK1-MeGo	U	96,33	6,48	101,42	4,92	***	-5,0926	-
	K	95,97	7,52	96,48	7,13	-	-0,5148	-
Is1o-- NPog	U	7,99	3,38	6,45	2,83	**	-1,5348	-
	K	5,71	4,49	5,62	3,36	-	-0,0966	-
Is1u-- NPog	U	2,14	2,71	2,97	2,77	*	0,8311	-
	K	1,62	3,42	2,00	3,45	-	0,3820	-
∠N'-Sn-Pog'	U	158,14	6,11	159,22	5,45	-	1,0863	-
	K	160,55	6,09	159,78	5,85	-	-0,7689	-
∠N'-Ns-Pog'	U	125,70	4,18	123,53	4,73	**	-2,1682	-
	K	128,15	4,37	126,33	4,50	-	-1,8126	-
∠Cotg-Sn-Ls	U	104,58	14,45	111,48	9,59	**	6,8977	-
	K	109,10	9,06	109,79	7,65	-	0,6855	-
∠Sn-SS-Ls	U	147,77	10,54	146,68	6,07	-	-1,0923	-
	K	147,50	6,33	148,31	5,69	-	0,8016	-
∠Pog'-Sm-Li	U	117,59	13,64	124,21	14,85	**	6,6146	-
	K	120,61	18,09	125,75	15,46	-	5,1395	-
Ls-- NPog	U	19,06	2,69	18,84	2,71	-	-0,2153	-
	K	16,74	6,50	18,05	3,91	-	1,3054	-
Li-- NPog	U	15,06	3,23	15,25	2,54	-	0,1986	-
	K	13,70	6,03	14,31	3,21	-	0,6065	-
Ls-- NsPog'	U	-1,89	2,66	-4,85	2,57	***	-2,9570	***
	K	-2,54	2,52	-3,20	2,74	-	-0,6610	-
Li-- NsPog'	U	-0,35	2,81	-2,45	2,52	***	-2,1040	**
	K	-0,37	3,07	-0,92	2,81	-	-0,5472	-
Ss-- NPog	U	15,75	2,68	16,40	2,63	-	0,6496	***
	K	14,08	5,81	15,23	3,57	-	1,1522	-
Sm-- NPog	U	7,81	2,18	8,38	2,29	-	0,5660	-

	K	7,09	3,15	7,69	2,05	-	0,5992	
Sn-Sto	U	18,82	2,82	18,82	2,91	-	0,0000	**
	K	18,25	6,50	19,25	2,82	-	0,9993	
Sto-Me'	U	40,07	4,43	43,97	4,44	***	3,8920	**
	K	36,90	12,60	41,17	3,74	-	4,2701	
<u>Sn-Sto*100</u> Sn-Me'	U	31,94	3,50	29,95	3,49	**	-1,9963	
	K	33,10	3,09	31,76	2,83	-	-1,3313	
<u>Sto-Me*100</u> Sn-Me'	U	68,06	3,50	70,05	3,49	**	1,9963	
	K	66,90	3,09	68,24	2,83	-	1,3313	
S-Go	U	69,49	5,31	77,95	5,96	***	8,4538	***
	K	64,52	21,25	71,60	7,16	-	7,0838	
N-Me	U	104,37	6,40	113,76	7,65	***	9,3926	***
	K	96,08	31,45	106,74	9,07	-	10,6573	
S-Go*100 N-Me	U	66,61	3,59	68,60	4,20	***	1,9870	
	K	66,97	3,40	67,12	4,27	-	0,1560	

Tabelle 10: Mittelwerte und Standardabweichungen der Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak der Untersuchungsgruppe (n=43) und der Kontrollgruppe (n=24) sowie die die Differenz Δ zwischen T0 und TE und deren Signifikanz Sig. Δ im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe. Angaben der Winkel in Grad ($^{\circ}$) und der Strecken in mm

6.7.4 Korrelationen der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen

Tabelle 11 zeigt für die Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak das Signifikanzniveau der Korrelation der Veränderung der Weichgewebsparameter zu der Veränderung der Hartgewebsparameter.

N'-Ns-Pog' korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit NAPog. Cotg-Sn-Ls korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit OK1-NPog. Ls--|NPog korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit OK1-NPog. Ls-NsPog' korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit UK1-MeGo. Sn-Sto*100/Sn-Me' und Sto-Me*100/Sn-Me' korrelieren jeweils gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNB und signifikant ($p < 0,01$) mit SNPog und SGo*100/NMe.

	Gruppe	∠SNA	∠SNB	∠SNPog	∠NAPog	∠OK1NPog	∠UK1MeGo	SGo	NMe	SGo NMe
∠N'-Sn-Pog'	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	*	-	-	-	*
∠N'-Ns-Pog'	U	-	-	-	*	-	-	*	-	-
	K	-	-	-	-	-	*	-	-	-
∠Cotg-Sn-Ls	U	*	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	-
∠Sn-SS-Ls	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	-	*
∠Pog'-Sm-Li	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	*	-	-	-	-	-
Ls-- NPog	U	-	-	-	-	*	-	-	-	-
	K	-	*	-	-	-	-	**	**	-
Li-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Ls-- NsPog'	U	-	-	-	-	-	*	**	**	-
	K	-	-	*	-	-	-	*	*	-
Li-- NsPog'	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	-	*	-
Ss-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	*	-	-	-	-	**	**	-
Sm-- NPog	U	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
Sn-Sto	U	-	*	*	-	-	-	-	-	*
	K	-	*	-	-	-	-	**	**	-
Sto-Me'	U	-	-	-	-	-	*	**	**	-
	K	-	-	-	-	-	-	**	**	-
<u>Sn-Sto**100</u> Sn-Me'	U	-	*	**	-	-	-	*	-	**
	K	-	-	-	*	-	-	-	-	-
<u>Sto-Me**100</u> Sn-Me'	U	-	*	**	-	-	-	*	-	**
	K	-	-	-	*	-	-	-	-	-

Tabelle 11: Signifikanzniveau der Korrelation der Weichgewebsveränderungen zu den skelettalen und dentalen Veränderungen der Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak der Untersuchungsgruppe (n= 43) und der Kontrollgruppe (n=24).

6.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

In allen drei Untersuchungsgruppen findet eine Veränderung des Weichteilprofils statt. Dies zeigt sich insbesondere anhand der Veränderungen von Gesamt- und Weichteilprofilwinkel. Der Gesamtprofilwinkel N'-Ns-Pog' wird im Gesamtkollektiv hochsignifikant ($p < 0,001$) sowie in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$) verändert. Es zeigt sich zudem im Gesamtkollektiv eine gering signifikante Korrelation zu SNA. Der Weichteilprofilwinkel N'-Sn-Pog' verändert sich im Gesamtkollektiv sowie in der Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$), in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster wird er nicht signifikant verändert. Der Nasolabialwinkel Cot-Sn-Ls vergrößert sich im Gesamtkollektiv gering signifikant ($p < 0,05$), in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$) und korreliert in beiden Gruppen gering signifikant mit SNA ($p < 0,05$). Der Oberlippenprofilwinkel Sn-SS-Ls wird in keiner Gruppe signifikant verändert. Der Unterlippenprofilwinkel Pog'-Sm-Li wird ausschließlich in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$) verändert. In allen Untersuchungsgruppen zeigt sich eine signifikante ($p < 0,01$) bzw. hochsignifikante ($p < 0,001$) Ventralverlagerung der Esthetic-Line (NsPog') zu den Punkten Ls und Li. Im Hinblick auf den Wachstumsindex nach Jarabak zeigt sich in allen drei Untersuchungsgruppen eine Verschiebung der Meßwerte in Richtung des Bereiches, der ein horizontales Wachstumsmuster anzeigt. Die Veränderungen sind im Gesamtkollektiv und in der Gruppe mit horizontalem Wachstumsmuster hochsignifikant ($p < 0,001$) und in der Gruppe mit neutralem Wachstumsmuster signifikant ($p < 0,01$). Zudem zeigt sich eine signifikante Verlängerung des Untergesichtes, ausgedrückt durch die Strecke Sto-Me' in den beiden Untergruppen. Im Gesamtkollektiv fällt diese Verlängerung statistisch hochsignifikant aus ($p < 0,001$). Die Strecke Sn-Sto bleibt in allen drei Untersuchungsgruppen unverändert.

7 Diskussion

Wie bereits in der Literaturübersicht dargestellt wurde, existieren nur wenige Studien, die sich explizit mit der Doppelvorschubplatte befassen. Es wurde bislang keine Studie durchgeführt, die sich mit Weichgewebsveränderungen bei der funktionskieferorthopädischen Therapie mit der Doppelvorschubplatte befasst. Ferner wurde bislang in keiner Studie die Veränderung der skelettalen, dentalen und weichgeweblichen Parameter abhängig vom Wachstumstyp an ein und demselben Patientenkollektiv betrachtet.

In der Literaturübersicht wurde ebenfalls beschrieben, dass multiple Studien bezüglich Weichgewebsveränderungen bei funktionskieferorthopädischen Geräten existieren, von denen sich aber nur eine einzige mit dem Aspekt Wachstumstyp innerhalb eines Patientenkollektivs beschäftigt.

Aus den o. g. Gründen zeigen sich zwei hervorzuhebende Besonderheiten dieser Studie:

1. Es ist die bislang einzige Studie, die sich mit Weichgewebsveränderungen bei DVP-Therapie befasst.
2. Es ist neben der Studie von Jonas (1984) die bislang einzige Studie, die sich mit weichgeweblichen Veränderungen bei funktionskieferorthopädischer Therapie der Klasse II1-Okklusion befasst, in der gleichzeitig der Aspekt Wachstumstyp berücksichtigt wird
3. Es ist eine der wenigen Studien, die sich mit Korrelationen zwischen Weich- und Hartgewebsveränderungen bei funktionskieferorthopädischer Therapie befasst.
4. Es handelt sich um eine Studie mit einem mit 65 Patienten verhältnismäßig großen Patientenkollektiv.

7.1 Analysemethode und Fehlerbetrachtung

Die in der vorliegenden Studie analysierten FRS-Bilder wurden mit einer Analysesoftware zunächst in der Qualität optimiert und die einzelnen Analysepunkte per Mausklick festgelegt. Da die Bilder teilweise aus den 70er

Jahren des vergangenen Jahrhunderts stammen, war die Abbildungsqualität sowie die Röntgentechnik nicht bei allen Bildern identisch. Daher wurde anhand der auf den Bildern angegebenen Messskalen die Referenzlänge festgelegt. Es trat bei einigen Bildern das Problem auf, dass trotz digitaler Bildaufbereitung nur schwer eine genaue Lage, insbesondere der Weichteilpunkte zu ermitteln war. Aus diesem Grund zeigt auch die Reliabilitätsprüfung bei den Abständen A--|NPog, B--|NPog, Ls--|NsPog', Li--|NsPog' und Sm--|NPog Messabweichungen, die teilweise deutlich über 5 % lagen. Zudem handelt es sich bei den o. g. Parametern jeweils um sehr kurze Strecken zwischen 0 und maximal 8 mm, bei welchen sich bei einer geringen Meßungenaugigkeit von unter 1 mm bereits eine erhebliche Diskrepanz ergibt. Laut Carlsson (1967) liegt die größte Fehlerquelle bei der Lokalisation der Meßpunkte. Technische Fehler kommen sowohl beim Untersucher selbst als auch zwischen unterschiedlichen Untersuchern vor. Laut Buschang et al. (1987) ist und bleibt die exakte Bestimmung der Lokalisation der Meßpunkte ausschlaggebend für die aussagekräftige Auswertung und Interpretation von FRS-Bildern. Die Studie beschäftigt sich mit der Beschreibung von Meßungenaugigkeiten bestimmter knöcherner Meßpunkte im FRS. Die globale Reliabilität für die Bestimmung des Punktes Pog wird in der Horizontalen mit 0,991 und in der Vertikalen mit 0,997 bei männlichen Patienten angegeben. Beim Orbitale dagegen liegt die globale Reliabilität dagegen bei 0,923 in der Horizontalen und bei 0,891 in der Vertikalen bei männlichen Patienten.

Man kann also grundsätzlich davon ausgehen, dass jeder Punkt eine individuelle globale Reliabilität besitzt. Dies hängt u. a. damit zusammen, dass es schwierig ist, die Definition des Punktes in einen exakten Meßpunkt umzusetzen. Es existieren für Weichgewebssparameter keine Werte in der vorliegenden Studie. Was aber anhand der dort vorhandenen Reliabilitätskoeffizienten für Hartgewebssparameter gilt, ist auch auf Weichgewebssparameter übertragbar.

Da die Definition der Meßpunkte im FRS einheitlich ist und jeder Untersucher die Punkte in seiner Analyse nach Definition und eigenem Augenmaß markiert, ist eine grundsätzliche Meßungenaugigkeit in jeder vorliegenden Studie

anzunehmen. Daher ist davon auszugehen, dass die Reliabilität, insbesondere der oben angegebenen Punkte in den existierenden Studien ähnlich sind wie in dieser Studie. Es darf davon ausgegangen werden, dass grundsätzlich in jeder Studie entsprechende Meßfehler vorliegen und eine Interpretation immer unter Berücksichtigung einer derartigen Unsicherheit erfolgen müßte, zumal in keiner Studie auf das Thema Meßungenaugkeiten bei Weichgewebsparametern auch nur ansatzweise eingegangen wurde.

7.2 Skelettale Veränderungen

Die Analyse skelettaler Veränderungen bei DVP-Therapie sind in der Literatur hinreichend beschrieben. Der Literaturvergleich mit anderen Apparaturen bezieht sich hierbei nur auf Artikel, die sich gleichzeitig auch mit den Veränderungen der Weichgewebe befasst haben. Entsprechende Artikel über den Aktivator, den Bionator, das Herbst-Schanier und den Twin Block wurden den 3 Review-Artikeln von Flores-Mir et al. (2006) entnommen. Hierbei wurden nur solche Artikel ausgewählt, die den Anforderungen eines von Flores-Mir (2006) entwickelten methodologischen Score genügten. Ferner wurde auf Besonderheiten im Hinblick auf die Unterscheidung der verschiedenen Wachstumsmuster eingegangen.

7.2.1 Gesamtkollektiv

Im Gesamtkollektiv zeigt sich im Vergleich zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe ein deutlicherer Hemmeffekt der Behandlung mit der DVP auf den Oberkiefer. SNA wird in der Untersuchungsgruppe gering signifikant ($p < 0,05$) kleiner, in der Kontrollgruppe zeigt sich im Durchschnitt eine nicht signifikante Vergrößerung. SNB vergrößert sich in beiden Gruppen signifikant ($p < 0,01$). Diese Veränderungen werden auch von der Veränderung von NAPog widerspiegelt. Dieser vergrößert sich in der Untersuchungsgruppe stärker als in der Kontrollgruppe. A verlagert sich relativ zu |NPog in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$) nach dorsal, wohingegen in

der Kontrollgruppe keine signifikante Verlagerung stattfindet. B verlagert sich relativ zu |NPog in der Untersuchungsgruppe signifikant ($p < 0,01$) nach dorsal, wohingegen in der Kontrollgruppe keine signifikante Verlagerung stattfindet. Diese Werte sind gut durch den Hemmeffekt der DVP auf das Oberkieferwachstum sowie die Förderung des Unterkieferwachstums zu erklären. Diese Beobachtungen stehen in Einklang mit denen der Studie von Sander et al. (1995). Hier wurden 95 Patienten untersucht, die mit einer DVP behandelt wurden und mit einer unbehandelten Kontrollgruppe verglichen. Es wurde ein deutlicher Hemmeffekt auf das skelettale Oberkieferwachstum beschrieben, welcher bis zum Zeitpunkt der Studie nur bei Patienten, die mit Headgear oder dem Herbst-Scharnier behandelt wurden, zu beobachten war. Die Begründung sehen die Autoren darin, dass die Kräfte bei DVP-Therapie vom Unterkiefer direkt auf den Oberkiefer übertragen werden. Als Vorteil der DVP im Vergleich zum Herbstscharnier sehen die Autoren, dass die DVP herausnehmbar ist, wohingegen das Herbst-Scharnier fest einzementiert und somit 24 h getragen werden muss.

Lisson et. al (2002 + 2003) sowie Wedler et al. (2006) beobachteten ebenfalls eine signifikante Verkleinerung ($p < 0,01$) von SNA und eine signifikante Vergrößerung ($p < 0,01$) von SNB.

Fischbach et. al (1995) verglichen den Behandlungseffekt von Aktivatoren und DVP bei 251 Patienten. Hier zeigte sich eine hoch signifikant ($p < 0,001$) stärkere Verkleinerung von SNA durch die DVP-Therapie, allerdings auch eine hoch signifikant geringere Vergrößerung ($p < 0,001$) von SNB im Vergleich zum Aktivator.

Von Quintao et al. (2006) wurden 19 Patienten, die mit einer Twin Block Apparatur behandelt wurden mit 19 unbehandelten Patienten gleichen Alters verglichen. Die Veränderungen von SNA und SNB waren jeweils nicht signifikant.

Jonas (1984) verglich zwei Gruppen von jeweils 25 Nichtextraktionspatienten mit Klasse II,1-Okklusion. Eine Gruppe wurde mit Aktivator, die andere Gruppe mit zervikalem Headgear behandelt. In der Headgeargruppe zeigte sich eine

signifikante Verkleinerung ($p < 0,01$) von SNA, SNB blieb unbeeinflusst. In der Aktivatorgruppe hingegen zeigte sich eine signifikante Zunahme ($p < 0,01$) von SNB, SNA blieb unbeeinflusst.

7.2.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak

Bei den Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak zeigen sich in der Untersuchungsgruppe keine signifikante Veränderungen im Hinblick auf die skelettalen Parameter. Vergleichsdaten in der Literatur existieren im Hinblick auf die Therapie mit der DVP nicht. Ein möglicher Erklärungsansatz liegt darin, dass das neutrale Wachstumsmuster die sagittale Nachentwicklung des Unterkiefers sowie die Hemmung des Oberkieferwachstums aufgrund der Wachstumsrichtung nicht komplett kongruent zur Therapie begünstigt und daher der Therapieeffekt grundsätzlich nicht so ausgeprägt ist wie beim horizontalen Wachstumsmuster. In der Studie von Jonas (1984) wurde nur zwischen horizontalem und vertikalem Wachstumstyp unterschieden. Bei Patienten mit vertikalem Wachstumsmuster zeigte sich hinsichtlich der skelettalen Parameter in der Headgeargruppe eine gering signifikante Verkleinerung von SNA ($p < 0,05$), eine gering signifikante Vergrößerung von NAPog und eine gering signifikante Dorsalverlagerung ($p < 0,05$) des Punktes A in Relation zur Ebene NPog. In der Aktivatorgruppe zeigte sich eine gering signifikante Vergrößerung ($p < 0,05$) von SNA und SNB.

Im Vergleich zur DVP zeigt sich beim Headgear auch bei Patienten mit vertikalem bzw. neutralem Wachstumsmuster eine Hemmwirkung auf das Oberkieferwachstum. Beim Aktivator zeigt sich einmal mehr deutlich der gute Effekt auf die Förderung des Unterkieferwachstums und der mangelnde bzw. fehlende Effekt auf die Hemmung des Oberkieferwachstums.

7.2.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak

Bei den Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak zeigen sich ähnliche Effekte wie im Gesamtkollektiv. Die Hemmung des Oberkieferwachstums spiegelt sich in hoch signifikanten ($p < 0,001$) Verkleinerungen von NAPog und A--|NPog wider. Interessanterweise wird SNA nicht signifikant verkleinert. Die Förderung des Unterkieferwachstums drückt sich durch signifikante Veränderungen ($p < 0,01$) von SNB und B--|NPog und gering signifikante Veränderungen ($p < 0,05$) von SNPog aus. Insgesamt entsprechen die Veränderungen der skelettalen Parameter in dieser Untergruppe den Veränderungen im Gesamtkollektiv. Dieser Sachverhalt leitet sich insbesondere aus der Tatsache ab, dass die Wachstumsrichtung bei horizontalem Wachstum kongruent zur Wirkungsrichtung der DVP verläuft, wobei der Hemmeffekt auf den Oberkiefer in dieser Untergruppe etwas schwächer ausfällt als im Gesamtkollektiv. In der Studie von Jonas (1984) zeigt sich bei Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster in der Headgeargruppe eine signifikante Reduktion ($p < 0,01$) von SNA und A--|NPog sowie eine signifikante Vergrößerung ($p < 0,01$) von NAPog. SNB wird nicht beeinflusst. In der Aktivatorgruppe zeigt sich eine signifikante Reduktion ($p < 0,01$) von SNA und eine gering signifikante Vergrößerung von SNB ($p < 0,05$) sowie eine hochsignifikante Dorsalverlagerung ($p < 0,001$) von A zur Ebene NPog. Insgesamt zeigt sich bei allen Geräten ein grundsätzlich stärkerer Einfluss des Behandlungsgerätes bei horizontalem Wachstumsmuster. Dies lässt sich grundsätzlich durch die Synergie der Therapie mit der Wachstumsrichtung erklären.

7.3 Veränderungen der Frontzahnrelationen

Die Analyse dentaler Veränderungen bei DVP-Therapie sind in der Literatur mehrfach beschrieben (Lisson et al. 2002 und 2003, Wedler et. al 2006, Stec-Slonicz 2008). Daher erfolgt kein weiterer Literaturvergleich der dentalen Relationen.

7.3.1 Gesamtkollektiv

Im Rahmen der DVP-Therapie kommt es zu einer Retrusion und Inklinaktion der Oberkieferinzisivi sowie zu einer Proklination der Unterkieferinzisivi. Dies drückt sich einerseits durch die Veränderung der Neigung der Inzisivi aus, es zeigt sich eine signifikante Verkleinerung ($p < 0,01$) von OK1-NPog sowie eine hoch signifikante Vergrößerung ($p < 0,001$) von UK1-MeGo, andererseits zeigt sich eine Annäherung der Inzisalkante der Oberkieferinzisivi an NPog und eine Entfernung der Inzisalkante der Unterkieferinzisivi von NPog. Is1o-|NPog wird gering signifikant kleiner ($p < 0,05$), Is1u-|NPog wird hoch signifikant größer ($p < 0,001$). Der Effekt ist gut durch die in der Literatur beschriebene Wirkung der DVP auf die Frontzahnrelationen zu erklären. Die DVP wirkt reklinierend auf die Oberkieferfrontzähne und proklinierend auf die Unterkieferfrontzähne.

7.3.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak

Bei den Patienten mit neutralem Wachstumsmuster nach Jarabak zeigen sich in der Untersuchungsgruppe eine signifikante Proklination ($p < 0,01$) der Unterkieferinzisivi sowie eine signifikante Vergrößerung ($p < 0,01$) des Abstandes der Inzisalkante von NPog. Die Neigung der Oberkieferinzisivi verändert sich nicht signifikant, allerdings zeigt sich eine gering signifikante Verringerung ($p < 0,05$) des Abstandes der Inzisalkante der Oberkieferinzisivi von NPog. Insgesamt betrachtet, fallen die Veränderungen der Frontzahnrelationen weniger deutlich aus als im Gesamtkollektiv. Der Effekt ist gut durch die in der Literatur beschriebene Wirkung der DVP auf die Frontzahnrelationen zu erklären. Die DVP wirkt reklinierend auf die Oberkieferfrontzähne und proklinierend auf die Unterkieferfrontzähne.

7.3.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak

Bei den Patienten mit horizontalem Wachstumsmuster nach Jarabak zeigen sich in der Untersuchungsgruppe deutliche Veränderungen der

Frontzahnrelationen, ähnlich wie im Gesamtkollektiv. Die Unterkieferinzisivi werden hoch signifikant prokliniert ($p < 0,001$), die Oberkieferinzisivi signifikant rekliniert ($p < 0,01$). Der Abstand der Inzisalkanten von NPog verkleinert sich im Oberkiefer signifikant ($p < 0,01$), im Unterkiefer vergrößert er sich gering signifikant ($p < 0,05$). Der Effekt ist gut durch die in der Literatur beschriebene Wirkung der DVP auf die Frontzahnrelationen zu erklären. Die DVP wirkt reklinierend auf die Oberkieferfrontzähne und proklinierend auf die Unterkieferfrontzähne.

7.4 Veränderungen der Gesichtsteile

7.4.1 Gesamtkollektiv

Der Weichteilprofilwinkel $\angle N'-Sn-Pog'$ wird in der Untersuchungsgruppe signifikant kleiner ($p < 0,01$) und korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA. Die Veränderung spiegelt die Wirkungen der DVP insbesondere auf die Hemmung des Oberkieferwachstums wider. Der Weichteilprofilwinkel beschreibt antero-posteriore Diskrepanzen von Ober- und Unterkiefer. Durch die Förderung des Unterkieferwachstums und Hemmung des Oberkieferwachstums verlagert sich der Punkt Pog' relativ zum Punkt Sn weiter nach anterior, so dass der Weichteilprofilwinkel signifikant ($p < 0,01$) kleiner wird. Jonas (1984) beobachtete eine gering signifikante Verkleinerung ($p < 0,05$) des Weichteilprofilwinkels in der Headgeargruppe, wobei im Hinblick auf die relevanten Hartgewebsveränderungen nur SNA signifikant ($p < 0,01$) verkleinert wurde. Die mit Aktivator behandelten Patienten zeigten keine signifikante Veränderung des Weichteilprofilwinkels.

Der Gesamtprofilwinkel $\angle N'-Ns-Pog'$ wird hoch signifikant ($p < 0,001$) kleiner. Dieser Effekt widerspricht auf den ersten Blick der Wirkung der DVP-Therapie, allerdings muss man neben den Effekten der DVP auf Ober- und Unterkieferwachstum auch das Wachstum der Nase und somit den Anteriorversatz der Nasenspitze (Ns) berücksichtigen. Dieser Effekt ist im

vorliegenden Patientenkollektiv offenbar so ausgeprägt, dass der Effekt der DVP-Therapie auf den Gesamtprofilwinkel vom Nasenwachstum überlagert wird und anstatt der erwarteten Vergrößerung eine Verkleinerung eintritt. Jonas (1984) beobachtete in der Headgeargruppe keine signifikante Veränderung, in der Aktivatorgruppe vergrößerte sich der Gesamtprofilwinkel gering signifikant.

Der Nasolabialwinkel wird in der Untersuchungsgruppe gering signifikant ($p < 0,05$) größer, in der Kontrollgruppe verändert er sich nicht signifikant. Der Effekt ist gut mit der Hemmwirkung der DVP auf das Oberkieferwachstum zu erklären. Durch die Hemmung des Oberkieferwachstums verlagert sich Ls weniger weit nach anterior als die Nasenspitze, die sich zusätzlich durch ihr Eigenwachstum hebt. Somit vergrößert sich der Nasolabialwinkel. Dieser Sachverhalt wird auch in der gering signifikanten Korrelation ($p < 0,05$) zu SNA und der Neigung der Oberinzisivi deutlich.

Die Lippenprofilwinkel Sn-SS-Ls und Pog'-Sm-Li werden durch die DVP-Therapie nicht beeinflusst. In der unbehandelten Kontrollgruppe zeigt sich dagegen eine gering signifikante Vergrößerung ($p < 0,05$) des Unterlippenprofilwinkels, welche durch die fehlende Proklination der Unterkieferinzisivi und damit ein leichtes Zurückfallen der Unterlippe zu erklären ist. Korrelationen zu den korrespondierenden Hartgewebsparametern konnten nicht festgestellt werden. Auch die Abstände von Ls, SS, Li und Sm zur Bezugsebene NPog zeigten sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede. Allerdings ist der Grad der Veränderung der Strecke Ls--|NPog zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe gering signifikant. In der Untersuchungsgruppe bewegt sich Ls von ventral auf NPog zu, in der Kontrollgruppe bewegt sich Ls nach ventral von Ls weg. Dieser Sachverhalt erklärt sich mit dem Effekt der DVP auf das Oberkieferwachstum. So wird Ls durch die Hemmung des Oberkieferwachstums nicht verlagert und die NPog-Linie dreht sich um N nach ventral. Ls--|NPog zeigt eine gering signifikante Korrelation ($p < 0,05$) mit der Veränderung der Neigung der Oberkieferinzisivi. Dieser Sachverhalt ist dadurch zu erklären, dass durch die Reklination der Oberkieferinzisivi durch DVP-Therapie die Schneidekante relativ weiter nach dorsal wandert und somit der

Punkt Ls sich mit anpasst. Ss--|NPog korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit SNA. Da der Punkt Ss das Weichgewebsskorrelat des A-Punktes darstellt, ist die Korrelation der Vergrößerung des Abstandes Ss--|NPog gut mit der Vergrößerung von SNA zu erklären. In der von Jonas (1984) durchgeführten Studie konnten in der Headgeargruppe gering signifikante ($p < 0,05$) Dorsalverlagerungen der Punkte SS und Ls zur Linie NPog ermittelt werden. Die Punkte Li und Sm wurden nicht signifikant verlagert. In der Aktivatorgruppe zeigte sich keine signifikante Veränderung der Punkte Ls, Li, Sm, SS zur Referenzlinie NPog.

Die Abstände von Ls und Li zur Esthetic Line nach Ricketts (NsPog') verändern sich in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$). Die Ober- und Unterlippe entfernen sich nach dorsal von NsPog'. In der Kontrollgruppe werden die Abstände von Ls und Li zur Esthetic Line nicht signifikant verändert. Auch wenn aufgrund des hohen relativen Fehlers bei der Messung der beiden Werte eine vorsichtige Interpretation angezeigt ist, so zeigt sich doch deutlich die Wirkung der Doppelvorschubplatte auch in Bezug auf die Gesichtsästhetik. Durch die Förderung des Unterkieferwachstums wandert Pog' deutlich nach anterior, durch das Wachstum der Nase wandert Ns ebenfalls deutlich nach anterior. Dadurch verlagert sich die Esthetic-Line nach anterior von Ls und Li. Interessant hierbei ist, dass die Veränderungen im Bereich der Oberlippe mit den Veränderungen der Neigung der Unterkieferinzisivi und die Veränderungen im Bereich der Unterlippe mit der Neigung der Oberkieferinzisivi gering signifikant korrelieren ($p < 0,05$). Jonas (1984) beschrieb sowohl bei den mit Headgear als auch bei den mit Aktivator behandelten Patienten eine hoch signifikante Dorsalwanderung ($p < 0,001$) des Punkte Ls zur Ebene NsPog'. Der Abstand Li--|NsPog' wurde hingegen nicht verändert.

Forsberg et al. (1981) untersuchte 78 Patienten, die mit einem Aktivator behandelt wurden und verglich diese mit 31 unbehandelten Patienten. Hier zeigte sich neben einer hoch signifikanten Veränderung ($p < 0,001$) von Ls--|NsPog' auch eine signifikante Veränderung ($p < 0,01$) von Li--|NsPog.

Cozza et al. (2004) verglichen die Effekte der Aktivatortherapie auf Hart- und

Weichgewebe anhand von 40 Patienten mit einer 30-köpfigen, unbehandelten Kontrollgruppe. Im Hinblick auf die direkt vergleichbaren Parameter zeigte sich keine signifikante Veränderung von $Ls--|NsPog$. $Li--|NsPog$ wurde gering signifikant verändert. Alle anderen Weichgewebeparameter sind nicht direkt vergleichbar, da mit Olp eine andere Bezugsebene verwendet wurde. Insgesamt zeigt sich aber im Hinblick auf die Weichgewebeveränderungen ein deutlicherer Effekt auf das Unter- als auf das Mittelgesicht.

Lange et al (1995) untersuchten 30 mit dem Bionator behandelte Patienten im Vergleich mit einer unbehandelten Kontrollgruppe. Direkt vergleichbare Messwerte wurden nicht erhoben. Im Hinblick auf die Weichgewebeveränderungen konnte insgesamt gezeigt werden, dass die Gesichtskonvexität abnimmt, die Unterlippenlänge zunimmt und eine Entrollung der Unterlippe stattfindet und dass auf die Oberlippe nur ein minimaler Einfluss besteht.

Maltagliati et al (2004) verglichen die Hart- und Weichgewebeveränderungen zwischen 24 mit einer Kombination aus Headgear und Aktivator behandelten Patienten und 25 mit Bionator behandelten Patienten mit 24 unbehandelten Patienten mit einer Klasse II1-Malokklusion. Ein direkter Vergleich war wegen inkompatibler Messwerte nicht möglich. Es zeigte sich bei beiden Apparaturen, dass Li und Pog' nur geringfügig beeinflusst wurden, wohingegen der $sulcus labialis inferior$ deutlich flacher wurde. Die untere Gesichtshöhe sowie die Unterlippenlänge wuchsen statistisch signifikant.

Morris et al (1998) untersuchten 47 Patienten, die entweder mit Bass-Apparatur, Twin Block oder Bionator behandelt wurden und verglichen die Ergebnisse mit einer unbehandelten Kontrollgruppe. Ein direkter Vergleich war mit den Abständen der Punkte Ls und Li zur Esthetic-Line möglich. Hier zeigte sich im Hinblick auf die Unterlippe bei keiner Apparatur eine signifikante Veränderung. Die Oberlippe wanderte jeweils gering signifikant ($p < 0,05$) bei der Bass-Apparatur und beim Bionator nach dorsal, beim TwinBlock war der Dorsalversatz signifikant ($p < 0,01$). Die signifikantesten Änderungen konnten bei der Twin Block Apparatur und, in abgeschwächter Form, beim Bionator

nachgewiesen werden. Die Oberlippenposition blieb stabil, die Unterlippe wurde signifikant ($p < 0,01$) vorgeschoben und verlängert. Die untere Gesichtshöhe sowie die Gesamtgesichtshöhe wuchsen signifikant ($p < 0,01$) in allen Gruppen. Die Bass-Apparatur zeigte keine signifikanten Änderungen der Gesichtsteile.

Pancherz et al (1994) untersuchten 69 Patienten mit einer Klasse II,1 Verzahnung, die mit einem Herbstscharnier therapiert wurden. Es zeigten sich jeweils hochsignifikante Vergrößerungen ($p < 0,001$) des Gesamt- und Weichteilprofilwinkels sowie eine hochsignifikante Dorsalwanderung ($p < 0,001$) von Ober- und Unterlippe, die bei Beginn der Behandlung anterior, am Ende posterior der Esthetic-Line lagen.

Im Hinblick auf die Gesichtsdimensionen zeigt sich insgesamt eine Verschiebung des Wachstumsindex nach Jarabak in Richtung der Werte, die horizontales Wachstumsmuster anzeigen. Der Wachstumsindex vergrößert sich in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$). In der Kontrollgruppe verändert er sich nicht signifikant. Zudem zeigt sich eine signifikante Verringerung ($p < 0,01$) der Oberkieferhöhe und eine ebenso signifikante Vergrößerung der Unterkieferhöhe ($p < 0,01$). Dieser Effekt beruht aber lediglich auf einem Wachstum im Bereich des Unterkiefers. Die Linie Sto-Me' verlängert sich hoch signifikant ($p < 0,001$), während die Linie Sn-Sto sich nicht verändert. Dieser Gesamteffekt ist einerseits dadurch zu erklären, dass der Oberkiefer in seinem Wachstum gehemmt wird und somit in seiner Höhe nicht verändert wird, wohingegen der Unterkiefer in der Vertikalen deutlich zunimmt, so dass sich das Verhältnis von Oberkieferhöhe und Unterkieferhöhe hoch signifikant ($p < 0,001$) zugunsten der Mandibula verschiebt.

Der Gesamteffekt der DVP-Therapie auf die Gesichtsteile zeigt eine Annäherung des Gesichtsprofils an die statistischen Normwerte. Die deutlichsten Veränderungen sind die des Weichteilprofilwinkels sowie der Lippenverhältnisse zur Esthetic Line. Der Hemmeffekt auf das Oberkieferwachstum hat anhand der vorliegenden Parameter keinen signifikanten Einfluss auf die Entwicklung des Gesichtsprofils. Die Förderung

des Unterkieferwachstums zeigt dagegen einen deutlichen Effekt. Ober- und Unterlippenprofil werden nicht verändert. Auch bleiben die Abstände der Lippenreferenzpunkte zur skelettalen Bezugsebene gleich. Ein Aspekt, der besonders auffällt, ist die Verschiebung des Wachstumsindex nach Jarabak in Richtung der Werte, die horizontales Wachstumsmuster anzeigen. Im Vergleich zur Aktivatortherapie und Headgearbehandlung aus der Studie von Jonas (1984) zeigt sich beim Aktivator lediglich ein Effekt auf die Lage der Oberlippe in Bezug auf die Esthetic Line. Alle anderen vergleichbaren Weichgewebparameter bleiben unverändert. Die Headgeartherapie hat einen Effekt auf die Lage der Oberlippe in Bezug auf die skelettale und weichgewebige Referenzlinie. So kann man zusammenfassend für das Gesamtkollektiv schließen, dass die DVP das Gesichtsprofil durch Veränderung der Ober- und Unterlippenlage in Bezug auf die Referenzlinie NsPog' hoch signifikant verbessert, aber in Relation zur skelettalen Referenzlinie keine Veränderungen bewirkt. Der Headgear wirkt skelettal und weichgewebig auf den Oberkiefer, der Aktivator nur weichgewebig auf den Oberkiefer.

7.4.2 Neutrales Wachstumsmuster nach Jarabak

Der Weichteilprofilwinkel $\angle N'-Sn-Pog'$ wird in der Untersuchungsgruppe signifikant kleiner ($p < 0,01$) und korreliert gering signifikant ($p < 0,05$) mit UK1-MeGo. Der Gesamtprofilwinkel $\angle N'-Ns-Pog'$ wird nicht signifikant verändert. Im Gegensatz zum Gesamtkollektiv sind die skelettalen Veränderungen in dieser Gruppe nicht signifikant und zeigen auch keine Korrelation zur Veränderung des Weichteilprofilwinkels. Allerdings findet sich hier eine Korrelation zu den dentalen Veränderungen, welche in dieser Gruppe auf skelettaler/dentaler Basis die einzigen signifikanten Änderungen erfahren. Die Verkleinerung ist hier auch am ehesten durch einen Summationseffekt der skelettalen Veränderungen von Ober- und Unterkiefer zu erklären. Jonas (1984) konnte zeigen, dass bei vertikalem Wachstumsmuster sowohl in der Headgeargruppe als auch in der Aktivatorgruppe keine signifikant Veränderungen der Gesichtsprofilwinkel stattfanden.

Der Nasolabialwinkel $Cotg-Sn-Ls$ verändert sich nicht signifikant und korreliert

wiederum mit SNA. Dies unterstreicht die Abhängigkeit dieses Parameters von der Hemmung des Oberkieferwachstums, welches in diesem Fall ebenfalls nicht signifikant ist.

Die Lippenprofilwinkel Sn-SS-Ls und Pog'-Sm-Li werden durch die DVP-Therapie auch in dieser Untergruppe nicht beeinflusst.

Die Abstände von Ls, SS, Li und Sm zur Bezugsebene NPog zeigen sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede. Die Veränderungen zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe sind in Bezug auf die Veränderungen von Ls--|NPog, Li--|NPog und Ss--|NPog hoch signifikant ($p < 0,001$) und in Bezug auf Sm--|NPog signifikant ($p < 0,01$). Der Abstand der Oberlippenparameter zur Ebene NPog wird in der Untersuchungsgruppe geringfügig kleiner, während in der Kontrollgruppe eine Vergrößerung des Abstandes zu verzeichnen ist. Dies ist gut durch die Hemmung des Oberkieferwachstums durch die DVP zu erklären. Der Abstand der Unterlippenparameter zur Ebene NPog wird in der Untersuchungsgruppe nicht gegensinnig verändert, Li--|NPog vergrößert sich in der Untersuchungsgruppe signifikant geringer ($p < 0,01$) als in der Kontrollgruppe. Dies ist dadurch zu erklären, dass die Unterkieferinzisivi bei DVP-Therapie prokliniert werden und das Unterkieferwachstum gefördert wird. In der Kontrollgruppe folgt die Inzisialkante lediglich der Wachstumsbewegung der Unterkiefers, ohne dass eine Proklation stattfindet. Zudem ist per se ein deutlicher Niveauunterschied zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Distanz Li--|NPog vorhanden, der eine genaue Interpretation einschränkt.

Jonas (1984) konnte bei vertikalem Wachstumstyp in der Aktivatorgruppe keine signifikanten Unterschiede bei den Abständen zwischen NPog und Ls, SS, Li und Sm feststellen. Lediglich in der Headgeargruppe wurde der Punkt Ss gering signifikant ($p < 0,05$) nach dorsal verlagert.

Der Abstand von Ls zur Esthetic Line nach Ricketts (NsPog') verändert sich in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$), der Abstand Li-NsPog' signifikant ($p < 0,01$). In der Kontrollgruppe werden die Abstände von Ls und Li

zur Esthetic Line nicht signifikant verändert. Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen im Gesamtkollektiv. In der Studie von Jonas (1984) verlagert sich in der Aktivatorgruppe der Punkt Ls gering signifikant ($p < 0,05$) nach dorsal der Esthetic Line, in der Headgeargruppe ist die Verlagerung signifikant ($p < 0,01$). Veränderungen von Li zur Esthetic Line sind in beiden Gruppen nicht signifikant.

Im Hinblick auf die Gesichtsdimensionen zeigt sich in dieser Untergruppe ein signifikanter Einfluss ($p < 0,01$) auf den Wachstumsindex nach Jarabak. Er vergrößert sich in der Untersuchungsgruppe und tendiert auch hier zu Werten, die ein horizontales Wachstumsmuster anzeigen. In der Kontrollgruppe verändert er sich nicht signifikant. Zudem zeigt sich eine signifikante Verringerung der Oberkieferhöhe und eine hoch signifikante Vergrößerung ($p < 0,001$) der Unterkieferhöhe. Dieser Gesamteffekt ist einerseits dadurch zu erklären, dass der Oberkiefer in seinem Wachstum gehemmt wird und somit in seiner Höhe nicht verändert wird, wohingegen der Unterkiefer in der vertikalen signifikant ($p < 0,01$) zunimmt, so dass sich das Verhältnis von Oberkieferhöhe und Unterkieferhöhe insgesamt gering signifikant ($p < 0,05$) zu Gunsten der Mandibula verschiebt.

Der Effekt der DVP-Therapie auf die Gesichtsteile bei neutralem/vertikalem Wachstumsmuster zeigt wie im Gesamtkollektiv eine Annäherung des Gesichtspröfils an statistische Mittelwerte, welches aber in dieser Untergruppe nur durch die Lippenverhältnisse zur Esthetic Line ausgedrückt wird. Signifikante Einflüsse der skelettalen oder dentalen Veränderungen hierauf konnten nicht festgestellt werden. Das Ober- und Unterlippenprofil wird nicht verändert. Die Abstände der Lippenreferenzpunkte zur skelettalen Bezugsebene NPog bleiben ebenfalls gleich. Der Wachstumsindex nach Jarabak wird auch hier signifikant ($p < 0,01$) in Richtung horizontaler Wachstumswerte verschoben. Im Vergleich zur Aktivatortherapie und Headgearbehandlung der entsprechenden Wachstumsgruppe aus der Studie von Jonas (1984) zeigt sich beim Aktivator nur der Effekt auf die Lage der Oberlippe in Bezug auf die Esthetic Line. Alle anderen vergleichbaren Weichgewebsparameter bleiben unverändert. Die Headgeartherapie zeigt wie im

Gesamtkollektiv einen Effekt auf die Lage der Oberlippe in Bezug auf die skelettale und weichgewebige Referenzlinie. Zusammenfassend für diese Untergruppe lässt sich sagen, dass die DVP das Gesichtsprofil durch Veränderung der Ober- und Unterlippenlage in Bezug auf die Referenzlinie NsPog' signifikant verändert, aber in Bezug auf die skelettale Referenzlinie keine Veränderungen bewirkt. Der Headgear wirkt skelettal und weichgewebig auf den Oberkiefer, der Aktivator nur weichgewebig auf den Oberkiefer.

7.4.3 Horizontales Wachstumsmuster nach Jarabak

Der Weichteilprofilwinkel $\angle N'-Sn-Pog'$ wird in Untersuchungs- und Kontrollgruppe nicht signifikant verändert. Der Gesamtprofilwinkel $\angle N'-Ns-Pog'$ wird signifikant kleiner, was wiederum durch die Überlagerung des Effektes der DVP-Therapie durch das Wachstum der Nase zu erklären ist. Im Vergleich dazu zeigte sich in der Studie von Jonas (1984) bei horizontalem Wachstumsmuster in der Headgeargruppe eine gering signifikante Verkleinerung des Weichteilprofilwinkels und keine signifikante Veränderung des Gesamtprofilwinkels. In der Aktivatorgruppe wurde der Weichteilprofilwinkel gering signifikant kleiner, der Gesamtprofilwinkel signifikant größer.

Der Nasolabialwinkel wird in der Untersuchungsgruppe signifikant größer, in der Kontrollgruppe verändert er sich nicht signifikant. Der Effekt ist gut mit der Wirkung der DVP auf das Oberkieferwachstum zu erklären. Durch das Nachhinterwandern des A-Punktes und somit auch der Spina nasalis anterior und gleichzeitiger Anhebung und Anteriorverlagerung von Ns durch das Eigenwachstum der Nase vergrößert sich der Nasolabialwinkel. Dies zeigt sich auch in der gering signifikanten Korrelation ($p < 0,05$) zu SNA und der Neigung der Oberkieferinzisivi.

Der Oberlippenprofilwinkel wird nicht beeinflusst. Der Unterlippenprofilwinkel hingegen wird signifikant größer ($p < 0,01$). Korrelationen zu den korrespondierenden Hartgewebsveränderungen konnten nicht festgestellt werden. Die Veränderung des Unterlippenprofilwinkels ist durch die in dieser Gruppe

ausgeprägte Wachstumsförderung des Unterkiefers zu erklären. Durch die deutliche Verlängerung des Unterkiefers verstreicht die Kinnfalte.

Die Abstände von Ls, SS, Li und Sm zur Bezugsebene NPog zeigen sowohl in der Untersuchungs- als auch in der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede. Allerdings ist der Grad der Veränderung der Strecke Ss--|NPog zwischen Untersuchungs- und Kontrollgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$). Auch dieser Sachverhalt ist durch die Wachstumshemmung der DVP auf den Oberkiefer gut zu deuten. Korrelationen zu den korrespondierenden Hartgewebparametern bestehen nicht.

Jonas (1984) konnte zeigen, dass in der Aktivatorgruppe der Abstand Ls--|NPog signifikant ($p < 0,01$) und der Abstand Ss--|NPog gering signifikant ($p < 0,05$) durch Dorsalwanderung der Oberlippe größer werden. Si--|NPog wird hoch signifikant ($p < 0,001$) nach anterior verlagert, wohingegen Li--|NPog nicht signifikant verändert wird. In der Headgeargruppe wird Ls relativ zur NPog-Linie gering signifikant ($p < 0,05$) nach dorsal verlagert.

Die Abstände von Ls und Li zur Esthetic Line nach Ricketts (NsPog') verändern sich in der Untersuchungsgruppe hoch signifikant ($p < 0,001$). Die Oberlippe entfernt sich nach dorsal von NsPog', die Unterlippe wandert deutlich nach ventral. In der Kontrollgruppe werden die Abstände von Ls und Li zur Esthetic Line nicht signifikant verändert. Auch wenn aufgrund des hohen relativen Fehlers bei der Messung der beiden Werte eine vorsichtige Interpretation angezeigt ist, so zeigt sich doch deutlich die Wirkung der Doppelvorschubplatte auch in Bezug auf die Gesichtsästhetik. Interessant hierbei ist, dass die Veränderungen im Bereich der Oberlippe mit den Veränderungen der Neigung der Unterkieferinzisivi und die Veränderungen im Bereich der Unterlippe mit der Neigung der Oberkieferinzisivi gering signifikant korrelieren ($p < 0,05$), so dass der vorsichtige Schluss gezogen werden darf, dass das Gesamtprofil im Bereich von Ober- und Unterlippe eher von der Achsneigung der Inzisivi beeinflusst wird als von den skelettalen Veränderungen.

Im Vergleich mit der Studie von Jonas (1984) zeigt sich in der Headgeargruppe eine signifikante ($p < 0,01$), in der Aktivatorgruppe eine hoch signifikante

($p < 0,001$) Dorsalverlagerung von Ls zur Esthetic Line. Li wurde in seiner Position zur Esthetic Line nicht beeinflusst.

Im Hinblick auf die Gesichtsdimensionen zeigt sich wiederum eine hoch signifikante Verschiebung des Wachstumsindex nach Jarabak in Richtung der Werte, die ein horizontales Wachstumsmuster anzeigen. In der Kontrollgruppe verändert er sich nicht signifikant. Zudem zeigt sich eine signifikante Verringerung der Oberkieferhöhe und eine ebenso signifikante Vergrößerung der Unterkieferhöhe. Dieser Effekt beruht auch in dieser Untergruppe lediglich auf einem vertikalen Wachstum im Bereich des Unterkiefers. Die Strecke Sto-Me' verlängert sich hochsignifikant, während die Strecke Sn-Sto nicht verändert wird. Dieser Gesamteffekt ist einerseits dadurch zu erklären, dass der Oberkiefer in seinem Wachstum gehemmt wird und somit in seiner Höhe nicht verändert wird, andererseits der Unterkiefer in der Vertikalen deutlich zunimmt, so dass sich das Verhältnis von Oberkieferhöhe und Unterkieferhöhe hoch signifikant ($p < 0,001$) zu Gunsten der Mandibula verschiebt.

Der Effekt der DVP-Therapie auf die Gesichtsweichteile bei horizontalem Wachstumsmuster zeigt ebenfalls eine Annäherung des Gesichtspröfils an statistische Mittelwerte, welches in dieser Untergruppe durch die Lippenverhältnisse zur Esthetic Line ausgedrückt wird. Signifikante Einflüsse der skelettalen oder dentalen Veränderung hierauf konnten nicht festgestellt werden. Das Oberlippenprofil wird in dieser Untergruppe nicht verändert, der Unterlippenprofilwinkel vergrößert sich signifikant. Die Abstände der Lippenreferenzpunkte zur skelettalen Bezugsebene NPog bleiben gleich. Der Wachstumsindex nach Jarabak wird hoch signifikant ($p < 0,001$) in Richtung horizontaler Wachstumswerte verschoben.

Im Vergleich zur Aktivatortherapie und Headgearbehandlung der entsprechenden Wachstumsgruppe aus der Studie von Jonas (1984) zeigt sich beim Aktivator in Bezug auf die Esthetic Line nur hinsichtlich des Punktes Ls ein hoch signifikanter Effekt. Die Punkte Ls, Ss und Si zeigen jeweils deutliche Veränderungen in Bezug auf die Referenzlinie NPog, so dass hier ein

deutlicher, skelettaler Effekt zu verzeichnen ist.

Die Headgertherapie zeigt einen Effekt auf die Lage der Oberlippe in Bezug auf die skelettale und weichgewebige Referenzlinie. Zusammenfassend für diese Untergruppe lässt sich sagen, dass die DVP das Gesichtsprofil durch Veränderung der Ober- und Unterlippenlage in Bezug auf die Referenzlinie 'NsPog' signifikant verbessert, aber in Bezug auf die skelettale Referenzlinie keine Veränderungen bewirkt. Der Headgear wirkt skelettal und weichgewebig auf den Oberkiefer, der Aktivator weichgewebig und skelettal auf den Oberkiefer und nur skelettal auf den Unterkiefer.

7.5 Ausblick

Folgestudien sollten zunächst darauf abzielen, das vorhandene Kollektiv unter anderen Aspekten wie z. B. Geschlecht oder Behandlungsbeginn zu analysieren. Weitere Untersuchungen sollten darauf hinarbeiten, die Wirkungsweise der DVP auf die Gesichtsweichteile konkret mit anderen Apparaturen zu vergleichen, auch im Hinblick auf die Aspekte Wachstumsmuster, Geschlecht und Behandlungsbeginn.

8 Literaturverzeichnis

1. Angle, EH. Classification of malocclusion. Dent Cosmos 1899;41:248 – 350.
2. Bazant V, Miksa J. Die Häufigkeit der Okklusionsanomalien in sagittaler Richtung in der Klassifikation nach Angle bei Erwachsenen. Fortschr Kieferorthop 1960; 21: 328 – 338.
3. Björk A.: Variations in the Growth Pattern of the Human Mandible: Longitudinal Radiographic Study by the Implant Method. J Dent Res Supplement to No. 1 1963; 42: 400 – 411.
4. Björk, A.: Prediction of mandibular growth. Am J. Orthod 1969;55: 585 – 599.
5. Buschang PH, Tanguay R, Demirjian A: Cephalometric Reliability. A full ANOVA Model for the Estimation of True and Error Variance. Angle Orthodont, 2, 168-175, 1987.
6. Carlsson GE: Error in x-ray cephalometry. Odont. T 75, 99-129, 1967.
7. Clark WJ. The twin block technique: a functional appliance system. Am J Orthod Dentfac Orthop 1988; 93: 1 – 18.
8. Cozza P, De Toffol L, Colagrossi S: Dentoskeletal effects and facial profile changes during activator therapy. Eur J Orthodont. 26 (3), 293-302, 2004.
9. Fischbach H, Kahl-Nieke B: Retrospektive Betrachtung von Behandlungen der skelettalen Klasse II mit herausnehmbaren Geräten. Fortsch. Kieferorthop. 56 (3), 140 – 147, 1995.
10. Flores-Mir C, Major PW: A systematic review of cephalometric facial soft tissue changes with the Activator and Bionator appliances in Class II division 1 subjects. Eur J Orthodont, 28, 586 - 593, 2006.
11. Flores-Mir C, Major PW: Cephalometric Facial Soft Tissue Changes with the Twin Block Appliance in Class II division 1 Malocclusion Patients. Angle Orthodontist, Vol 76, No 5, 2006.
12. Flores-Mir C, Major PW: Soft tissue changes with the fixed functional appliances in Class II division 1. Angle Orthodontist, Vol 76, No 4, 2006.

13. Forsberg CM, Odenrick L: Skeletal and soft tissue response to activator treatment. *Eur J Orthodont* 3, 247 – 253, 1981.
14. Hasund A (1974). *Klinische Kephalemtrie für die Bergen Technik. Kieferorthopädische Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Bergen, Bergen, Norwegen.*
15. Jarabak. J. R., J. A. Fizzell: *Technique and treatment with light'wre edgewise appliances.* C. V. Mosby Comp., St. Louis 1972
16. Jonas, I.: Knöchern und Weichteil-Profilveränderungen nach Headgear- und Aktivatortherapie. *Fortschr. Kieferorthop.* 1984; 45, 335 – 347 (Nr. 5).
17. Lange DW, Kalra V, Broadbent BH jr, Powers, M, Nelson, S: Changes in soft tissue profile following treatment with the bionator. *Angle Orthodontist*, Vol 65, No 6, 423 – 430, 1995.
18. Lisson JA, Tränkmann J.: *Behandlungsbeginn und Behandlungseffekt bei funktionskieferorthopädischer Therapie mit Doppelvorschubplatten.* *Fortschr. Kieferorthop* 2003; 64: 341-51.
19. Lisson JA, Tränkmann J.: *Behandlungseffekte bei Klasse II,1-Therapie mit Doppelvorschubplatten.* *Fortschr. Kieferorthop* 2002; 63: 14-25.
20. Maltagliati, LA, Henriques JFC, Janson G, de Almeida RR, de Freitas MR: *Influence of orthopedic treatment on hard and soft facial structures of individuals presenting with class II, division 1 malocclusion. A comparative study.* *J Appl Oral Sci* 12 (2), 164 – 170, 2004.
21. Morris DO, Illing HM, Lee RT: *A prospective evaluation of Bass, Bionator and Twin Block appliances. Part II – the soft tissues.* *Eur J Orthodont* 20, 663 – 684, 1998.
22. Müller G. *Die Doppelplatte mit Oberkieferspornführung.* *Fortschr Kieferorthop* 1962,23, 243 – 250.
23. Pancherz H, Anehus-Pancherz M: *Facial profile changes during an after Herbst appliance treatment.* *Eur J Orthodont* 16, 275 – 286, 1994.
24. Quintao C, Brunharo IHVP, Menezes RC, Almeida MAO: *Soft tissue changes following functional appliance therapy.* *Eur J Orthodont*, 28, 35 - 41, 2006.

25. *Rakosi. Th. : Atlas und Anleitung zur praktischen Femröntgenanalyse.*
Hanser, München-Wien 1979.
26. Ricketts, RM: Cephalometric Analysis And Synthesis
Angle Orthodont 1961;31, 141–156.
27. Riedel, R. A.: The relation of maxillary structures to cranium in
malocclusion and in normal occlusion. Angle Orthodont. 22 (1952), 142.
28. Roux W. Beiträge zur Morphologie der funktionellen Anpassung. Arch
Physiol Anat 1885; 9: 120 – 158.
29. Rudzki-Janson I, Noacher R: Functional appliance therapy with the
Bionator. Seminars in Orthodontics. Vol. 4,1, 33-45, 1998.
30. Sander FG, Wichlhaus A: Skelettale und dental Veränderungen bei der
Anwendung der Vorschubdoppelplatte. Fortschr. Kieferorthop 1995; 3:
127-139.
31. Sander FG: Der Tageffekt bei der Anwendung der Vorschubdoppelplatte.
Vorläufiger Bericht. Prakt. Kieferorthop 1989; 3: 25-32.
32. Schwarz AM. Lehrgang der Gebissregelung. 2. Auflage, Wien, Urban
und Schwarzenberg, 1951.
33. Stec-Slonicz M, Weindel S, Paurevic S, Lisson JA: Dentoalveoläre
Veränderungen bei Angle Klasse II,1-Dysgnathien nach Therapie mit
Doppelvorschubplatten. Fortschr. Kieferorthop 2008; 69.
34. *Subtelny, JO*: The soft-tissue profile, growth and treatment changes.
Angle Orthodont 1961; 31 105–122.
35. Wedler S, Tränkmann J, Lisson JA.: Zum Behandlungseffekt bei der
Therapie von Kindern mit Angle-II,1-Okklusion mit der Doppel-
Vorschubplatte in der vorpubertären und in der pubertären Phase.
Fortschr. Kieferorthop 2006; 67: 105-15.

9 Danksagung

Ich möchte Herrn Universitätprofessor Dr. Jörg Lisson für die Überlassung des Themas und die nette, umfassende Betreuung und die ständige Ansprechbarkeit bei allen Fragen danken. Ich danke herzlich Frau Dr. Ilka Hanke, Frau Dr. Magdalena Stec-Slonicz und Frau Dr. Katinka Heckmann für die fachliche Einarbeitung in das Thema, viele nützliche Anregungen und Begleitung der Arbeit. Ich danke ausserdem Frau Dr. Ong für die Beratung und Einarbeitung bei der Erstellung der statistischen Auswertung der vorliegenden Arbeit. Ganz besonders möchte ich meiner Ehefrau Xenia Mokrys und meiner Tochter Rebekka danken für die unendliche Geduld, die Motivation und die Unterstützung, die ich während der Erstellung dieser Arbeit erfahren habe. Ein besonderer Dank gilt Frau Professor Rudzki für die freundliche Überlassung der Röntgenbilder für die Kontrollgruppe dieser Arbeit.

10 Lebenslauf

Name	Dr. med. dent. Kai Mokrys
Geboren	16. Dezember 1972 in Georgsmarienhütte
Familienstand	verheiratet mit Xenia Mokrys, geb. Würsig, Tierärztin 1 Tochter, Rebekka Karoline, *25.09.2008
Staatsangehörigkeit	Deutsch
Eltern	Mokrys, Hartmut , Rentner Mokrys, Anke, Verwaltungsangestellte
Schulbesuch	1979 - 1983 Grundschule in Osnabrück 1983 - 1985 Orientierungsstufe Bissendorf 1985 - 1992 Gymnasium "Ursulaschule", Osnabrück 18.05.1992 Abitur
Studium	WS1992 – SS1998 Studium der Zahnheilkunde an <u>der Westf. Wilhelms-Universität Münster</u> - 16.07.1998 Staatsexamen - 22.07.1998 Approbation als Zahnarzt - 24.08.2001 Promotion zum Dr. med. dent. WS 1998 -SS 2004 Studium der Humanmedizin an der Westf. Wilhelms-Universität Münster - 10.05.2004 3. Staatsexamen - 26.05.2004 Berufserlaubnis nach §10 BÄO - 01.10.2004 Approbation als Arzt
Berufliche Tätigkeit	<u>01.05.2000 – 30.09.2002:</u> Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Poliklinik für zahnärztliche Prothetik <u>15.10.2001 – 31.07.2004:</u> Wissenschaftlicher Mitarbeiter des Institutes für Anatomie der WWU Münster <u>01.04.2004 – 31.05.2008</u> Arzt in Weiterbildung an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Universitätsklinikum des Saarlandes <u>seit 01.06.2008</u> Arzt in Weiterbildung an der Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie, Evangelisches Krankenhaus Bethesda gGmbH, Mönchengladbach