

Diplomarbeit

**Einfluss der mandibulären Retrognathie auf den "posterior
airway space" von Klasse II/1 Patienten**

Eine kephalometrische Studie.

eingereicht von

Verena Hedwig Prodingner

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Zahnheilkunde

(Drⁱⁿ. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an

**der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie
an der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde Graz**

unter der Anleitung von

**Ass.-Profⁱⁿ.Drⁱⁿ. Margit Pichelmayer
Priv.Dozⁱⁿ. Drⁱⁿ. Brigitte Wendl**

Graz, am 29.10.2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 29.10.2014

Verena Hedwig Prodingler eh.

In dieser Arbeit wird das generische Maskulinum stellvertretend für die feminine und maskuline Form verwendet.

Danksagungen

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Ass.Profⁱⁿ.Drⁱⁿ. Margit Pichelmayer, für die Unterstützung und geduldige Betreuung bei dieser Arbeit.

Ebenso danke ich Frau Priv.Dozⁱⁿ. Drⁱⁿ. Brigitte Wendl für Ihre Arbeit als Zweitbetreuerin.

Für die großartige Zusammenarbeit bei der Durchzeichnung der Fernröntgenbilder, danke ich Frau Lydia Pregartner.

Ferner danke ich Frau DI Irene Mischak, für die vielfachen Beratungen und die großzügige Übernahme der statistischen Bearbeitung.

Meiner lieben Familie, für ihr großzügiges Herz in allen Lebenslagen – Danke.

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war die Klärung der Fragestellung, ob und in welchem Umfang eine mandibuläre Retrognathie Einfluss auf die Morphologie des extrathorakalen Luftraum nimmt und ob demnach die Entstehung obstruktiver Schlafstörungen, deren Ätiologie unter anderem auf skelettale Veränderungen im kraniofazialen Bereich zurückgeführt wird, präventiv verhindert werden kann.

Das Probandengut umfasste 34 Angle Klasse II/1 Patienten im Alter zwischen 18 und 50 Jahren, deren zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginnes aufgenommene kieferorthopädische Fernröntgenbilder, mittels eigenständig definierter kephalometrischer Analyse durchgezeichnet und vermessen wurden.

Die statistische Analyse ergab, bei getrennter Betrachtung der männlichen ($n = 9$) und weiblichen ($n = 25$) Probanden, ein deutlich größeres Ausmaß von Fläche (+30,4%), Breite (+5%) und Länge (+12,3%) des vermessenen Bereiches im extrathorakalen Luftraum der Männer.

Die untersuchten Patientinnen und Patienten zeigten beiderseits eine stärker ausgeprägte Lordose der Halswirbelsäule, neben einer vorwiegend ausgeglichenen Krümmung des Pharynx.

Weder in Bezug auf die berechnete Fläche, noch auf die Krümmung des Pharynx, konnten signifikante Zusammenhänge mit dem ermittelten Ausmaß der Lordose festgestellt werden.

Aufgrund der eingeschränkten Relevanz des lateralen Fernröntgens, einer zweidimensionalen kephalometrischen Methode, in der Diagnostik von Obstruktionen im dreidimensionalen Bereich des „posterior airway space“, scheint die Beurteilung morphologischer Veränderungen des extrathorakalen Luftraumes im Rahmen der kieferorthopädischen Erstuntersuchung nur limitiert durchführbar. Eine erste Einschätzung vorhandener Defizite ist aber durchaus möglich.

Abstract

The aim of this study was to analyse the influences of mandibular retrognathism on the extrathoracical airway. Another purpose of this examination was to find out, whether the origin of obstructive sleep disorder, which is ascribed to skeletal diversifications of the craniofacial region, can preemptively be prohibited.

The subject material consisted of 34 Angle Class II/1 patients aged 18 to 50 years. Lateral cephalograms, taken at the time when treatment was started, were analysed on the base of an independently defined method of measuring.

After examination of male (n = 9) and female (n = 25) probands, statistic analyses showed a considerably larger extent of plain (+30,4%), width (+5%) and length (+12,3%) of the measured division of the pharyngeal airway within the male subjects.

Both, men and women, showed a more distinct lordose of the cervical spine, while the pharyngeal curvature was balanced.

Neither the estimated plain of the „pharyngeal airway space“ within the measured region, nor the pharyngeal flexion were associated with the extent of cervical lordose.

Due to its' two-dimensionality, the relevance of lateral cerphalogram in the diagnosis of obstructions within the three-dimensional area of „posterior airway space“ is limited.

Thus the evaluation of morphological changes of the extrathoracical airway in line with orthodontical preexamination is restricted, whereas an assessment of potential deficiencies is thoroughly legitimate.

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Danksagungen.....	iv
Zusammenfassung	vi
Abstract	vii
Inhaltsverzeichnis	viii
Glossar und Abkürzungen.....	ix
Abbildungsverzeichnis	x
Tabellenverzeichnis	xi
1 Einleitung.....	12
1.1 Begründung der Fragestellung.....	12
1.2 Zielsetzung	13
1.3 Allgemeiner Teil	13
1.3.1 Gebissanomalien und ihre Einteilung	13
1.3.2 Angle Klasse 2/1 – der Distalbiss	16
1.3.2.1. Definition.....	15
1.3.2.2. Ätiologie.....	15
1.3.2.3. Häufigkeit.....	16
1.3.3 Schlafbezogene Atmungsstörungen	18
1.3.3.1. Posterior Airway Space.....	17
1.3.3.2. Obstruktive Schlafapnoe (OSA).....	17
1.3.3.2.1. Definition und Klinik der OSA.....	17
1.3.3.2.2. Therapie der OSA.....	19
2 Material und Methoden	22
2.1 Patientengut und Einschlusskriterien	22
2.2 Analyse der Fernröntgenbilder	23
2.3 Fernröntgen Messpunkte	24
2.3.1 Vermessung des Pharynx.....	24
2.3.2 Vermessung der Halswirbelsäule	26
2.3.3 Vermessung der Krümmung der Pharynxrückwand	27
3 Ergebnisse – Resultate.....	29
3.1 Durchschnittliche Pharynxbreite Damen (n=25): 1,29cm.....	29
3.2 Durchschnittliche Pharynxbreite Männer (n=9): 1,36cm	29
3.3 Vertikale Messung der Pharynxlänge.....	30
3.4 Flächenberechnung in cm ² :.....	31
3.4.1 Geschlechterunterschied in der Fläche.....	32
3.5 Vermessung der Halswirbelsäule	32
3.6 Vermessung der Krümmung der Pharynxrückwand	33
3.7 Korrelationen:	35
4 Diskussion	37
4.1 Patientenkollektiv	37
4.2 Methode der Arbeit	37
4.3 Interpretation der Ergebnisse.....	40
4.4 Klinische Relevanz der Ergebnisse	42
4.5 Conclusio	42
5 Literaturverzeichnis.....	44

Glossar und Abkürzungen

ANS:	spina nasalis anterior
BMI:	Body Mass Index
bzw.:	beziehungsweise
CT:	Computertomographie
E:	Epiglottis
FR:	Fernröntgen
FRS:	Fernröntgenseitenbild
Griech.:	griechisch
HNO:	Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde
HWS:	Halswirbelsäule
ICSD:	International classification of sleep disorders
Max.:	Maximum
Min.:	Minimum
MRT:	Magnetresonanztomographie
n:	Anzahl
nCPAP:	nasal Continuous Positive Airway Pressure
OSA:	obstruktive Schlafapnoe
PAS:	pharyngeal airway space
PE:	Palatinaebene
PNS:	spina nasalis posterior
SD:	Standardabweichung
SNA:	Sella-Nasion-A Punkt
SNB:	Sella-Nasion-B Punkt
Stabw.:	Standardabweichung

Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1: EDWARD HARTLEY ANGLE (1855-1930).....	14
ABBILDUNG 2: ANGLE KLASSE I; NEUTRALOKKLUSION.....	14
ABBILDUNG 3: ANGLE KLASSE II DISTALOKKLUSION; SYNDROM 1 DISTALBISS	15
ABBILDUNG 4 ANGLE KLASSE II DISTALOKKLUSION; SYNDROM 2 DECKBISS	15
ABBILDUNG 5 ANGLE KLASSE III	15
ABBILDUNG 6 PAS GEMESSEN ZWISCHEN ZUNGENGRUND UND RACHENHINTERWAND	18
ABBILDUNG 7: VERMESSUNG DER PHARYNXBREITE.....	25
ABBILDUNG 8: VERMESSUNG DER HALSWIRBELSÄULE	26
ABBILDUNG 9: VERMESSUNG DER PHARYNXRÜCKWAND.....	27
ABBILDUNG 10: DURCHSCHNITTLICHE PHARYNXBREITE DER DAMEN.....	29
ABBILDUNG 11: DURCHSCHNITTLICHE PHARYNXBREITE HERREN.....	30
ABBILDUNG 12: PHARYNXLÄNGE	30
ABBILDUNG 13: FLÄCHENBERECHNUNG	31
ABBILDUNG 14: VERMESSUNG DER HWS VON MÄNNERN.....	32
ABBILDUNG 15: VERMESSUNG DER HWS VON FRAUEN.....	33
ABBILDUNG 16: VERMESSUNG DER PHARYNXRÜCKWAND VON MÄNNERN	33
ABBILDUNG 17: VERMESSUNG DER PHARYNXRÜCKWAND VON FRAUEN .	34
ABBILDUNG 18: KORRELATION ZWISCHEN DER KRÜMMUNG VON HWS UND PHARYNXRÜCKWAND.....	35
ABBILDUNG 19: LAGE DER PUNKTE Y (HWS) UND B (PHARYNX) ANTERIOR BZW. POSTERIOR IHRER REFERENZLINIEN SOWIE DEREN BEZUG ZUR FLÄCHE DES PAS	36

Tabellenverzeichnis

TABELLE 1: KLASSENEINTEILUNG.....	14
TABELLE 2: FLÄCHENBERECHNUNG.....	31

1 Einleitung

1.1 Begründung der Fragestellung

30% unseres Lebens verbringen wir im Schlaf.

Was zunächst viel klingt, relativiert sich rasch, sobald man sich klar wird, welchen unabdingbar wichtigen Stellenwert das vermeintliche nächtliche Nichtstun in der Physiologie des Menschen hat.

Umfragen zu Folge, leiden heute etwa 25% der Deutschen an Schlafstörungen, während 10% ihren Schlaf als nicht erholsam erleben (Penzel, Peter, & Peter, 2005).

Schlafstörungen wie das obstruktive Schlafapnoe-Syndrom, gelten mit einer Prävalenz von 2-5% als allgemein verbreitete, potentiell lebensbedrohliche und stark unterdiagnostizierte Systemerkrankungen (Strollo & Rogers, 1996).

Risikofaktoren, wie Fettleibigkeit und hohes Alter, spielen in der heutigen Gesellschaft eine stets dominanter werdende Rolle, wonach ein weiterer Anstieg in der Prävalenz dieser Erkrankungen durchaus zu erwarten ist (Rosenzweig, Williams, & Morrell, 2014).

Die Konsequenzen dieser Entwicklung sind weitreichend, schließlich ist gesunder Schlaf wesentliche Voraussetzung für unsere Gesundheit und Leistungsfähigkeit.

Dennoch werden Schlafstörungen häufig erst sehr spät erkannt oder bleiben gänzlich unversorgt - erhöhtes Unfallrisiko, Konzentrationsschwierigkeiten und pharmakologische Abhängigkeit von Hypnotika, stellen nur einen Bruchteil der schwerwiegenden Folgen für Betroffene dar (Flemons & Tsai, 1997).

Da bei frühzeitiger, richtiger Diagnosestellung, gute Erfolgsaussichten für eine ursachengerichtete Prävention, Behandlung und Rehabilitation bestehen, spielt die interdisziplinäre Zusammenarbeit, vor allem von Fachbereichen der Schlafmedizin, HNO und nicht zuletzt der Kieferorthopädie eine immer wichtigere Rolle, um Prävention zu ermöglichen und die Therapie effektiv gestalten zu können (Penzel et al., 2005).

1.2 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit war es, mittels einer möglichst einfach anwendbaren Messmethode, anhand kieferorthopädischer Fernröntgenbilder, den Einfluss einer skelettalen Unterkieferrücklage auf den extrathorakalen Luftraum/PAS festzustellen.

1.3 Allgemeiner Teil

1.3.1 Gebissanomalien und ihre Einteilung

Der heute oft an Stelle des Begriffes „Gebissanomalie“ verwendete Terminus „Dysgnathie“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet frei übersetzt „Fehlbiß“ („Orthopädische Chirurgie (Dysgnathie Chirurgie),“ 2014).

„Dys“[griech]. = fehlerhaft, gestört

„gnáthos“[griech.] = Kiefer

Er beinhaltet alle morphologischen und funktionellen Abweichungen, die im Bereich des orofazialen Systems auftreten können.

Im Gegensatz dazu, stellt die Eugnathie (griech. „Eu“ – gut) die harmonische Form und Funktion der im Gebiss und Gesichtsbereich vorhandenen Strukturen dar.

Die Herstellung dieser Harmonie, oder zumindest die Annäherung an diese, ist Ziel jeder kieferorthopädischen Behandlung und setzt eine richtige Diagnostik im Hinblick auf die vorhandene Dysgnathie voraus (Kahl-Nieke, 2010).

Nach ersten Einteilungsversuchen von Kneisel (1836), Carabelli (1842) und Welcker (1862), veröffentlichte der amerikanische Zahnarzt EDWARD HARTLEY ANGLE im Jahr 1899 die noch heute gültige Klassifizierung der Gebissanomalien in 3 Klassen, welche als Grundlage die sagittale Okklusion der Sechsjahresmolaren hat.



Abbildung 1: Edward Hartley Angle (1855-1930)
 ("E. H. Angle, o pai da Ortodontia!")

skelettal	dental
Angle Klasse I Syndrom	Neutralokklusion
Angle Klasse II Syndrom	Distalokklusion
<i>Angle Klasse II/1 Syndrom</i>	Distalbiss mit protrudierter OK-Front
<i>Angle Klasse II/2 Syndrom</i>	Distalbiss mit steilstehender OK-Front
Angle Klasse III Syndrom	Mesialokklusion mit camouflierter Front

Tabelle 1: Klasseneinteilung

Als Neutralokklusion bezeichnet man demzufolge jene Gebissituation, bei der sich der mesiobukkale Höcker des oberen 1.Molaren in sagittaler Ansicht, in die Fossa des unteren 1.Molaren projiziert.

Je nach Ausmaß der Abweichung von dieser Neutralokklusion, wird der Schweregrad der Distal- bzw. Mesialokklusion in Prämolarenbreiten (ca. 7mm) oder deren Bruchteilen (1/4 , 1/2, 1...) angegeben (Droschl, 1990).

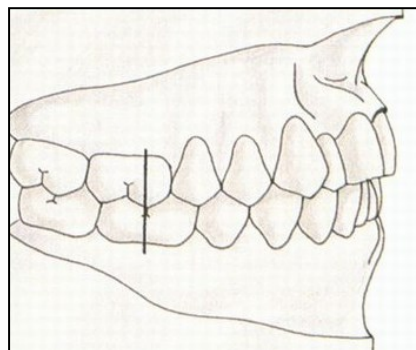


Abbildung 2: Angle Klasse I; Neutralokklusion.
 ("Oro-Maxillo-Facial Surgery; Angle Classification," 2014)

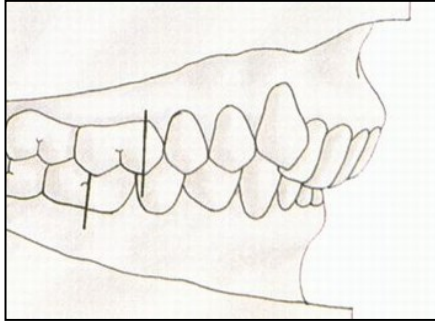


Abbildung 4 Angle Klasse II Distalokklusion;
Syndrom 2 Deckbiss

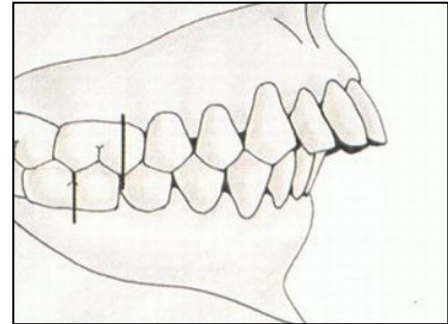


Abbildung 3: Angle Klasse II Distalokklusion;
Syndrom 1 Distalbiss

(“Oro-Maxillo-Facial Surgery; Angle Classification, 2014)

Die Unterkieferzahnreihe von Patienten mit einer Angle Klasse II Verzahnung, liegt in Bezug auf die Oberkieferzahnreihe zu weit distal.

Man unterscheidet zwischen dem Syndrom des Distalbisses (protrudierte OK-Front) und dem Syndrom des Deckbisses (steilstehende OK-Front).

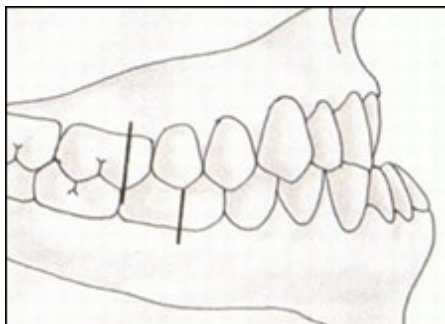


Abbildung 5 Angle Klasse III
Mesialokklusion; die Progenie
(“Oro-Maxillo-Facial Surgery; Angle
Classification,” 2014)

Bei der Mesialokklusion kommt die Unterkieferzahnreihe im Vergleich zur Oberkieferzahnreihe zu weit mesial zu liegen. Gemeinsam mit Symptomen wie einem verkehrten Überbiss, atypischer Frontzahnneigung und meist Kreuzbiss im Bereich der Seitenzähne, charakterisiert die Mesialokklusion das Syndrom der Progenie.

Für die vorliegende Untersuchung wurden ausschließlich Patienten mit einer Angle-Klasse II/1-Dysgnathie herangezogen.

1.3.2 Angle Klasse 2/1 – der Distalbiss

1.3.2.1 Definition

Eine Angle Klasse II Verzahnung im Seitenzahnbereich, findet sich, neben einer Protrusion der Oberkiefer-Frontzähne und der daraus resultierenden vergrößerten sagittalen Stufe, dem tiefen Biss, einer verstärkten Spee'schen Kurve, meist schlaffer circumoraler Muskulatur und eingezogener Mentolabialfalte, als Resultat der meist vorhandenen skelettalen Unterkiefer-Rücklage, als Hauptsymptom dieses Syndromes (Droschl, 1990).

Diese, als Distalbiss bezeichnete Fehlstellung, kann sowohl dentoalveolär, als auch skelettal bedingt sein, was sich anhand von Fernröntgenwerten erkennen lässt.

Hierfür relevant sind die Winkel SNA und SNB, welche Schlüsse über die Stellung von Oberkiefer und Unterkiefer in Bezug auf die Schädelbasis zulassen (Nötzel, Hartung, & Schutz, 2007).

1.3.2.2 Ätiologie

Die Ätiologie des Distalbisses wird in der Literatur kontrovers diskutiert.

Lange Zeit wurden exogene Ursachen, darunter Habits wie Daumenlutschen und Lippensaugen (Humphreys & Leighton, 1950) sowie eine eingeschränkte Nasenatmung, alleine für die Entstehung eines Distalbisses verantwortlich gemacht.

An der kieferorthopädischen Abteilung der Universität Freiburg, wurde beispielsweise im Rahmen einer Studie im Jahr 1974, bei 80% der 27 kieferorthopädisch unbehandelten Mundatmer, eine Angle-Klasse II festgestellt (Hockenjos, Komposch, Schumann, & Rakosi, 1974).

Aufgrund der Tatsache, dass Neugeborene mit einer natürlichen Rücklage des Unterkiefers zur Welt kommen, welche sich durch Saug- und Schluckvorgänge und den daraus resultierenden Wachstumsreizen während des Stillens zurückbildet, zählt auch die zu frühe oder falsche Anwendung von

Flaschennahrung, nach wie vor zu einem häufig diskutierten und mittlerweile durch diverse Studien bestätigten, ätiologischen Faktor (Fabac, Legouvić, & Zupan, 1992; Hausser, 1952).

Heutigen Erkenntnissen zufolge, scheinen, neben den eben genannten exogenen Ursachen, durchaus auch endogene Faktoren eine Rolle zu spielen, wobei bisherigen Erkenntnissen zufolge, eine additive Polygenie diesen endogenen Ursachen zu Grunde liegt. (Mossey, 1999; Schulze, 1993, Lundström, 1948).

Als weitere Ursachen werden durch Frakturen bedingte Störungen des Unterkieferwachstums (Schwenzer et al., 2001), Osteomyelitis, Ankylosen sowie juvenile Polyarthritiden (Krüger, 1979) genannt.

1.3.2.3 Häufigkeit

Mit etwa 37% (Droschl H.), ist der Distalbiss in der steiermärkischen Bevölkerung die am häufigsten auftretende Form der Dysgnathien.

1.3.3 Schlafbezogene Atmungsstörungen

1.3.3.1 Posterior Airway Space

Der als Posterior Airway Space (PAS) bezeichnete Teil des extrathorakalen Luftraumes, wird von Zungengrund oder Velum Palatinum und der Rachenhinterwand begrenzt (W. Hochban, Ehlenz, Conradt, & Brandenburg, 1999).

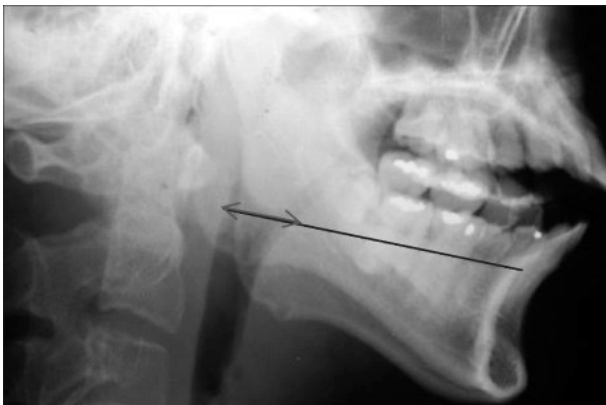


Abbildung 6 PAS gemessen zwischen Zungengrund und Rachenhinterwand (Kim, Shin, Choi, Kim, & Yi, 2008)

1.3.3.2 Obstruktive Schlafapnoe (OSA)

1.3.3.2.1 Definition und Klinik, sowie kurz- und langfristige Auswirkungen der OSA

Ápnoia [griech.] = Windstille

Die OSA zählt laut der international gültigen Klassifikation der Schlafstörungen (ICSD) zur Kategorie der schlafbezogene Atmungsstörungen (American Academy of Sleep Medicine, 2001).

Neben lautem Schnarchen, zählen Apnoen von 20-30 Sekunden, mit teilweise völligem Sistieren des Luftflusses, zu den Hauptsymptomen.

Da, vor allem bei Patienten mit milden Formen der OSA, sogenannte Hypopnoen, mit erhaltenem, aber um 50% des Basalwertes verringerten Luftfluss, überwiegen, wird diese Schlafstörung von Bettpartnern, auch bei Beobachtung des Schlafenden, kaum bemerkt (American Academy of Sleep Medicine, 2001).

Unabhängig davon, ob es sich um einen kompletten oder inkompletten Verschluss der oberen Luftwege handelt, führen diese Zustände zu einem Abfall der Sauerstoffsättigung im Blut des Betroffenen (Shepard, 1985).

Die dadurch induzierte zentralnervöse Aktivierung, führt zu rezidivierenden Weckreaktionen, sogenannten „arousals“, welche wiederum zu einer selektiven Stimulation der oberen Atemwegsmuskulatur mit Öffnung des Pharynx führen.

Das wiederholte Aufwachen im Zuge dieser „arousals“ ist dem Patienten meist nicht bewusst, dennoch ist das normale Schlafprofil unterbrochen, was Symptome wie die typische Schläfrigkeit am nächsten Morgen erklärt (American Academy of Sleep Medicine, 2001).

Kommt es dennoch zu einem bewussten Erwachen, werden von Patienten häufig Orientierungslosigkeit und ausgeprägte Mundtrockenheit beschrieben (American Academy of Sleep Medicine, 2001).

Während bei der zentralen Form der Schlafapnoe der Atemantrieb durch zerebrale Ausfälle (nach Traumata oder Infektionen) völlig fehlt, liegt der obstruktiven Schlafapnoe ein multifaktorieller Pathomechanismus zugrunde.

Ursächlich scheinen unter anderem Disproportionalitäten der oberen Atemwege und funktionelle Störungen der Atemwegsmuskulatur zu sein, welche zu einer Instabilität der oberen Luftwege und eben diesen Obstruktionen führen können (Rojewski, Schuller, Clark, Schmidt, & Potts, 1984; Crumley, Stein, Gamsu, Golden, & Dermon, 1987).

Als prädisponierende Faktoren werden, neben Adipositas, vor allem kraniofaziale Veränderungen, wie mandibuläre Mikrognathien oder Retrognathien sowie veränderte anatomische Strukturen wie Makroglossien oder Hypertrophien der Tonsillen oder Adenoide genannt. (American Academy of Sleep Medicine, 2001)

Abgesehen von den schon genannten Befindlichkeitsstörungen, wie Schläfrigkeit, Unkonzentriertheit oder eingeschränktem Wohlbefinden, liegen wesentliche Auswirkungen der OSA im kardiovaskulären Bereich (Becker, Brandenburg, Peter, & Von Wichert, 1995).

Das obstruktive Schlafapnoe Syndrom gilt heute als unabhängiger Risikofaktor für eine erhöhte kardiovaskuläre Morbidität und Mortalität und konnte ebenso mit erhöhtem Risiko eines zerebralen Insultes in Verbindung gebracht werden (Palomäki, Partinen, Erkinjuntti, & Kaste, 1992; He, Kryger, Zorick, Conway, & Roth, 1988).

1.3.3.2 Therapie der OSA mit Schwerpunkt auf konservative zahnärztliche Therapieansätze

Abgesehen von verschiedenen operativen Möglichkeiten, gibt es in der Therapie der OSA durchaus effektive konservative Behandlungsansätze, auf welche sich diese Arbeit, angesichts der gegebenen zahnärztlichen Relevanz, beschränkt.

In verschiedenen Untersuchungen konnte ein Zusammenhang zwischen dem Volumen des adipösen Gewebes im Bereich des PAS, dem Auftreten sowie dem Ausmaß einer OSA bestätigt werden, was Gewichtsreduktion zu einem wesentlichen Bestandteil der konservativen OSA-Therapie macht (Shelton, Woodson, Gay, & Suratt, 1993).

Neben Vermeidung von Sedativa und anderen muskelrelaxierenden Medikamenten, sowie der Vermeidung einer Lagerung am Rücken, zählt Alkoholabstinenz, aufgrund des vielfach beschriebenen Zusammenhanges von Alkoholkonsum mit der Häufigkeit und Dauer der nächtlichen Hypoxämien, zu einem wichtigen Therapieansatz in der Behandlung einer OSA (Remmers, 1984; Issa & Sullivan, 1982).

Darüber hinaus konnte in einer Placebo-kontrollierten Studie von Taasan et al. die, durch eine regelmäßige Unterbrechung des Atemflusses verursachte, verminderte O₂ Sättigung, sogar in der zweiten Nacht nach Alkoholkonsum noch nachgewiesen werden (Taasan, Block, Boysen, & Wynne, 1981).

Da der behandelnde Arzt beim Gros der Patienten, nicht zuletzt aufgrund mangelnder Compliance derselben, mit den eben erwähnten Maßnahmen jedoch sehr schnell an seine Grenzen stößt, gilt heute die kontinuierliche nasale Überdruckbeatmung nCPAP (= nasal Continuous Positive Airway Pressure), bei der es sich um eine ausschließlich symptomatische Therapie handelt, als Goldstandard in der OSA-Behandlung.

Dieses nicht-invasive Verfahren, welches den Pharynx mittels Luftsäule stabilisiert, hat sich als einfach und sicher erwiesen, erfreut sich aufgrund der enorm verbesserten Lebensqualität großer Akzeptanz und ist demnach heute die Therapie der Wahl (Sullivan, Issa, Berthon-Jones, & Eves, 1981).

Daneben hat sich als alternative, zahnärztliche Therapiemethode, die Herstellung von schienenähnlichen, oronal applizierbaren Geräten, mit dem Ziel der Vorverlagerung des Unterkiefers und somit Erweiterung der Atemwege, vor allem bei leichten Formen der OSA, etabliert (Schönhofer et al., 1997).

Auch wenn, abhängig vom Ausmaß der Nebenwirkungen, wie Veränderungen der Zahnstellung oder Kiefergelenksbeschwerden, eine Therapie mittels einer solchen Protrusionsschiene meist nur als kurzfristige Alternative zur nCPAP Therapie empfohlen wird, kann, laut einer Studie von Rose et al., durch die Anwendung dieser zahnärztlichen Unterkieferprotrusionsapparatur, eine signifikante Verbesserung der respiratorischen Situation erreicht werden (E. C. Rose, Germann, Sorichter, & Jonas, 2004).

2 Material und Methoden

2.1 Patientengut und Einschlusskriterien

Die im Rahmen dieser Studie ausgewerteten Fernröntgenseitenbilder wurden von der Medizinischen Universität Graz, Abteilung für Kieferorthopädie, zur Verfügung gestellt.

Mit Hilfe eines elektronischen Suchlaufes, wurden die Laufnummern aller seit dem Jahr 1975 behandelten und archivierten Klasse II/1 Patienten ermittelt, deren Patientenmappen somit im Archiv des Departments für Kieferorthopädie der Medizinischen Universität Graz aufgefunden werden konnten.

Hierbei wurde sowohl der Pool der 18-25jährigen, als auch jener der 25-50jährigen Patienten durchsucht, was zu einem Ergebnis von insgesamt 295 Datensätzen führte.

Aufgrund laufender Studien an der Abteilung für Kieferorthopädie der Medizinischen Universität Graz, konnten nur jene Patienten miteinbezogen werden, deren Daten momentan nicht für andere Untersuchungen in Verwendung waren.

Von den zu diesem Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Patientenmappen, wurden ausschließlich jene verwendet, die analog archivierte Anfangsröntgenbilder enthielten, wobei für diese Studie nur Röntgenbilder verwendet wurden, die ein Lineal, zur Berechnung des Vergrößerungsfaktors, abgebildet hatten.

Hierbei muss angemerkt werden, dass seit dem Jahr 2005, die Röntgenbildarchivierung an der Grazer Abteilung für Kieferorthopädie digital durchgeführt wird.

Alle Röntgenbilder wurden bei entspannter Körperhaltung, in aufrechter Position und in habitueller Okklusion mittels standardisierter Aufnahmetechnik, unter Verwendung eines Fernröntgengerätes der Firma Siemens vom Typ ORTHOPHOS, angefertigt.

Beim Fernröntgen handelt es sich um eine streng seitliche Schädelaufnahme im Winkel von 90 Grad zur sagittalen Schädelebene, wobei der Abstand Anode – Sagittalebene 1,5m beträgt. Der zentrale Strahl verläuft vom Foramen acusticum externum rechts zum Foramen acusticum externum links (Droschl, 1990).

Ein weiteres Einschlusskriterium, war das Vorhandensein einer vollständigen Behandlungsmappe, in der die Durchzeichnung der Fernröntgenwerte, ebenso wie die Fernröntgenaufnahme zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns, abgelegt war.

Letztendlich belief sich der verwendbare Behandlungspool, der sich aus auswertbaren, analogen Anfangsfernrontgenbildern inklusive Lineal und der dazugehörigen Fernrontgenwerte zu Behandlungsbeginn zusammensetzte, auf 34 Patienten (männlich:9, weiblich:25).

2.2 Analyse der Fernrontgenbilder

Die Durchzeichnung wurde von zwei Personen unabhängig voneinander durchgeführt, wobei in insgesamt 5 Sitzungen zu je 1,5 Stunden, jeweils circa 7 Röntgenbilder, zwar parallel, jedoch von jeweils unterschiedlichen Patienten vermessen wurden.

Hierfür wurden die analogen Röntgenbilder mit jeweils 2 matten Acetat-Tracing Folien so exakt wie möglich beklebt. Die anatomisch relevanten Strukturen wurden in einem abgedunkelten Raum, unter Verwendung von Leuchtkasten, Geodreieck und einem 0,5mm Minenbleistift durchgezeichnet, wobei röntgentechnisch bedingte Doppelkonturen gemittelt wurden.

2.3 Fernröntgen Messpunkte

2.3.1 Vermessung des Pharynx

ANS:

Die Spina nasalis anterior entspricht dem am weitesten anterior gelegene Punkt der Maxilla und dem anteriorsten und caudalsten Punkt der Apertura piriformis.

Er liegt in der Medianebene.

PNS:

Die Spina nasalis posterior ist der am weitesten posterior gelegene Punkt der Pars horizontalis des Gaumenbeins. Er liegt in der Medianebene und dient als Ursprung des Musculus uvulae.

PE: Palatinalebene:

Entspricht der Strecke ANS-PNS und stellt eine wichtige Referenzlinie dar.

Ihre Verlängerung nach dorsal entspricht der ersten Messlinie und gleichzeitig der cranialen Begrenzung der Messungen.

Die übrigen sagittalen Messlinien, die in Abständen von je einem Zentimeter durchgeführt wurden, sind zu dieser Linie parallel.

Ph1:

Schnittpunkt von PE mit der dorsalen Pharynxbegrenzung.

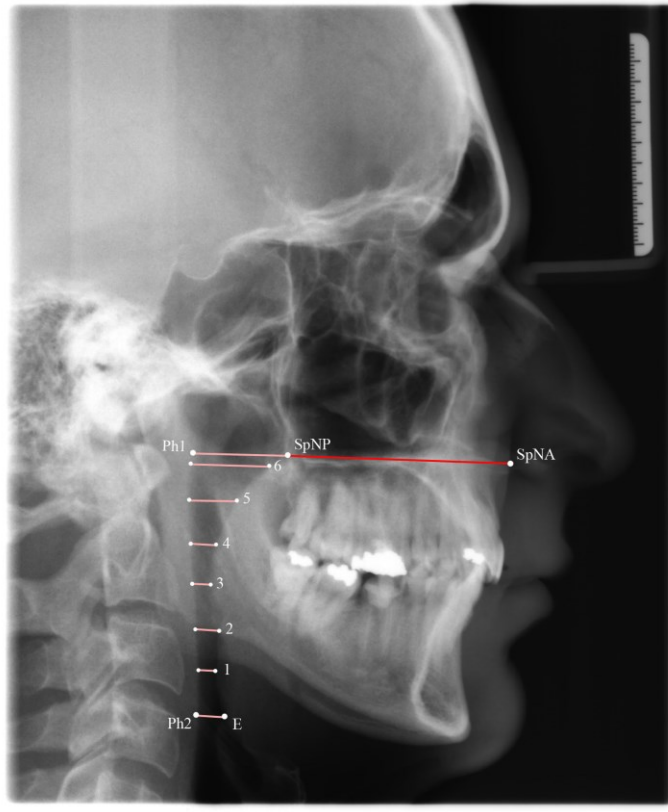


Abbildung 7: Vermessung der Pharynxbreite

E:

Spitze der Epiglottis.

Ph2:

Schnittpunkt der nach caudal parallel verschobenen Palatinaebene PE durch den Punkt (E) mit der dorsalen Pharynxbegrenzung.

E-Ph2:

Die Linie E-Ph2 stellt die caudale Begrenzung der Messungen dar.

Ph1-Ph2:

Verbindung der cranialsten und caudalsten Messlinie durch die Punkte (Ph1) und (Ph2) an der dorsalen Pharynxwand.

2.3.2 Vermessung der Halswirbelsäule

C1a:

anteriorster Punkt an der Kontur des 1. Halswirbels (Atlas).

C4a:

anteriorster Punkt an der Kontur des 4. Halswirbels.

C1a-C4a:

Strecke zwischen den Punkten (C1a) und (C4a).

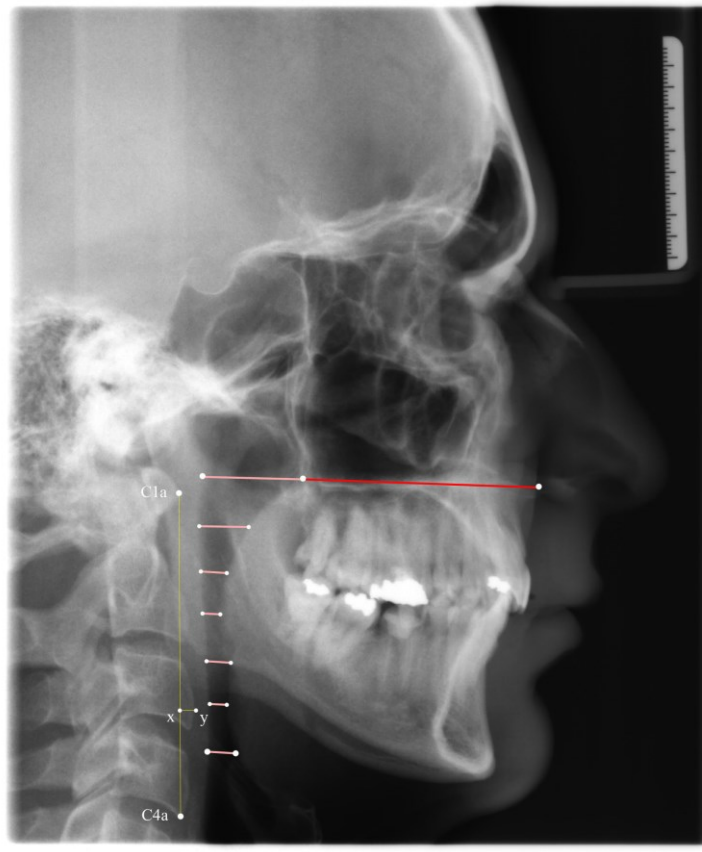


Abbildung 8: Vermessung der Halswirbelsäule

x-y:

Strecke, normal auf die Strecke C1a-C4a, begrenzt durch:

(x): Schnittpunkt der Normalen mit der Strecke C1a-C4a.

(y): Anteriorster Punkt des am weitesten anterior gelegenen Wirbelkörpers.
Kommt der Punkt (y) anterior des Punktes (x) zu liegen, wurde der Wert der Strecke mit einem positiven Vorzeichen versehen, was wiederum mit einer stärker ausgeprägten Lordose der Halswirbelsäule gleichgesetzt wurde.

Im Gegensatz dazu impliziert ein negatives Vorzeichen, dass der Punkt (y) posterior des Punktes (x) zu liegen kommt und die Lordose der HWS somit schwächer ausgeprägt ist.

C1a-x:

Entfernung des Punktes (x) vom Punkt C1a.

2.3.3 Vermessung der Krümmung der Pharynxrückwand

Ph1-Ph2:

Verbindung der Punkte (Ph1) und (Ph2) an der dorsalen Pharynxwand.

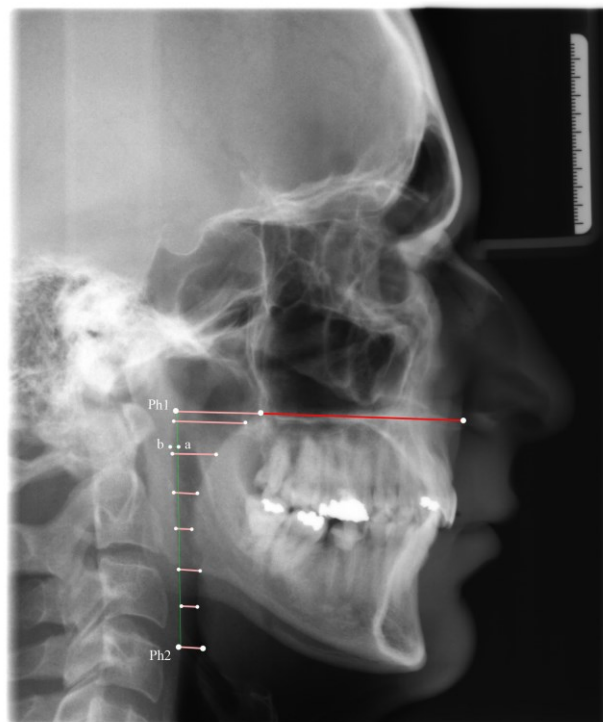


Abbildung 9: Vermessung der Pharynxrückwand

a-b:

Strecke normal zu Ph1- Ph2 an der Stelle der größten Entfernung zur dorsalen Pharynxwand.

(a): Schnittpunkt der Normalen mit Ph1-Ph2.

(b): Schnittpunkt der Normalen mit der dorsalen Pharynxwand.

Kommt der Punkt (b) anterior des Punktes (a) zu liegen, wurde der Wert der Strecke mit einem positiven Vorzeichen versehen.

Im Gegensatz dazu impliziert ein negatives Vorzeichen, dass der Punkt (b) posterior des Punktes (a) zu liegen kommt.

Das Ausmaß der gemessenen Werte (a) und (b) entspricht somit dem Ausmaß der Krümmung der Pharynxrückwand nach anterior oder posterior.

Ph1-a:

Entfernung des Punktes (a) vom Punkt (Ph1).

3 Ergebnisse – Resultate

3.1 Durchschnittliche Pharynxbreite Damen (n=25): 1,29cm

Die Pharynxbreite der untersuchten weiblichen Probanden betrug im Durchschnitt 1,29cm.

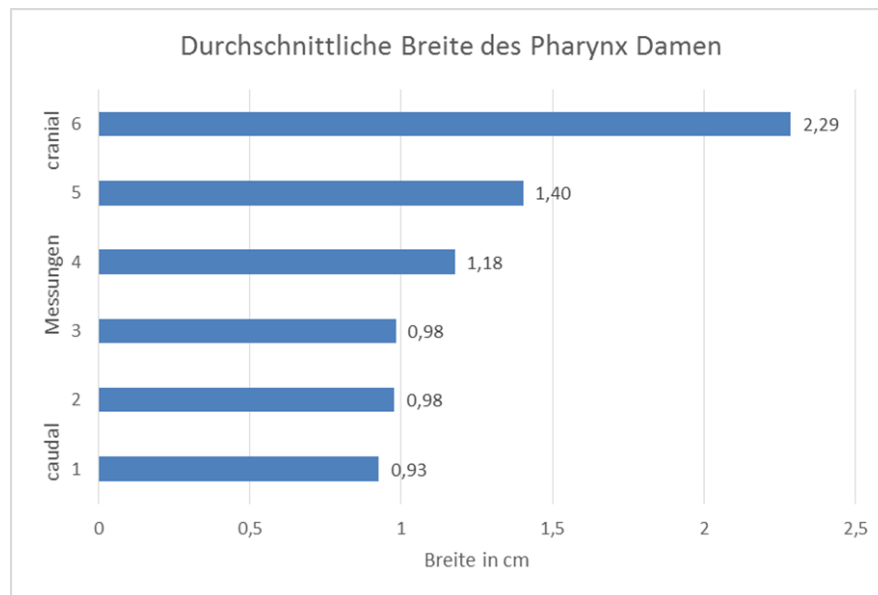


Abbildung 10: Durchschnittliche Pharynxbreite der Damen

3.2 Durchschnittliche Pharynxbreite Männer (n=9): 1,36cm

Männer > Frauen (+5%)

Die durchschnittliche Breite des Pharynx der untersuchten männlichen Probanden betrug 1,36cm.

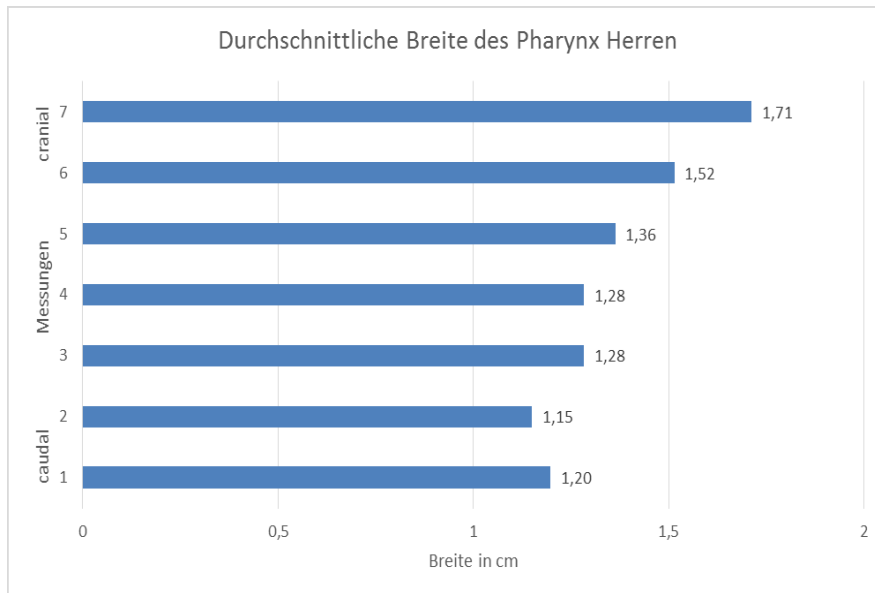


Abbildung 11: Durchschnittliche Pharynxbreite Herren

3.3 Vertikale Messung der Pharynxlänge

Die vertikalen Messungen ergaben für die männlichen Probanden eine durchschnittliche Pharynxlänge von 6,11cm, während die weiblichen Probanden einen durchschnittlich 5,44cm langen Pharynx hatten.

Pharynxlänge: Männer > Frauen (+12,3%)

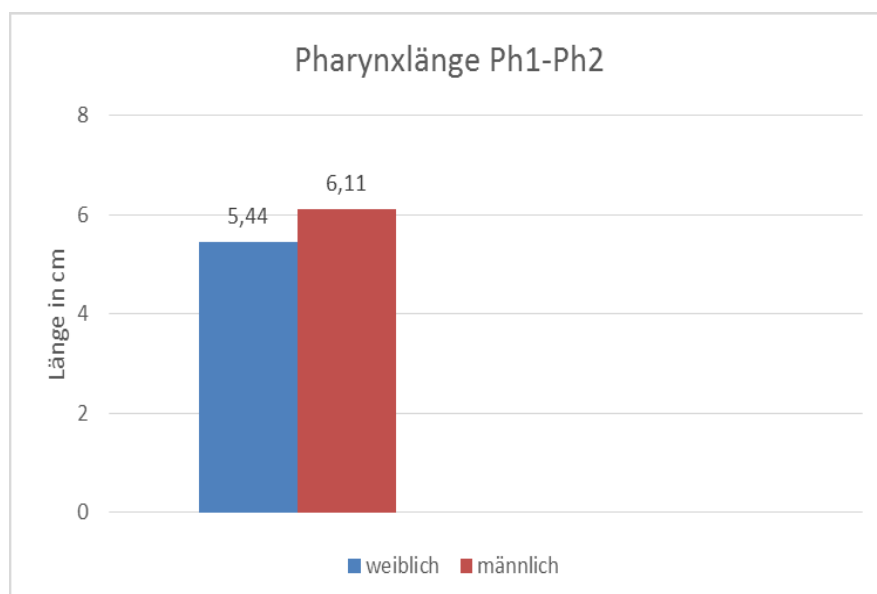


Abbildung 12: Pharynxlänge

3.4 Flächenberechnung in cm²:

Min.	Max.	Mittelwert	Stabw.
3,10	9,70	6,07	1,51

Tabelle 2 Flächenberechnung

Der Pharynx mit dem flächenmäßig geringsten Ausmaß, wies im untersuchten Bereich eine Fläche von 3,10cm² auf.

9,70cm² wurden für den flächenmäßig ausgedehntesten untersuchten Pharynx ermittelt. Der Mittelwert der Flächenberechnung betrug 6,07cm² bei einer Standardabweichung von 1,51cm².

Die Fläche, die einer zweidimensionalen Darstellung des Pharynx entspricht, wurde von E-Ph2 bis Ph1-SPNP bestimmt.

Dabei wurden die Teilstücke jeweils in Rechtecke und Dreiecke unterteilt und die somit gewonnen Flächen addiert:

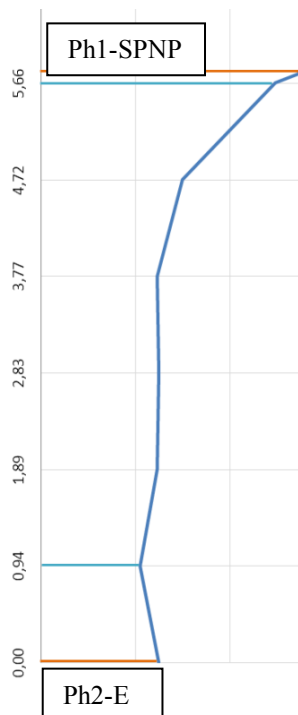


Abbildung 13: Flächenberechnung

3.4.1 Geschlechterunterschied in der Fläche

Frauen (n=25): Mittelwert = 5,6cm² (SD = 1,2cm²)

Männer (n=9): Mittelwert = 7,3cm² (SD = 1,6cm²)

Männer zeigten eine signifikant größere Fläche des vermessenen Pharynxabschnittes: + 30,36%

(p = 0,002, T-Test für unabhängige Stichprobe)

3.5 Vermessung der Halswirbelsäule

Der Punkt (y) entspricht per definitionem dem anteriorsten Punkt des am weitesten anterior gelegenen Wirbelkörpers in der regio C1-C4.

Bei 67 % der männlichen Probanden kam der Punkt (y) anterior der vertikalen Verbindungslinie C1-C4 zu liegen (positives Vorzeichen der Messwerte), was mit einer stärkeren Ausprägung der HWS einhergeht, während bei 33% derselben, jener Punkt hinter der Verbindungslinie C1-C4 gelegen war (negatives Vorzeichen der Messwerte).

Je nach Position des Punktes (y) in Bezug auf die Linie C1-C4, wurde auf das Ausmaß der Lordose der HWS in diesem Bereich geschlossen.

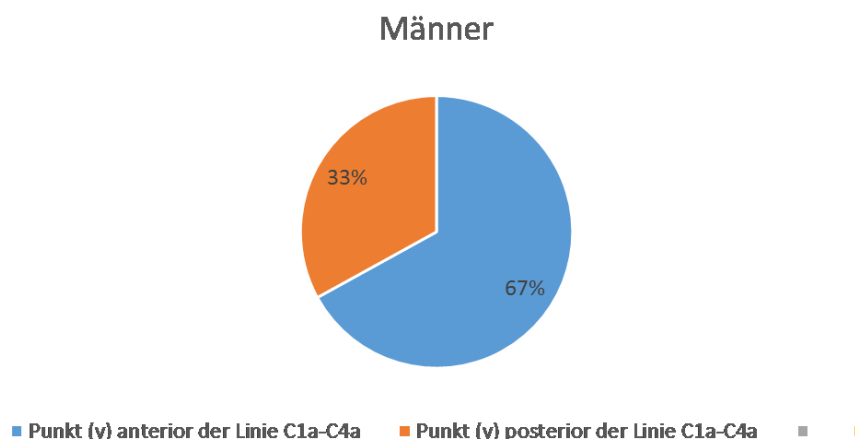


Abbildung 14: Vermessung der HWS von Männern

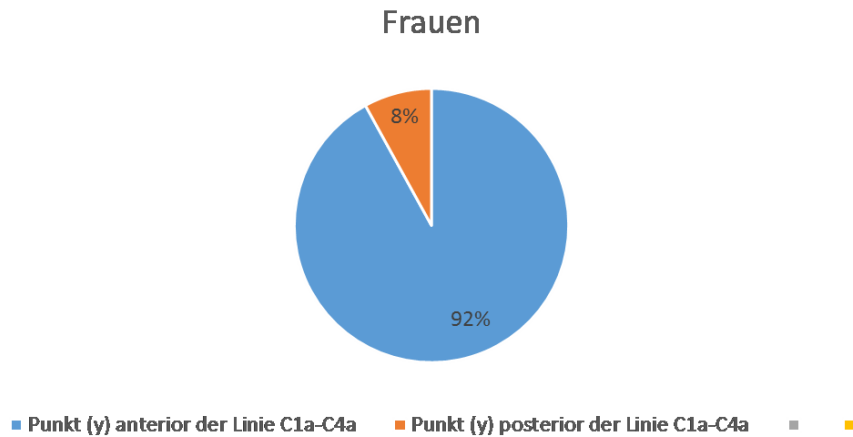


Abbildung 15: Vermessung der HWS von Frauen

Lediglich bei 8% der weiblichen Probanden kam der Punkt y posterior der Linie C1a-C4a zu liegen. In 92% der Fälle lag dieser Punkt anterior jener vertikalen Verbindung der Punkte C1a und C4a.

3.6 Vermessung der Krümmung der Pharynxrückwand

An der Stelle der größten Entfernung der Strecke Ph1-Ph2 zur dorsalen Pharynxwand wurde eine Normale zur Strecke Ph1-Ph2 angelegt.

Der Punkt (b) entspricht per definitionem dem Schnittpunkt jener Normalen mit der dorsalen Pharynxwand.

Bei 56% der männlichen Probanden kam der Punkt (b) posterior der Verbindungslinie Ph1-Ph2 zu liegen, während bei 44% derselben der Punkt (b) anterior von Ph1-Ph2 liegt.

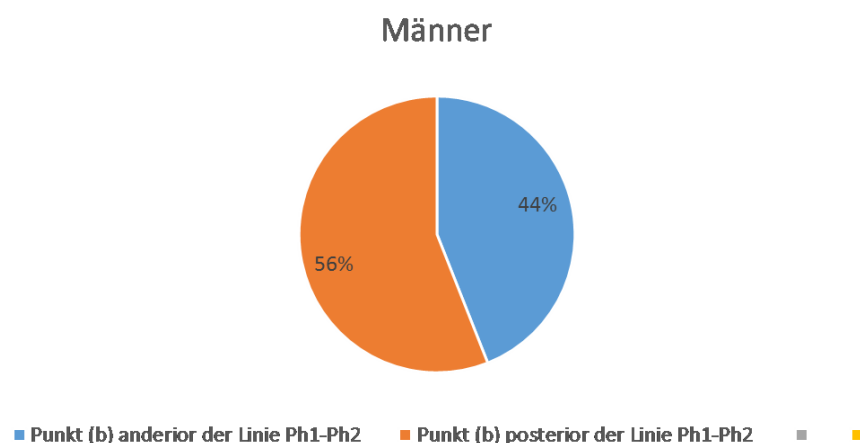
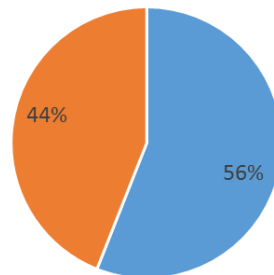


Abbildung 16: Vermessung der Pharynxrückwand von Männern

Frauen



■ Punkt (b) anterior der Linie Ph1-Ph2 ■ Punkt (b) posterior der Linie Ph1-Ph2 ■ ■

Abbildung 17: Vermessung der Pharynxrückwand von Frauen

Unter den Probandinnen wurde bei der Bestimmung der Lage des Punktes (b) in Bezug auf die Linie Ph1-Ph2 ein ähnlich ausgeglichenes Ergebnis beobachtet. Bei 56% der Probandinnen kam der Punkt (b) anterior, bei 44% der Probandinnen posterior der Linie Ph1-Ph2 zu liegen.

3.7 Korrelationen:

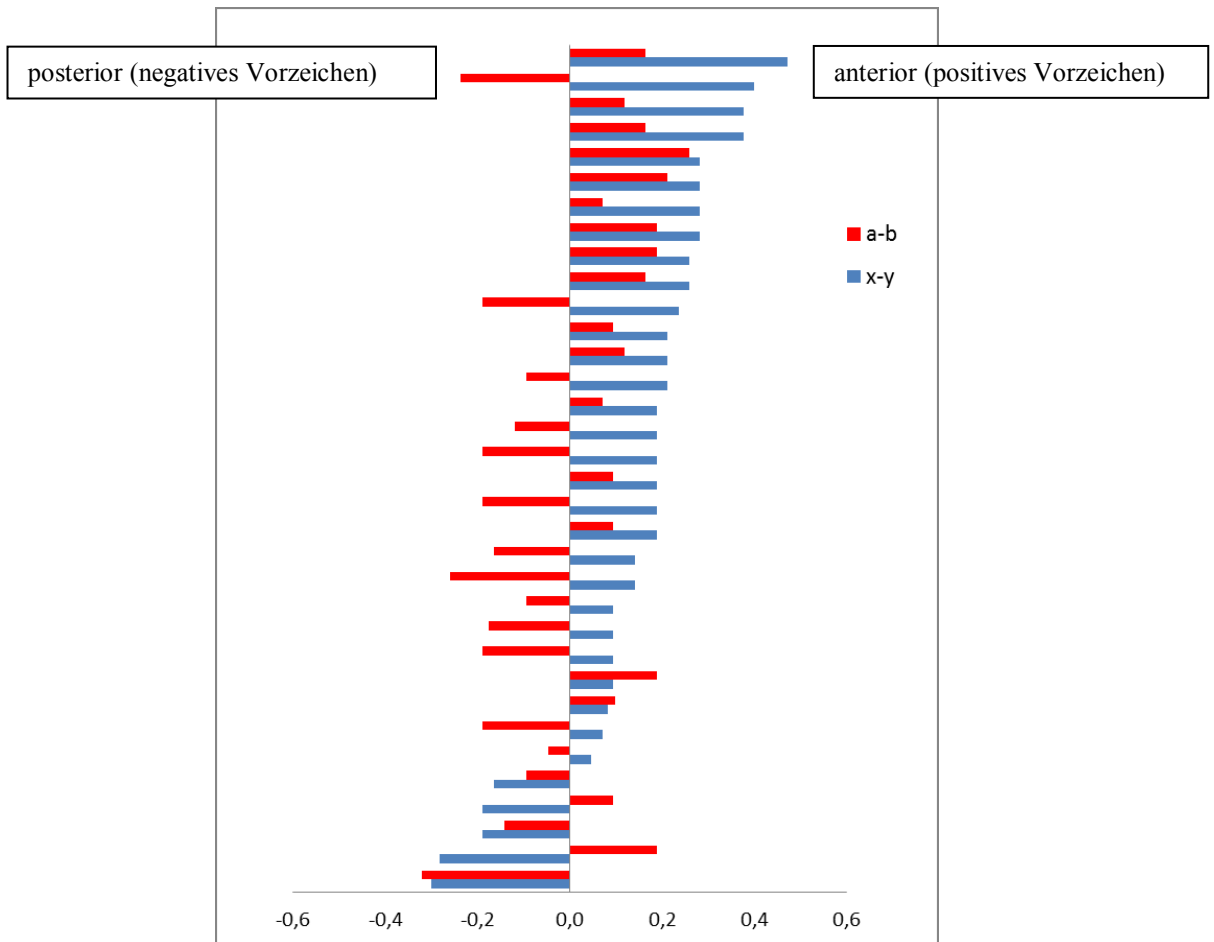


Abbildung 18: Korrelation zwischen der Krümmung von HWS und Pharynxrückwand

Die Vorzeichen der Messungen (a-b) ■ und (x-y) ■ stimmen in 55,9% der Fälle überein; sowohl der Punkt y, also auch der Punkt b lagen demnach in diesen Fällen anterior beziehungsweise posterior ihrer Bezugslinien (C1a-C2a und Ph1-Ph2).

Pearson Korrelationskoeffizient: $r = +0,302$

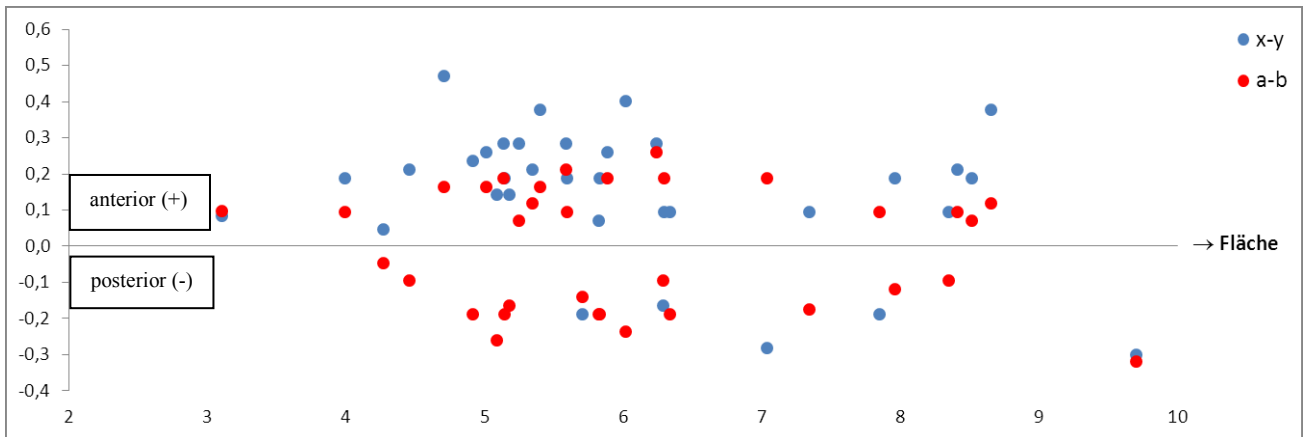


Abbildung 19: Lage der Punkte y (HWS) und b (Pharynx) anterior bzw. posterior ihrer Referenzlinien sowie deren Bezug zur Fläche des PAS

Grafisch:

Im Diagramm wird deutlich, dass der Punkt (y) • im Gegensatz zur Referenzstrecke C1a – C4a in den meisten Fällen anterior (x-y Strecke positiv; siehe Abbildung 8) gelegen war, was auf eine stärker ausgeprägte Lordose der HWS in diesem Bereich schließen lässt.

Es war kein signifikanter Zusammenhang zwischen Ausmaß der Lordose und Größe der Fläche des Pharynx zu erkennen.

Pearson Korrelationskoeffizient $r = -0,319$

Der am weitesten entfernte Punkt (b) • der Pharynxrückwand zur Referenzlinie Ph1-Ph2 liegt zu fast identen Teilen bei der einen Hälfte der Probanden (18 aus 33) anterior (a-b Strecke positiv; siehe Abbildung 9), bei der anderen Hälfte posterior der Referenzlinie (a-b Strecke negativ).

Es ist kein Zusammenhang zwischen Lage des Punktes (y) anterior oder posterior der Referenzlinie und der Größe der Fläche des Pharynx zu erkennen.

Pearson Korrelationskoeffizient: $r = -0,121$

4 Diskussion

4.1 Patientenkollektiv

Der Frauenanteil lag mit 73,5% deutlich über dem Männeranteil, was auf ein verstärktes Interesse weiblicher Patienten an einer verbesserten Dentalästhetik schließen lässt. Diese Annahme wird durch aktuelle Studien über Motivationen und Motive kieferorthopädischer Patienten bestätigt (Feldens, Nakamura, Tessarollo, & Closs, 2014).

Bei den verwendeten Fernröntgenbildern handelt es sich ausschließlich um Anfangsröntgenbilder von Patienten mit einer Klasse II/1 Dysgnathie, welche noch vor Beginn der Therapie zu diagnostischen Zwecken aufgenommen wurden.

Eine Anwendung der erarbeiteten Messmethode an Patienten mit anderen Formen der Dysgnathie, könnte weiteren Aufschluss über Zusammenhänge zwischen skelettalen Morphologien und dem PAS geben und die in dieser Studie erlangten Ergebnisse vergleichbar machen.

4.2 Methode der Arbeit

Primär dienen Fernröntgenaufnahmen der Diagnostik und Therapieverlaufskontrolle kieferorthopädischer Behandlungen, nicht aber der Diagnostik von Schlafstörungen oder Vermessungen des extrathorakalen Luftraumes.

Bei den verwendeten lateralen Schädelaufnahmen handelt es sich um statische Momentaufnahmen der Patienten bei aufrechter Körperhaltung und im wachen Zustand, die, neben der Abbildung des Schädelskeletts, auch Rückschlüsse auf Zahnstellung, Weichteile und Wachstumstendenzen des jeweiligen Individuums zulassen (Droschl, 1990).

Nicht vergleichbar damit, ist die Körperposition und Kopfhaltung im Schlaf. Ebenso wie der den Pharynx stabilisierende Muskeltonus, ist diese im Schlaf keineswegs konstant, was die Fernröntgenanalyse als geeignete Methode zur Diagnostik von Schlafstörungen, die sich auf oropharyngeale Missverhältnisse zurückführen lassen, in Frage stellt (E. Rose, Lehner, Staats, & Jonas, 2002).

Die Lageänderung von Uvula und Zunge beim Wechsel von der aufrechten in die liegende Position, spricht ebenso für den großen, mittels Fernröntgenanalyse jedoch nicht beurteilbaren, Einfluss der Körperhaltung auf die pharyngealen Weichteile und somit auf den PAS (Pae et al., 1994).

Ferner muss beachtet werden, dass diese kephalometrische Methode nur zweidimensionale Aufnahmen einer dreidimensionalen Struktur liefert, woraus sich die Problematik der mittels FRS nicht darstellbaren transversalen Dimension und dem daraus resultierenden Informationsverlust ergibt.

Die Analyse der Bilder beschränkte sich folglich auf die sagittale und vertikale Dimension der oropharyngealen Strukturen.

Im Hinblick auf mögliche physiologische Verformungen des Pharynx durch angelagerte Strukturen oder einen ovalen Querschnitt des primär muskulären Organes, wird, nach ROSE et al., die realistische Beurteilung des PAS mittels zweidimensionaler Kephalmetrie dementsprechend eingeschränkt (E. C. Rose, Staats, Lehner, & Jonas, 2002).

Dennoch bietet das FRS, unter der Voraussetzung des Wissens über vorhandene Zusammenhänge zwischen Haltung, skelettaler Dysgnathien und PAS, eine simple und kostengünstige Möglichkeit, im Rahmen der kieferorthopädisch routinemäßig durchgeführten FR-Analyse, prädisponierende skelettale Faktoren zu erkennen und somit, in Bezug auf obstruktive Schlafstörungen, sowohl präventiv, als auch therapeutisch erfolgreich zu sein.

Während also die Relevanz der seitlichen Schädelaufnahme in der Vermessung der oropharyngealen Weichteile in Frage gestellt werden kann, könnte ein Einfluss der skelettalen Unterkieferrücklage auf den PAS, bei Vorhandensein einer Kontrollgruppe, möglicherweise durchaus festgestellt werden.

Studien von PANOU et al. oder auch MUTO et al., die sich mit den Auswirkungen von mandibulären Set-Back Operationen auf den extrathorakalen Luftraum befasst haben, konnten beispielsweise eine signifikante Abnahme des computertomographisch bestimmten PAS-Volumens postoperativ feststellen (Panou, Motro, Ateş, Acar, & Erverdi, 2013; Muto, Yamazaki, Takeda, & Sato, 2008).

In einer ähnlich aufgebauten Studie von GONCALES et al., welche die Fernröntgenanalyse als diagnostisches Mittel zur Feststellung von Veränderungen des PAS nach kieferchirurgischer Therapie der mandibulären Prognathie verwendeten, konnten jedoch keine signifikanten Veränderungen diesbezüglich ermittelt werden (Gonçales, Rocha, Gonçales, Yaedú, & Sant'Ana, 2014), was wiederum für die dreidimensionale Messung des PAS mittels CT oder MRT zur detaillierten Darstellung der pharyngealen Weichteile spricht.

Auch für LOWE et al. spielen, neben einer mandibulären Retrognathie als prädisponierender skelettaler Faktor, vor allem Weichteilfaktoren wie Zungengröße und Volumen des weichen Gaumens eine entscheidende Rolle für eine Verkleinerung des PAS und die Entwicklung einer OSA. Darüber hinaus konnte er einen signifikanten Zusammenhang zwischen Volumen von Zunge und Gaumen und dem BMI (Body Mass Index) der untersuchten Patienten herstellen, was die Adipositas als Risikofaktor bei der Entstehung von Schlafstörungen bestätigt (Lowe, Fleetham, Adachi, & Ryan, 1995).

In der vorliegenden Arbeit wurden ausschließlich Patienten mit skelettaler Klasse II/1 Dysgnathie untersucht, um grundsätzliche Aufschlüsse über Ausmaß und Konfiguration des PAS zu erlangen, sowie um Vergleichswerte für nachfolgende Studien an einem anderen Patientenkollektiv, bei gleich bleibender Messmethode, zu erhalten.

Dem Zungenbein, Os hyoideum, wird in der Literatur über die Diagnostik der OSA durchaus Bedeutung zugemessen.

Eine kaudoventrale Positionierung desselben, ist nach ROSE et al. beispielsweise Ausdruck einer adaptiven Lageveränderung und lässt auf den Schweregrad der OSA schließen.

Zurückführen lässt sich diese Hyoidlage möglicherweise auf eine veränderte Zungenlage und eine anterior ausgerichtete Kopfposition mit verstärkter kraniofacialer Streckung, als Reaktion auf eine Einengung des extrathorakalen Luftraumes (E. C. Rose et al., 2002).

Eben diese Zusammenhänge zwischen Kopfposition, Hyoidlage und PAS konnten auch von HELLSING et al. im Rahmen einer Fernröntgenstudie festgestellt werden (Hellsing, 1989).

Bei den Röntgeneinstellungen zur routinemäßigen Aufnahme von Fernröntgenbildern für den kieferorthopädischen Bedarf, liegt das Hauptaugenmerk bei der Darstellung von skelettalen Strukturen und Weichteilen im kraniofazialen Bereich, worauf die mitunter unvollständige beziehungsweise qualitativ unzureichende Abbildung des Hyoids bei den verwendeten Aufnahmen zurückzuführen ist.

Die zusätzlich vorhandenen Einschränkungen in der Adaptation der Kontrasteinstellungen aufgrund der Verwendung von analogem Röntgengut, machte eine exakte Darstellung des Hyoids im Rahmen der Durchzeichnung nicht möglich.

4.3 Interpretation der Ergebnisse

SOLOW et al. konnte bei einer Untersuchung an erwachsenen Patienten mit schwergradiger OSA überdurchschnittlich ausgeprägte cranio-cervicale Winkel feststellen und führte diese extendierte Kopfhaltung auf Kompensationsmechanismen zur Vergrößerung des posterioren Luftraumes und somit zur Reduktion des Atemwegwiderstandes zurück (Solow, Ovesen, Nielsen, Wildschjødtz, & Tallgren, 1993).

Ebenso konnten D'ATTILIO et al. eine signifikant stärkere Extension der HWS bei Kindern mit skelettaler Unterkieferrücklage, verglichen mit Klasse I und III Patienten feststellen, woraus dieser wiederum auf einen wichtigen Zusammenhang zwischen Kopfhaltung und skelettalen Anomalien des Kiefers schloss.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte bei 67% der untersuchten Männer und 92% der untersuchten Frauen mit mandibulärer Retrognathie eine ausgeprägte Lordose der Halswirbelsäule, im Sinne der hier verwendeten Messmethode, festgestellt werden.

Auch einer Studie von SOLOW et al. zufolge, bestehen Zusammenhänge zwischen mandibulärer Retrognathie und einem vergrößerten cranio-cervicalen Winkel, entsprechend einer ausgeprägten Lordose. Darüber hinaus wird eine Vergrößerung dieses Winkels als charakteristisch für Patienten mit einer obstruktiven Schlafstörung beschrieben (Solow et al., 1993).

Bei der für diese Studie verwendeten Messmethode, wurde das Ausmaß der Lordose durch den Bezug der HWS zur vertikalen Verbindung der Wirbel C2 und C4 bestimmt, was die hier erarbeiteten Ergebnisse erst bei nachfolgenden Studien, welche mit derselben Messmethode durchgeführt werden, definitiv vergleichbar macht.

HELLSING E. untersuchte im Rahmen einer Studie mit 20 Erwachsenen den Einfluss einer Streckung der Halswirbelsäule um 20° auf das Ausmaß des extrathorakalen Luftraumes. Ebenfalls wurde bei lateralen Fernröntgenbildern die zweidimensionale Tiefe des Pharynx auf verschiedenen Ebenen vermessen.

Während die natürliche Kopfhaltung und das damit einhergehende anatomisch variable, jedoch durchaus eingeschränkte, Ausmaß der Lordose der Halswirbelsäule in der vorliegenden Untersuchung keinen signifikanten Einfluss auf die Fläche des PAS zeigte, konnte HELLSING bei einer ausgeprägten Überextension der HWS von 20° sehr wohl eine signifikante Korrelation im Sinne einer Vergrößerung des PAS feststellen (Hellsing, 1989).

Obwohl das, mittels SNB Winkel bestimmte, Ausmaß der Unterkieferrücklage keinen signifikanten Zusammenhang mit der berechneten Fläche des PAS zeigte, stellen die vorliegenden Messergebnisse interessante Vergleichswerte für nachfolgende Studien an Patienten mit anderen Formen der Dysgnathie, beispielsweise einer Progenie, dar.

4.4 Klinische Relevanz der Ergebnisse

Die möglichen Ursachen für eine Verengung des PAS und somit die Ursachen obstruktiver Schlafapnoen sind vielfältig und werden in der Literatur durchaus kontrovers diskutiert.

Dennoch wird das Vorhandensein einer Unterkieferrücklage gemeinhin als wichtiger prädisponierender Faktor für die Einengung des pharyngealen Luftraumes und Entwicklung einer obstruktiven Schlafstörung gesehen (American Academy of Sleep Medicine, 2001).

So konnten beispielsweise CLAUDINO et al., beim Vergleich von skelettalen Klasse I, II, und III Dysgnathien mittels Computertomographie, einen negativen Zusammenhang zwischen ANB-Winkel und Volumen des PAS erkennen, was die mandibuläre Retrognathie im Hinblick auf obstruktive Schlafstörungen zu einem nicht vernachlässigbaren diagnostischen und therapeutischen Parameter macht (Claudino, Mattos, Ruellas, & Sant' Anna, 2013).

Folglich konnte beispielsweise von FRANSSON et al. die Vergrößerung des PAS durch 2-jähriges Tragen einer UK-Protrusionsschiene um durchschnittlich 9%, mit einer dementsprechenden Milderung der OSA-Symptomatik, erreicht werden (Fransson, Tegelberg, Svenson, Lennartsson, & Isacson, 2002).

Eine ursächliche Behandlung scheint demnach, bei richtiger Indikationsstellung und vorhandener Compliance des Patienten, mittels Schienentherapie durchaus erfolgreich durchführbar zu sein.

4.5 Conclusio

Differenzen zwischen den Messergebnissen der männlichen und weiblichen Probanden waren in allen untersuchten Fragestellungen, in unterschiedlichem Ausmaß, vorhanden.

Sowohl die Fläche des vermessenen Pharynxabschnittes (+30,4%) als auch die Breite (+5%) und Länge (+12,3%) desselben, war bei den männlichen Patienten von größerem Ausmaß.

Sowohl Männer als auch Frauen zeigten eine relativ ausgeglichene Krümmung des Pharynx, neben einer vorwiegend stärker ausgeprägten Lordose der Halswirbelsäule, wobei diese weder in Zusammenhang mit der Fläche noch mit der Krümmung des Pharynx gebracht werden konnte.

Zusammenfassend lässt sich die diagnostische Relevanz des lateralen Fernröntgens, bezüglich Veränderungen des oropharyngealen Luftraumes und somit PAS, als limitiert bezeichnen.

Die Fernröntgenanalyse ermöglicht dem Kieferorthopäden die Beurteilung der kraniofazialen Morphologien und liefert erste Informationen über mögliche Defizite im Bereich des extrathorakalen Luftraumes, die je nach Einschätzung einer weiteren Diagnostik zugeführt werden können.

5 Literaturverzeichnis

- American Academy of Sleep Medicine, (Vorname). (2001). *International Classification of Sleep Disorders, Revised*. Westchester, IL 60154-5767, U.S.A.: One Westbrook Corporate Center.
- Claudino, L. V., Mattos, C. T., Ruellas, A. C. de O., & Sant' Anna, E. F. (2013). Pharyngeal airway characterization in adolescents related to facial skeletal pattern: A preliminary study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 143(6), 799–809. doi:10.1016/j.ajodo.2013.01.015
- Crumley, R. L., Stein, M., Gamsu, G., Golden, J., & Dermon, S. (1987). Determination of obstructive site in obstructive sleep apnea. *The Laryngoscope*, 97(3 Pt 1), 301–308.
- Droschl, H. (1990). In *Skriptum Kieferorthopädie*. Klinische Abteilung für Kieferorthopädie der Univ.Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde, Graz.
- Fabac, E., Legouvić, M., & Zupan, M. (1992). [The linkage between breast feeding and the growth of the orofacial area]. *Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 53(4), 187–191.
- Feldens, C. A., Nakamura, E. K., Tessarollo, F. R., & Closs, L. Q. (2014). Desire for orthodontic treatment and associated factors among adolescents in southern Brazil. *The Angle Orthodontist*. doi:10.2319/021014-105.1
- Flemons, W. W., & Tsai, W. (1997). Quality of life consequences of sleep-disordered breathing. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 99(2), S750–S756. doi:10.1016/S0091-6749(97)70123-4

- Fransson, A. M. C., Tegelberg, Å., Svenson, B. A. H., Lennartsson, B., & Isacsson, G. (2002). Influence of mandibular protruding device on airway passages and dentofacial characteristics in obstructive sleep apnea and snoring. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 122(4), 371–379. doi:10.1067/mod.2002.125993
- Hausser, E. (1952). [Etiology and pathogenesis in abnormalities of the dentition]. *Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 13(1), 37–46.
- He, J., Kryger, M. H., Zorick, F. J., Conway, W., & Roth, T. (1988). Mortality and apnea index in obstructive sleep apnea. experience in 385 male patients. *Chest*, 94(1), 9–14. doi:10.1378/chest.94.1.9
- Hellsing, E. (1989). Changes in the pharyngeal airway in relation to extension of the head. *European Journal of Orthodontics*, 11(4), 359–365.
- Hochban, P. D. D. W. (2008). Kiefer-Gesichts-chirurgische Diagnostik und Therapie schlafbezogener Atmungsstörungen. *Der MKG-Chirurg*, 1(2), 111–118. doi:10.1007/s12285-008-0016-7
- Hochban, W., Ehlenz, K., Conradt, R., & Brandenburg, U. (1999). Obstructive sleep apnoea in acromegaly: the role of craniofacial changes. *European Respiratory Journal*, 14(1), 196–202.
- Hockenjos, C., Komposch, D. G., Schumann, D. C., & Rakosi, P. T. (1974). Fernröntgenologischer und klinischer Befund bei erschwerter Nasenatmung. *Fortschritte der Kieferorthopädie*, 35(4), 391–399. doi:10.1007/BF02166082
- Humphreys, H. F., & Leighton, B. C. (1950). A survey of antero-posterior abnormalities of the jaws in children between the ages of 2 and 5 1/2 years of age. *British Dental Journal*, 88(1), 3–15.

- Issa, F. G., & Sullivan, C. E. (1982). Alcohol, snoring and sleep apnea. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 45(4), 353–359.
doi:10.1136/jnnp.45.4.353
- Kahl-Nieke, B. (2010). *Einführung in die Kieferorthopädie: Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie*. Deutscher Ärzteverlag.
- Kim, H. S., Shin, O. Y., Choi, Y. K., Kim, D. S., & Yi, J. W. (2008). Comparison of Posterior Pharyngeal Airway Space at Sitting and Supine Positions in the PACU after Uvulopalatopharyngoplasty in Patients with Obstructive Sleep Apnea Syndrome. *Korean Journal of Anesthesiology*, 54(2), 180.
doi:10.4097/kjae.2008.54.2.180
- Krüger, E. (1979). *Lehrbuch der chirurgischen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde*. (Auflage: 3., überarb. Aufl., 2 Bände.). Quintessenz.
- Lowe, A. A., Fleetham, J. A., Adachi, S., & Ryan, C. F. (1995). Cephalometric and computed tomographic predictors of obstructive sleep apnea severity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 107(6), 589–595.
- Lundström, A. (1948). *Tooth Size and Occlusion in Twins, etc. A thesis*.
- Mossey, P. A. (1999). The Heritability of Malocclusion: Part 2. The Influence of Genetics in Malocclusion. *Journal of Orthodontics*, 26(3), 195–203.
doi:10.1093/ortho/26.3.195
- Nötzel, F., Hartung, M., & Schutz, C. (2007). *Fernröntgenseitenbild-Analyse: mit 90 Tabellen*. Deutscher Ärzteverlag.
- Oro-Maxillo-Facial Surgery; Angle Classification. (2014, May 1). Retrieved from <http://www.omfs.be>

- Orthopädische Chirurgie (Dysgnathie Chirurgie). (2014, April 22). Retrieved from <http://www.mh-hannover.de/15907.html>
- Pae, E. K., Lowe, A. A., Sasaki, K., Price, C., Tsuchiya, M., & Fleetham, J. A. (1994). A cephalometric and electromyographic study of upper airway structures in the upright and supine positions. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics*, 106(1), 52–59. doi:10.1016/S0889-5406(94)70021-4
- Palomäki, H., Partinen, M., Erkinjuntti, T., & Kaste, M. (1992). Snoring, sleep apnea syndrome, and stroke. *Neurology*, 42(7 Suppl 6), 75–81; discussion 82.
- Panou, E., Motro, M., Ateş, M., Acar, A., & Erverdi, N. (2013). Dimensional changes of maxillary sinuses and pharyngeal airway in Class III patients undergoing bimaxillary orthognathic surgery. *The Angle Orthodontist*, 83(5), 824–831. doi:10.2319/100212-777.1
- Penzel, T., Peter, H., & Peter, J. H. (2005). Gesundheitsberichterstattung des Bundes- Schlafstörungen, Robert Koch Institut, Berlin, (Heft 27), 7–14.
- Remmers, J. E. (1984). Obstructive sleep apnea. A common disorder exacerbated by alcohol. *The American Review of Respiratory Disease*, 130(2), 153–155.
- Rojewski, T. E., Schuller, D. E., Clark, R. W., Schmidt, H. S., & Potts, R. E. (1984). Videoendoscopic determination of the mechanism of obstruction in obstructive sleep apnea. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery: Official Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 92(2), 127–131.

- Rose, E. C., Staats, R., Lehner, M., & Jonas, I. E. (2002). Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea. Part I: diagnostic value. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopädie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Für Kieferorthopädie*, 63(2), 143–153.
- Rose, E., Lehner, M., Staats, R., & Jonas, I. E. (2002). Cephalometric analysis in patients with obstructive sleep apnea. Part II: Prognostic value in treatment with a mandibular advancement device. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopädie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Für Kieferorthopädie*, 63(4), 315–324.
- Rosenzweig, I., Williams, S. C. R., & Morrell, M. J. (2014). The impact of sleep and hypoxia on the brain: potential mechanisms for the effects of obstructive sleep apnoea. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. doi:10.1097/MCP.0000000000000099
- Rose, P. D. D. E. C., Germann, M., Sorichter, S., & Jonas, I. E. (2004). Case Control Study in the Treatment of Obstructive Sleep-Disordered Breathing with a Mandibular Protrusive Appliance. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 65(6), 489–500. doi:10.1007/s00056-004-0423-y
- Schönhofer, B., Wenzel, M., Barchfeld, T., Siemon, K., Rager, H., & Köhler, D. (1997). [Value of various intra- and extraoral therapeutic procedures for treatment of obstructive sleep apnea and snoring]. *Medizinische Klinik (Munich, Germany: 1983)*, 92(3), 167–174.
- Schulze, C. (1993). *Lehrbuch der Kieferorthopädie: Die normale und abnorme Entwicklung des Gebisses; Die Umbauvorgänge im Parodontium und*

Kiefergelenksbereich; Morpho- bzw. Pathogenese und Ätiologie der Dysgnathien. Quintessenz-Verlag-GmbH.

- Schwenzer, N., Ehrenfeld, M., Grimm, G., Austermann, K. H., Bacher, M., & Cornelius, C. P. (2001). *Spezielle Chirurgie, Bd 2: Zahn-Mund-Kiefer-Heilkunde. Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung* (Auflage: 3., aktualis. u. erw. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Shelton, K. E., Woodson, H., Gay, S., & Suratt, P. M. (1993). Pharyngeal fat in obstructive sleep apnea. *The American Review of Respiratory Disease*, *148*(2), 462–466. doi:10.1164/ajrccm/148.2.462
- Shepard, J. W. (1985). Gas exchange and hemodynamics during sleep. *The Medical Clinics of North America*, *69*(6), 1243–1264.
- Solow, B., Ovesen, J., Nielsen, P. W., Wildschjødtz, G., & Tallgren, A. (1993). Head posture in obstructive sleep apnoea. *European Journal of Orthodontics*, *15*(2), 107–114.
- Strollo, P. J., & Rogers, R. M. (1996). Obstructive Sleep Apnea. *New England Journal of Medicine*, *334*(2), 99–104. doi:10.1056/NEJM199601113340207
- Sullivan, C. E., Issa, F. G., Berthon-Jones, M., & Eves, L. (1981). Reversal of obstructive sleep apnoea by continuous positive airway pressure applied through the nares. *Lancet*, *1*(8225), 862–865.
- Taasan, V. C., Block, A. J., Boysen, P. G., & Wynne, J. W. (1981). Alcohol increases sleep apnea and oxygen desaturation in asymptomatic men. *The American Journal of Medicine*, *71*(2), 240–245.