

Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universität Würzburg
Direktorin: Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer

**Die Prävalenz der Sella Turcica Brücke bei Patienten
mit skelettaler Klasse III Dysgnathie im Vergleich zu einer Kontrollgruppe
mit skelettaler Klasse I**

Inaugural – Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der
Medizinischen Fakultät

der

Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Jennifer Denise Stephanie Koschitzki

aus Göttingen

Würzburg, April 2009

Referentin: Prof. Dr. med. dent. Angelika Stellzig-Eisenhauer
Korreferent: Priv.-Doz. Dr. med. Dr. med. dent. Josip S. Bill
Dekan: Prof. Dr. med. Matthias Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 10.09.2009

Die Promovendin ist Zahnärztin.

Meinen Eltern und Matthias
in Liebe und Dankbarkeit
gewidmet.

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	IV
TABELLENVERZEICHNIS	VI
1. EINLEITUNG UND LITERATURÜBERSICHT	1
1.1 Die Sella Turcica	1
1.1.1 Anatomie und Lokalisation der Sella Turcica.....	1
1.1.2 Embryologische Entwicklung der Sella Turcica	4
1.1.3 Morphologie der Sella Turcica	7
1.1.4 Bildgebung der Sella Turcica.....	10
1.1.5 Anomalien der Sella Turcica.....	12
1.2 Die skelettale Klasse III Dysgnathie	15
1.2.1 Definition	15
1.2.2 Anomalien der Klasse III.....	16
1.2.3 Ätiologie.....	19
1.2.4 Epidemiologie und Pathogenese	19
1.2.5 Diagnostik.....	21
1.2.5.1 Allgemeine Diagnostik	21
1.2.5.2 Röntgenkephalometrische Befunde der Klasse III Anomalie	24
2. FRAGESTELLUNG UND ZIELE	26
3. PATIENTEN UND METHODEN	27
3.1 Patienten.....	27
3.1.1 Auswahl der Patienten.....	27
3.1.2 Gruppeneinteilung der Patienten	27
3.1.2.1 Skelettale Klasse III Patienten	28
3.1.2.2 Skelettale Klasse I Patienten	29

3.2 Methoden	30
3.2.1 Aufnahmetechnik der Fernröntgenseitenbilder (FRS)	30
3.2.2 Röntgenkephalometrische Analyse der kraniofazialen Strukturen ..	31
3.2.2.1 Referenzpunkte und Bezugslinien	32
3.2.2.2 Winkel und Strecken	34
3.2.3 Analyse der Sella Turcica	38
3.2.3.1 Morphologie der Sella Turcica	38
3.2.3.2 Metrik der Sella Turcica	39
3.3 Methodenfehler nach Dahlberg	41
3.3.1 Methodenfehler der kephalometrischen Analyse.....	42
3.3.2 Methodenfehler der Sella Turcica Analyse	43
3.4 Beschreibung der statistischen Verfahren	43
4 ERGEBNISSE	45
4.1 Ergebnisse der kephalometrischen Analyse der kraniofazialen Strukturen	45
4.2 Ergebnisse der Analyse der Sella Turcica	49
4.2.1 Morphologie der Sella Turcica	49
4.2.2 Metrikanalyse der Sella Turcica.....	52
4.2.2.1 Metrikanalyse gemäß der skelettalen Klasse	52
4.2.2.3 Metrikanalyse gemäß der skelettalen Klasse und Geschlechterverteilung	53
4.2.2.3 Metrikanalyse im Vergleich zu literarischen Angaben.....	54
5 DISKUSSION	56
5.1 Einführung	56
5.2 Methoden- und Ergebniskritik	57
5.2.1 Patientenauswahl und Gruppeneinteilung	57
5.2.2 Röntgenkephalometrie und kraniofaziale Analyse.....	57
5.2.3 Charakterisierung der Sella Turcica Analyse.....	61
5.2.3.1 Analyse der Morphologie der Sella Turcica	62
5.2.3.2 Analyse der Metrik der Sella Turcica	66

5.2.3.3 Die Sella Turcica Brücke in Verbindung mit einer skelettalen Klasse III Anomalie	67
5.3 Schlussfolgerung	69
6 ZUSAMMENFASSUNG/ SUMMARY	70
7 LITERATURVERZEICHNIS	72
8 ANHANG	93
9.1 Ätiologie der progenen Erscheinungsformen	93
9.2 Kephalmetrische Befunde der progenen Erscheinungsformen	95
9.3 Behandlungsindikation und Therapie der Klasse III Anomalie	97
9.4 Referenzpunkte der kephalmetrischen Analyse	99
9.5 Referenzlinien der kephalmetrischen Analyse	103
9.6 Winkel und Strecken der kephalmetrischen Analyse	105
9 PUBLIKATION	112
10 DANKSAGUNG	
11 LEBENSLAUF	

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1.1. Bildliche Darstellung der anatomischen Lokalisation der Sella Turcica im Os sphenoidale mit den umliegenden Nachbarstrukturen.....	2
Abb. 1.2. Graphische Darstellung der Sella Turcica von oben.....	4
Abb. 1.3. Graphische Darstellung der Sella Turcica: sagittaler Ausschnitt	4
Abb. 1.4. Graphische Darstellung einer physiologischen Sella Turcica Morphologie von Kindesalter bis zum Erwachsenenalter.....	6
Abb.: 1.5. Darstellung der morphologisch unterschiedlichen Sella Turcica Strukturen nach <i>Camp</i> (1924).	7
Abb. 1.6. Graphische Differenzierung einer Sella Turcica Brücke.	8
Abb. 1.7. Graphische und röntgenologische Darstellung der verschiedenen morphologischen Strukturen der Sella Turcica.	9
Abb. 1.8. Anatomische Darstellung der Sella Turcica Variationen.	10
Abb. 1.9. Bildgebende Verfahren zur Darstellung der Sella Turcica Strukturen	12
Abb. 1.10. Graphische Darstellung der Angle-Klassen.	15
Abb. 1.11. Graphische Darstellung des kennzeichnenden Symptoms einer Klasse III Anomalie.....	16
Abb. 1.12. Progene Erscheinungsformen.	18
Abb. 1.13. Graphische Darstellung einer Gauß-Normalverteilung.	20
Abb. 1.14. Darstellung der Fernröntgenseitenaufnahmen.	24
Abb. 3.1. Altersverteilung der skelettalen Klasse III Patienten mit Geschlechterverteilung.....	29
Abb. 3.2. Altersverteilung der skelettalen Klasse I Patienten mit Geschlechterverteilung.....	29
Abb. 3.3. Fernröntgenseitenaufnahme.....	31
Abb. 3.4. Darstellung der verwendeten Referenzpunkte nach <i>Rakosi</i> (1988).	32
Abb. 3.5. Darstellung der verwendeten Bezugslinien.....	33
Abb. 3.6. Kephalometrische Analyse nach <i>Rakosi</i> (1988).	34
Abb. 3.7. Darstellung der Wits-Methode nach <i>Jacobsen</i> (1976).	36

Abb. 3.8. Darstellung der metrischen Analyse der Kieferbasen und des Ramus ascendens nach <i>A.M. Schwarz</i> (1958).	37
Abb. 3.9. Verschiedene Ausprägungsformen der Sella Turcica.....	38
Abb. 3.10. Referenzpunkte der Sella Turcica nach <i>Silverman</i> (1957) und <i>Kiesling</i> (1966).....	39
Abb. 3.11. Referenzlinien und Metrikanalyse der Sella Turcica gemäß <i>Silverman</i> (1957).	40
Abb. 3.12. Standardwerte der Sella Turcica Ausdehnung nach der Studie von <i>Axelsson et al.</i> (2004).	41
Abb. 3.13. Verwendete Formel in Analogie zu <i>Dahlberg</i> (1940) zur Berechnung des Methodenfehlers (MF).	42
Abb. 4.1. Darstellung der Sella Turcica anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten.	50
Abb. 4.2. Darstellung der Sella Turcica (Typ A) anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten.	50
Abb. 4.3. Darstellung der Sella Turcica (Typ B) anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten.	51
Abb. 9.1. Änderungen der Unterkieferbasislänge bei Progenie zwischen dem 6. und 19. Lebensjahr im Vergleich zu den Sollwerten.	94
Abb. 9.2. Tabellarische Darstellung differentialdiagnostischer Merkmale der Anomalien des progenen Formenkreises.	96
Abb. 9.3. Darstellung der konstruierten Referenzpunkte S Sella und Se Sellaeingang.	102
Abb.9.4. Graphische Darstellung von Orthognathie, Retrognathie und Prognathie.	106
Abb. 9.5. Graphische Darstellung der unterschiedlichen Neigungen der Maxilla und der Mandibula gegenüber der anterioren Schädelbasis	109

TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 3.1. Aufteilung der Patienten nach skelettaler Klasse und Geschlecht. ...	28
Tab. 3.2. Definition der verwendeten Referenzpunkte nach <i>Rakosi</i> (1988).....	32
Tab. 3.3. Definition der verwendeten Referenzlinien nach <i>Rakosi</i> (1988).....	34
Tab. 3.4. Definition der sagittalen angulären Messungen	35
Tab. 3.5. Definition der Variablen für die Einteilung der skelettalen Klasse	35
Tab. 3.6. Definition der vertikalen angulären Messungen	36
Tab. 3.7. Definition der Parameter für die metrische Analyse	37
Tab. 3.8. Darstellung des Methodenfehlers nach <i>Dahlberg</i> (1940), beschrieben für alle Variablen der kephalometrischen Analyse des Gesichtsschädels.	42
Tab. 3.9. Darstellung des Methodenfehlers nach <i>Dahlberg</i> (1940), beschrieben für alle Variablen der Sella Turcica Metrikanalyse.	43
Tab. 4.1. Röntgenkephalometrische Analyse der kraniofazialen Strukturen und skelettale Klassenzuordnung der Patienten.	45
Tab. 4.2. Röntgenkephalometrische Analyse der Metrik der kraniofazialen Strukturen und skelettale Klassenzuordnung der Patienten.	46
Tab. 4.3. Morphologie der Sella Turcica der beiden Patientengruppen gemäß ihrer Einteilung in die skelettalen Klassen nach <i>Becktor et al.</i> (2000). .	49
Tab. 4.4. Größenordnung der Sella Turcica der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse nach <i>Silverman</i> (1957) und <i>Kiesling</i> (1966)....	52
Tab. 4.5. Größenordnung der Sella Turcica der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse und Geschlechterverteilung.	53
Tab. 4.6. Größenordnung der Sella Turcica der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse und Geschlecht.....	54

1. Einleitung und Literaturübersicht

1.1 Die Sella Turcica

Die Sella Turcica (lat.: Sella = Sattel, Sessel; S. turcica = Türkensattel) bezeichnet eine anatomische Struktur in der röntgenkephalometrischen Analyse der neurokranialen und kraniofazialen Gesichtsstrukturen. Besonders in der Kieferorthopädie hat die Anatomie der Sella Turcica einen bedeutenden Stellenwert (Alkofide, 2007; Axelsson *et al.*, 2004; Becktor *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2005). Die beiden Punkte, **S** für **Sella**, lokalisiert in der Mitte der Sella Turcica (Kiesling, 1966) und **Se** für **Sellaeingang**, der die Mitte der Verbindungslinie zwischen dem Processus clinoides posterior und dem vorderen Eingang der Sella Turcica beschreibt (Rakosi, 1988), stellen häufig verwendete und bedeutende Orientierungspunkte in der röntgenologischen Kephalmetrie dar (Alkofide, 2007; Axelsson *et al.*, 2004). Folglich hat auch die Morphologie der anatomischen Strukturen der Sella Turcica eine entscheidende Bedeutung (Becktor *et al.*, 2000). Kliniker sollten mit der physiologischen radiographischen Anatomie der Sella Turcica, wie auch mit deren möglichen morphologischen Variationen vertraut sein. Mögliche Normabweichungen der Sella Turcica ließen sich dadurch identifizieren. Diese könnten anschließend analysiert werden und gegebenenfalls Rückschlüsse auf pathologische Prozesse liefern bevor sie klinisch auffällig werden (Abdel-Kader, 2007; Andredaki *et al.*, 2007; Alkofide, 2001; Friedland und Meazzini, 1996).

1.1.1 Anatomie und Lokalisation der Sella Turcica

Anatomisch betrachtet befindet sich die Sella Turcica im Bereich der Fossa cranii media (lat.: „mittlere Schädelgrube“). In dem Abschnitt der Schädelhöhle, der den mittleren Teil des Gehirns, die Schläfenlappen des Großhirns und einen Teil des Stammhirns beherbergt. Die Fossa cranii media liegt zwischen Fossa cranii anterior und Fossa cranii posterior (lat.: „vorderer und hinterer Schädelgrube“) und wird durch Ala major und Ala minor des Os sphenoidale (lat.: „großen und kleinen Flügel des Keilbeins“) bestimmt (Abbildung 1.1).

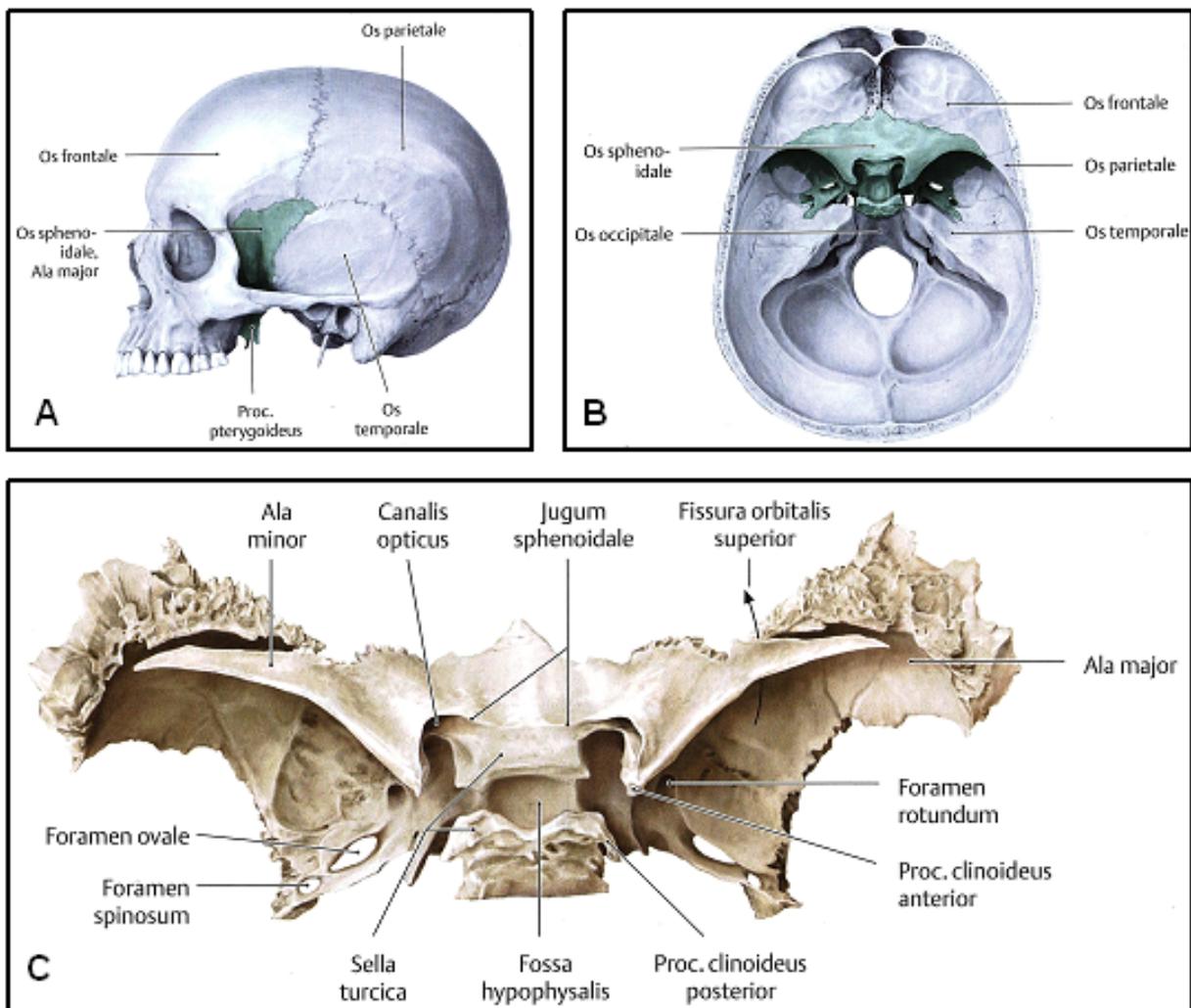


Abb. 1.1. Bildliche Darstellung der anatomischen Lokalisation der Sella Turcica im Os sphenoidale mit den umliegenden Nachbarstrukturen. A) Lage des Os sphenoidale am Schädel links: oberhalb des Jochbogens erkennt man Teile des Ala majors, unterhalb Teile des Proc. pterygoideus; **B)** Lage des Os sphenoidale in der inneren Schädelbasis: das Os sphenoidale bildet die Grenze zwischen vorderer und mittlerer Schädelgrube; **C)** Isoliertes Os sphenoidale mit Ansicht von oben: Sella Turcica. (Aus: Schünke *et al.*, 2006)

Die dorsale Abgrenzung der Fossa cranii media bildet der Pars petrosa (lat.: „Felsenteil“) des Os temporale (lat.: „Schläfenbeins“). Der Boden der mittleren Schädelgrube besteht aus dem großen Keilbeinflügel und dem Pars squamosa (lat.: „Schuppenteil“) des Schläfenbeins (Platzer, 2003; Moll, 2002; Rohen, 1988; Schünke *et al.*, 2006; Voss und Herrlinger, 1963). Hier befinden sich die knöchernen Strukturen der Sella Turcica, welche zugleich die mittlere Schädelgrube in zwei Hälften teilt (Platzer, 2003). In der anterioren Richtung wird die Sella Turcica durch das Tuberculum Sellae und posterior durch den Dorsum Sellae (lat.: „Sattellehne“) begrenzt (Moll, 2002; Rakosi, 1988). Unterhalb des Tuberculum Sellae besitzt die Ala

minor des Os sphenoidale eine Kontur, die kaudal zackig ausgebildet sein kann, bedingt durch den dort verlaufenden Canalis opticus (Rakosi, 1988). Der Nervus opticus und die Arteria ophthalmica ziehen durch den Canalis opticus. Seitlich der Sella Turcica befindet sich der Sulcus caroticus. Als größtes Gebilde innerhalb der mittleren Schädelgrube verläuft hier die Arteria carotis interna durch den Canalis caroticus in das Schädelinnere (Platzer, 2003; Moll, 2002; Voss und Herrlinger, 1963). In der Mitte der Sella Turcica befindet sich die Fossa hypophysialis, eine Grube, in der auch die Hypophyse, die Hirnanhangsdrüse (Glandula pituitaria), liegt. Die Hypophyse ist mit dem Hypothalamus (Diencephalon) über den Hypophysenstiel (Infundibulum) verbunden und wird in Hypophysenvorderlappen (HVL, Adenohypophyse, Lobus anterior), Hypophysenhinterlappen (HHL, Neurohypophyse, Lobus posterior) und Hypophysenzwischenlappen (HZL) eingeteilt. Sie unterscheiden sich sowohl entwicklungs geschichtlich, als auch makroskopisch und funktionell voneinander (Alkofide, 2007; Chang *et al.*, 2005; Friedland und Meazzini, 1996; Moll, 2002; Pisaneschi und Kapoor, 2005; Tyrrell, 1994). Die Adenohypophyse entsteht aus dem Ektoderm der Mundbucht des Rachendaches. Als endokrine Drüse produziert und sezerniert sie die glandotropen Hormone Kortikotropin (ACTH), Thyreotropin (TSH), Melanotropin (MSH), Follitropin (FSH) und Lutropin (LH) und als nicht glandotrope Wachstumshormone Somatotropin (STH) und Prolactin (PRL). Aus einer Aussackung des Diencephalons entwickelt sich die Neurohypophyse und speichert die beiden, vom Hypothalamus gebildeten, Hormone Vasopressin (ADH) und Oxytocin (Moll, 2002). Die Hypophyse wird von den knöchernen Strukturen der Sella Turcica, den Processus clinoides anteriores und posteriores, zirkulär geschützt. Der anteriore Processus clinoides wird durch die Verlängerung des medialen und anterioren Ala minor des Os sphenoidale gebildet und der posteriore Processus clinoides stellt sich als der Dorsum Sellae dar (Camp, 1923; Friedland und Meazzini, 1996; Meschan, 1975) (Abbildung 1.2/ 1.3).

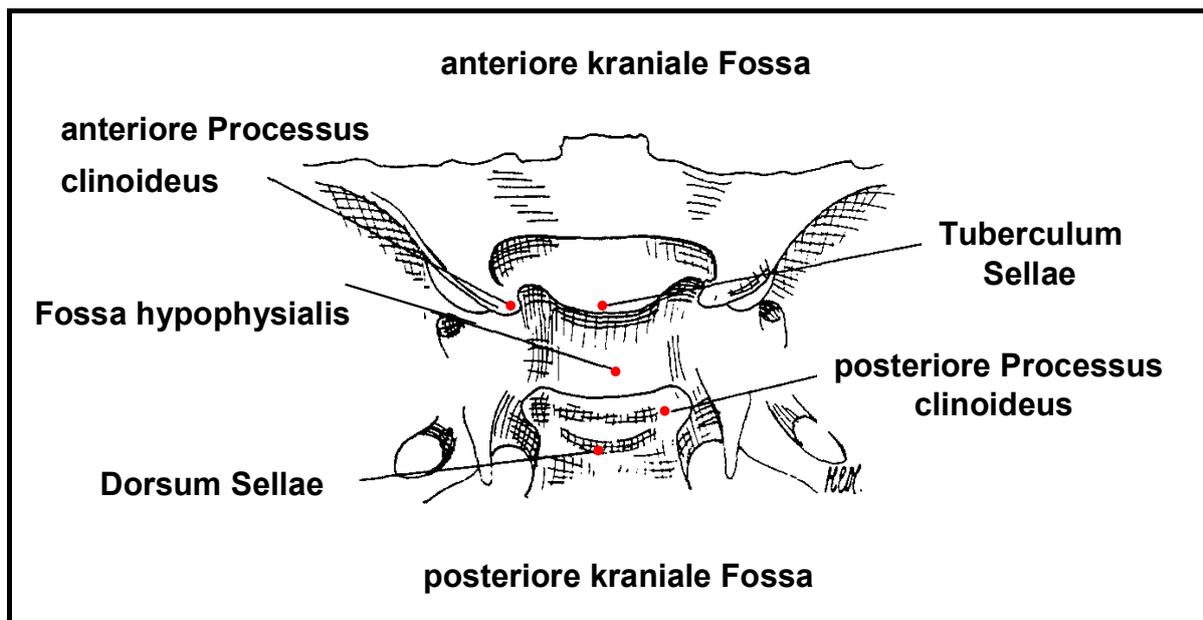


Abb. 1.2. Graphische Darstellung der Sella Turcica von oben. (Aus: Friedland und Meazzini, 1996)

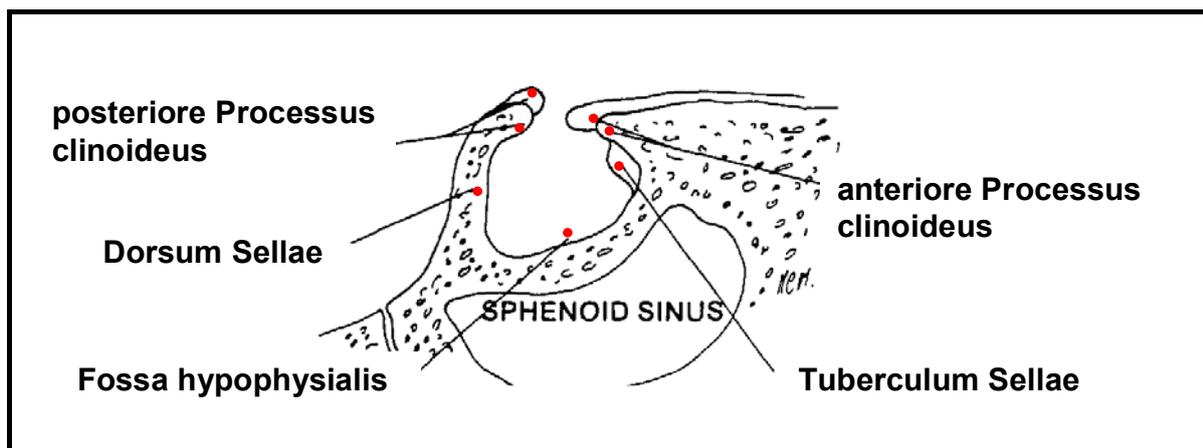


Abb. 1.3. Graphische Darstellung der Sella Turcica; sagittaler Ausschnitt. (Aus: Friedland und Meazzini, 1996)

1.1.2 Embryologische Entwicklung der Sella Turcica

Die Sella Turcica sowie die direkt angrenzenden Strukturen der Hypophyse weisen in der embryologischen Formation wie auch in der postnatalen Entwicklung eine Anzahl komplexer Entstehungsprozesse auf. Beide anatomischen Strukturen liegen im zentralen Bereich des Os sphenoidale (= Basissphenoid) der Schädelbasis [= Neurokranium (= Gehirnschädel: Calvaria (Schädeldach) + Basis cranii (Schädelbasis))], weisen jedoch unterschiedliches Ursprungs- und Entwicklungsgewebe auf (Axelsson *et al.*, 2004; Kjaer *et al.*, 1999; Sperber, 1992). Ab der vierten intrauterinen

Formationswoche entstehen die Knochen der Schädelbasis (= Chondrokranium) aus verdichteten Mesenchymzellen. Sie differenzieren sich zu Knorpelanlagen, bilden chondrale Modelle und verknöchern im weiteren Entwicklungsprozess durch Fusion und enchondrale Ossifikation (Enlow, 1989; Patti, 2007; Platzer, 2003; Sadler, 1998; Sperber, 1992). Die Mesenchymzellen der Knorpelanlagen der Chorda dorsalis, die rostral der Sella Turcica und der Hypophyse lokalisiert sind, entstehen aus pluripotentem Zellmaterial der Neuralleiste (= prächordales Chondrokranium). Die kaudal gelegenen Anlagen der Chorda dorsalis stammen von paraxialem Mesoderm (= chordales Chondrokranium) ab (Axelsson, 2004; Sadler, 1998; Sperber, 1992). Auf Höhe der Bukkopharyngealmembran (= Membrana buccopharyngealis, Rachenmembran, endodermale Zelllage) befindet sich das kraniale Ende der Chorda dorsalis, die das Stomodeum (= Ausbuchtung des Ektoderms) verschließt. Aus diesem entwickelt sich die Hypophysentasche (Rathke'sche-Tasche) und im weiteren Entwicklungsverlauf als ektodermale Ausstülpung, die Adenohypophyse und der Hypophysenzwischenlappen (Kjaer *et al.*, 1999; Moll, 2002; Sperber, 1992). Dagegen wird die Neurohypophyse aus dem neuroektodermal entstandenen Hypophysenstil (= Infundibulum → Verbindung mit Hypothalamus) des zentralen Nervensystems (Dienzephalon) gebildet (Kjaer *et al.*, 1999; Moll, 2002). Beidseits des Hypophysenstils entwickeln sich zwei hypophyseale (postsphenoidale) Knorpel, die miteinander verschmelzen und das Basissphenoid (Postsphenoid) des Corpus ossis sphenoidalis bilden. Er umgrenzt im vierten intrauterinen Monat die Hypophyse zirkulär und bildet in der weiteren Entwicklung erst die chondralen und anschließend die ossifizierenden (→ enchondrale Ossifikation) Strukturen der Sella Turcica (Sella Turcica Boden, Dorsum Sellae, anteriorer Bereich und Tuberculum Sellae) aus (Kjaer *et al.*, 1999; Sperber, 1992). Erst wenn die Neurohypophyse durch die Ausstülpung (Divertikel) des Dienzephalons entwickelt wurde entsteht die Sella Turcica (Kjaer *et al.*, 1999; Moll, 2002). Die pränatale Entwicklung der anterioren Wand der Sella Turcica steht unter dem Einfluss der einsetzenden Hormonproduktion in der Adenohypophyse (Somatotropin (STH), Prolactin (PRL), Kortikotropin (ACTH), Thyreotropin (TSH) (Moll, 2002)) (Axelsson *et al.*, 2004; Kjaer und Fischer Hansen, 1995; Kjaer *et al.*, 1999). Nach der 11. Gestationswoche zeigt die chondrale Morphologie der Sella Turcica ein durchaus vergleichbares postnatales, ossifiziertes Erscheinungsbild. Der Dorsum Sellae der Sella Turcica weist

bis zur Geburt des Fötus eine vollständige und stabile Ossifikation auf (Kjaer *et al.*, 1999). Diverse Studien illustrieren die Änderung von Form und Struktur der Sella Turcica während des postnatalen Wachstums (Axelsson *et al.*, 2004; Becktor *et al.*, 2000; Björk, 1955; Melsen, 1974). Sie zeigen, dass die Morphologie der Sella Turcica sich nach Erreichen des zwölften Lebensjahres nicht signifikant veränderte und bereits ab dem fünften Lebensjahr die anteriore Wand der Sella Turcica stabil ausgewachsen war. Bis zum Alter von 16-18 Jahren wurde im anterioren Bereich der Sella Turcica (Tuberculum Sellae) Knochenapposition festgestellt, an den posterioren Grenzflächen der Sella Turcica (Dorsum Sellae) Knochenresorption beobachtet (Abbildung 1.4). *Melsen* (1974) bewies in einer umfangreichen Studie über die wachsenden Knochenstrukturen der einzelnen Schädelbasissektionen, dass die Wachstumsvorgänge der Knochenapposition im anterioren, internen Wandbereich der Sella Turcica schon im frühen Kindesalter zum Erliegen kommen, während die Vorgänge der Knochenresorption im posterioren Bereich des Sella Turcica Bodens und auch die Strukturen der posterioren Wand sich noch für längere Zeit fortsetzen. (Axelsson *et al.*, 2004; Becktor *et al.*, 2000; Björk, 1955; Björk und Skieller, 1983; Melsen, 1974).

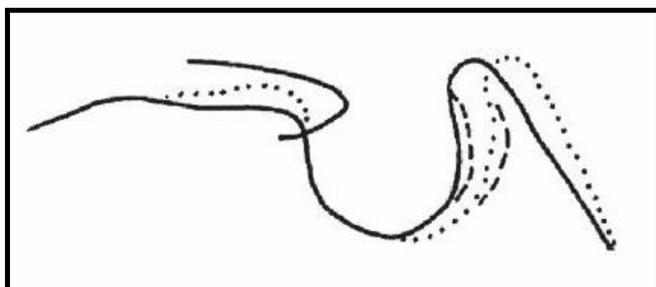


Abb. 1.4. Graphische Darstellung einer physiologischen Sella Turcica Morphologie von Kindesalter (— Linie) bis zum Erwachsenenalter (... Linie). Die Darstellung wurde anhand von Röntgenbildern analysiert. (Processus clinoides anterior: links). (Aus: Axelsson, 2004; Björk und Skieller, 1983)

Die graphische Darstellung der Sella Turcica (Abbildung 1.4) zeigt, dass die obere Kontur der anterioren Wand der Sella Turcica annähernd rechtwinklig ausgebildet ist und während des regulären Entwicklungsprozesses nahezu unverändert bleibt (Axelsson, 2004; Björk und Skieller, 1983).

1.1.3 Morphologie der Sella Turcica

In der Literatur werden die anatomischen Strukturen und Formen der Sella Turcica als sehr variabel beschrieben (Axelsson *et al.*, 2004; Camp, 1923/1924; Becktor *et al.*, 2000; Friedland und Meazzini, 1996; Teal, 1977). Camp (1924) klassifizierte die physiologische Sella Turcica in drei morphologisch unterschiedliche Basismodelle: „ovale“, „zirkulär-runde“- und „flach-verlaufende“- Struktur (Axelsson *et al.*, 2004; Camp, 1923/1924; Becktor *et al.*, 2000; Friedland und Meazzini, 1996;). Die „flach-verlaufende“ Morphologie der Sella Turcica tritt eher selten auf, die „zirkulär-runden“ und „ovalen“ Strukturen zählen zu den häufigeren Formen der Sella Turcica (Andredaki *et al.*, 2007; Axelsson *et al.*, 2004; Becktor *et al.*, 2000; Camp, 1923; Jones *et al.*, 2005;) (Abbildung 1.5).

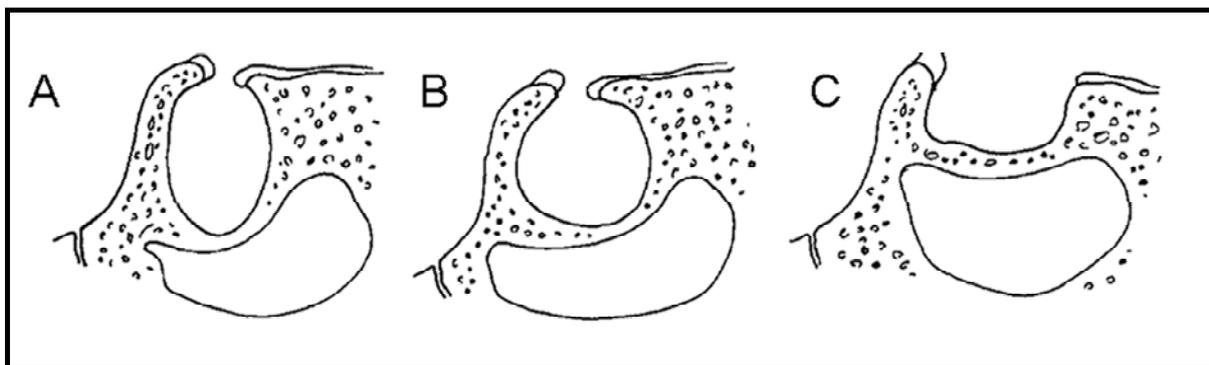


Abb.: 1.5. Darstellung der morphologisch unterschiedlichen Sella Turcica Strukturen nach Camp (1924). A) oval, B) zirkulär-rund, C) abgeflacht. (Aus: Friedland und Meazzini, 1996)

Teal (1977) unterteilte die Sella Turcica in drei unterschiedliche anatomische Segmente. Diese setzen sich aus einer anterioren Knochenwand, dem Knochenboden und einer posterioren Knochenwand, einschließlich des Dorsum Sellae, zusammen. Anteriorer und posteriorer Processus clinoides weisen die häufigsten Strukturanomalien in Verbindung mit der Sella Turcica auf (Becktor *et al.*, 2000). Schon Camp (1923) stellte in einer Untersuchung und direkten Vermessung von 110 knöchernen Schädeln fest, dass der gemessene Abstand zwischen anteriorem und posteriorem Processus clinoides durchschnittlich bei 0,66 cm lag, variierend zwischen 0,2 und 1,5 cm. Er analysierte in der gleichen Studie bei 4,5% der Fälle eine direkte knöcherne Verbindung (= Fusion) der beiden Processus clinoides (anterior und posterior) (Becktor *et al.*, 2000). Von Busch (1951) wurde die

knöcherne Verschmelzung der beiden Fortsätze als „**Sella Turcica Brücke**“ definiert.

Becktor *et al.* (2000) klassifizierte die Sella Turcica Brücke radiographisch in einer Studie über Patienten mit kraniofazialen Fehlbildungen (Deviation). Dabei wurde zwischen **Typ A**, einer stabilen, „bandartigen“ (engl.: „ribbon-like“) Fusion und **Typ B**, die sich mit einer etwas dünneren Verknöcherung darstellte, unterschieden. Typ B wies eine Extension des anterioren und/ oder posterioren Processus clinoides auf, wobei sich die Fusion entweder im anterioren, posterioren oder medialen Bereich fand (Abbildung 1.6).

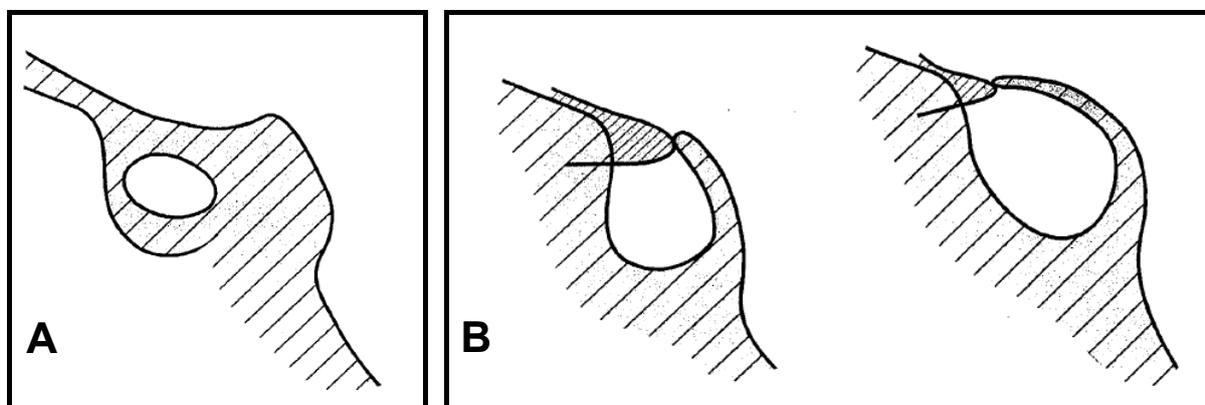


Abb.1.6. Graphische Differenzierung einer Sella Turcica Brücke. (A) Sella Turcica Brücke Typ A; **(B)** Sella Turcica Brücke Typ B. (Aus: Becktor *et al.*, 2000)

Weitere Studien beschrieben, ebenfalls unter Verwendung der Röntgenkephalometrie, subjektiv und qualitativ die unterschiedlichen morphologischen Variationen und Ausdehnungen der Sella Turcica (Alkofide, 2001; Andredaki *et al.*, 2007). Hierbei wurde ebenfalls über atypische Vergrößerungen der Sella Turcica und über die eher selten auftretende Form, eine Sella Turcica Verkleinerung, berichtet (Alkofide, 2001). Die morphologischen Variationen der Sella Turcica Strukturen wurden in einer Studie von Axelsson *et al.* (2004) weiterhin in: „schräge anteriore Wand“, „Doppel- Kontur des Sella Turcica Bodens“, „Sella Turcica Brücke“, „Irregularität des posterioren Bereichs der Sella Turcica“ und „Pyramiden-Form des Dorsum Sellae“ eingeteilt (Alkofide, 2007; Andredaki *et al.*, 2007; Axelsson *et al.*, 2004; Choi *et al.*, 2001) (Abbildung 1.7).

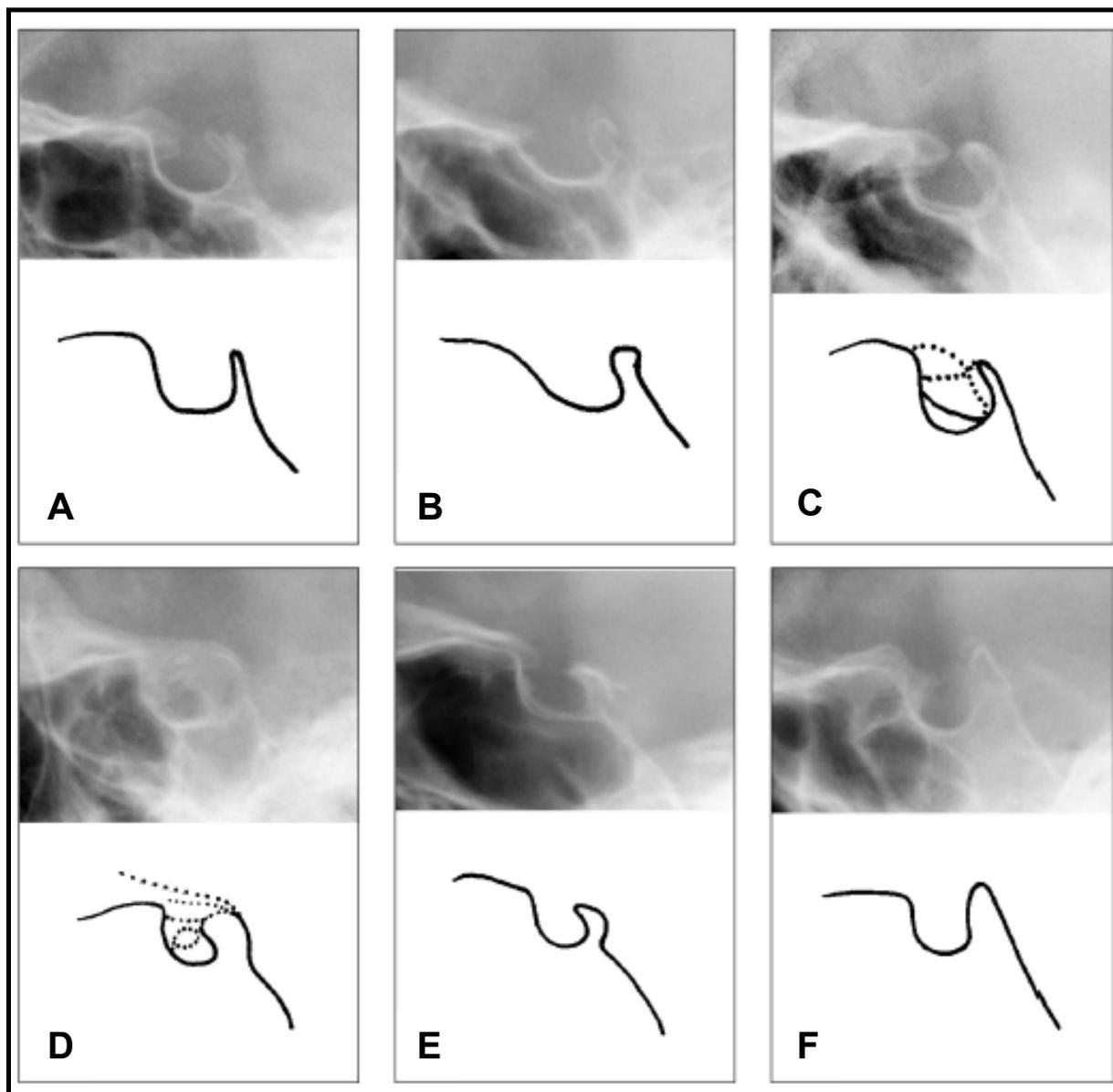


Abb. 1.7. Graphische und röntgenologische (laterale Fernröntgenaufnahme) Darstellung der verschiedenen morphologischen Strukturen der Sella Turcica. (A) Normal-physiologische Sella Turcica; (B) Schräge anteriore Wand (links); (C) Doppelkontur des Sella Turcica Bodens; (D) Sella Turcica Brücke; (E) Irregularität des posterioren Bereichs (rechts) der Sella Turcica; (F) Pyramidenform des Dorsum Sellae. (Aus: Axelsson *et al.*, 2004)

Auch *Platzer* (2003) berichtete von häufigen Variationen im Bereich der Sella Turcica, die bei Röntgenaufnahmen und bei Rekonstruktionen auf Grund von CT-Schichten oder MRI-Aufnahmen sichtbar wurden (Abbildung 1.8). Es zeigte sich, dass zwischen *Processus clinoides anterior* und *Processus clinoides posterior* ein eigener Fortsatz, der *Processus clinoides medius*, auftreten kann. *Processus medius* und *anterior* könnten sogar miteinander verschmelzen, so dass eine eigene Öffnung, ein *Foramen caroticoclinoides* entstehen würde und die medial vom

Processus clinoides anterior gelegene Incisura carotica wäre in eine allseits knöchern begrenzte Öffnung umgewandelt. *Platzer* (2003) erläuterte eine weitere Variante, das Vorhandensein einer „Taenia interclinoidea“ zwischen Processus clinoides anterior und Processus clinoides posterior. Diese knöcherne Verschmelzung (Sella Turcica Brücke/ Fusion) der beiden Fortsätze „könne sowohl einseitig als auch beidseitig der Sella Turcica auftreten“ (*Platzer*, 2003). Außerdem könnte der Dorsum Sellae, durch eine von seitlich in Schlingen gelegte Arteria carotis interna, soweit arrodirt werden, dass kein knöcherner Zusammenhang mit dem Clivus besteht. Am mazerierten Schädel würde dann der Dorsum Sellae fehlen. Eine zusätzliche Variante könnte sich darstellen, wenn sich eine knöcherne Verbindung zwischen der Pars petrosa des Schläfenbeins und des Dorsum Sellae entwickeln würde. Diese knöcherne Verbindungsbrücke wird auch „Abduzensbrücke“ bezeichnet, da unter ihr der Nervus abducens verläuft.

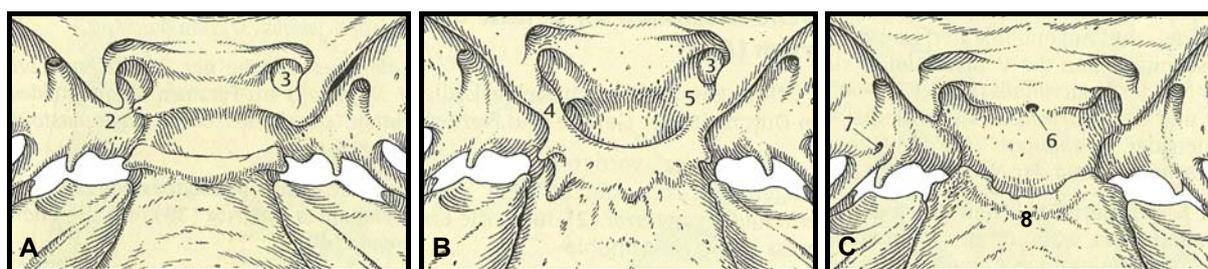


Abb. 1.8. Anatomische Darstellung der Sella Turcica Variationen. (Aus: *Platzer*, 2003): **A**) (2) Processus clinoides medius; (3) Foramen caroticoclinoides; **B**) (4) Sella Brücke (Taenia interclinoidea); (5) Fusion mit Proc. clinoides medius; **C**) (6) Canalis craniopharyngeus; (7) Foramen venosum; (8) Dorsum Sellae der Sella Turcica fehlt

1.1.4 Bildgebung der Sella Turcica

Folgende bildgebende Verfahren ermöglichen die Darstellung der knöchernen Strukturen, sowie die umliegenden Nachbar- und Gewebestrukturen der Sella Turcica und erlauben somit eine Diagnose hinsichtlich der Morphologie, metrischen Ausdehnung und möglichen pathologischen Veränderungen der Sella Turcica Region (Abbildung 1.9).

Es wird über morphologische Veränderungen der Sella Turcica in einer vom Kieferorthopäden initial erstellten lateralen Fernröntgenaufnahme berichtet (*Chang et al.*, 2005; *Friedland und Meazzini*, 1996). Die aus der Analyse des Fernröntgen-seitenbildes gewonnenen kephalometrischen Daten werden in der Kieferorthopädie

routinemäßig als wichtiges diagnostisches Hilfsmittel eingesetzt (Kahl- Nieke, 2001) und erlauben Aussagen in Bezug auf kieferorthopädische Therapieplanung, Behandlungsmittel und -dauer (Nötzel *et al.*, 2007). In einigen Studien wird zur weiteren Diagnostik einer morphologisch veränderten Sella Turcica Struktur die Aufnahme eines PA- (postero-anterior) Röntgenbildes empfohlen (Alkofide, 2001; Chang *et al.*, 2005). Bedingt durch die Dreidimensionalität des Schädels und der „elliptischen Form“ der Sella Turcica treten auf den zweidimensional produzierten Röntgenbildern häufig Doppelkonturen im posterioren Bereich des Tuberculum Sellae und im anterioren Bereich des Dorsum Sellae auf (Rakosi, 1988). Zur genaueren Diagnose einer abnormalen und/ oder pathologisch veränderten Morphologie der Sella Turcica zeigten deshalb weitere Studien, die Indikation der Computertomographie (CT-) und Magnetresonanztomographie (MRT-, Kernspin-) an (Alkofide, 2001; Cardoso *et al.*, 1984; Chang *et al.*, 2005; Friedland und Meazzini, 1996; Reisner und Gosepath, 1973; Swartz *et al.*, 1983). Für die diagnostische und dreidimensionale Bildgebung der Sella Turcica Strukturen hat sich die Computertomographie (CT), durch die Erzeugung überlagerungsfreier Schnittbilder mit hoher Ortsauflösung, als hervorragende Beurteilung von ossären Strukturen erwiesen (Alkofide, 2001; Chang *et al.*, 2005; Reisner und Gosepath, 1973; Schwenger und Ehrenfeld, 2000). Pathologische Weichteilprozesse, wie zum Beispiel intrasellare Tumore (z.B. primäre Hypophysentumore) sind ebenfalls in der CT, in Form von weichteildichten Raumforderungen, die mit angrenzenden Knochenarrosionen, -defekten oder reaktiven Sklerosen einhergehen können, zu diagnostizieren (Friedland und Meazzini, 1996; Reisner und Gosepath, 1973; Schwenger und Ehrenfeld, 2000; Weisberg *et al.*, 1976). Heute lassen sich durch Anwendung einer „Dental-Software“ Panoramaaufnahmen und maßstabsgetreue Projektionen der Schädelknochen in drei Ebenen erzeugen (Schwenger und Ehrenfeld, 2000). Das Verfahren der Magnetresonanztomographie (MRT/ MRI) verspricht eine effektivere bildliche Darstellung von Vergrößerungen der Sella Turcica. So kann zum Beispiel auch die Feinstruktur eines intrasellären Tumors diagnostiziert werden (Alkofide, 2001; Cardoso *et al.*, 1984; Chang *et al.*, 2005).

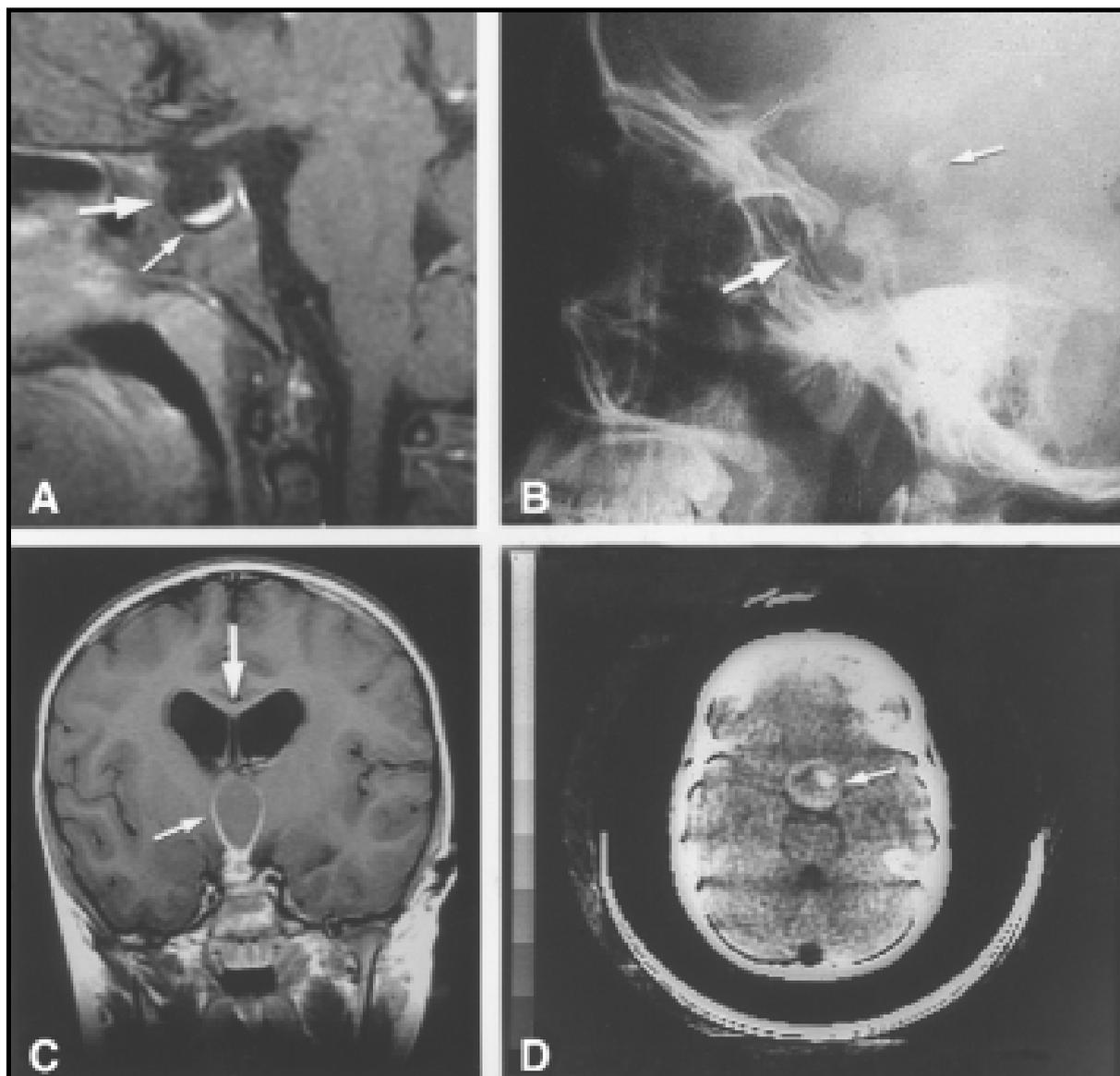


Abb. 1.9. Bildgebende Verfahren zur Darstellung der Sella Turcica Strukturen. (Aus: Geffner, Medscape ©, 2002): **(A)** MRT, sagittale Schädelaufnahme: Sella Turcica mit komprimierten Anteilen der Hypophyse (kleiner ↑) und (zerebrospinal) Liquor gefüllt (größer ↑). **(B)** Laterale Fernröntgenaufnahme: Erosion der Sella Turcica (größer ↑); Kalzifikation oberhalb der Sella Turcica durch ein Kraniopharyngiom verursacht (kleiner ↑). **(C)** MRT, koronale Schädelaufnahme, nach Kontrastmittelinjektion: oberhalb der Sella Turcica zeigt sich ein Kraniopharyngiom mit großer Zyste (kleiner ↑; umgeben von einer dünnen Hülle) und leichtem Hydrozephalus (größer ↑). **(D)** CT, axiale Schädelaufnahme, nach Kontrastmittelinjektion: ringförmige Kalzifikation um ein Kraniopharyngiom und interne Kalzifikation (↑).

1.1.5 Anomalien der Sella Turcica

In zahlreichen Studien wurde die radiologische und tomographische Diagnostik einer vergrößerten Sella Turcica bei Patienten mit pathologischem Auftreten von diversen Hypophysentumoren (Neoplasie), wie zum Beispiel intrasellare Adenome (chromo-

phob/ eosinophiles und basophiles Hypophysenadenom) und Prolaktinome (Adenom des Hypophysenvorderlappens → Hyperprolaktinämie), aber auch von Meningeoma (benigner Hirntumor), Mukozelen, primärem Hypopituitarismus (Hypophyseninsuffizienz), Gigantismus und Akromegalie (Hyperpituitarismus) diskutiert. Auch wurde das Vorhandensein des „Leeren-Sella-Syndroms“ (intrasellarer Prolaps des suprasellaren Subarachnoidalraumes → Dysfunktion der Hormondrüsen der Hypophyse) und des Nelson-Syndroms beschrieben (Alkofide, 2001; Andredaki *et al.*, 2007; Camp, 1923; Friedland and Meazzini, 1996; Hupp und Gwinup, 1983; McLachlan *et al.*, 1970; Moll, 2002; Pribram und Boulay, 1971; Sage und Blumbergs, 2000; Swallow und Osborn, 1998; Taveras und Wood, 1964; Weisberg *et al.*, 1976). Andere pathologische Prozesse, wie die Rathke-Zyste, das intrasellare Kranio-pharyngeom, multiple endokrine Adenomatose/ Neoplasie (MEN: Wermer-Syndrom), primäre Hypothyreose und das intrasellare Aneurysma, könnten ebenfalls verantwortliche Ursachen einer Vergrößerung und heranwachsenden Ausdehnung der Sella Turcica Strukturen sein (Friedland and Meazzini, 1996; Geffner, 2002; Pribram und du Boulay, 1971; Reisner und Gosepath, 1973). Diese pathologischen Prozesse bewirken eine kontinuierlich wachsende Vergrößerung der Sella Turcica Strukturen, wobei die knöcherne Barriere der Sella Turcica mit zunehmendem Wachstum zerstört wird und eine Ausdehnung in die umliegenden Nachbar-, Gewebs- und Knochenstrukturen des Gesichtsschädels erfolgt (Younghusband *et al.*, 1952).

Das eher seltene Auftreten der „kleinwüchsigen“ Sella Turcica (metrisch verkleinert) zeigt sich im Gegensatz dazu bei Patienten mit primärem Hypopituitarismus (Hypophysenvorderlappeninsuffizienz) und bei Patienten, die unter dem Sheehan-Syndrom (postpartaler Hypopituitarismus) oder Williams-Syndrom leiden (Andredaki *et al.*, 2007; Axelsson *et al.*, 2004; Pribram und du Boulay, 1971). Ergänzend zu der pathologisch veränderten Größe der Sella Turcica wird die Morphologie der Sella Turcica durch genetische Erkrankungen, wie das Down-Syndrom (Russel und Kjaer, 1999), das Williams-Syndrom (Axelsson *et al.*, 2004), das Seckel-Syndrom (Kjaer *et al.*, 2001) sowie die Lumbosakrale Meningomyelozele (= Form der Spina bifida aperta) (Kjaer *et al.*, 1998; Kjaer *et al.*, 1999), beeinträchtigt.

Ferner wurde die Morphologie der Sella Turcica Brücke als distinktives Erkennungsmerkmal einer Anomalie bei Syndromen, aber auch bei ausgeprägten skelettalen

und dentalen Dysgnathien, untersucht (Koshino *et al.*, 1989; Leonardi *et al.*, 2006; Meyer-Marcotty *et al.*, 2008). Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke wurde bei anatomischen und radiologischen Untersuchungen in der Normpopulation mit einer Häufigkeit von 1,75% bis 6,0% angegeben (Busch, 1951; Müller, 1952; Platzer, 1957). Platzer (1957) inspizierte bei einer direkten Autopsie von 200 Individuen bei 5,9% der Untersuchten eine verknöcherte Sella Turcica Brücke. Vermehrtes Auftreten einer Sella Turcica Brücke wurde ebenfalls als radiologisches Erkennungsmerkmal bei Erkrankungen wie dem basalen Zellkernkarzinom (Gorlin Goltz-Syndrom) und dem Rieger-Syndrom nachgewiesen (McLachlan *et al.*, 1970; Gorlin *et al.*, 1976; Koshino *et al.*, 1989). Damit konnte gezeigt werden, dass sowohl differenzierte Morphologien der Sella Turcica als auch eine diagnostizierte „Sella Turcica Brücke“ in Zusammenhang mit anderen Symptomen für einen Syndrom-Komplex stehen können. Meyer-Marcotty *et al.* (2008) analysierte in einer Studie Patienten, die durch eine genetisch uniforme PITX2-Mutation am Axenfeld-Rieger-Syndrom erkrankten. Alle Patienten wiesen Anomalien der Sella Turcica Form und Struktur in Assoziation mit einer Sella Turcica Brücke auf. Der Autor folgerte daraus, dass die Art der Anomalien und außergewöhnlichen Morphologien der Sella Turcica sich primär als hilfreiches Diagnosemittel für Patienten mit Axenfeld-Rieger-Syndrom erweisen könnte (Meyer-Marcotty *et al.*, 2008).

In einigen Studien wurde ein multiples Auftreten einer Sella Turcica Brücke bei Patienten mit kraniofazialen Fehlbildungen und ausgeprägten skelettalen Dysgnathieformen analysiert (Becktor *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2005). Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke lag hier mit einem Wert von 18,6% deutlich höher als der in der Gesamtbevölkerung beschriebene Durchschnittswert von 1,75% bis 6%. Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke lag bei 16,7% der Patienten, die kombiniert kieferchirurgisch-kieferorthopädisch therapiert wurden und bei 7,3% der Patienten die kieferorthopädisch therapiert wurden (Becktor *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2005). Prozentual zeigten sich etwas höher gemessene Werte einer Sella Turcica Brücke bei Patienten mit skelettaler Klasse III Dysgnathie, als bei Patienten mit skelettaler Klasse I, II Diskrepanz (Abdel-Kader, 2007). Auch der metrisch analysierte Durchmesser der Sella Turcica wies bei Patienten der skelettalen Klasse III höhere Werte auf (Alkofide, 2007).

1.2 Die skelettale Klasse III Dysgnathie

1.2.1 Definition

Nach ersten Versuchen von *Kneisel* (1836) und *Carabelli* (1842) begannen *Welcker* (1962) und *Angle* (1899) die Bissunregelmäßigkeiten in bestimmte Klassen einzuteilen (Kahl-Nieke, 2001). *Angles* (1899) Klassifizierungsprinzip basiert darauf, dass der Oberkiefer in sagittaler Richtung nicht zu beeinflussen und der obere Sechsjahrmolar immer korrekt positioniert ist. Ausgehend vom Dogma der Molarenkonstanz (16, 26) gruppierte *Angle* (1899) die Gebissanomalie in drei Klassen. Grundlage dieser Klassifizierung bildete somit die Okklusion der Sechsjahrmolaren, die damals mit der Bisslage gleichgesetzt wurde (Kahl-Nieke, 2001; Nötzel und Schultz, 2001). *Angles* Klasseneinteilung entspricht der Einteilung nach *Körbitz* (1909), welcher ebenfalls von Neutral-, Distal- und Mesialbiss sprach und nach *A.M. Schwarz* (1936), der die Synonyme Regel-, Rück- und Vorbiss verwendete (Nötzel und Schultz, 2001).

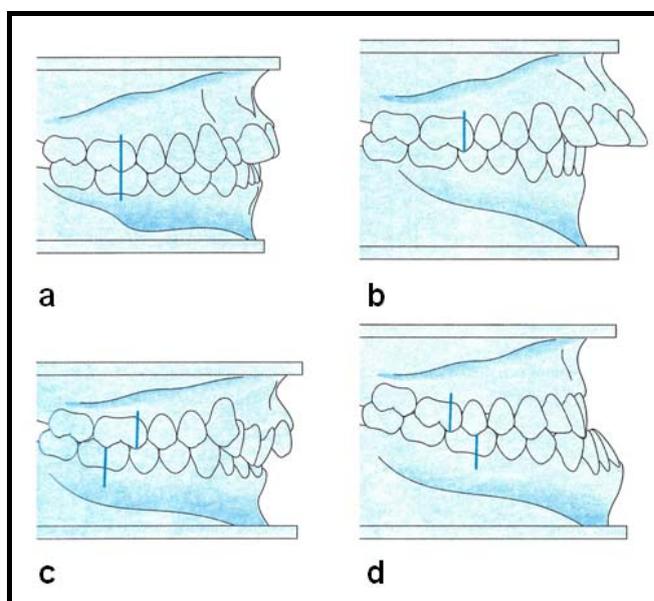


Abb. 1.10. Graphische Darstellung der Angle-Klassen. (Aus: Kahl-Nieke, 2001): **a)** Angle Klasse I = Neutralbisslage; **b)** Angle Klasse II/ 1 = Distalbisslage mit Anteinklination der OK-Front; **c)** Angle Klasse II/ 2 = Distalbisslage mit Retroinklination der OK-Front; **d)** Angle Klasse III = Mesialbisslage

Die Einteilung wurde nach Beurteilung der Okklusionsverhältnisse vorgenommen, so dass diese lediglich die dentoalveolären Abweichungen definiert, nicht aber die vorherrschenden skelettalen Verhältnisse. Das Okklusionsbild kann sich durch

Mesialstände oder physiologische Distalstände der Zähne ergeben. Erst durch gedankliche Rekonstruktion der ursprünglichen Position der Zähne oder mit Hilfe der Röntgenkephalometrie kann auf die Unterkieferlage geschlossen werden (Schopf, 1990).

Die Einteilung nach *Ballard* (1948) hingegen beschreibt die sagittale Beziehung der basalen Anteile des Ober- und Unterkiefers unabhängig von der dentalen Situation. Diese orientiert sich an den skelettalen Gegebenheiten. Klasse I nach *Ballard* steht für eine neutrale Position der Kiefer zueinander. Im Gegensatz dazu besteht bei Klasse II eine distale Lagebeziehung der Kieferbasen. Klasse III wird definiert als ein nach vorn verlagerter Unterkiefer oder ein zu posterior stehender Oberkiefer, jeweils im Hinblick auf den Gegenkiefer. Die Bestimmung erfolgt durch die kephalometrische Analyse (Patti, 2007).

1.2.2 Anomalien der Klasse III

Kennzeichnendes Symptom der Klasse III ist ein umgekehrter Frontzahnüberbiss (umgekehrte sagittale Frontzahnstufe). Abbildung 1.11 beschreibt eine progene Verzahnung, also einen frontalen Kreuzbiss (Schopf, 1990).

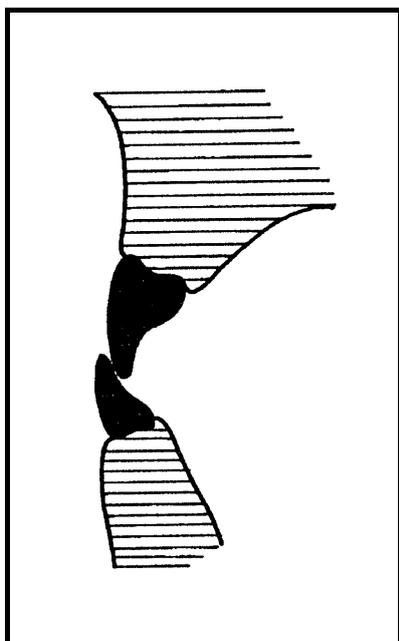


Abb. 1.11. Graphische Darstellung des kennzeichnenden Symptoms einer Klasse III Anomalie. Umgekehrte Frontzahnstufe (frontaler Kreuzbiss) (Aus: Schopf, 1990)

Der untere Frontzahnvorbiss ist ein Leitsymptom, das sehr unterschiedliche Fehlentwicklungen des Gebisses beinhaltet, die *Bimler* (1964) im „**progenen Formenkreis**“ zusammengefasst hat. Dieser Sammelbegriff charakterisiert nur die intermaxillären Beziehungen der Schneidezahnstellung im Schlussbiss ohne Aussage in Bezug auf Therapie und Prognose. Seit *Korkhaus* (1939) wird von vier klinischen Formen gesprochen (Nötzel und Schultz, 2001). Differenziert wird zwischen **frontalem Kreuzbiss**, **progenem Zwangsbiss**, der **unechten Progenie (Pseudoprogenie)** und der **echten Progenie** (Abbildung 1.12) (Graber und Vanarsdall, 1999; Kahl-Nieke, 2001; Klink-Heckmann, 1990; Nötzel und Schultz, 2001; Schmuth und Vardimon, 1994; Weise, 1992). Häufig treten auch Mischformen auf, und eine progene Erscheinungsform kann im Laufe ihrer Entwicklung jede der vier genannten Formen durchlaufen (Weise, 1992). Anstelle des Begriffs „**Progenie**“, der übersetzt lediglich „vorstehendes Kinn“ bedeutet und vom Göttinger Psychiater *Meyer* (1868) verwendet wurde, wird aktuell die Bezeichnung Klasse III Anomalie benutzt. Sie beinhaltet den Symptomkomplex der unterschiedlichen Formen und kann dentoalveoläre und/ oder skelettale Klasse III bedeuten (Kahl-Nieke, 2001). Wichtig ist hierbei zu unterscheiden, ob die Abweichungen alveolärer oder skelettaler Natur sind, d.h. ob die jeweilige progene Erscheinungsform als Ausdruck einer Fehlstellung von Zähnen oder als Ausdruck einer Lage- bzw. Formabweichung der Kiefer anzusehen ist (Weise, 1992).

Eine differenzierte Gliederung ist unter der Verwendung der Nomenklaturvorschläge nach *Reichenbach* (1956/ 1971) möglich, indem Anomalien der Maxilla mit dem Begriff „-gnathie“, Anomalien der Mandibula hingegen mit dem Begriff „-genie“ bezeichnet werden, denen zur Beschreibung von Lageabweichungen die Silben „pro-“ (nach ventral) und „retro-“ (nach dorsal) vorangestellt werden. Größenabweichungen lassen sich durch die Vorsilben „makro-“ (zu großer Kiefer) und „mikro-“ (zu kleiner Kiefer) kennzeichnen. Auf diese Weise ergibt sich eine morphologische Einteilung in sieben Formen: Frontaler Kreuzbiss, Progener Zwangsbiss, Pseudoprogenie, Progenie, Makrogenie, Progenie mit Mikrognathie und Makrogenie mit Mikrognathie (Schopf, 1990). Wichtig ist die Differenzierung der verschiedenen Formen der Klasse III Anomalie, da einige von ihnen in frühen Entwicklungsstadien erfolgreich mit funktionskieferorthopädischen Mitteln zu be-

handeln sind, andere dagegen nur chirurgisch korrigiert werden können (Rakosi, 1984).

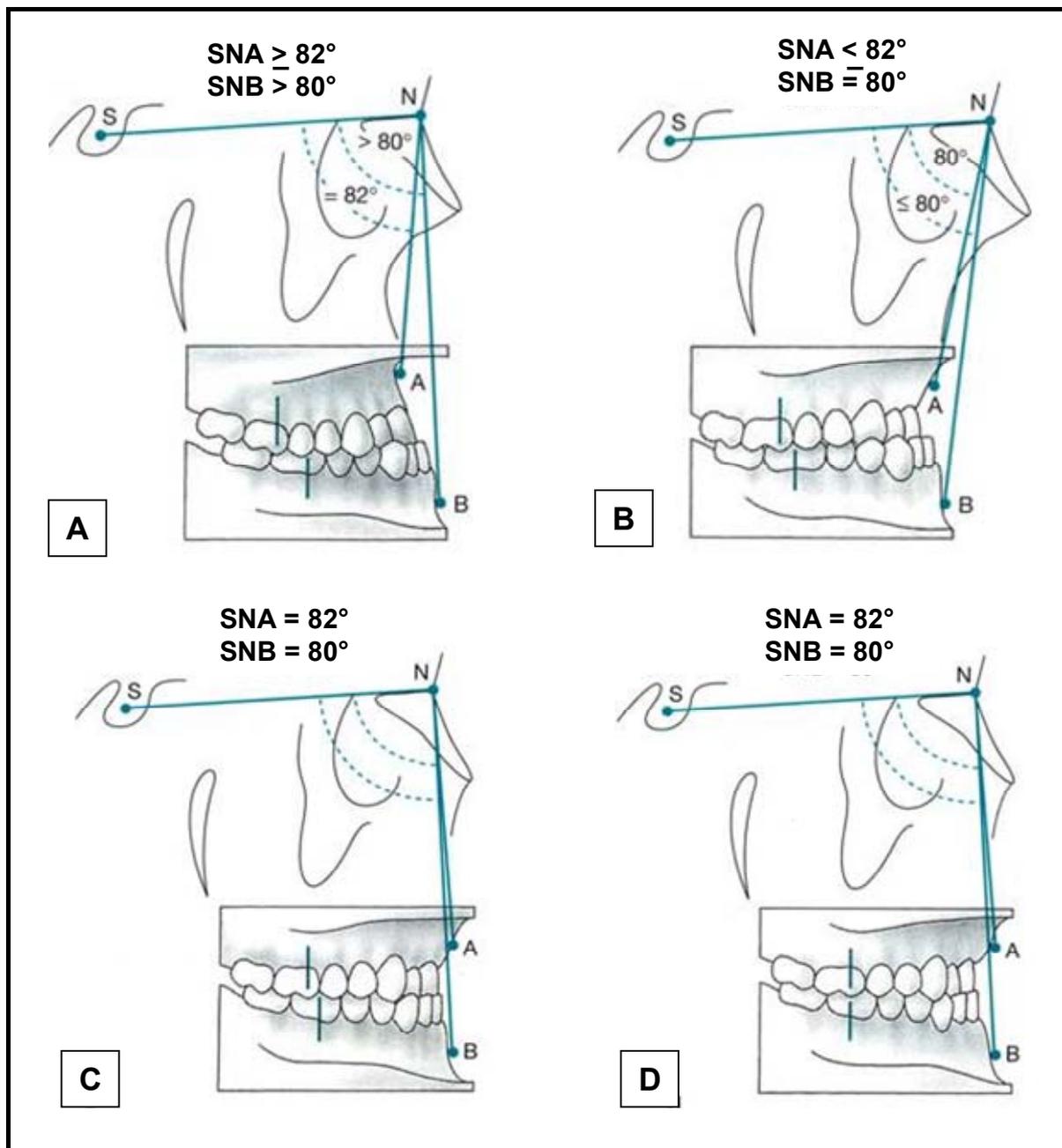


Abb. 1.12. Progene Erscheinungsformen. (Aus: Kahl-Nieke, 2001): **A)** echte Progenie mit durchschnittlichem SNA-Winkel und vergrößertem SNB-Winkel im Fernröntgenseitenbild; **B)** Pseudoprogenie mit verkleinertem SNA-Winkel und durchschnittlichem SNB-Winkel; **C)** progener Zwangsbiss ohne skelettale Abwegigkeit; **D)** umgekehrter Frontzahnüberbiss ohne vergrößerte bzw. verkleinerte SNA/ SNB-Winkel

1.2.3 Ätiologie

Zur Entstehung einer Klasse III Anomalie werden in der Literatur unterschiedliche Ursachen angegeben. Die Ätiologie einer dental-alveolären Mesialbisslage muss von der für die skelettale Klasse III Anomalie unterschieden werden. Grundsätzlich werden endogene und exogene Faktoren für die Dysgnathie verantwortlich gemacht (Rakosi, 1984).

„Nach umfangreichen Sippenuntersuchungen, unter kritischer Wertung der Mikrosymptome, werden Polygenie und in geringerem Umfang Umweltfaktoren als Erbgangshypothese angenommen“ (Diedrich, 2000). Im Rahmen eines multifaktoriellen genetischen Systems (MFGS) bilden polygene und exogene Faktoren eine Funktionsgemeinschaft, in der die exogenen Faktoren die genetisch determinierte Anlage gewissermaßen „über eine Schwelle in das Terrain ihrer spezifischen Wirksamkeit heben“ (Diedrich, 2000). Ohne genetische Basis sind exogene Faktoren extrem selten in der Lage, das Merkmal zu realisieren (Diedrich, 2000). Klasse III Anomalien sind somit genetisch bedingt, die endogenen Entwicklungsmuster sind dysplastisch und die Progressivität der Anomalie ist autonom (Rakosi, 1984). (ausführliche Ätiologieerläuterung der unterschiedlichen progenen Erscheinungsformen → siehe Anhang 9.1)

1.2.4 Epidemiologie und Pathogenese

Über die Häufigkeit von Klasse III-Fehlbildungen in der Bevölkerung gibt es sehr unterschiedliche Veröffentlichungen. Die bereits von *Angle* in seiner Studie von 1907 angegebene Inzidenz von 4,2% (Angle, 1907) stellt der Mehrzahl der einschlägigen Untersuchungen zufolge die Obergrenze für das Auftreten einer Klasse III-Fehlbildung bei kaukasischer Populationen dar (Van Vuuren, 1991).

In der Gesamtbevölkerung ist die Klasse III Anomalie mit einer Häufigkeit von 1-3% relativ niedrig im Vergleich zur Häufigkeit der Klasse II Anomalie (Rakosi, 1984). *Tammoscheit* (1971) verglich in einer Studie, die morphologisch konträre Angle Klasse III in Beziehung zur Angle Klasse II und Angle Klasse I. Die für additive Polygenie typische Gauß-Verteilungskurve veranschaulicht die komplementären Modelle (Diedrich, 2000).

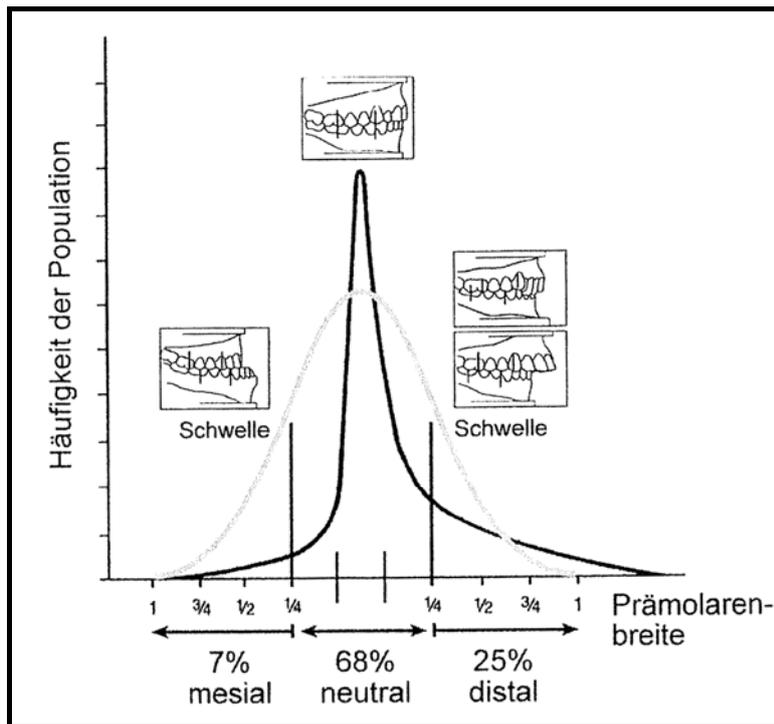


Abb. 1.13. Graphische Darstellung einer Gauß-Normalverteilung. Bei Annahme der Angle Klasse II (distal) und III (mesial) als ätiologisch komplementäre Formen und mittlerer Einordnung der am häufigsten vorkommenden Angle Klasse I (neutral). (Aus: Diedrich, 2000; Tammoscheit, 1971).

Klasse III Anomalien können von altersbedingten und geographischen Besonderheiten abhängig sein. Geographische Besonderheiten zeigten zum Beispiel, dass in isolierten Tälern, in denen Inzest vorkam, eine hohe Anzahl von Progenien beobachtet wurden, oft bis zu 40% aller Anomalien (Rakosi, 1984).

Nach Mills (1966) liegt bei etwa 5% der nordamerikanischen Bevölkerung eine Fehlbildung der Angle Klasse III vor. In einigen Ländern Asiens ist diese Form der Fehlbildung besonders häufig anzutreffen, deshalb sind ein bedeutender Teil aller orthodontischen und kieferorthopädischen Behandlungen in Ländern wie Japan und Korea die Therapie von Fehlbildungen der Angle Klasse III (Graber und Vanarsdall, 1999).

Altersbedingte Klasse III Anomalien ist z.B. die Neugeborenenprogenie. Sie entsteht im zweiten intrauterinen Monat und verschwindet meistens nach dem fünften intrauterinen Monat. In seltenen Einzelfällen kann diese auch postnatal persistieren (Rakosi, 1984). Die eigentliche, altersbedingte Besonderheit ist die Zunahme der Klasse III Anomalie zwischen dem zweiten und sechsten Lebensjahr (Rakosi, 1984). Die dentale und skelettale Angle Klasse III Symptomatik bildet und festigt sich zum Zeitpunkt der Milchgebissentwicklung oder zur Zeit des Zahnwechsels (Diedrich,

2000; Graber und Vanarsdall, 1999; Miethke, 1978). Vor dem sechsten Lebensjahr kann man eine Häufigkeitszunahme der Anomalie beobachten, besonders im abradierten Gebiss bei Vorverlagerung des Unterkiefers (Rakosi, 1984). Im Milchgebiss wird die Häufigkeit mit circa 4% angegeben, wobei die progressive Entwicklung zwischen dem vierten Lebensjahr mit 1,06% und dem sechsten Lebensjahr mit 4,36% zu verzeichnen ist. Selbstaussheilungstendenzen sind dabei kaum zu erwarten (Diedrich, 2000; Miethke, 1978). *Rakosi* (1984) berichtet, dass unmittelbar vor dem Schneidezahnwechsel bei einer Gruppe von 200 Kindern in 18% der Anomalien eine dentale Beziehung zur Klasse III beobachtet wurde. In der ersten Phase des Wechselgebisses verringerte sich diese Zahl auf 3%. Ein Drittel dieser Fälle entwickelte sich später zu ausgeprägten Klasse III Dysgnathien, die oft nur in Kombination mit kieferchirurgischen Eingriffen korrigiert werden konnten. Schon die positiv einwirkenden Einflüsse einer konservativ kieferorthopädischen Behandlung mit einem geeigneten funktionellen Übungsgerät (Fränkel, 1992), könnten das Wachstum des Unterkiefers hemmen, so dass lediglich die polygenetisch determinierte minimale Grenze erreicht wäre. Aus ätiopathogenetischer Sicht, wäre deshalb eine medizinische Indikation zur Frühbehandlung definitiv gegeben (Diedrich, 2000).

1.2.5 Diagnostik

1.2.5.1 Allgemeine Diagnostik

Die allgemeine Diagnostik besteht aus der Anamneseerhebung, klinischen Untersuchung, Funktionsanalyse und der Röntgenuntersuchung des Patienten. Anschließend folgen Photostat-, Modell- und Fernröntgenanalyse (Rakosi, 1984; Schopf, 1990). Bei der Entstehung von progeneren Formen könnten Erbfaktoren eine Rolle spielen, deshalb sollte im Rahmen der anamnestischen Erhebung das Vorhandensein von Progenien, Lippen-Kiefer-Gaumenspalten und Aplasien in der Familie erfragt werden (Graber und Vanarsdall, 1999; Schopf, 1990). Ferner deutet das Auftreten einer Progenie bereits im Milchgebiss auf eine prognostisch ungünstige Entwicklung hin (Schopf, 1990).

Die allgemeine klinische Untersuchung beinhaltet die Beurteilung der Konstitution, die Untersuchung der Schädel- und Gesichtsform, die Beurteilung des biologischen Alters und des Wachstumspotentials des Patienten (Rakosi, 1984; Van der Linden, 1988). Wesentlich für die Vorhersage der zukünftigen Dysplasie ist die Analyse der Schädel- und Gesichtsform. Der Schädel kann dolicho-, brachy- oder mesozephal sein, das Gesicht lepto-, eury- oder mesoprosop. Die differenzierten Schädel- und Gesichtsformen sind mit einem bestimmten Wachstumsmuster gekoppelt und erfordern unterschiedliche Indikationen bei der Therapie (Rakosi, 1984). Zur Beurteilung des Alters und des Wachstumspotentials des Patienten sollte nicht nur das chronologische und dentale, sondern auch das biologische Alter berücksichtigt werden. Letzteres hängt vom Reifezustand der Knochenstruktur und der Progression der Pubertät ab. Die präpubertären und pubertären Wachstumsschübe des Patienten sind ebenfalls zu berücksichtigen. Meist stellt das Wachstumspotential hohe Ansprüche an die Retention von Klasse III Anomalien. Die Bestimmung des biologischen Alters hilft bei der Beurteilung, in wie weit die Wachstumsphase des Patienten abgeschlossen ist. Sollte der Patient skelettal jünger sein als chronologisch, muss mit einer hohen Wachstumsrate gerechnet werden und ein chirurgischer Eingriff wäre noch nicht indiziert. Ist der Patient skelettal älter, wären die noch zu erwartenden Wachstumsraten gering und man könnte operativ therapieren (Rakosi, 1984). Zur Diagnostik des skelettalen Alters kann eine Röntgenaufnahme des Handskeletts (Handröntgenaufnahme) erstellt werden (Kahl-Nieke, 2001; Van der Linden, 1988; Schmuth und Vardimon, 1994). Speziell die klinische Untersuchung basiert auf der Analyse der Weichteile und der Befunderhebung des Patientengebisses. Form und Konfiguration von Nase und Stirn in Beziehung zu den Proportionen des Untergesichts sind für die ästhetische Prognose von Bedeutung. Das Weichteilkinn kann, in Abhängigkeit von seiner Größe und Dicke, die Profil-Beziehungen der Klasse III Anomalie kompensieren oder verstärken (Rakosi, 1984). Die Auswertung der Profilphotographie nach *A.M. Schwarz* gibt Auskunft über deutliche Abweichungen eines unterentwickelten Mittelgesichts (Mikrognathie) oder einer verstärkten Kinnprominenz (Progenie/Makrogenie) (Schopf, 1990; Van der Linden, 1988). Aplasien im Oberkiefer zeigen sich häufig während der Untersuchung des Gebisses. Bei der Beurteilung der Achsenstellung der Zähne häufen sich Unregelmäßigkeiten: Labialkipfung der

oberen und Lingualkippung der unteren Schneidezähne mit einer Konkavität der lingualen Flächen des Unterkiefers. Okklusale Molarenbeziehungen sind meist Klasse III Beziehungen. Die zwangsbissführenden Zähne (Inzisivi/ Milcheckzähne) weisen häufig Schliffacetten auf und beim Zubeißen wird eine „Bissluxation“ sichtbar. Ebenso können gingivale Schäden mit Retraktionen (→ Rezession) oft bei Klasse III Anomalien im frühen Wechselgebiss diagnostiziert werden (Rakosi, 1984). Im Rahmen der klinischen Untersuchung sollte ebenfalls darauf geachtet werden, ob der Patient eine auffällig große Zunge (Makroglossie) hat (Schopf, 1990). Dyskinesien der Zunge, wie auch die Zungenlage müssen in jedem Alter berücksichtigt werden. Die häufigsten Dyskinesien bei der Klasse III Anomalie sind inkompetenter Lippenschluss, nach vorn verlagerte Zunge mit Pressen oder Beißen und ein viszerales Schluckmuster (Rakosi, 1984). Außerdem besteht eine in Relation zur Oberlippe vorverlagerte Unterlippe, im Sinne einer positiven Lippentreppe nach *Korkhaus* (Kahl-Nieke, 2001). Eine wichtige Untersuchung ist die Funktionsanalyse, insbesondere die Erfassung der Beziehung: Ruhelage zu Schlussbissstellung. Der Unterkiefer kann aus seiner posterioren Lage in eine anteriore okklusale Position gleiten. Derartige Zwangsbissfälle können weniger umfangreich therapiert werden, hingegen sind anteriore Ruhelagen mit erhöhtem Aufwand zu behandeln (Rakosi, 1984). Für jede kieferorthopädische Erstberatung mit Behandlungsabsicht sollte eine Röntgenübersichtsaufnahme (Orthopantomogramm: OPG) zur Beurteilung des Zahnstatus, der Parodontien und der Knochenstruktur angefertigt werden (Kahl-Nieke, 2001). Frühzeitiger Milchzahnverlust und eine weite Keimlage im retro-molaren Feld und Prämolarenbereich deuten auf ein exzessives Unterkieferwachstum hin (Schopf, 1990). Für die Modellanalyse lassen die Kieferabgüsse nur eine grobe Orientierung über die Achsenstellung der Front, die Kieferlagebeziehungen (Bisslage), sowie die Größe der apikalen Basis zu. Die neutrale Okklusion der 1. Molaren im frühen Wechselgebiss kann auf eine progene Entwicklung hindeuten (Schopf, 1990). Um die vorliegende Gebissanomalie in Bezug zu Schädelaufbau und Gesichtswachstum zu beurteilen, ist je nach Ausprägungsgrad der Anomalie, Alter des Patienten sowie Art und Umfang der geplanten Therapie die Aufnahme eines Fernröntgenseitenbildes angezeigt (Kahl-Nieke, 2001).

1.2.5.2 Kephalemtrische Befunde der Klasse III Anomalie

Auf dem Fernröntgenseitenbild wird die Dentition von Ober- und Unterkiefer, das Weichteilprofil und das Kieferskelett dargestellt und ermöglicht die exakte Beurteilung der Position und Achsenstellung der Schneidezähne und der Bisslage (= Lage des Unterkiefers zum Oberkiefer). Mit Hilfe der Fernröntgenseitenanalyse können das Wachstumsmuster bzw. der Gesichtsschädelaufbau, die skelettale Klasse, die Neigung der Schneidezähne zur Kiefer- und Schädelbasis, die Metrik von Unter-, Oberkiefer und Ramus ascendens, sowie das Weichgewebeprofil beurteilt werden (Abbildung 1.14). Werden zwei oder mehrere in einem zeitlichen Abstand voneinander erstellte Fernröntgenaufnahmen eines Patienten überlagert, kann eine Aussage über das erfolgte Wachstum des Patienten getroffen werden (Nötzel und Schultz, 2001). Die Lokalisierung der vorherrschenden Anomalie ist ebenso möglich, wie eine ätiologische und eine prognostische Beurteilung (Rakosi, 1988).

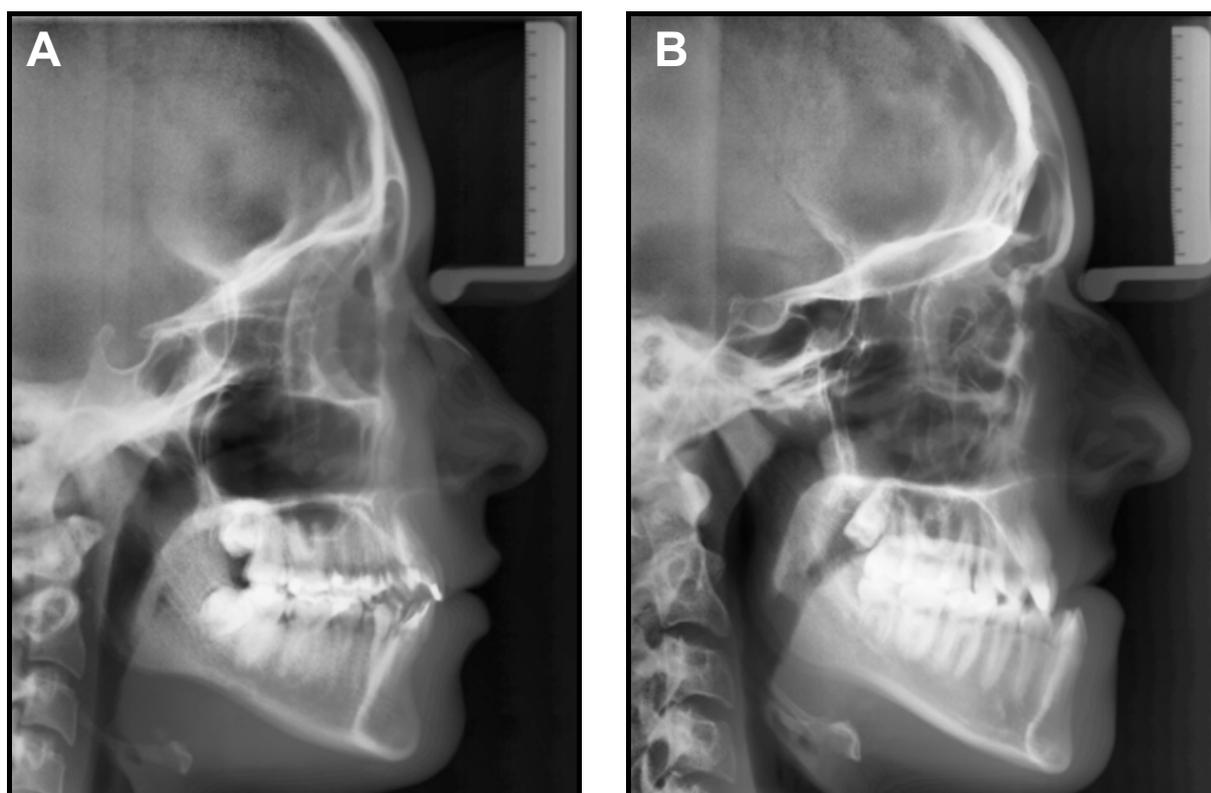


Abb. 1.14. Darstellung der Fernröntgenseitenaufnahmen. (A) Patient R.O., skelettale Klasse I; (B) Patient S.S., skelettale Klasse III. (Orthopos DS Ceph®, Siemens, Erlangen, Deutschland)

Der Gesichtstyp der Klasse III Patienten unterscheidet sich wesentlich von Patienten mit Klasse I oder II Anomalien. Bei Klasse III Anomalien beginnt der prognathe Aufbau bereits im Bereich der Schädelbasis. Die skelettalen Klasse III Beziehungen kann man dabei nicht nur in einem Bereich lokalisieren (Rakosi, 1984).

Differentialdiagnostisch wichtige skelettale Veränderungen zeigen die Winkel SNA, SNB, ANB, SNPog und der WITS-Wert nach *Jacobsen* (1976). Außerdem gibt die vertikale Analyse des Gesichtsschädels, mit der Ermittlung des Sella- Gelenk- und Kieferwinkels, der Ober-/ Unterkieferneigung und des Interbasenwinkels Aufschluss über eine skelettale Klasse III Anomalie, sowie die linearen Messungen der Unterkieferbasis und des Ramus ascendens (aufsteigender Unterkieferast) (Rakosi, 1984; Schopf, 1990). Im Allgemeinen sind der Sella-Winkel (NSAr) und der Gelenkwinkel (SArGo) kleiner als die literarisch dokumentierten Durchschnittswerte, nach denen der Unterkiefer nach vorn verlagert wird. Der Kieferwinkel (ArGoMe) muss nicht zwingend bei jeder Klasse III Anomalie vergrößert sein. Lineare Messungen zeigen, dass Patienten mit Klasse III Anomalien eine vergrößerte und nach vorn verlagerte Unterkieferbasis aufweisen (Rakosi, 1984).

(ausführliche Erläuterung der kephalometrischen Befunde der unterschiedlichen progenen Erscheinungsformen und Therapieformen einer Klasse III Anomalie → siehe Anhang 9.2/ 9.3)

2. Fragestellung und Ziele

Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei Patienten mit einer ausgeprägten Dysgnathie wurde bislang noch nicht im Rahmen einer kontrollierten Studie untersucht. Es existieren keine Untersuchungen über die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei Patienten einer homogenen klassifizierten Gruppe, bezüglich des Alters, der ethnologischen Herkunft und der vorherrschenden skelettalen Klasse.

Ziel der vorliegenden Studie war es, die Morphologie der Sella Turcica und die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke in zwei definierten Patientengruppen, kaukasischer Abstammung, zu analysieren. Die Metrik der Sella Turcica wurde bestimmt und die ermittelten Daten wurden mit den literarisch veröffentlichten Richt-Standardwerten nach *Axelsson* (2004) verglichen. Die Unterteilung der Patientengruppen erfolgte in eine skelettale Klasse III Dysgnathiegruppe und eine skelettale Klasse I Kontrollgruppe, durch Analyse der kraniofazialen Gesichtsstrukturen anhand prätherapeutisch erstellter Fernröntgenseitenbilder.

Die Hypothesen dieser Studie lauteten:

Bei Patienten mit einer ausgeprägten skelettalen Klasse III Dysgnathie ist eine auffällige Morphologie und eine höhere Prävalenz von Sella Turcica Brücken nachzuweisen, als bei einer skelettalen Klasse I Kontrollgruppe.

Größe und Ausdehnung der Sella Turcica Strukturen bei Patienten mit skelettaler Klasse III Dysgnathie zeigen höhere Werte im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen Normwerten.

3. Patienten und Methoden

3.1 Patienten

3.1.1 Auswahl der Patienten

Die Studie basierte auf einer retrospektiven röntgenkephalometrischen Analyse von Fernröntgenseitenbildern (FRS) des Schädels von insgesamt 400 erwachsenen Patienten. Die multizentrischen Daten der Patienten stammten aus den Polikliniken für Kieferorthopädie der Universitäten Heidelberg mit 56 Patienten, Jena mit 40 Patienten, Köln mit 62 Patienten und Würzburg mit 242 Patienten.

Als Einschlusskriterien zählten:

1. Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung Erwachsene und am Ende ihres Wachstums (Alter \geq 17 Jahre).
2. Alle Patienten waren Kaukasier.

Zu den Ausschlusskriterien gehörten:

1. Patienten mit früheren Operationen des knöchernen Schädel- oder Gesichtsbereichs.
2. Patienten mit einer Lippen- Kiefer- Gaumen-Segelspalte (LKGS) oder mit einer syndromalen Erkrankung (kraniofaziales Syndrom).
3. Ein anamnestischer Hinweis der Patientenunterlagen auf traumatische Verletzungen im Frontzahnbereich oder an knöchernen Schädel- und Gesichtsstrukturen.

3.1.2 Gruppeneinteilung der Patienten

Systematisch wurden die Patienten in zwei Gruppen eingeteilt. In der ersten Gruppe befanden sich 250 Patienten mit skelettaler Klasse III Dysgnathie. In der zweiten Gruppe, die als Kontrollgruppe diente, waren 150 Patienten mit skelettaler Klasse I.

Die Kategorisierung der beiden unterschiedlichen skelettalen Patientengruppen basierte auf der Messung des ANB- Winkels und der Ermittlung des Wits- Wertes in der Fernröntgenseitenanalyse. Patienten die einen ANB-Winkel $< -1^\circ$ und einen Wits-Wert $< - 2\text{mm}$ vorwiesen, gehörten der skelettalen Klasse III Dysgnathie Gruppe an. Patienten mit einem ANB-Winkel von $0-4^\circ$ und einem Wits-Wert $\pm 1,5\text{ mm}$ wurden zur skelettalen Klasse I Gruppe gezählt. So entstanden zwei eindeutig skelettal klassifizierte Patientengruppen (Tabelle 3.1).

Tab. 3.1. Aufteilung der Patienten nach skelettaler Klasse und Geschlecht.

Geschlecht	Skelettale Klasse I	Skelettale Klasse III
Männer	56	118
Frauen	94	132
Summe	150	250

3.1.2.1 Skelettale Klasse III Patienten

Zur Patientengruppe I (skelettale Klasse III Dysgnathie) zählten insgesamt 250 erwachsene Patienten, davon 118 (47,2%) weiblichen und 132 (52,8%) männlichen Geschlechts. Das durchschnittliche Alter betrug 24,8 Jahre (Standardabweichung SD 8,6) (Abbildung: 3.1).

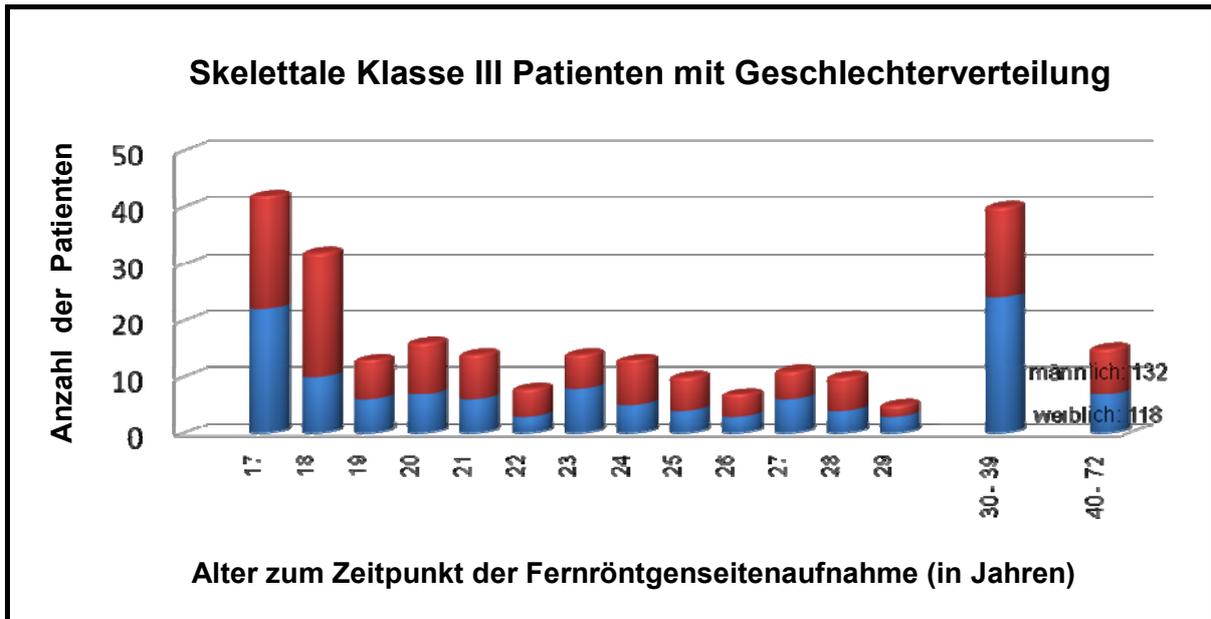


Abb. 3.1. Altersverteilung der skelettalen Klasse III Patienten mit Geschlechterverteilung.

3.1.2.2 Skelettale Klasse I Patienten

Patientengruppe II (skelettale Klasse I) diente als Kontrollgruppe. 150 erwachsene Patienten bildeten diese Gruppe, davon waren 94 (62,7%) Frauen und 56 (37,3%) Männer. Alle Patienten hatten ein Durchschnittsalter von 26,0 Jahren (Standardabweichung SD 7,4) (Abbildung: 3.2).

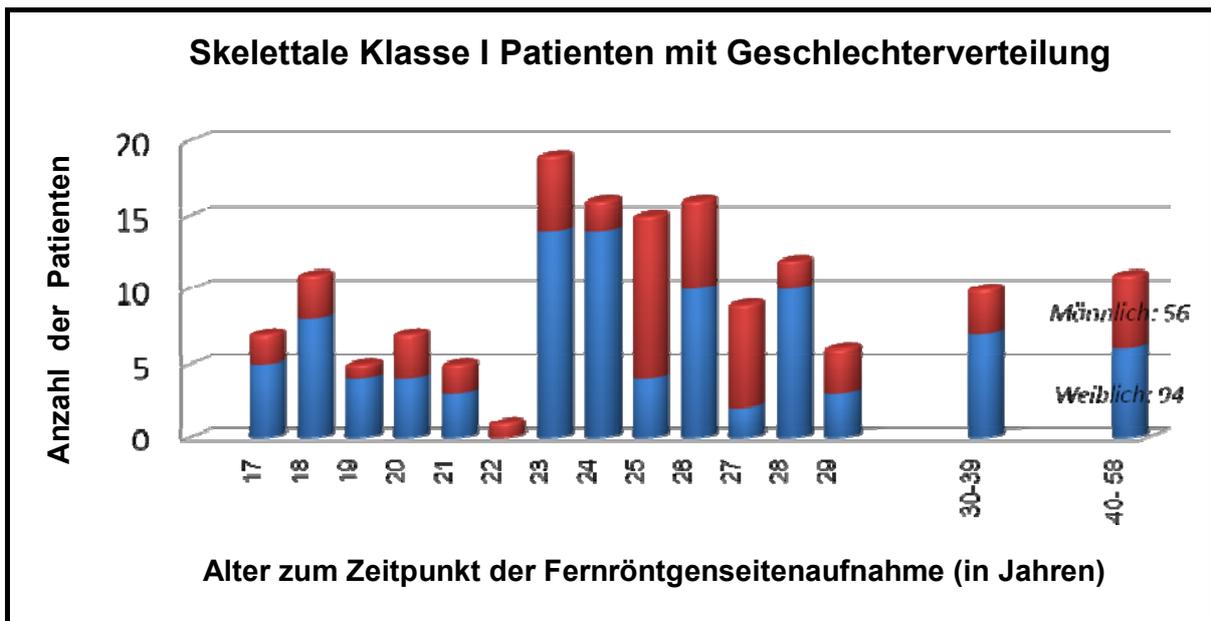


Abb. 3.2. Altersverteilung der skelettalen Klasse I Patienten mit Geschlechterverteilung.

3.2 Methoden

3.2.1 Aufnahmetechnik der Fernröntgenseitenbilder (FRS)

In allen vier Einrichtungen der Poliklinik für Kieferorthopädie der Universitätskliniken (Heidelberg, Jena, Köln und Würzburg) wurden die Röntgengeräte gemäß der Röntgenverordnung unter besonderer Berücksichtigung des Strahlenschutzes betrieben.

Von allen Patienten wurde prätherapeutisch im Rahmen der Aufnahmediagnostik eine Fernröntgenseitenaufnahme (FRS) des Gesichtsschädels angefertigt. Die Aufnahmen wurden in der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg mit demselben Gerät (Orthopos DS Ceph®, Siemens, Erlangen, Deutschland) nach standardisierter Technik und Methode aufgenommen.

Um den Schädelaufbau beurteilen zu können, erfolgte die Positionierung der Patienten unter Verwendung eines Kephalostaten in der Norma lateralis und die Mediansagittalebene des Patientenkopfes wurde parallel zur Filmebene und senkrecht zum Zentralstrahl ausgerichtet. Dabei verlief der zentrale Röntgenstrahl durch den Porus acusticus externus (den äußeren Gehörgang). Jeder Patient wurde aufgefordert, eine entspannte Körperhaltung und eine habituelle Schlussbisslage einzunehmen. Die Distanz zwischen Fokus und Film betrug 3,5 m, der Abstand Kopfmitte-Film 0,12 m und die Belichtungszeit zwei Sekunden.

Die Röntgenbilder lagen in konventioneller oder digitaler Form vor. Konventionelle Röntgenbilder wurden zuerst mit einem Durchlichtscanner (Modell Epson Perfection V70 pro) und mit Hilfe des Programms SIDEXIS, (Version 2.2; Siemens AG 1996) eingescannt und digitalisiert. Die Abspeicherung der einzelnen Bilddaten (Röntgenbilder) erfolgte im Standardformat JPEG 2000 auf CD/ Compact Disc (TDK; CD-R80).

Alle Bilddateien wurden zur weiteren Bildspeicherung und Bildbearbeitung in das (Kephalometrie) Softwareprogramm „FR-WIN 6.0“ (Computer Konkret AG, Falkenstein) an der Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Würzburg eingelesen. Dieses vereinigte Erfassung, Bearbeitung, Analyse, Import und Export sowie Archivierung der digitalen Röntgenbilder. Zunächst wurden die einzelnen Röntgenbilder von einem Untersucher herkunftsgemäß (Heidelberg, Jena, Köln, Würzburg) sortiert, alphabetisch und kalendarisch nach dem Röntgenaufnahme-

datum jedes Patienten geordnet und anschließend kalibriert. So wurde der aufnahmebedingte Vergrößerungsfaktor konstant gehalten. Die Röntgenbilder zeichneten sich durch eine hohe Bildqualität, eine kontrastreiche Darstellung der kraniofazialen Strukturen und der anatomischen Form und Beschaffenheit der Sella Turcica aus.

3.2.2 Röntgenkephalometrische Analyse der kraniofazialen Strukturen

Ausgewertet wurden die einzelnen digitalen Röntgenbilder von einem Untersucher in der Würzburger Poliklinik für Kieferorthopädie, nach der Analyse von *Rakosi* (1988). Die hier beschriebene kephalometrische digitale Analyse basierte auf 14 Messungen (10 anguläre/ 4 lineare), bezogen auf 20 Referenzpunkte (Abbildung 3.3) die sowohl im skelettalen als auch im dentoalveolären Bereich des Gesichtsschädels lagen.

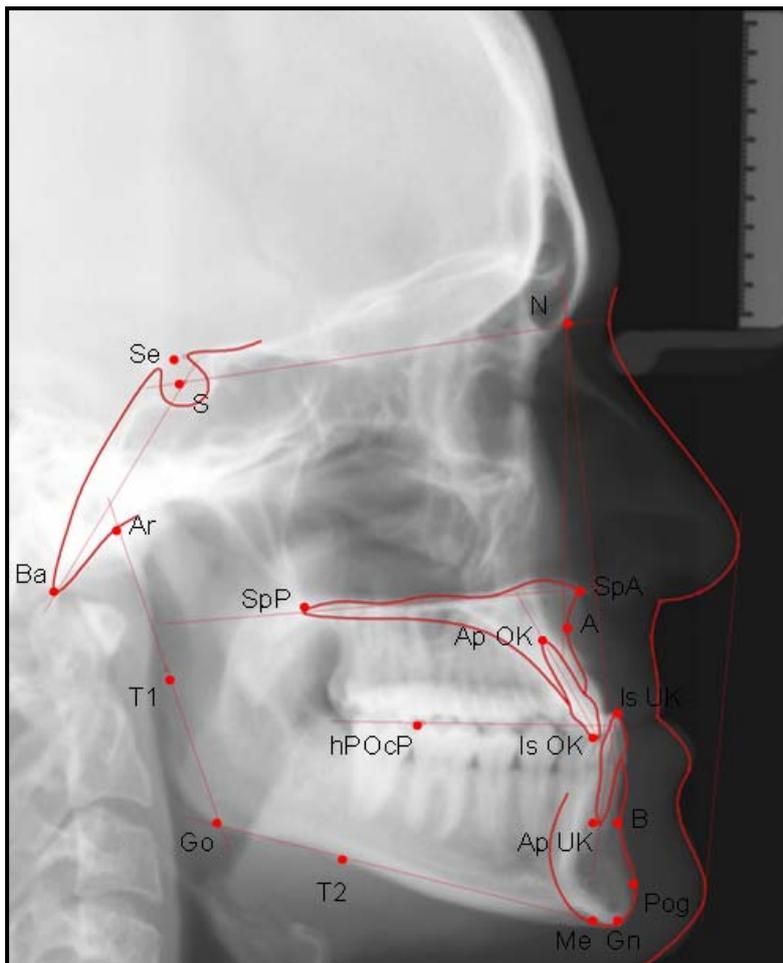


Abb. 3.3. Fernröntgenseitenaufnahme. (Patient L. S., skelettale Klasse III): Kephalmetrische Analyse nach *Rakosi* (1988); (Softwareprogramm „FR-WIN 6.0“; Computer Konkret AG, Falkenstein).

Die Metrikbestimmung der Oberkiefer-, Unterkiefer- und Ramus ascendens- Länge erfolgte nach der Methode von A. M. Schwarz (1958).

3.2.2.1 Referenzpunkte und Bezugslinien

Folgende Messpunkte (Tabelle 3.2; Abbildung 3.4) und Referenzlinien (Tabelle 3.3; Abbildung 3.5) wurden für die kephalometrische Analyse in der Würzburger Poliklinik für Kieferorthopädie in Anlehnung an *Rakosi* (1988) unter Bezug auf die Median-Sagittalebene berücksichtigt (ausführliche Erläuterung der Referenzpunkte und -linien nach *Rakosi* (1988) → siehe Anhang 9.4/ 9.5):

I Messpunkte

Zur Berechnung und Bemessung der einzelnen Winkel und Strecken wurden folgende Referenzpunkte verwendet (Tabelle 3.2; Abbildung 3.4):

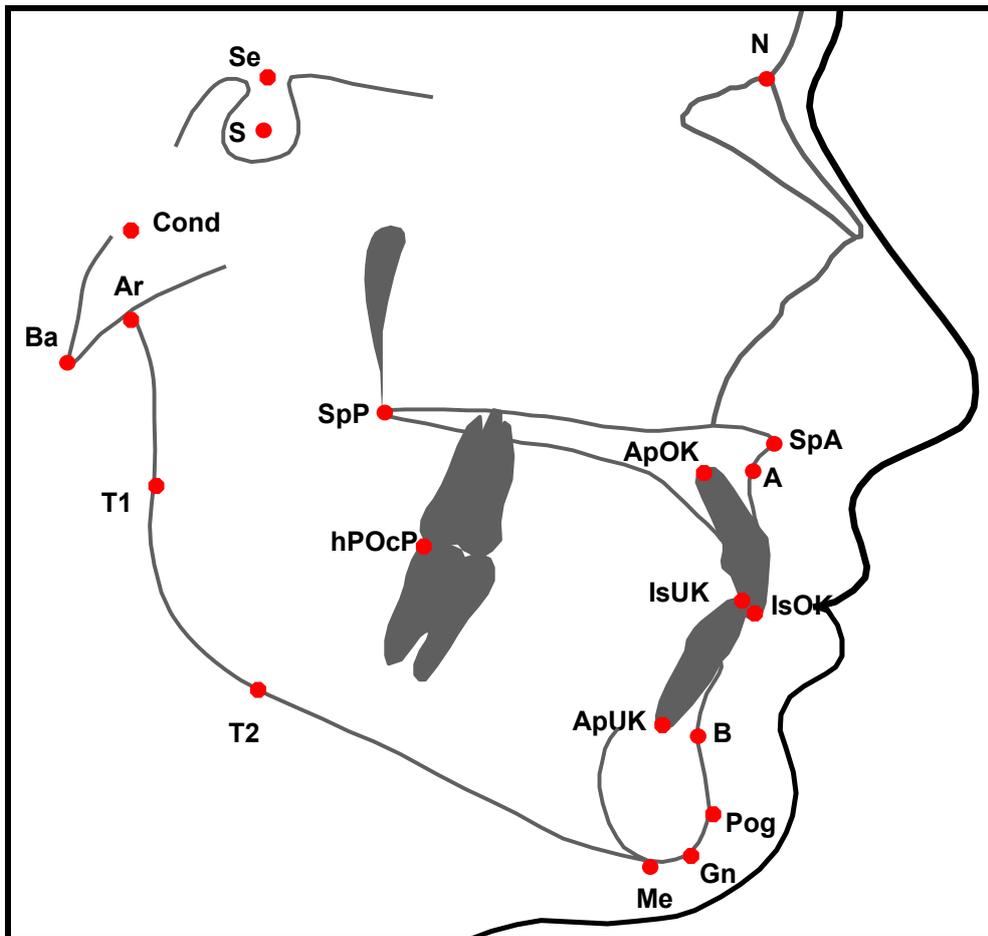


Abb. 3.4. Darstellung der verwendeten Referenzpunkte nach *Rakosi* (1988).

Tab. 3.2. Definition der verwendeten Referenzpunkte nach *Rakosi (1988)*.

Variable							
N	Nasion	S	Sella	Se	Mitte des Sella-Eingangs	Cond	Condylion
Ba	Basion	Ar	Artikulare	T1	Tangentenpunkt aufsteigender Ast	SpA	Spina nasalis anterior
Me	Menton	Gn	Gnathion	T2	Tangentenpunkt Unterkieferkörper	B	B-Punkt (Supramentale)
Ap UK	Apikale UK	Is UK	Inzision UK	Is OK	Inzision OK	A	A-Punkt (Subspinale)
Ap OK	Apikale OK	Pog	Pogonion	hPOcP	hinterer Bezugspunkt des Okklusalplanums	SpP	Spina nasalis posterior

II Messlinien

Folgende konstruierte Bezugslinien ergaben sich durch die Verbindung der einzelnen aufgezählten Referenzpunkte (Abbildung 3.5; Tabelle 3.3):

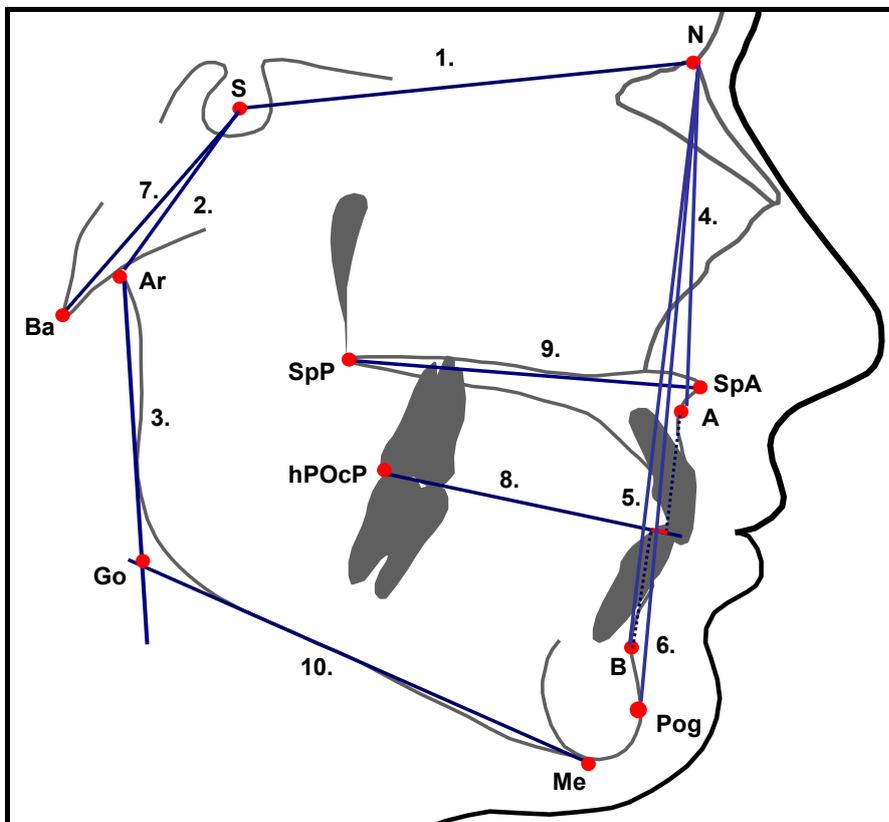


Abb. 3.5. Darstellung der verwendeten Bezugslinien.

1. NS/ NSL; 2. SA_r; 3. ArGo; 4. NA; 5. NB; 6. NPog; 7. SB_a; 8. OcP; 9. SpP/ NL; 10. MeGo/ ML.

Tab. 3.3. Definition der verwendeten Referenzlinien nach *Rakosi (1988)*.

Variable			
S-N	Nasion-Sella-Linie	N-Pog	Nasion-Pogonion-Linie
S-Ar	Sella-Articulare-Linie	S-Ba	Sella-Basion-Linie
Ar-Go	Ramus-Linie	Oc-P	Okklusale Ebene
N-A	Nasion-A-Punkt-Linie	Sp-P	Spinaplanum
N-B	Nasion-B-Punkt-Linie	Me-Go	Mandibularplanum

3.2.2.2 Winkel und Strecken

Mittels oben genannter Messpunkte und Referenzlinien wurden folgende
 anguläre [°] und lineare [mm] Messungen für die kephalometrische Analyse bestimmt
 (Abbildung 3.6) (ausführliche Erläuterung der Winkel/ Strecken → siehe Anhang 9.6).

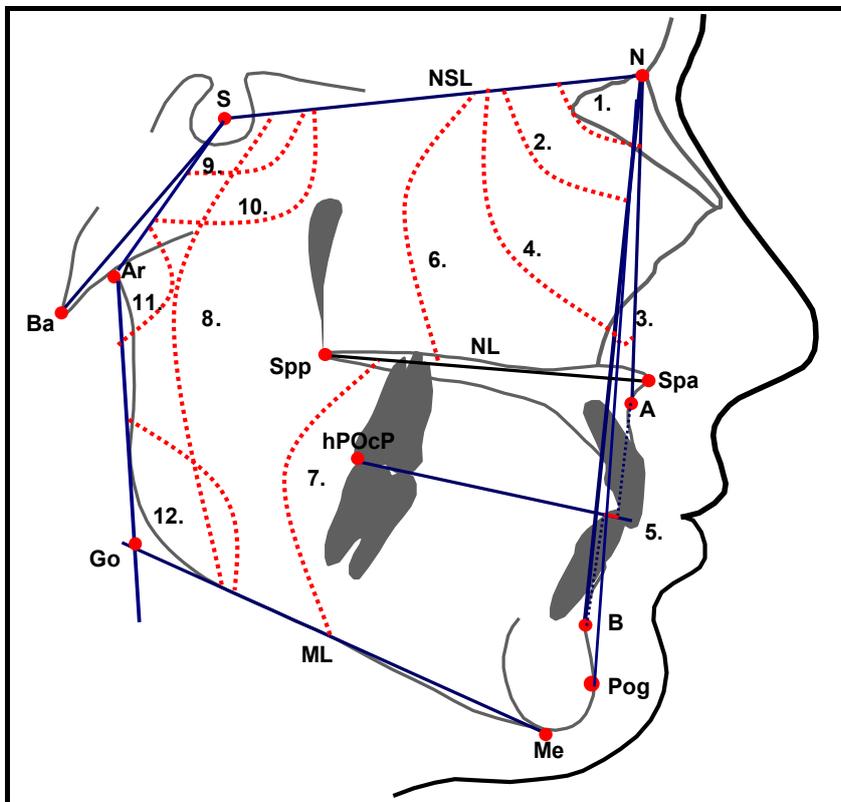


Abb. 3.6. Kephalemtrische Analyse nach *Rakosi (1988)*. 1. SNA (°); 2. SNB (°); 3. ANB (°); 4. SN-Pog (°); 5. Wits-Strecke (mm); 6. OK-Neigung: NL-NSL (°); 7. Interbasenwinkel: ML-NL (°); 8. UK-Neigung: ML-NSL (°); 9. NSBa (°); 10. NSAr (°); 11. SArGo (°); 12. ArGoMe (°).

a) Sagittale Analyse der Kieferbasen:

Für den Einbau der Kiefer in die Schädelbasis und um die Position des Oberkiefers und Unterkiefers zu bestimmen wurden der SNA-, SNB- und SN-Pog-Winkel analysiert (Tabelle 3.4):

Tab. 3.4. Definition der sagittalen angulären Messungen

Winkel [°]	
SNA	Winkel zwischen der Verbindungslinie NA und der vorderen Schädelbasis SN
SNB	Winkel zwischen der Verbindungslinie NB und der vorderen Schädelbasis SN
SN-Pog	Winkel zwischen der Verbindungslinie NPog und der vorderen Schädelbasis SN

b) Analyse der skelettalen Klasse:

Zur Einteilung der Patienten in die unterschiedlichen skelettalen Klassen (I und III) wurden der Wits-Wert nach *Jacobsen* (1976) und der ANB-Winkel bestimmt (Tabelle 3.5; Abbildung 3.7):

Tab. 3.5. Definition der Variablen für die Einteilung der skelettalen Klasse

Variable	
Wits-Wert [mm]	„Wits“ appraisal: Messung des Streckenabstandes (AO-BO) zwischen dem konstruierten Lot von A- und von B-Punkt auf die Okklusionslinie nach <i>Jacobsen</i> (1976)
ANB [°]	Differenz zwischen dem SNA- und dem SNB-Winkel

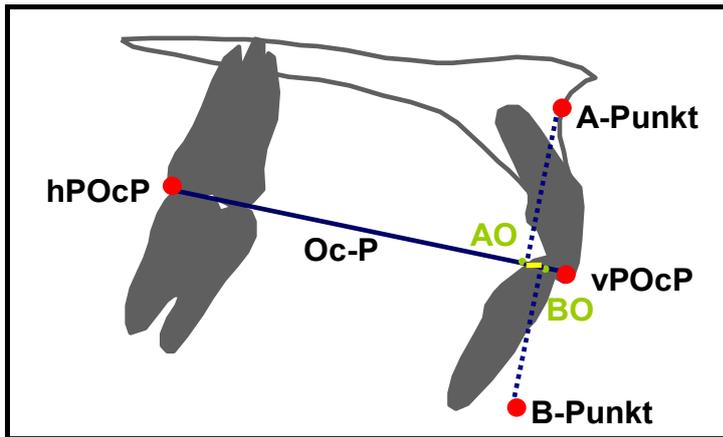


Abb. 3.7. Darstellung der Wits-Methode nach *Jacobsen* (1988).

c) Vertikale Analyse des Gesichtsschädelaufbaus:

Die vertikale Analyse des Gesichtsschädelaufbaus erfolgte durch die Messung der Oberkiefer- und Unterkieferneigung, die Ermittlung des Interbasen- und NSBa-Winkels und die Bestimmung der Messwerte des Kieferwinkels und des Summenwinkels nach *Björk* (1955) (Tabelle 3.6):

Tab. 3.6. Definition der vertikalen angulären Messungen

Winkel [°]	
NSBa	Nasion-Sella-Basion Winkel; Schädelbasiswinkel: Winkel zwischen der anterioren Schädelbasis (SN) und dem Punkt Basion (Ba)
SN-SpP	OK-Neigung; Inklinationswinkel: Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN) und der Oberkiefergrunde Ebene (SpP).
SN-MeGo	UK-Neigung: Winkel zwischen Unterkiefergrunde Ebene MeGo und vorderer Schädelbasis SN nach <i>Schudy</i> (1963).
SpP-MeGo	Interbasenwinkel; Basiswinkel: Winkel zwischen der Oberkiefergrunde Ebene (SpP) und der Unterkiefergrunde Ebene (MeGo).
ArGoMe	Kieferwinkel; Gonionwinkel: Winkel zwischen ArGo und GoMe
Summenwinkel	Summe des Sella-Gelenk- und Kieferwinkels nach <i>Björk</i> (1969)

d) Metrische Analyse der Kieferbasen:

Die Streckenmessungen der Ober- und Unterkieferbasen und des Ramus ascendens erfolgten nach der Methode von *A. M. Schwarz* (1958) (Tabelle 3.7; Abbildung 3.8), dabei wurden die Strecken im Verhältnis zur vorderen Schädelbasis beurteilt (Se-N + 3 mm = UK-Soll):

Tab. 3.7. Definition der Parameter für die metrische Analyse

Variable [mm]	
Länge der Unterkieferbasis	Bestimmung der Länge der Unterkieferbasis (UK-Ist) durch die Messung der Entfernung Gonion (Go) zu Pogonion (Pg“)
Länge der Oberkieferbasis	Bestimmung der Oberkieferbasislänge (OK-Ist) durch die gemessene Entfernung der Spina nasalis posterior (Spp) und den auf das Spinaplanum (SpP/ Oberkiefergrundebene) senkrecht projizierten A-Punkt (A“)
Länge des Ramus ascendens	Bestimmung der Länge des aufsteigenden Unterkieferastes durch die Streckenmessung Gonion (Go) zum Condylion (Co)

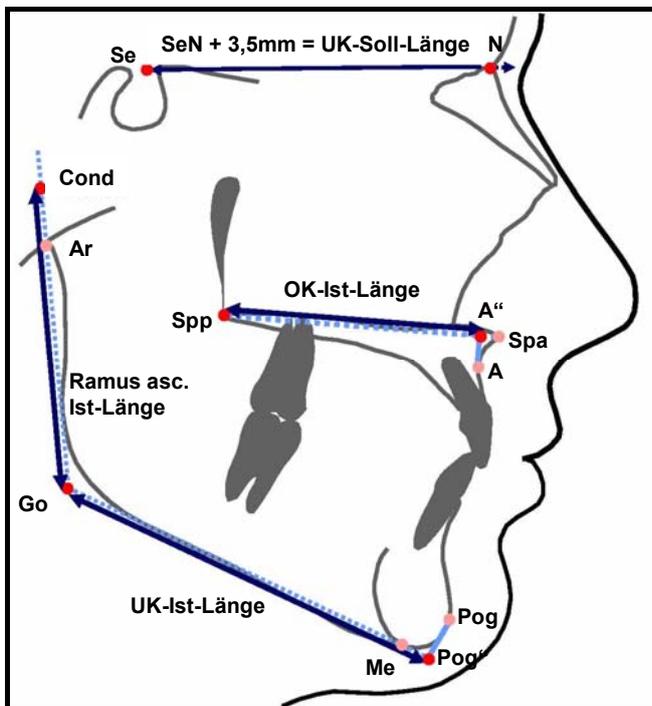


Abb. 3.8. Darstellung der metrischen Analyse der Kieferbasen und des Ramus ascendens nach *A.M. Schwarz* (1958).

3.2.3 Analyse der Sella Turcica

Für die Analyse der Fernröntgenseitenbilder lag in dieser Studie der Fokus auf die anatomische Struktur der Sella Turcica. Zunächst erfolgte eine Morphologieanalyse der Sella Turcica und anschließend die Einteilung der Sella Turcica Strukturen nach *Becktor et al.* (2000). Danach wurde die Metrik der Sella Turcica gemäß der Definition der Variablen nach *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966) gemessen.

3.2.3.1 Morphologie der Sella Turcica

Nach der Beschreibung von *Becktor et al.* (2000) wird die anatomische Morphologie der Sella Turcica in zwei unterschiedlichen Gruppen klassifiziert. Die Unterteilung zeigt Sella Turcica Strukturen ohne knöcherne Verbindung (kF = keine Fusion; keine Sella Turcica Brücke/ Bridging) und Sella Turcica Formen mit vollständiger Verknöcherung des anterioren und posterioren Processus (F = komplette knöcherne Fusion; Sella Turcica Brücke/ Bridging) (Abbildung 3.9). Die Sella Turcica Strukturen mit kompletter knöcherner Verbindung (= Sella Turcica Brücke/ Bridging) wurden ebenfalls in zwei unterschiedliche Kategorien eingeteilt:

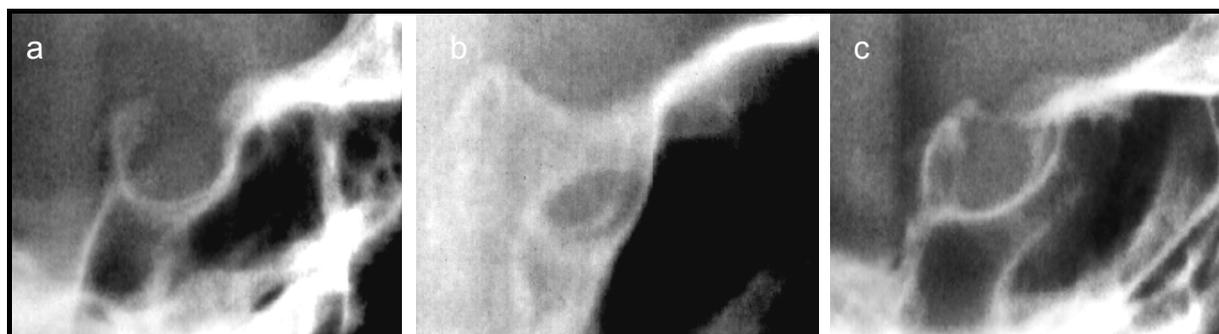


Abb. 3.9. Verschiedene Ausprägungsformen der Sella Turcica. Klassifikation nach *Becktor et al.* (2000): a) Keine Fusion (kF); Sella Turcica Brücke (F): b) Typ A: manifeste, bandartige Fusion; c) Typ B: Extension des anterioren und/oder posterioren Processus clinoideus mit Kontakt beider Processus.

1. Sella Turcica Brücke **Typ A:**

Manifeste, "bandartige" (engl.: "ribbon-like") Fusion der Processus clinoideus posterior und anterior.

2. Sella Turcica Brücke **Typ B:**

Extension des anterioren und/ oder posterioren Processus clinoideus mit Kontakt beider Processus. Beide Processus nähern sich entweder im anterioren Bereich der Sella Turcica Öffnung, im posterioren Teil oder sie fügen sich in der Mitte des Sellaeingangs als dünnere Fusion zusammen.

3.2.3.2 Metrik der Sella Turcica

In Übereinstimmung mit den Richtlinien von *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966) wurden die Berechnungen der Metrik der Sella Turcica durchgeführt. Alle einzelnen von *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966) definierten Messparameter wurden mit dem Softwareprogramm „FR-WIN 6.0“ (Computer Konkret AG, Falkenstein) analysiert. Hier war es nötig die Referenzpunkte auf digitalisierten Röntgenbildern manuell einzugeben.

Die digitale Analyse basierte auf fünf verschiedenen Messpunkten (Abbildung 3.10) der Sella Turcica, bezogen auf drei gebildete Referenzlinien (Abbildung 3.11), auf der Median-Sagittalebene. Ziel war es, Länge, Höhe und den größten Durchmesser der Sella Turcica zu berechnen.

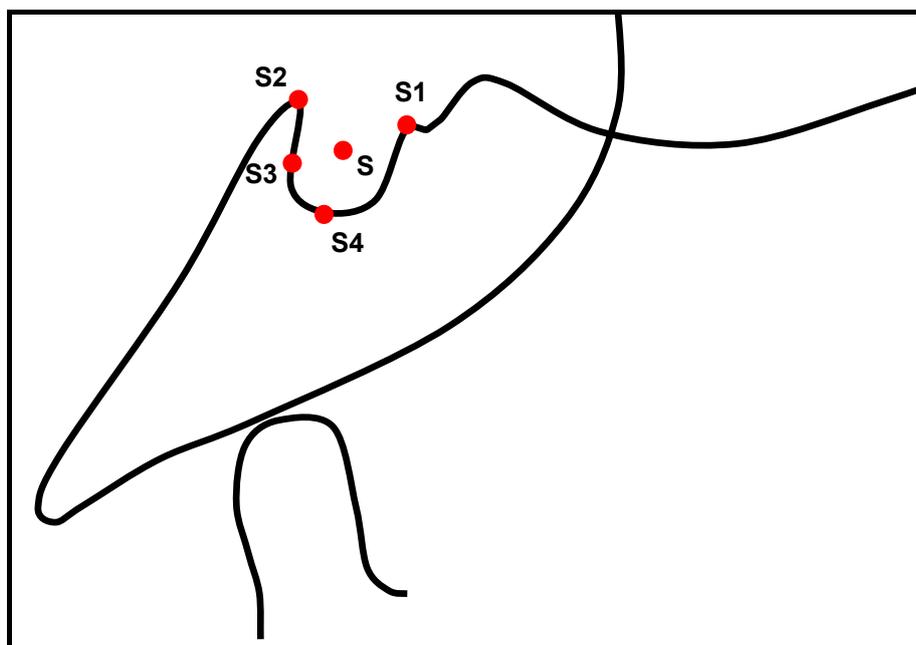


Abb. 3.10. Referenzpunkte der Sella Turcica nach *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966). **S1** Tuberculum Sellae; **S2** Dorsum Sellae; **S4** am weitesten kaudal liegende Punkt der Sella; **S3** am weitesten posterior liegende Punkt der inneren Kontur der Hypophysenwand.

Gemessen wurde die Sella Turcica, indem die Kontur der Hypophyse von der Spitze des posterioren Bereiches der Sella Turcica (= Dorsum Sellae) (**S2**) bis zum Tuberculum Sellae (= anteriore Bereich) (**S1**) der Sella Turcica analysiert wurde:

Länge der Sella Turcica

Die Distanz von der Spitze der Dorsum Sellae bis zum Tuberculum der Sella Turcica (**S1-S2**), wurde als Länge der Sella Turcica definiert.

Höhe der Sella Turcica

Für die Messung der Höhe der Sella Turcica wurde ein Lot von der gemessenen Länge (**S1-S2**) der Sella Turcica zum tiefsten und kaudal gelegenen Punkt (**S4**) der Hypophyse konstruiert.

Durchmesser der Sella Turcica

Die Berechnung des größten Durchmessers in der sagittalen Richtungslinie der Sella Turcica erfolgte durch die konstruierte Distanz des Tuberculum der Sella Turcica (**S1**) bis zu einem Punkt (**S3**), der auf der am weitesten posterior gelegenen inneren Kontur der Hypophysenwand festgelegt wurde (**S1-S3**). Dieser Punkt (**S3**) wurde zur besseren Orientierung als Verlängerung des konstruierten Messpunktes Sella-Mitte (**S**) festgelegt.

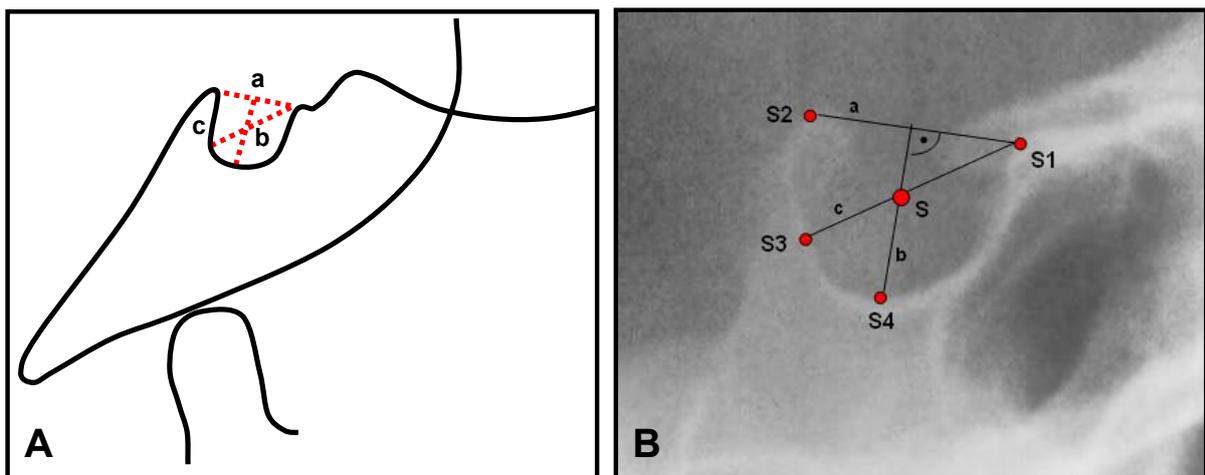


Abb. 3.11. Referenzlinien und Metrikanalyse der Sella Turcica gemäß Silverman (1957).

A/ B: a Länge der Sella Turcica; b Höhe der Sella; c größte Durchmesser der Sella;
S Sella; **S1** Tuberculum Sellae; **S2** Dorsum Sellae; **S4** am weitesten kaudal liegende Punkt der Sella;
S3 am weitesten posterior liegende Punkt der inneren Kontur der Hypophysenwand;

Die Ergebnisse der Sella Metrikmessung wurden mit Standardwerten, die durch *Axelsson et al.* (2004) etabliert wurden, verglichen (Abbildung 3.12).

	Male (n = 35)					Female (n = 37)					Significance
	Mean	SD	Minimum	Maximum	n	Mean	SD	Minimum	Maximum	n	
6 years											
Length	8.8	1.5	5.3	13.2	35	8.5	1.3	5.7	11.0	37	ns
Depth	6.3	0.8	4.5	8.1	35	6.4	0.8	5.1	8.2	37	ns
Diameter	10.0	1.3	8.2	14.1	35	9.8	1.3	7.8	12.6	37	ns
9 years											
Length	8.7	1.3	6.1	12.2	35	8.2	1.4	5.1	10.7	37	ns
Depth	6.7	0.9	4.5	8.6	35	6.6	0.7	5.0	8.1	37	ns
Diameter	10.1	1.1	8.1	12.8	35	10.2	1.3	6.9	12.4	37	ns
12 years											
Length	8.6	1.2	5.9	10.9	35	7.9	1.6	4.1	11.6	37	*
Depth	6.7	1.1	4.6	9.7	35	6.7	1.1	2.9	8.9	37	ns
Diameter	10.6	1.2	7.7	12.8	35	10.5	1.2	7.3	12.8	37	ns
15 years											
Length	8.7	1.2	5.4	11.4	35	7.9	1.4	5.1	11.4	37	*
Depth	7.1	1.2	4.6	9.7	35	7.2	1.0	5.3	9.2	37	ns
Diameter	11.0	1.0	8.6	13.3	35	11.1	1.1	8.6	12.9	37	ns
18 years											
Length	9.0	1.3	6.2	12.1	35	8.1	1.3	5.0	10.0	37	**
Depth	7.4	1.2	4.9	9.6	35	7.1	1.1	4.5	8.9	37	ns
Diameter	11.5	1.1	9.0	13.5	35	11.4	1.0	9.3	14.0	37	ns
21 years											
Length	8.9	0.9	7.4	10.7	19	8.4	1.6	5.0	11.2	15	ns
Depth	7.3	1.1	5.3	9.6	19	7.2	1.2	4.8	9.3	15	ns
Diameter	11.3	1.1	8.4	13.2	19	11.7	1.1	10.1	13.2	15	ns

SD, standard deviation.
ns, not significant; *significant at $P < 0.05$; **significant at $P < 0.01$.

Abb. 3.12. Standardwerte der Sella Turcica Ausdehnung (in mm) nach der Studie von *Axelsson et al.* (2004).

Male = Männer; Female = Frauen; Length = Länge; Depth = Tiefe, Höhe; Diameter = Durchmesser; SD = Standardabweichung; n = Anzahl; P = Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanz (S) bei: $p < 0,05^*$ = signifikant, $p < 0,01^{**}$ = hoch signifikant, $p < 0,001^{***}$ = höchst signifikant, n.s.= nicht signifikant).

3.3 Methodenfehler nach Dahlberg

Zur Analyse des Methodenfehlers (MF) bzw. der Standarddeviation nach *Dahlberg* (1940) wurden vom gleichen Untersucher zehn digitale Fernröntgenseitenbilder aus dem Patientengut willkürlich ausgewählt und analysiert. Hierbei wurde sowohl der Methodenfehler für die kephalometrische Analyse, als auch für die Metrikbestimmung der Sella Turcica berechnet. Im zeitlichen Abstand von sechs Wochen wiederholte der Untersucher das gleiche Verfahren. Nach *Dahlberg* (1940) beschreibt der methodische Fehler (MF) (Abbildung 3.13) das Ausmaß der Schwankungsbreite der beiden ermittelten Messwerte, bezogen auf den eigentlichen Betrag der Messstrecke. Fehler, die während des Messvorganges durch den Untersucher oder bei der Identifizierung der Messpunkte auftraten, wurden durch ihn quantitativ erfasst.

Der Methodenfehler (MF) wurde mit folgender Formel nach *Dahlberg* (1940) berechnet:

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

Abb. 3.13. Verwendete Formel in Analogie zu *Dahlberg* (1940) zur Berechnung des Methodenfehlers (MF). MF = Methodenfehler; $\sum d^2$ = Summe der quadratischen Differenzen der beiden Messungen; $2n$ = Anzahl der Messungen.

3.3.1 Methodenfehler der kephalometrischen Analyse

Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen der ersten und der zweiten kephalometrischen Analyse der zehn Fernröntgenseitenbilder festgestellt. Der berechnete Methodenfehler erstreckte sich bei den zehn angulären Messungen von 0,23° bis 0,87°. Bei den linearen Messungen des Wits-Wertes lag der Methodenfehler bei 0,35 mm, bei der Analyse der Metrik erstreckte sich die Fehlerberechnung von 0,41 mm bis 0,75 mm (Tabelle 3.8).

Tab. 3.8. Darstellung des Methodenfehlers nach *Dahlberg* (1940), beschrieben für alle Variablen der kephalometrischen Analyse des Gesichtschädels. (Die Fehlerangabe erfolgte in Millimeter (mm) und Grad (°))

Variable		Einheit	Fehlerbestimmung
1	SNA	[°]	0,37
2	SNB	[°]	0,24
3	ANB	[°]	0,23
4	SNPog	[°]	0,30
5	Wits	[mm]	0,35
6	NSBa	[°]	0,57
7	NL-NSL	[°]	0,41
8	ML-NL	[°]	0,67
9	ML-NSL	[°]	0,52
10	Summenwinkel	[°]	0,54
11	ArGoMe	[°]	0,87
Metrik:			
12	Länge OK	[mm]	0,41
13	Länge UK	[mm]	0,75
14	Länge R. ascendens	[mm]	0,54

3.3.2 Methodenfehler der Sella Turcica Analyse

Analog zum Methodenfehler der kephalometrischen Analyse wurde dieser für die Metrikanalyse der Sella Turcica berechnet. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen der ersten und zweiten metrischen Sella Turcica Analyse der zehn Fernröntgenseitenbilder festgestellt werden. Der berechnete Methodenfehler variierte bei den drei linearen Messungen zwischen 0,11 mm und 0,15 mm (Tabelle 3.9).

Tab. 3.9. Darstellung des Methodenfehlers nach Dahlberg (1940), beschrieben für alle Variablen der Sella Turcica Metrikanalyse. (Die Fehlerangabe erfolgte in Millimeter (mm))

Variable		Einheit	Fehlerbestimmung
1	Tiefe/ Höhe	[mm]	0,11
2	Durchmesser	[mm]	0,15
3	Länge	[mm]	0,15

3.4 Beschreibung der statistischen Verfahren

Zur statistischen Auswertung wurden alle ermittelten Daten mit dem Softwareprogramm EXCEL 2000[®] (Microsoft Deutschland GmbH, München) erfasst und tabellarisch in das Statistik-Softwareprogramm SPSS[®], Version 14.0 für Windows (SPSS Inc. Chicago, IL, USA) eingelesen.

Von jeder Variablen wurden Minimum, Maximum, Mittelwert und Standardabweichung bestimmt.

Zunächst wurde die Verteilung der Daten mit dem Kolmogorov-Smirnov Test überprüft. Mit diesem Test lässt sich die Verteilung einer Stichprobe auf Normalverteilung überprüfen. Eine signifikante Abweichung von der Normalverteilung wurde für eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ (Signifikanz (S) bei: $p < 0,05^*$ = signifikant, $p < 0,01^{**}$ = hoch signifikant, $p < 0,001^{***}$ = höchst signifikant) angenommen (Bühl und Zöfel, 2000). Der Kolmogorov-Smirnov Test wies eine Normalverteilung auf.

Daraufhin wurden die Daten mit dem gepaarten t-Test analysiert um Unterschiede zwischen den Patientengruppen zu ermitteln. Der t-Test vergleicht zwei unabhängige Stichproben hinsichtlich ihrer Mittelwerte. Geprüft wurde dabei, ob auftretende

Mittelwertunterschiede in den Stichproben sich mit zufälligen Schwankungen erklären lassen. Ist das nicht der Fall, spricht man von einem signifikanten Unterschied zwischen den beiden Stichproben, der mit Hilfe der Irrtumswahrscheinlichkeit p angegeben wurde. Hierbei wurde für $p < 0,05$ ein signifikanter Mittelwertunterschied angenommen (Signifikanz (S) bei: $p < 0,05^*$ = signifikant, $p < 0,01^{**}$ = hoch signifikant, $p < 0,001^{***}$ = höchst signifikant). Voraussetzungen zur Durchführung des t-Testes sind normal verteilte Stichproben und intervallskalierte Variablen (Bühl und Zöfel, 2000).

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der kephalometrischen Analyse der kraniofazialen Strukturen

Die kephalometrischen Messwerte werden in Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2 veranschaulicht:

Tab. 4.1. Röntgenkephalometrische Analyse der kraniofazialen Strukturen und skelettale Klassenzuordnung der Patienten. t-test, Signifikanz (S) bei $p < 0,05$: (n.s. nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, *** höchst signifikant), SD = Standardabweichung; N = Anzahl; P = Irrtumswahrscheinlichkeit.

Variable		Skelettale Klasse I (N= 150)	Skelettale Klasse III (N= 250)	P Wert (S)
		Mittelwert (SD)	Mittelwert (SD)	
1	SNA (°)	79.88 (3.58)	80.07 (4.20)	0.651 n.s.
2	SNB (°)	77.62 (3.41)	82.73 (4.77)	< 0.001 ***
3	ANB (°)	2.26 (1.79)	-2.66 (3.52)	< 0.001 ***
4	SNPog (°)	78.95 (3.45)	83.82 (4.82)	< 0.001 ***
5	Wits (mm)	0.32 (1.15)	-7.50 (4.72)	< 0.001 ***
6	NSBa (°)	130.23 (4.10)	128.94 (5.28)	0.007 **
7	NL-NSL (°)	6.89 (3.54)	6.82 (3.83)	0.851 n.s.
8	ML-NL (°)	24.15 (5,98)	27.26 (7.30)	< 0.001 ***
9	ML-NSL (°)	30.97 (6.34)	34.07 (7.80)	< 0.001 ***
10	ArGoMe (°)	124.13 (7.22)	130.22 (8.03)	< 0.001 ***
11	Summenwinkel (°)	391.04 (6.33)	394.07 (7.80)	< 0.001 ***

Tab. 4.2. Röntgenkephalometrische Analyse der Metrik der kraniofazialen Strukturen und skelettale Klassenzuordnung der Patienten. t-test, Signifikanz (S) bei $p < 0,05$: (n.s. nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, *** höchst signifikant), SD = Standardabweichung; N = Anzahl; P = Irrtumswahrscheinlichkeit.

Variable: Metrik		Skelettale Klasse I	Skelettale Klasse III	P Wert (S)
		(N = 150)	(N = 250)	
		Mittelwert (SD)	Mittelwert (SD)	
1	Länge OK (mm)	45.47 (3.31)	45.21 (4.75)	0.552 n.s.
2	Länge UK (mm)	71.82 (6.58)	78.68 (7.88)	< 0.001***
3	Länge R. ascendens (mm)	56.25 (7.18)	57.77 (9.25)	0.085 n.s.

a) Einbau der Kieferbasen (sagittale Schädelstruktur)

Die Position des Oberkiefers (Maxilla), definiert durch den SNA-Winkel, wies in beiden Patientengruppen einen orthognathen Einbau entsprechend der literarischen Richtwerte (Rakosi, 1988) auf. Der durchschnittliche SNA-Winkel betrug in der skelettalen Klasse III Gruppe $80,07^\circ$ (SD: 4,20) und in der skelettalen Klasse I Gruppe $79,89^\circ$ (SD: 3,57) ($p = 0,651$ n.s.).

Demgegenüber zeigte der SNB-Winkel, der die anterior-posteriore Lage des Unterkiefers (Mandibula) zur vorderen Schädelbasis widerspiegelte, einen signifikanten Unterschied. Die Patienten der skelettalen Klasse III Gruppe wiesen mit einem durchschnittlichen SNB-Winkel von $82,73^\circ$ (SD: 4,77) einen deutlich prognathen Einbau der Mandibula gegenüber der Kontrollgruppe ($77,62$; SD: 3,41) ($p < 0,001$ ***) auf.

Der SNPog-Winkel zeigte bei der skelettalen Klasse III Gruppe mit $83,82^\circ$ (SD: 4,82) deutlich höhere Werte, als in der Kontrollgruppe ($78,95$; SD: 3,45). So konnte eine prognathe basale Unterkieferlage bei der skelettalen Klasse III Gruppe nachgewiesen werden ($p < 0,001$ ***).

Der Schädelbasiswinkel NSBa zeigte in der skelettalen Klasse III Gruppe durchschnittlich niedrigere Werte auf als in der Kontrollgruppe. In der skelettalen Klasse III Gruppe wurden $128,94^\circ$ (SD: 5,28) und in der skelettalen Klasse I Gruppe

130,23° (SD: 4,10) ($p = 0,007^{**}$) gemessen. Beide Werte liegen laut den Richtwerten nach *Rakosi* (1988) im Normbereich von $130^\circ \pm 5^\circ$.

Zusammengefasst, wiesen diese kephalometrischen Ergebnisse deutlich daraufhin, dass die Position/ Lage des Unterkiefers zur Schädelbasis für die Einteilung der skelettalen Klassen I und III bestimmend war.

b) Skelettale Klasse

Nach Auswertung beider Patientengruppen konnte durch den ANB-Winkel und den Wits-Wert eine klare Unterteilung der skelettalen Klasse erfolgen.

Der Durchschnittswert des ANB-Winkels in der skelettalen Klasse III Gruppe betrug $-2,66^\circ$ (SD 3,52), in der skelettalen Klasse I Gruppe $2,26^\circ$ (SD: 1,77) ($p < 0,001^{***}$).

Der Wits-Wert ergab in der skelettalen Klasse III Gruppe $-7,50\text{mm}$ (SD 4,72) und in der Kontrollgruppe $0,32\text{mm}$ (SD 1,15) ($p < 0,001^{***}$).

c) Gesichtsschädelaufbau und Inklination der Kieferbasen

(vertikale Schädelstruktur)

In beiden Patientengruppen wies der Inklinationswinkel der Maxilla (NL-NSL) annähernd gleiche Werte auf (skelettale Klasse III Gruppe: $6,82^\circ$ (SD: 3,83), Kontrollgruppe: $6,89^\circ$ (SD: 3,54) ($p = 0,851$ n.s.). Dies entspricht bei beiden Patientengruppen, verglichen mit den Standardwerten nach *Rakosi* (1988), einer Norminklination der Oberkieferbasis.

Im Gegensatz dazu, wies der Kieferbasiswinkel (ML-NL) mit durchschnittlich $27,26^\circ$ (SD: 7,30) in der skelettalen Klasse III Gruppe höhere Werte auf, als in der Kontrollgruppe mit $24,15^\circ$ (SD: 5,98) ($p < 0,001^{***}$). Die Werte beider Patientengruppen lagen im Vergleich zu den Standardwerten (*Rakosi*, 1988) im Normbereich und zeigten einen harmonischen Gesichtsschädelaufbau der Patienten.

Die für die Neigung des Unterkiefers (ML-NSL) gemessenen Werte in Relation zur anterioren Schädelbasis ergaben in der skelettalen Klasse III Gruppe durchschnittlich $34,07^\circ$ (SD: 7,80), bei Patienten mit skelettaler Klasse I $30,97^\circ$ (SD: 6,34) ($p < 0,001^{***}$). Die Werte liegen bei beiden Patientengruppen im Normbereich der literarischen Standardwerte von *Rakosi* (1988).

Der Kieferwinkel (ArGoMe) lag sowohl bei der skelettalen Klasse III Gruppe mit $130,22^\circ$ (SD: 8,03), als auch bei der Kontrollgruppe mit $124,13^\circ$ (SD: 7,22) im Normbereich [Standardwert $128,5^\circ \pm 6^\circ$ nach *Rakosi* (1988)] Die Differenz beider Gruppen von im Mittel $6,09^\circ$ war signifikant ($p < 0.001^{***}$).

Alle berechneten Werte des Summenwinkels nach *Björk* (1955) zeigten ebenfalls sowohl bei der skelettalen Klasse III Gruppe mit $394,07^\circ$ (SD: 7,80), als auch bei der Kontrollgruppe mit $391,04^\circ$ (SD: 6,33) ($p < 0.001^{***}$) im Vergleich zu den Standardwerten von *Rakosi* (1988) Normwerte auf.

Beide Patientengruppen wiesen verglichen mit den literarischen Standardwerten nach *Rakosi* (1988), einen harmonischen Gesichtsschädelaufbau auf, wobei die skelettale Klasse III Gruppe eine geringe Tendenz zum eher vertikalen Gesichtsschädelaufbau aufzeigte.

d) Metrische Analyse der Kieferbasen

Mit der Berechnung der Länge der Oberkieferbasis ergab sich für beide Patientengruppen ein ähnlicher Durchschnittswert. Die Analyse der skelettalen Klasse III Gruppe ergab eine Länge von 45,21 mm (SD: 4,75), bei der Kontrollgruppe 45,47 mm (SD: 3,31) ($p = 0,552$ n.s.).

Im Gegensatz dazu, wiesen die durchschnittlichen Werte für die Metrikanalyse der Unterkieferbasis der skelettalen Klasse III Patienten mit 78,68 mm (SD: 7,88) signifikant höhere Werte auf, als die Kontrollgruppe mit 71,82 mm (SD: 6,58) ($p < 0,001^{***}$).

Die Durchschnittswerte der gemessenen Länge des Ramus ascendens waren bei den skelettalen Klasse III Patienten mit 57,77 mm (SD: 9,25) im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 56,25 mm (SD: 7,18) etwas höher ($p = 0,085$ n.s.).

Zusammengefasst zeigten die ermittelten Durchschnittswerte der Metrikanalyse erneut, dass die Rolle des Unterkiefers in beiden Gruppen als differenzierendes Merkmal für die Gruppeneinteilung und Kategorisierung der beiden unterschiedlichen skelettalen Klassen (I und III) zählte.

4.2 Ergebnisse der Analyse der Sella Turcica

4.2.1 Morphologie der Sella Turcica

Anomalien, Form- und Strukturveränderungen der Sella Turcica traten bei beiden Patientengruppen auf (Tabelle 4.3; Abbildung 4.1- 4.3).

Tab. 4.3. Morphologie der Sella Turcica der beiden Patientengruppen gemäß ihrer Einteilung in die skelettalen Klassen nach *Becktor et al. (2000)*. t-test, Signifikanz (S) bei $p < 0.05$: (n.s. nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, *** höchst signifikant), N = Anzahl; P = Irrtumswahrscheinlichkeit.

Ausprägung der Sella Turcica-Brücke	Skelettale Klasse I (N = 150)	Skelettale Klasse III (N = 250)	P Wert
Typ A Fusion	0.7% (1)	0.4% (1)	
Typ B Extension des Proc.clinoides	8.7% (13)	16.4% (41)	
Prozent	9,4% (14)	16,8% (42)	0.031*

Skelettale Klasse I

In der Kontrollgruppe traten in 0,7% (N = 1) eine manifeste, bandartige Verknöcherung der Sella Turcica vom Typ A auf und in 8,7% (N = 13) wurde eine Extension des Processus clinoides vom Typ B nachgewiesen.

Insgesamt betrug die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke und damit einer Sella Turcica Anomalie 9,4% in der skelettalen Klasse I Gruppe.

Skelettale Klasse III

Patienten mit einer skelettalen Klasse III Dysgnathie zeigten insgesamt eine höhere Prävalenz einer veränderten Sella Turcica Morphologie ($p = 0.031^*$). Die Prävalenz einer Sella Turcica Anomalie betrug 16,8%. Dabei wurde nur bei 0,4% (N = 1) der Patienten eine manifeste, bandartige Sella Turcica Brücke vom Typ A festgestellt,

hingegen wurde bei 16,4% (N = 41) der Patienten eine Extension des Processus clinoides der Sella Turcica vom Typ B nachgewiesen.

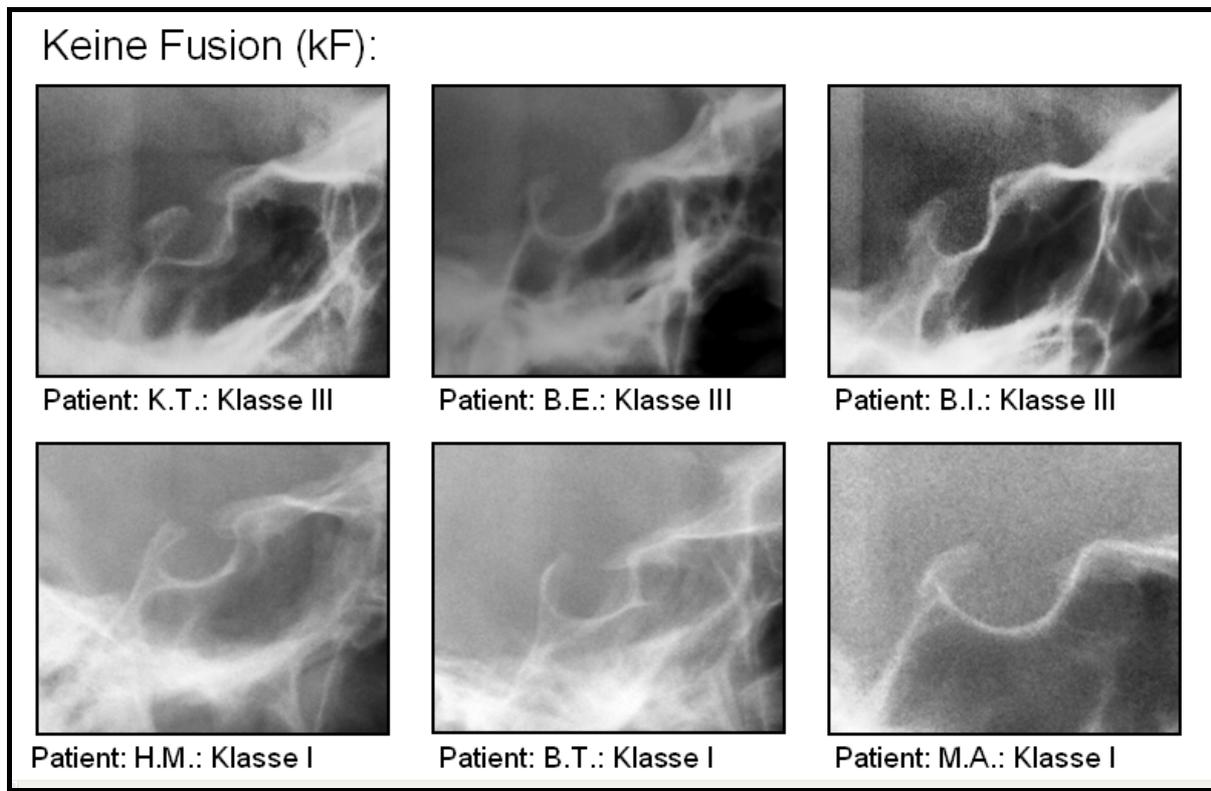


Abb. 4.1. Darstellung der Sella Turcica anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten. Die Morphologie der Sella Turcica zeigt keine knöchernen Verbindung (Fusion) der Processus clinoides anterior und/ oder posterior (kF = keine Fusion, keine Sella Turcica Brücke).

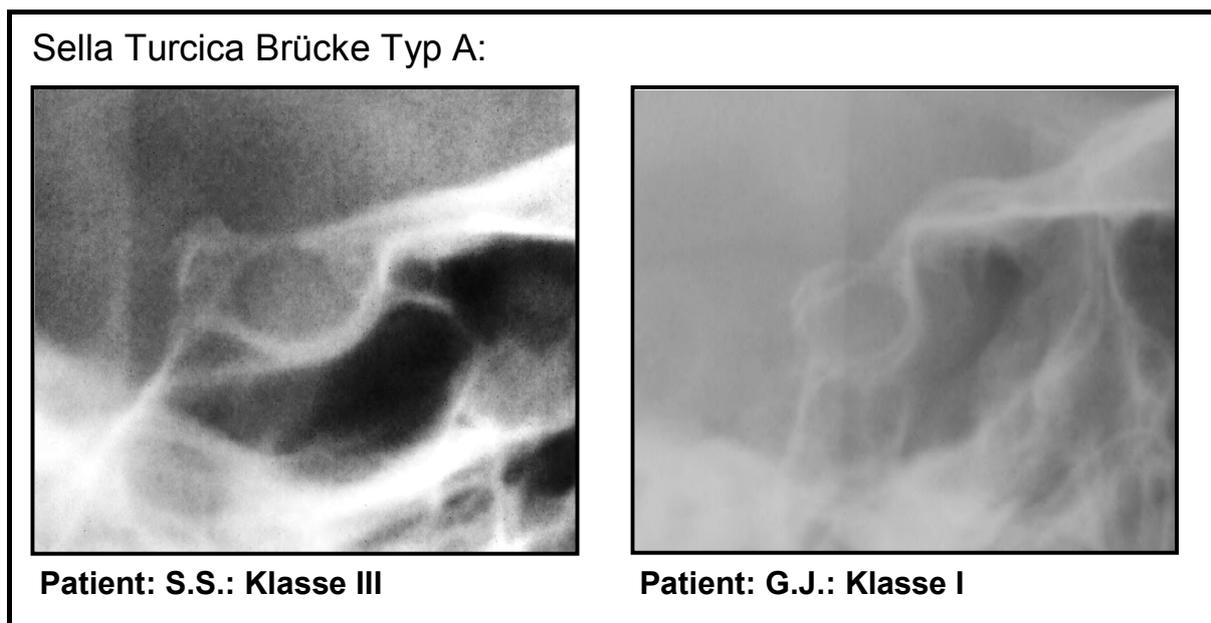


Abb. 4.2. Darstellung der Sella Turcica (Typ A) anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten. Die Strukturen der Sella Turcica weisen Typ A einer Sella Turcica Brücke nach der Einteilung *Becktor et al.* (2000) auf. Diese zeigt eine stabile, „bandartige“ Fusion der Processus clinoides posterior und anterior.

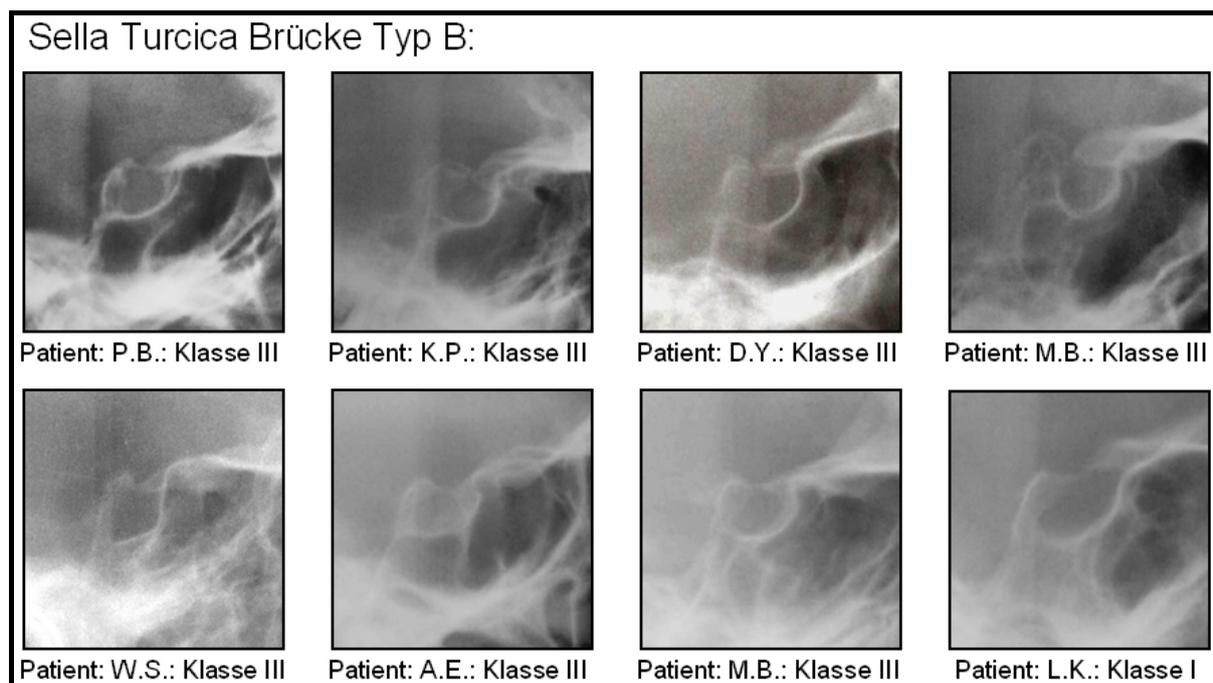


Abb. 4.3. Darstellung der Sella Turcica (Typ B) anhand lateraler Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten. Die Strukturen der Sella Turcica weisen **Typ B** einer Sella Turcica Brücke nach der Einteilung *Becktor et al.* (2000) auf. Diese zeigt eine Extension des anterioren und/ oder posterioren Processus clinoideus mit Kontakt beider Processus. Beide Processus nähern sich entweder im anterioren Bereich der Sella Turcica Öffnung, im posterioren Teil oder sie fügen sich in der Mitte des Sellaeingangs als dünne knöchernerne Fusion zusammen.

4.2.2 Metrikanalyse der Sella Turcica

4.2.2.1 Metrikanalyse gemäß der skelettalen Klasse

Die Ergebnisse der metrischen Analyse der Sella Turcica zeigt Tabelle 4.4:

Tab. 4.4. Größenordnung der Sella Turcica (mm) der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse nach *Silverman (1957)* und *Kiesling (1966)*. t-test, Signifikanz (S) bei $p < 0.05$: (n.s. nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, * höchst signifikant), N = Anzahl; SD = Standardabweichung; P = Irrtumswahrscheinlichkeit.**

Variable	Skelettale Klasse I (N=150)	Skelettale Klasse III (N=250)	P Wert (S)
	Mittelwert (SD)	Mittelwert (SD)	
Länge (mm)	10.89 (1.62)	11.19 (1.65)	0.079 n.s.
Höhe (mm)	8.16 (1.15)	8.39 (1.30)	0.079 n.s.
Durchmesser (mm)	12.99 (1.55)	13.05 (1.63)	0.864 n.s.

Es konnten keine signifikanten Unterschiede bei der Metrikanalyse, bezogen auf Länge, Höhe und Durchmesser der Sella Turcica, zwischen den beiden Patientengruppen ermittelt werden. Insgesamt zeigte sich eine vergrößerte Sella Turcica bei den skelettalen Klasse III Patienten. Verglichen mit der Kontrollgruppe wies jeder analysierte Parameter der Sella Turcica etwas höhere Werte auf. Die Längenbestimmung zeigte bei der skelettalen Klasse III Gruppe 11,9 mm und 10,89 mm bei der skelettalen Klasse I Gruppe. Die Höhenvergleiche ergaben bei der skelettalen Klasse III 8,39 mm und 8,16 mm bei der Kontrollgruppe. Der Durchmesser der Sella Turcica wies 13,05 mm bei der skelettalen Klasse III auf und 12,99 mm bei der skelettalen Klasse I Gruppe.

4.2.2.3 Metrikanalyse gemäß der skelettalen Klasse und Geschlechterverteilung

Tabelle 4.5 zeigt die ermittelten Messwerte bezüglich der Geschlechterverteilung:

Tab. 4.5. Größenordnung der Sella Turcica (mm) der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse und Geschlechterverteilung. t-test; Signifikanz (S) bei $p < 0.05$: (n.s. nicht signifikant, * signifikant, ** hoch signifikant, *** höchst signifikant), SD = Standardabweichung; N = Anzahl; P = Irrtumswahrscheinlichkeit.

Variable	Skelettale Klasse I (N = 150)		Skelettale Klasse III (N = 250)		P Wert
	Mittelwert (SD)		Mittelwert (SD)		
Alter in Jahren	26 (7.4)		24.8 (8.6)		
Geschlecht	weiblich (N = 94)	männlich (N = 56)	weiblich (N = 132)	männlich (N = 118)	
Länge (mm)	10.7 (1.5)	11.2 (1.7)	10.9 (1.5)	11.4 (1.7)	0.116 n.s.
Höhe (mm)	8.1 (1.1)	8.3 (1.3)	8.3 (1.3)	8.5 (1.3)	0.300 n.s.
Durchmesser (mm)	12.9 (1.3)	13.1 (1.8)	12.9 (1.5)	13.1 (1.7)	0.306 n.s.

Das Ergebnis der Geschlechterverteilung der Patienten erbrachte keine signifikanten Aussagen in Bezug auf Längen-, Höhen- und Durchmesseranalyse der Sella Turcica. Insgesamt konnte eine vergrößerte Sella Turcica Struktur bei den männlichen Patienten der skelettalen Klasse III und bei der Kontrollgruppe gemessen werden. Die analysierten Messvariablen zeigten sowohl bei den Frauen, als auch bei den Männern der skelettalen Klasse III Patienten höhere Werte. Das deutet insgesamt auf eine etwas größere Sella Turcica Struktur der skelettalen Klasse III Gruppe.

4.2.2.3 Metrikanalyse im Vergleich zu literarischen Angaben

Alle ermittelten Messwerte der Sella Turcica Metrikanalyse, gemäß der skelettalen Klasse und Geschlechterverteilung, wurden mit den publizierten Standardwerten von *Axelsson et al.* (2004) verglichen. Dies veranschaulicht Tabelle 4.6:

Tab. 4.6. Größenordnung der Sella Turcica (mm) der beiden Patientengruppen gemäß ihrer skelettalen Klasse und Geschlecht. t-test; $p < 0.05$, im anschaulichen Vergleich mit den Standardwerten von *Axelsson et al.* (2004); SD = Standardabweichung; N= Anzahl; P= Irrtumswahrscheinlichkeit.

Variable	Skelettale Klasse I (N = 150)		Skelettale Klasse III (N = 250)		Standardwerte von <i>Axelsson et al.</i> (2004) (N = 72)	
	Mittelwert (SD)		Mittelwert (SD)		Mittelwert (SD)	
Alter in Jahren	26 (7.4)		24.8 (8.6)		21.3 (0.6)	
Geschlecht	weiblich (N = 94)	männlich (N = 56)	weiblich (N = 132)	männlich (N = 118)	weiblich (N = 37)	männlich (N = 35)
Länge (mm)	10.7 (1.5)	11.2 (1.7)	10.9 (1.5)	11.4 (1.7)	8.4 (1.6)	8.9 (0.9)
Höhe (mm)	8.1 (1.1)	8.3 (1.3)	8.3 (1.3)	8.5 (1.3)	7.2 (1.2)	7.3 (1.1)
Durchmesser (mm)	12.9 (1.3)	13.1 (1.8)	12.9 (1.5)	13.1 (1.7)	11.7 (1.1)	11.3 (1.1)

Die Ergebnisse der Metrikanalyse in dieser Studie verglichen mit den veröffentlichten Standardwerten von *Axelsson et al.* (2004) zeigten bei beiden Patientengruppen (skelettale Klasse III Patienten und Patienten der Kontrollgruppe) höhere Werte in der Längen-, Höhen- und Durchmesseranalyse der Sella Turcica.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Ergebnisse dieser Studie weisen ein mehrfaches Auftreten von Strukturanomalien und unterschiedlichen Morphologien der Sella Turcica bei Patienten mit skelettaler Klasse III auf. Die Prävalenz einer Sella-Brücke bei skelettaler Klasse III lag deutlich über dem Vorkommen von 1,75% bis 6% in der Gesamtbevölkerung. Alle männlichen Dysgnathie Patienten, sowohl mit skelettaler Klasse I, als auch skelettaler Klasse III, zeigten gegenüber den weiblichen Patienten eine Vergrößerung der Sella Turcica.

5 Diskussion

5.1 Einführung

In der Studie wurden Morphologie und Größe der Sella Turcica erwachsener (Alter \geq 17 Jahre) skelettaler Klasse III Patienten anhand standardisierter, kephalometrischer Fernröntgenseitenaufnahmen (FRS) analysiert und mit einer altersentsprechenden (Alter \geq 17 Jahre) Kontrollgruppe von skelettalen Klasse I Patienten verglichen. Die Morphologie der Sella Turcica wurde (nach der literarischen Beschreibung) von *Becktor et al.* (2000) in 1. keine Fusion (kF) und 2. Sella Turcica Brücke (F) mit Typ A: manifeste, bandartige Fusion und Typ B: Extension des anterioren und/ oder posterioren Processus clinoideus mit Kontakt beider Processus, unterteilt. Des Weiteren wurde die Länge, die Höhe und der maximale Durchmesser der Sella Turcica nach *Silverman* (1957) gemessen und die ermittelten Ergebnisse mit den literarischen Standardwerten von *Axelsson et al.* (2004) verglichen.

Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke wurde bei zwei differenzierten und eindeutig definierten Patientengruppen kaukasischer Herkunft untersucht. Eine gleichmäßige Verteilung männlicher und weiblicher Patienten wurde berücksichtigt. Retrospektiv konnten so insgesamt 400 prätherapeutische, kephalometrische Fernröntgenseitenbilder von erwachsenen Patienten in einer multizentrischen Studie gesammelt werden.

Ätiologie und Pathogenese einer Sella Turcica Brücke bei Patienten mit ausgeprägten kraniofazialen Fehlbildungen, wie zum Beispiel einer skelettalen Klasse III Dysgnathie, wurden bis dato noch nicht hinreichend analysiert (*Abdel-Kader*, 2007; *Alkofide*, 2007; *Becktor et al.*, 2000; *Jones et al.*, 2005; *Kjaer et al.*, 1998). Es existiert bislang noch keine Studie über die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke und die metrische Ausdehnung der Sella Turcica bei Patienten innerhalb einer homogen zu klassifizierenden Gruppe, bezogen auf Alter, Herkunft und die skelettale Klasse.

5.2 Methoden- und Ergebniskritik

5.2.1 Patientenauswahl und Gruppeneinteilung

Die multizentrisch gesammelten Daten der Patienten stammten aus den Polikliniken für Kieferorthopädie der Universitätskliniken Heidelberg mit 56 Patienten, Jena mit 40 Patienten, Köln mit 62 Patienten und Würzburg mit 242 Patienten. Alle Patienten waren zum Zeitpunkt der Untersuchung erwachsen und am Ende ihres Wachstums (Alter ≥ 17 Jahre). Patienten mit vorangegangenen Operationen am knöchernen Schädel- oder im Gesichtsbereich, sowie Patienten mit einer Lippen-Kiefer-Gaumen-Segelspalte (LKGS) oder syndromalen Erkrankungen (kraniofaziale Syndrome) wurden nicht in die Studie mit einbezogen. Anamnestische Hinweise der Patientenunterlagen auf vergangene traumatische Verletzungen im Frontzahnbereich oder den knöchernen Schädel- und Gesichtsstrukturen der Patienten, führten ebenfalls zum Ausschluss in dieser Studie.

Das vorhandene Patientengut wurde systematisch in zwei Gruppen (skelettale Klasse I und III) unterteilt. Die skelettale Klasse III Dysgnathiegruppe bestand aus insgesamt 250 Patienten, 118 (47,2%) weibliche und 132 (52,8%) männliche Patienten. In der skelettalen Klasse I Kontrollgruppe wurden insgesamt 150 Patienten erfasst, 94 (62,7%) weibliche und 56 (37,3%) männliche Personen. Kategorisiert wurden beide unterschiedlichen skelettalen Patientengruppen nach der Analyse eines prätherapeutisch angefertigten Fernröntgenseitenbildes, der Messung des ANB-Winkels nach *Rakosi* (1988) und der Ermittlung des Wits-Wertes nach *Jacobson* (1976). Patienten, deren ANB-Winkel $< -1^\circ$ und einen Wits- Wert < -2 mm aufwiesen, gehörten der skelettalen Klasse III Dysgnathie Gruppe an. Patienten mit einem ANB-Winkel von $0- 4^\circ$ und einem Wits-Wert $\pm 1,5$ mm wurden zur skelettalen Klasse I Gruppe gezählt.

5.2.2 Röntgenkephalometrie und kraniofaziale Analyse

Alle Fernröntgenaufnahmen wurden prätherapeutisch im Rahmen der Aufnahme-diagnostik erstellt und (routinemäßig) nach standardisierter Technik und Methode aufgenommen (Kahl-Nieke, 2001; Nötzel *et al.*, 2007; Schmuth und Vardimon, 1994). Zur kephalometrischen Analyse und Morphologie- und Metrikbestimmung der Sella

Turcica lagen die Röntgenbilder in konventioneller oder in digitaler Form vor. Konventionelle Röntgenbilder wurden zunächst eingescannt, digitalisiert und kalibriert, um den aufnahmebedingten Vergrößerungsfaktor (geometrische Abbildungsfehler) direkt zu kompensieren. Bedingt durch die standardisierte, moderne Aufnahme- und Bearbeitungstechnik, zeichneten sich die digitalen Röntgenbilder durch hohe Bildqualität und kontrastreiche Darstellung der kraniofazialen Strukturen, sowie der anatomischen Form und Beschaffenheit der Sella Turcica aus.

Studien belegen, dass bezüglich des methodischen Fehlers und der Ungenauigkeit beim Auswerten der Fernröntgenseitenbilder keine signifikanten Unterschiede zwischen konventioneller Handmessung und digitalisierten/ computergestützten Analysen bestehen (Chen, 2000; Cousley, 2003; Bruntz, 2006; Korkmaz, 2007). Um die methodischen Messfehler möglichst gering zu halten, oblag die Auswertung der digitalen Fernröntgenseitenbilder nur einer Person. Ungenauigkeiten durch Betrachterwechsel konnten somit ausgeschlossen werden (Miethke, 1989; Nötzel *et al.*, 2007; Schmuth und Vardimon, 1994). Bei der Analyse wurde auf das etablierte Standardverfahren nach *Rakosi* (1988) zurückgegriffen. In der vorliegenden Studie basierte dies auf 14 Messungen (10 anguläre und 4 lineare), bezogen auf 20 Referenzpunkte die sowohl im skelettalen, als auch im dentoalveolären Bereich des Gesichtsschädels lagen. Die Metrikbestimmung der Länge von Oberkiefer, Unterkiefer und Ramus ascendens erfolgte nach der Methode von *A. M. Schwarz* (1958). Mit der Anwendung der standardisierten Analysemethode nach *Rakosi* (1988) war sowohl eine zuverlässige Bestimmung der für die Auswertung relevanten kephalometrischen Punkte gegeben, als auch die Reproduktion der Ergebnisse gewährleistet. Weitere mögliche Fehlerquellen der Analyse waren durch Aufnahme- und Projektionsfehler wie Überlagerungseffekte und Doppelkonturen bedingt, die wiederum davon abhängen, dass die dreidimensionalen kraniofazialen Strukturen auf ein zweidimensionales Röntgenbild projiziert werden (Schmuth und Vardimon, 1994; Nötzel *et al.*, 2007). Zur Analyse des Methodenfehlers (MF) nach *Dahlberg* (1940) wurden vom Untersucher zehn digitale Fernröntgenseitenbilder aus dem Patienten- gut ausgewählt und unmittelbar nacheinander analysiert. Hierbei wurde der Methodenfehler für die kephalometrische Analyse, wie auch die Metrikbestimmung der Sella Turcica berechnet. Im zeitlichen Abstand von sechs Wochen wiederholte der Untersucher das Verfahren. (Der methodische Fehler (MF) nach *Dahlberg* (1940)

beschreibt das Ausmaß der Schwankungsbreite der beiden ermittelten Messwerte, bezogen auf den eigentlichen Betrag der Messstrecke. Fehler, die während des Messvorganges durch den Untersucher oder bei der Identifikation der Messpunkte auftraten, wurden durch ihn quantitativ erfasst.) Zwischen der ersten und der zweiten Analyse der zehn Fernröntgenseitenbilder wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt, der Messfehler war klinisch nicht relevant. Dies bewies insgesamt eine gute Reliabilität der einzelnen Messparameter und der damit erstellten Analyse.

Mit der in dieser Studie durchgeführten, röntgenkephalometrischen Analyse, in Anlehnung an die literarischen Richtwerte von *Rakosi* (1988), konnte ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Patientengruppen gemäß ihrer kraniofazialen Strukturen ermittelt werden:

a) Sagittale Schädelstruktur und skelettale Klasse

In der vorliegenden Studie zeigte der SNA-Winkel, der die sagittale Position der Maxilla in Relation zur anterioren Schädelbasis beschreibt, bei beiden Patientengruppen durchschnittlich ähnliche Werte von $79,88^\circ$ und $80,07^\circ$ auf. Der Durchschnittswert des SNA-Winkels liegt laut *Rakosi* (1988) bei $81^\circ \pm 3^\circ$. So wiesen beide Patientengruppen einen orthognathen Einbau der Maxilla zur vorderen Schädelbasis auf. Der SNB-Winkel ermittelt die anterior-posteriore Lage der Mandibula in Beziehung zur anterioren Schädelbasis. Laut *Rakosi* (1988) bezeichnet dieser auch die Prognathie der Mandibula mit einem Durchschnittswert von $79^\circ \pm 3^\circ$. In der Patientengruppe mit skelettaler Klasse III Anomalie wiesen die durchschnittlich erhöhten Werte des SNB-Winkels (\bar{X} : $82,73^\circ$; SD: 4,77) einen signifikant prognathen Einbau der Mandibula auf. Der durchschnittliche Wert des SNB-Winkels der Kontrollgruppe lag mit $77,62^\circ$ (SD: 3,41) im Normbereich und wies auf einen orthognathen Einbau der Mandibula (zur anterioren Schädelbasis) hin. Des Weiteren zeigte sich mittels des SNPog-Winkel in der skelettalen Klasse III die Lage des Kinns und der Mandibula (\bar{X} : $83,82^\circ$; SD: 4,82) als prognath (Richtwert laut *Rakosi* (1988): 80° ab 16. Lebensjahr). Zur Beurteilung der intermaxillären Beziehungen wurden der ANB-Winkel nach *Rakosi* (1988) (Richtwert: $2^\circ \pm 2^\circ$) gemessen und der Wits-Wert nach *Jakobson* (1976) (Richtwert: $0,0 \text{ mm} \pm 2,0 \text{ mm}$) angewendet. Patienten der skelettalen Klasse III Gruppe zeigten mit einem Wits-Wert von im Mittel $-7,50 \text{ mm}$

(SD: 4,72) und einem ANB-Winkel von im Mittel $-2,66^\circ$ (SD: 3,52) eine eindeutige „mesiale“ skelettale Klasse III Anomalie auf. Bei allen Patienten der Kontrollgruppe zeigte der durchschnittlich gemessene Wits-Wert von 0,32 mm (SD: 1,15) und der durchschnittliche ANB-Winkel von $2,26^\circ$ (SD: 1,79), eine orthognathe Beziehung der Kieferbasen zueinander, bzw. eine skelettale Klasse I. Der anteriore Schädelbasiswinkel NSBa, der das Ausmaß der Schädelbasisknickung beschreibt (Schmuth und Vardimon, 1994; Nötzel et al.; 200; Rakosi, 1984), erwies sich bei den skelettalen Klasse I Patienten mit einem höheren Durchschnittswert von $130,23^\circ$ (SD: 4,10) ausgeprägter als in der skelettalen Klasse III mit durchschnittlich $128,94^\circ$ (SD: 5,28). Beide ermittelten Werte liegen nach *Rakosi* (1988) im Normbereich ($\emptyset: 130^\circ \pm 6^\circ$).

b) Vertikale Schädelstruktur

In Relation zur anterioren Schädelbasis beschreibt der Inklinationswinkel NL-NSL die Neigung der Maxilla (*Rakosi*, 1988; Schmuth und Vardimon, 1994). In beiden Patientengruppen wurden annähernd gleiche Werte gemessen und entsprechen dem Standardwert ($\emptyset: 8,5^\circ \pm 3^\circ$) nach *Rakosi* (1988) für die neutrale Neigung und Normoinklination der Maxilla. Im Gegensatz dazu, wies der Kieferbasiswinkel (ML-NL), der die relative Neigung der Ober- und Unterkieferbasen zueinander analysiert (Richtwert: $23,3^\circ \pm 3^\circ$), in der skelettalen Klasse III Gruppe erhöhte Durchschnittswerte ($\emptyset: 27,26^\circ$ (SD: 7,30)) auf. Nach *Rakosi* (1988) deutet dies auf eine posteriore Neigung der Mandibula und einen vertikalen Gesichtsschädelaufbau. Auch die durchschnittlich gemessenen Werte des ML-NSL bzw. SN-MeGo-Winkels, der die Neigung der Mandibula gegenüber der anterioren Schädelbasis beschreibt und vertikale Abweichungen registriert (Richtwert: $32,0^\circ \pm 5,0^\circ$) (Schmuth und Vardimon, 1994; *Rakosi*, 1988), stellten bei den skelettalen Klasse III Patienten mit durchschnittlich $34,07^\circ$ (SD: 7,80) leicht erhöhte Werte dar. Je größer der ML-NSL-Winkel gemessen wurde, desto mehr erklärte dies die Neigung der Mandibula nach posterior (Retroinklination). Laut *Schmuth* und *Vardimon* (1994) zeigt sich eine ausgeprägte posteriore Neigung bei Patienten mit „vertikalem Überschuss der Mandibula“, und in der Regel finde sich dann auch ein (übermäßig) großer Kieferwinkel. In beiden Patientengruppen lagen die Werte des Kieferwinkels nach den Richtwerten von *Rakosi* (1988) ($\emptyset: 128,0^\circ \pm 6,0^\circ$) im Normbereich. Tendenziell

ergaben die ermittelten Werte der skelettalen Klasse III Gruppe jedoch einen etwas höheren Durchschnittswert. Diese Tatsache bestätigt die oben zitierte Aussage von *Schmuth* und *Vardimon* (1994).

Der Summenwinkel nach *Björk* (1955) setzt sich aus der Summe des Sella- (NSAr-), Gelenk- (SArGo-) und Kieferwinkels (ArGoMe) zusammen und weist einen Durchschnittswert von $394,5^\circ \pm 6,0^\circ$ auf (*Rakosi*, 1988). Die Summenwinkel beider Patientengruppen lagen im Normbereich und präsentierten damit laut *Rakosi* (1988) einen harmonischen Gesichtsschädelaufbau.

c) Metrische Analyse der Kieferbasen

Die Analyse der Oberkieferbasislänge ergab bei beiden Patientengruppen einen ähnlichen Durchschnittswert. Nach *Rakosi* (1988) deutet dies auf ein harmonisches Verhältnis der kraniofazialen Strukturen hin. Im Gegensatz dazu zeigte die Unterkieferbasislänge der skelettalen Klasse III Patienten signifikant höhere Werte auf als die der Kontrollgruppe. Auch die durchschnittlichen Längenwerte des Ramus ascendens waren im Vergleich dazu leicht erhöht. Die metrische Analyse des Unterkiefers war in beiden Gruppen ein differenzierendes Merkmal für die Gruppeneinteilung und Kategorisierung der beiden unterschiedlichen skelettalen Klassen (I und III).

5.2.3 Charakterisierung der Sella Turcica Analyse

In der vorliegenden Studie wurde die Morphologie der Sella Turcica Strukturen anhand der lateralen Fernröntgenbilder der skelettalen Klasse I und III Patienten untersucht und in Anlehnung an die Klassifikation nach *Becktor et al.* (2000) charakterisiert. Zusätzlich wurde die Metrik der Sella Turcica beider Patientengruppen ermittelt. Hierbei wurden Länge, Höhe und der größte Durchmesser der Sella Turcica nach *Silverman* (1957) gemessen. Bei der Erstellung eines Fernröntgenseitenbildes kann es, bedingt durch Positionierungs- und Abbildungsfehler, zu Überlagerungen und damit verbundenen Unschärfen des Processus clinoides anterior und posterior der Sella Turcica auf dem Röntgenbild kommen. Auch wird die dreidimensionale Sella Turcica Struktur auf dem Röntgenbild zweidimensional dargestellt (*Axelsson et al.*, 2004; *Becktor et al.*, 2000; *Rakosi*,

1988; Schmuth und Vardimon, 1994). Schon *Rakosi* (1988) beschrieb, dass sich die nach oben hin konvexe Kontur der Sella Turcica zwar auf allen Röntgenbildern deutlich von ihrer Umgebung abheben würde, aber aufgrund der „elliptischen Form“ der Sella Turcica, könnten im Bereich des Dorsum Sellae und des Tuberculum Sellae häufig Doppelkonturen auftreten. Diese Abbildungsfehler der Sella Turcica erschweren die exakte Diagnose einer Sella Turcica Brücke und/ oder einer Sella Turcica Anomalie (*Axelsson et al.*, 2004; *Becktor et al.*, 2000). Eine dreidimensionale Bildgebung (Computertomographie CT, Magnetresonanztomographie MRT, digitale Volumetomographie DVT) ist hier vorteilhafter, um präzise Details der Sella Turcica differenziert wiederzugeben (*Alkofide*, 2001; *Cardoso et al.*, 1984; *Chang et al.*, 2005; *Friedland und Meazzini*, 1996; *Reisner und Gosepath*, 1973; *Swartz et al.*, 1983). Routinemäßig werden die unterschiedlichen Bildaufnahmeverfahren bislang noch nicht zur Diagnostik für Patienten in der Kieferorthopädie eingesetzt, weil Strahlenbelastung (CT, DVT) und apparativer Aufwand (MRT) erhöht sind (*Dula et al.*, 1996; *Schulze*, 2006). Auch wenn auf Fernröntgenseitenbildern die Sella Turcica nicht differenziert abgebildet ist, so kann doch neben der kieferorthopädischen Behandlungsplanung eine erste morphologische Analyse der Sella Turcica anhand der Fernröntgenseitenbilder durchgeführt werden (*Alkofide*, 2007; *Chang et al.*, 2005). Kieferorthopäden können somit eine auffällige und anormale Struktur im Bereich der Sella Turcica frühzeitig entdecken. Das Erkennen und Lokalisieren einer Aberration der Sella Turcica und die anschließende spezielle Untersuchung eines Endokrinologen/ Neurochirurgen kann ein erster Hinweis für ein vorliegendes Syndrom oder eine allgemeine Erkrankung sein (*Chang et al.*, 2005).

5.2.3.1 Analyse der Morphologie der Sella Turcica

Zahlreiche Studien kategorisieren die unterschiedlichen Strukturen und Formen einer physiologischen Sella Turcica und auch deren morphologische Aberration und Deformation (*Axelsson et al.*, 2004; *Becktor et al.*, 2000; *Camp*, 1924; *Friedland und Meazzini*, 1996; *Platzer*, 2003; *Teal*, 1977;) (Vgl.: Kapitel 1.1.3). In der vorliegenden Studie wurde die Charakterisierung der Sella Turcica Morphologie in Anlehnung an die Klassifikation nach *Becktor et al.* (2000) vorgenommen. Hierbei wurde zunächst die Morphologie der Sella Turcica Struktur in zwei differenzierte Gruppen unterteilt.

Kategorisiert wurden Patienten mit knöcherner Fusion der Sella Turcica (= Sella Turcica Brücke) und Patienten ohne knöcherne Verbindung der Processus anterior und/ oder posterior. Sämtliche Strukturen einer Sella Turcica Brücke wurden nochmals in „bandartige“ Fusion (Typ A) und „Extension des anterioren und/ oder posterioren Processus clinoideus mit Kontakt beider Processus“ (Typ B) unterteilt. In der zuletzt genannten Variante (Typ B) näherten sich beide Processus anterior und posterior entweder im anterioren Bereich der Sella Turcica Öffnung, im posterioren Teil an oder sie fügten sich in der Mitte des Sellaeingangs als dünnere Fusion aneinander (Abdel-Kader, 2007; Becktor *et al.*, 2000). Die Studie von *Abdel-Kader* (2007) basierte ebenfalls auf der Morphologieeinteilung der Sella Turcica nach *Becktor et al.* (2000). Alle ermittelten statistischen Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigten die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei 9,4% der Patienten mit einer skelettalen Klasse I. 0,7% der skelettalen Klasse I Patienten wiesen eine Sella Turcica Brücke vom Typ A auf und 8,7% der Variante von Typ B. Die Ergebnisse bestätigen die bisher veröffentlichten Daten, in denen die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke von 3,85% bis 18,6% variierte (Abdel-Kader, 2007; Becktor *et al.*, 2000; Carstens, 1949; Cederberg *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2005; Leonardi *et al.*, 2006; Müller, 1952).

Bereits 1949 ermittelte *Carstens* in einer röntgenologischen Untersuchung bei 4,6% von 461 gesunden Männern eine Sella Turcica Brücke.

Müller (1952) untersuchte eine mögliche Assoziation zwischen einer Sella Turcica Brücke und ophthalmologischen Symptomen. Aus 1040 Röntgenbildern ermittelte er 3,85% mit einer knöchernen Sella Turcica Brücke und 3,2% mit einer so genannten „Pseudo-Brücke“. Dennoch konnte keine Relation zwischen dem Auftreten einer Sella Turcica Brücke und pathologischen Prozessen des Auges eruiert werden.

Axelsson et al. (2004) analysierten und beschrieben in einer Langzeitstudie mit 72 skelettalen Klasse I Patienten (37 Frauen; 35 Männer), im Alter von 6 bis 21 Jahren, Ausdehnung und Morphologie der Sella Turcica. Die Analyse erfolgte anhand von lateralen Fernröntgenbildern, die im regelmäßigen zeitlichen Abstand von drei Jahren erstellt wurden. Damit sollten normative kephalometrische Standarddaten der anatomischen Größe der Sella Turcica bei Patienten während der Wachstumsentwicklung ermittelt und festgelegt werden. Die Morphologie der Sella Turcica wurde geprüft und in fünf unterschiedliche Gruppen aufgeteilt (Vgl.: Kapitel 1.1.3).

Eine der Kategorien stellte die Morphologie einer Sella Turcica Brücke dar. Die Ergebnisse der Studie zeigten bei 6% der männlichen (2 Männer) und 16% der weiblichen Patienten (16 Frauen) das Auftreten einer Sella Turcica Brücke (Axelsson *et al.*, 2004).

In anatomischen Untersuchungsreihen, in denen die direkten Inspektionen von Autopsiematerial durchgeführt wurden, erwies sich die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei 1,75% (1,54%) bis zu 6% der Patienten. Jedoch zeigte keiner der Patienten ausgeprägte kraniofaziale Anomalien auf (Abdel-Kader, 2007; Bergland *et al.*, 1968; Platzer, 1957; Busch, 1951; Camp, 1923).

Camps (1923) Untersuchungen und direkte Messungen an 110 knöchernen Schädeln diagnostizierten in fünf Fällen (4,5%) eine direkte knöcherne Fusion des anterioren und posterioren Processus clinoideus (Sella Turcica Brücke). *Busch* (1951) stellte in einer kranialen Studie an 343 Individuen (Autopsiematerial) fest, dass 1,54% eine komplette knöcherne Fusion (Sella Turcica Brücke) und 1,74% eine annähernde Verbindung der beiden Processus, also eine unvollständige Sella Turcica Brücke, aufzeigten. Allerdings wurden keine Erkrankungen im Zusammenhang mit der Hypophyse festgestellt.

Platzer (1957) konnte in einer direkten Studie von 220 hemisektionierten Schädeln bei 5,9% eine Sella Turcica Brücke bestimmen. Anhand dieser Studie assoziierte man das Vorhandensein einer Sella Turcica Brücke und den Verlauf der Arteria carotis interna.

Auch *Bergland et al.* (1968) studierte in einer direkten Untersuchung die Strukturen der Sella Turcica und fand in 225 Autopsien bei 6% der Fälle eine Sella Turcica Brücke.

In der Literatur werden diverse Krankheitsfälle beschrieben (Vgl.: Kapitel 1.1.5), bei denen, über die Analyse der Fernröntgenseitenbilder, pathologische Vorgänge und Krankheitsbilder wie Hypophysenadenome (Prolaktinome, Meningeoma), Mukozelen, primärer Hypopituitarismus, Gigantismus oder Akromegalie, diagnostiziert wurden (Alkofide, 2001; Andredaki *et al.*, 2007; Friedland and Meazzini, 1996; McLachlan *et al.*, 1970; Pribram und Boulay, 1971; Weisberg *et al.*, 1976). So könnte auch das vom Kieferorthopäden routinemäßig angefertigte Fernröntgenseitenbild den ersten diagnostischen Hinweis auf eine pathologische Veränderung und Anomalie der Sella

Turcica liefern (Alkofide, 2001; Andredaki *et al.*, 2007; Chang *et al.*, 2005; Friedland und Meazzini, 1996).

Im Gegensatz zu den 150 Patienten in der skelettalen Klasse I Gruppe, deren Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei 9,3% lag, zeigten sich bei 250 untersuchten Klasse III Patienten signifikant höhere Werte. Die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke erwies sich bei 16,8% der skelettalen Klasse III Patienten.

In der Literatur wurde über eine erhöhte Prävalenz einer Sella Turcica Brücke, bei Patienten mit kraniofazialer Anomalie, diskutiert (Abdel-Kader, 2007; Becktor *et al.*, 2000; Jones *et al.*, 2005).

Becktor et al. (2000) analysierte 177 Fernröntgenseitenbilder von einzelnen Patienten, die mit einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie behandelt wurden. In dieser Untersuchung wurde eine Sella Turcica Brücke bei insgesamt 33 (18,6%) der Dysgnathiepatienten registriert.

Jones et al. (2005) berichtete ebenfalls über ein erhöhtes Auftreten einer Sella Turcica Brücke von 16,7% bei 150 ausgewählten Patienten, die ebenfalls im Rahmen einer kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Kombinationstherapie behandelt wurden. Bedauerlicherweise wurden die untersuchten Patienten in den Studien von *Becktor et al.* (2000) und *Jones et al.* (2005) nicht bezüglich ihrer zugehörigen skelettalen Klasse und Dysgnathie unterteilt. Patienten mit einer skelettalen Klasse II Dysgnathie wurden nicht von Patienten mit einer skelettalen Klasse III Anomalie unterschieden. Die Ergebnisse beziehen sich auf beide skelettalen Dysgnathien. Bis heute analysierte nur eine Studie insgesamt 748 saudi-arabische Patienten auf die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke, wobei die Patienten hier zunächst in kieferorthopädisch-kieferchirurgische Behandlung (635 Patienten) und konservative-kieferorthopädische Therapie (113 Patienten) unterteilt und erst dann ihrer zugehörigen skelettalen Klasse zugeordnet wurden (Abdel-Kader, 2007).

Die Studie von *Abdel-Kader* (2007) basierte ebenfalls auf der Einteilung der Sella Turcica Morphologie nach *Becktor et al.* (2000). Es konnte in dieser Studie ein erhöhtes Vorkommen von Sella Turcica Brücken bei Patienten mit einer skelettalen Klasse III Malokklusion dargestellt werden. Dabei wurde bei 56 (10,71%) der untersuchten Klasse III Patienten mit kieferorthopädisch-kieferchirurgischer Kombinationsbehandlung eine Sella Turcica Brücke festgestellt und bei 28 (7,14%) der Klasse III Patienten, denen eine konservativ-kieferorthopädische Therapie

empfohlen wurde. Zusammengefasst ergeben die ermittelten Daten in der Studie von *Abdel-Kader* (2007) die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei insgesamt 83 Patienten (17,85%) mit einer skelettalen Klasse III Dysgnathie. Dieses Ergebnis bestätigt die Prävalenz der vorliegenden Studie. Demzufolge ist auf eine erhöhte Prävalenz von Sella Turcica Brücken bei Patienten kaukasischer Abstammung mit skelettaler Klasse III Anomalie zu schließen.

5.2.3.2 Analyse der Metrik der Sella Turcica

Einige Untersuchungen berichten über metrische Dimensionen bei physiologischer Entwicklung der Sella Turcica (*Axelsson et al.*, 2004; *Camps*, 1923; *Di Chiro*, 1960; *Di Chiro und Nelson*, 1962; *Keats und Lusted*, 1990; *Silverman*, 1957). Einheitliche und altersbedingte röntgenologische Standardwerte sind dabei essentiell, um eventuelle Abweichungen der physiologischen Morphologie der Sella Turcica bei Patienten mit Erkrankungen, wie zum Beispiel kraniofaziale Aberrationen oder Syndrome, zu diagnostizieren (*Axelsson et al.*, 2004).

Schon 1923 führte *Camps* Untersuchungen und direkte Messungen an (110) knöchernen Schädeln durch. Er zeigte, dass die Entfernung des anterioren und posterioren Processus clinoideus durchschnittlich bei 6,6 mm lag, doch zwischen 2,0 – 15 mm variierte (*Becktor et al.*, 2000).

Zahlreiche röntgenologische Studien publizierten Durchschnittswerte der Sella Turcica bezüglich Größe und Ausdehnung (*Axelsson et al.*, 2004; *Camps*, 1923; *Choi et al.*, 2001; *Jones et al.*, 2005; *Paul et al.*, 1972; *Shapiro et al.*, 1960; *Silverman*, 1957). Im Allgemeinen zeigte der antero-posteriore gemessene Durchmesser 5 – 16 mm und die vertikale Tiefe der Sella Turcica 4 – 12 mm (*Axelsson et al.*, 2004; *Choi et al.*, 2001; *Jones et al.*, 2005; *Paul und Juhl*, 1972; *Shapiro und Janzen*, 1960; *Silverman*, 1957).

Im Rahmen dieser Studie wurde die Metrik der Sella Turcica anhand der lateralen Fernröntgenbilder bei 400 Patienten gemäß der Definition nach *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966) (Vgl.: Kapitel 3.2.3.2) ermittelt und mit den literarischen Standardwerten nach *Axelsson et al.* (2004) (Vgl.: Tabelle: 3.2) verglichen. Die Definition der Referenzpunkte und Bezugslinien für die Metrikanalyse der Sella Turcica wurde sowohl in der veröffentlichten Studie von *Axelsson et al.* (2004), als

auch in Studien von *Jones et al.* (2005) und *Alkofide* (2007) angewendet. Bedingt durch die gleiche Anwendung der Definitionen nach *Silverman* (1957) und *Kiesling* (1966) war die zuverlässige Bestimmung der für die Metrikauswertung relevanten Referenzpunkte und Bezugslinien gegeben. Eine gute Reliabilität der Ergebnisse war nach Berechnung des Dahlbergkoeffizienten (Dahlberg, 1940) gewährleistet. Der Vergleich der Ergebnisse mit den literarischen Standardwerten nach *Axelsson et al.* (2004) basierte auf den identischen Analyse- und Messverfahren.

Die aktuelle Untersuchung zeigt, dass Patienten mit skelettaler Klasse III Malokklusion überwiegend höhere Werte bei der Bestimmung der Länge, der Höhe und des Durchmessers aufwiesen als skelettale Klasse I Patienten, auch im Vergleich zu den Richtwerten von *Axelsson et al.* (2004). Damit konnte eine tendenzielle Vergrößerung der gesamten Sella Turcica Struktur dargestellt werden. *Alkofide* (2007) bestätigte diese Aussage, indem er ebenfalls eine Tendenz zur Vergrößerung des Sella Turcica Durchmessers, in der Studie über saudi-arabische Patienten mit skelettale Klasse III Dysgnathie, feststellen konnte.

Keinen signifikanten Unterschied lieferten die Ergebnisse der Geschlechterverteilung der Patienten (Frauen/ Männer) in Bezug auf die durchschnittliche Länge, Höhe und den Durchmesser der Sella Turcica. Es zeigte sich lediglich eine leicht vergrößerte Sella Turcica Struktur bei den männlichen Patienten, sowohl bei der skelettalen Klasse III, als auch in der Kontrollgruppe. Die analysierten Messvariablen der Sella Turcica Länge und Höhe zeigten bei Frauen und Männern der skelettalen Klasse III Patienten höhere Werte, als in der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse des direkten Vergleichs der Sella Turcica Ausdehnung zwischen Männern und Frauen stimmten mit den literarischen Richtwerten von *Axelsson et al.* (2004) überein. Auch hier wiesen die ermittelten Ergebnisse keine signifikanten Unterschiede zwischen Frauen und Männern auf, lediglich ergaben die durchschnittlichen Werte der gemessenen Länge der Sella Turcica bei den Männern leicht erhöhte Werte.

5.2.3.3 Die Sella Turcica Brücke in Verbindung mit einer skelettalen Klasse III Anomalie

Die Morphologie der Sella Turcica hat nicht nur in der initialen kephalometrischen Analyse der kraniofazialen Strukturen des Patienten eine essentielle Bedeutung,

sondern auch im Laufe der individuellen Entwicklung, wenn sich das Wachstumsmuster des Patienten verändert und entsprechende Therapieziele evaluiert werden (Axelsson et al., 2004; Becktor et al., 2000).

Zahlreiche kieferorthopädische Studien analysierten Form und Struktur der Sella Turcica während und nach Beendigung des physiologischen Wachstums der Patienten (Axelsson et al., 2004; Björk, 1955; Choi et al., 2001; Melsen, 1974). Wie in der Einleitung (Vgl.: Kapitel 1.1.2) berichtet, zeigten diese Studien, dass sich die anatomische Morphologie der Sella Turcica nach Erreichen des zwölften Lebensjahres nicht mehr signifikant verändert und bereits ab dem fünften Lebensjahr die anteriore Wand der Sella Turcica weitgehend konstant bleibt (Axelsson et al., 2004; Björk, 1955; Melsen, 1974). Bis zum Alter von 16-18 Jahren wurde im Bereich des Tuberculum Sellae Knochenapposition festgestellt, und Knochenresorption an den posterioren Grenzflächen der Sella Turcica (Dorsum Sellae) (Björk, 1955; Melsen, 1974), jedoch ohne signifikante Veränderung der Morphologie nach dem zwölften Lebensjahr. Auch die Langzeitstudie von Axelsson et al. (2004) zeigte radiologisch einen Nachweis einer Sella Turcica Brücke schon nach dem sechsten Lebensjahr. Bei zwei von insgesamt sechs weiblichen Patienten und bei zwei männlichen Patienten mit Sella Turcica Brücken, stellten sich die morphologische Veränderung schon mit Erreichen des sechsten Lebensjahres als konstant und ausgebildet dar. Bei vier weiblichen Patienten entwickelte sich die Sella Turcica Brücke erst im Laufe der Zeit, war aber ab dem 15.ten Lebensjahr eindeutig aufzufinden und ebenfalls als stabile Entwicklung anzusehen (Axelsson et al., 2004).

Eine mögliche Ursache für eine frühzeitige Entstehung einer Sella Turcica Brücke wäre die knorpelige Entwicklung der Sella Turcica Strukturen (Chondrokranium) und die damit verbundene rasche chondrale Ossifikation im Laufe des kindlichen Wachstums (Lang, 1977; Melsen, 1974). Die vorliegende Studie zeigt, dass Patienten, die auf Grund ihrer kraniofazialen Strukturen eine ausgeprägte skelettale Klasse III Anomalie aufweisen, eine unterschiedliche Morphologie der Sella Turcica Strukturen und insbesondere eine erhöhte Prävalenz von Sella Turcica Brücken aufzeigten. Auch ergab die analysierte Größe und Ausdehnung der Sella Turcica bei Patienten mit skelettaler Klasse III Dysgnathie erhöhte Werte im Vergleich zu literarisch ermittelten Normwerten (Axelsson et al., 2004) der physiologischen Sella Turcica. Aufgrund der frühzeitigen Entwicklung einer Sella Turcica Brücke in Kombination mit

einer tendenziellen Vergrößerung der Sella Turcica Strukturen, könnten diese Sella Turcica Anomalien, zwei wesentliche diagnostische Hinweise für die Entwicklung einer skelettalen Klasse III Dysgnathie sein. Frühe Diagnostik einer Sella Turcica Anomalie wäre besonders für Patienten, die sich während ihres Wachstums auf Grund einer skelettalen Klasse III Anomalie in kieferorthopädischer Behandlung befinden, äußerst relevant, denn die Früherkennung einer ausgeprägten skelettalen Klasse III Dysgnathie würde sich gravierend auf den weiteren Therapieablauf der Patienten auswirken.

5.3 Schlussfolgerung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei Patienten mit einer skelettalen Klasse III Dysgnathie signifikant erhöht ist. Zusätzlich konnte bei der ausgeprägten skelettalen Disharmonie die tendenzielle Vergrößerung der Sella Turcica nachgewiesen werden. Die Hypothesen der vorliegenden Studie konnten bestätigt werden, demnach wären eine Sella Turcica Brücke in Kombination mit einer morphologischen Vergrößerung der Sella Turcica Strukturen, zwei distinktive Symptome für den primären diagnostischen Hinweis einer sich entwickelnden skelettalen Klasse III Dysgnathie.

6 Zusammenfassung/ Summary

Zusammenfassung

Zahlreiche Studien analysierten das Auftreten von Sella Turcica Anomalien bei Patienten mit ausgeprägten kraniofazialen Deviationen. Bislang existieren keine Studien über die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei Patienten innerhalb einer homogen klassifizierten Gruppe, bezogen auf Alter, ethnologische Herkunft und der vorherrschenden skelettalen Klasse. Ziel der vorliegenden Untersuchung war, die Morphologie der Sella Turcica und die Prävalenz einer Sella Turcica Brücke bei erwachsenen Patienten kaukasischer Abstammung mit einer skelettalen Klasse III, sowie einer skelettalen Klasse I Kontrollgruppe, zu analysieren. Zusätzlich wurde die Metrik der Sella Turcica in Größe und Ausdehnung in beiden Patientengruppen ermittelt.

Die vorliegende Studie basierte auf einer retrospektiven röntgenkephalometrischen Analyse der Fernröntgenseitenbildern (FRS) des Schädels von insgesamt 400 erwachsenen Patienten (Alter ≥ 17 Jahre; Wachstumsende nahezu erreicht). Multizentrische Datenerhebungen des Patientenkollektivs stammten aus den Polikliniken für Kieferorthopädie der Universitätskliniken Heidelberg, Jena, Köln und Würzburg. Nach den kephalometrischen Daten wurden die Patienten in zwei unterschiedliche skelettale Gruppen klassifiziert (skelettale Klasse III Patienten (N = 250), und als Kontrollgruppe skelettale Klasse I Patienten (N = 150). Skelettale Klasse III Patienten wiesen mit insgesamt 16.8% im Vergleich zu den skelettalen Klasse I Patienten mit insgesamt 9.4% eine signifikant höhere Prävalenz einer Sella Turcica Brücke auf ($p = 0.031$). Die Ergebnisse der Sella Turcica Metrikanalyse zeigten tendenzielle Vergrößerungen der Sella Turcica bei skelettalen Klasse III Patienten. Demzufolge wären eine Sella Turcica Brücke in Kombination mit der morphologischen Vergrößerung der Sella Turcica Strukturen, zwei distinktive Symptome auf einen primären diagnostischen Hinweis einer skelettalen Klasse III Dysgnathieentwicklung.

Summary

Bridging of the sella turcica as a primary evidence for a severe skeletal class III

Several studies have analyzed the frequency of sella turcica anomalies in patients with severe craniofacial deviations. Up to now, there have been no studies about the prevalence of sella turcica bridging in homogenous groups of patients. Therefore, the aim of this controlled study was to analyze the prevalence of sella turcica bridging and measure the size of the sella turcica in two well-defined groups of Caucasian individuals.

In a multicentre study approach, 400 pretreatment lateral cephalograms of adult patients (above the age of 17 years, growth almost finished) were analyzed. Based on their cephalometric data, classification of the patients into skeletal Class III (N = 250) compared to a control group with a skeletal Class I (N = 150) was performed. Skeletal Class III patients presented a significantly higher rate of sella turcica bridging, 16.8%, in comparison to skeletal Class I patients, whose rate was 9.4% ($p = 0.031$). A tendency towards a larger sella turcica was apparent in skeletal Class III patients. Therefore, bridging of the sella turcica in combination with sella turcica enlargement are two distinctive symptoms, which could be seen as early evidence for a development of a skeletal Class III.

8 Literaturverzeichnis

1. **Abdel-Kader HM**
Sella turcica bridges in orthodontic and orthognathic surgery patients. A retrospective cephalometric study.
Aust Orthod J. 2007;23(1):30-5

2. **Alkofide EA**
Pituitary adenoma: a cephalometric finding.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;120(5):559-62

3. **Alkofide EA**
The shape and size of the Sella Turcica in skeletal Class I, Class II and Class III Saudi Subjects.
Eur J Orthod. 2007;29(5):457-63

4. **Andredaki M, Koumantanou A, Dorotheou D, Halazonetis DJ**
A cephalometric morphometric study of the sella Turcica.
Eur J Orthod. 2007;29(5):449-56

5. **Angle EH**
Classification of malocclusion.
Dent Cosmos. 1899;41:248

6. **Angle EH**
Treatment of malocclusion of the teeth.
7. Aufl., Philadelphia PA, SS White; 1907

7. **Angle EH**
Die Okklusionsanomalie der Zähne.
2. Aufl., Meusser, Berlin 1913

8. **Axelsson S, Storhaug K, Kjaer I**
Post-natal size and morphology of the sella turcica. Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between 6 and 21 years of age.
Eur J Orthod. 2004;26(6):597-604

9. **Ballard CF**
Some bases for aetiology and diagnosis in orthodontics.
Brit Soc Study Orthod. Trans. 1948;27-34

10. **Ballard CF**
aus: Patti A, Perrier d' Arc G
Kieferorthopädische Frühbehandlung.
1.Aufl., Quintessenz, Berlin, 2007, 13

11. **Becker R**
Die Bedeutung der Zunge für das Unterkieferwachstum.
Dtsch Zahnärztl Z. 1959;14:302-6

12. **Becker R**
Die Zunge als Faktor des sagittalen Unterkieferwachstums.
Fortschr Kieferorthop. 1960;21:422-5

13. **Becktor JP, Einersen S, Kjaer I**
A sella turcica bridge in subjects with severe craniofacial deviations.
Eur J Orthod. 2000;22(1):69-74

14. **Bergland RM, Ray BS, Torack RM**
Anatomical variations in the pituitary gland adjacent structures in 225 human autopsy cases.
J Neurosurg. 1968;28(2):93-9

15. **Bimler HP**
Indikation der Gebissformer.
Fortschr Kieferorthop. 1964;25:121-44
16. **Björk A**
Cranial base development.
Am J Orthod. 1955;41(3):198-225
17. **Björk A**
Prediction of mandibular growth rotation.
Am J Orthod. 1969;55(6):585-99
18. **Björk A, Skieller V**
Normal and abnormal growth of the mandible.
Eur J Orthod. 1983;5(1):1-46
19. **Bruntz LQ**
A comparison of scanned lateral cephalograms with corresponding original radiographs.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2006;130(3):340-8
20. **Bühl A, Zöfel P**
SPSS 9: Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. Addison-Wesley, München 2000
21. **Busch W**
Die Morphologie der Sella turcica und ihre Beziehung zur Hypophyse.
Virchows Arch. 1951;320(5):437-58
22. **Camp JD**
The normal and pathologic anatomy of the sella turcica as revealed at necropsy.
Radiology. 1923;1:65-73

23. **Camp JD**
Normal and pathological anatomy of the sella turcica as revealed by roentgenograms.
Am J Roentgenol. 1924;12:143–56
24. **Carabelli G**
Systematisches Handbuch der Zahnheilkunde.
Braumüller & Seidel, Wien, 1842
25. **Carabelli G**
aus: Kahl-Nieke B
Einführung in die Kieferorthopädie.
2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001, 6
26. **Cardoso ER, Peterson EW**
Pituitary apoplexy: a review.
Neurosurgery. 1984;14:363-73
27. **Carstens M**
Die Sella Diagnostik.
Fortschr Geb Roentgenstrahlen. 1949;71:257-72
28. **Cederberg RA, Benson BW, Nunn M, English JD**
Calcification of the interclinoid and petroclinoid ligaments of sella turcica: a radiographic study of the prevalence.
Orthod Craniofac Res. 2003;6(4):227-32
29. **Chang HP, Tseng YC, Chou TM**
An enlarged Sella Turcica on cephalometric radiograph.
Dentomaxillofac Radiol. 2005;34(5):308-12

30. **Chen Y**
Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry.
Angle Orthod. 2000;70(5):387-92
31. **Childers NK, Wright JT**
Dental and craniofacial anomalies of Axenfeld-Rieger Syndrome.
J Oral Pathol. 1986;15(10):534-9
32. **Choi WJ, Hwang EH, Lee SE**
The study of shape and size of normal sella turcica in cephalometric radiographs.
Korean J Oral Maxillofac Radiol. 2001;31:43-9
33. **Computer Konkret AG**
Kieferorthopädische Analysesoftware 'FR- Win®'
<http://www.computer-konkret.de>, 2002
34. **Cousley RR, Grant E, Kindelan JD**
The validity of computerized orthognathic predictions.
J Orthod. 2003;30(2):149-54
35. **Dahlberg G**
Statistical methods for medical and biological students.
Interscience Publications, New York, 1940
36. **Delaire J**
Confection du masque orthopedique.
Rev Stomat Paris. 1971;72:579-84
37. **Di Chiro G**
The width (third dimension) of the sella turcica.
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1960;84:26-37

38. **Di Chiro G, Nelson KB**
Volume of the sella turcica.
Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med. 1962;87:989-1008
39. **Diedrich P**
Praxis der Zahnheilkunde. Kieferorthopädie I.
Orofaziale Entwicklung und Diagnostik.
4.Aufl., Urban & Fischer, München-Jena, 2000, 99-102
40. **Diedrich P**
Praxis der Zahnheilkunde. Kieferorthopädie II.
4.Aufl., Urban & Fischer, München-Jena, 2000
41. **Dula K, Mini R, Stelt PF, Lambrecht JT, Schneeberger P, Buser D**
Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible.
Eur J Oral Sci. 1996; 104(5-6):503-10
42. **Enlow DH**
Handbuch des Gesichtswachstums.
Quintessenz, Berlin, 1989
43. **Fränkel R**
Technik und Handhabung der Funktionsregler.
VEB Volk und Gesundheit, Berlin, 1976
44. **Fränkel C, Fränkel R**
Der Funktionsregler in der orofazialen Orthopädie.
Hüthig, Heidelberg, 1992
45. **Friedland B, Meazzini C**
Incidental finding of an enlarged sella turcica on a lateral cephalogram.
Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996;110: 508-12

46. **Geffner ME**
Hypopituitarism in Childhood.
Cancer Control. 2002;9(3):212-22
47. **Gorlin RJ, Pinborg JJ, Cohen MM**
Syndromes of the head and neck.
2.Aufl., McGraw-Hill, New York, 1976, 649-51
48. **Graber T, Vanarsdall R**
Kieferorthopädie : Grundlagen und moderne Therapiekonzepte.
Übers. und bearb. von Werz R und Landmesser H, Urban & Fischer, München-Jena, 1999, 243-53
49. **Hägg U, Taranger J**
Maturation indicators and the pubertal growth spurt.
Am J Orthod. 1982;82(4):299-309
50. **Hotz R**
Zahnmedizin bei Kindern und Jugendlichen.
Thieme, Stuttgart, 1976
51. **Hupp JR, Gwinup G**
The empty sella syndrome.
J Oral Maxillofac Surg. 1983; 41(7):463-7
52. **Jacobson A**
Application of the "Wits" appraisal.
Am J Orthod. 1976;70(2):179-89
53. **Jacobson A**
Update on the "Wits" appraisal.
Angle Orthod. 1988;58(3):205-19

54. **Jones RM, Faqir A, Millett DT, Moos KF, McHugh S**
Bridging and dimensions of sella turcica in subjects treated by surgical-orthodontic means or orthodontics only.
Angle Orthod. 2005;75(5):714-8
55. **Kahl-Nieke B**
Einführung in die Kieferorthopädie.
2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001
56. **Keats TE, Lusted LB**
Atlas of roentgenographic measurements.
Mosby-Yearbook, St.Louis, 1990
57. **Kisling E**
Cranial Morphology in Down's Syndrome; A Comparative Roentgen-cephalometric Study in Adult Males.
Orthodontic Department, Munksgaard, Copenhagen, 1966, 20-1
58. **Kjaer I, Aase W, Madsen P, Blichfeldt S, Rasmussen K, Russel B**
The sella turcica in children with lumbosacral myelomeningocele.
Eur J Orthod. 1998;20: 443-8
59. **Kjaer I, Fischer-Hansen B**
The adenohypophysis and the cranial base in early human development. *J Craniofac Genet Dev Biol.* 1995;15(3):157-61
60. **Kjaer I, Fischer B, Keeling JW**
Axial skeleton and pituitary gland in human fetuses with spina bifida and cranial encephalocele.
Pediatr Pathol Lab Med. 1996;16(6):909-26

61. **Kjaer I, Keeling JW, Fischer-Hansen B**
The prenatal human cranium, normal and pathologic development.
Munksgaard, Copenhagen, 1999
62. **Kjaer I, Fischer-Hansen B, Reintoft I, Keeling JW**
Pituitary gland and axial skeletal malformations in human fetuses with spina bifida.
Eur J Pediatr Surg. 1999;9(6):354-8
63. **Kjaer I, Hansen N, Becktor KB, Birkebaek N, Balslev T**
Craniofacial morphology, dentition, and skeletal maturity in four siblings with Seckel syndrome.
Cleft Palate Craniofac J. 2001;38(6): 645-51
64. **Klink-Heckmann U, Bredy E**
Kieferorthopädie.
3.Aufl., J. A. Barth, Leipzig-Heidelberg, 1990, 159-72
65. **Kneisel CF**
Der Schiefstand der Zähne, dessen Ursachen und Abhilfe.
Mittler, Berlin-Posen-Bromberg, 1836
66. **Kneisel CF**
aus: Kahl-Nieke B
Einführung in die Kieferorthopädie.
2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001, 6
67. **Körbitz A**
Kursus der Orthodontie.
Berliner Zahnärztliche Poliklinik, Berlin, 1909

68. **Korkhaus G**
Gebiß-, Kiefer- und Gesichtorthopädie.
In: Bruhn C, Hrsg. Handbuch der Zahnheilkunde, Bd. IV, Bergmann, München, 1939
69. **Korkmaz S**
An evaluation of the errors in cephalometric measurements on scanned cephalometric images and conventional tracings.
Eur J Orthod. 2007;29:105-8
70. **Koshino T, Konno T, Ohzeki T**
Bone and joint manifestations of Rieger's syndrome: a report of a family. *J Pediatr Orthop. 1989; 9(2):224-30*
71. **Lang J**
Structure and postnatal organization of heretofore uninvestigated and infrequent ossifications of the sella turcica region.
Acta Anat.(Basel) 1977;99(2):121-39
72. **Leonardi R, Barbato E, Vichi M, Caltabiano M**
A sella turcica bridge in subjects with dental anomalies.
Eur J Orthod. 2006;28: 580-5
73. **Limborgh van J**
The regulation of the embryonic development and the skull.
Acta Morphol Neerl Scand. 1968;7(2):101
74. **Linden van der FPGM**
Gesichtswachstum und faziale Orthopädie.
Quintessenz, Berlin, 1984

75. **Linden van der FPMG, Boersma H**
Diagnose und Behandlungsplanung in der Kieferorthopädie.
Quintessenz, Berlin, 1988, 110,123,315-324
76. **McLachlan MS, Wright AD, Doyle FH**
Plain films and tomographic assessment of the pituitary fossa in 140
acromegalic patients.
Br J Radiol. 1970;43(510):360-9
77. **Melsen B**
The cranial base. The postnatal development of the cranial base studied
histologically on human autopsy material.
Acta Odontol Scand. 1974;62:1-126
78. **Meschan I**
An atlas of anatomy basic to radiology.
Saunders, Philadelphia, 1975, 343–8
79. **Meyer L**
Über Crania progenaea, eine bisher nicht beschriebene Schädel- Difformität.
Arch Psychiat. 1868;1:96-127
80. **Meyer- Marcotty P, Weisschuh N, Dressler P, Hartmann J,
Stellzig- Eisenhauer A**
Morphology of the sella turcica in Axenfeld-Rieger syndrome with PITX2
mutation.
J Oral Pathol Med. 2008;37(8):504-10. Epub 2008 Mar 10
81. **Miethke RR**
Beobachtungen zur Entwicklung vorgeburtlicher Progenien.
Fortschr Kieferorthop. 1978;39:444

82. **Miethke RR**
Zur Lokalisationsgenauigkeit kephalometrischer Referenzpunkte.
Prakt Kieferorthop. 1989;3:107-22
83. **Mills LF**
Epidemiologic studies of occlusion. IV. The prevalence of malocclusion in a population of 1455 school children.
J Dent Res. 1966;45(2):332-6
84. **Moll KJ, Moll M**
Kurzlehrbuch Anatomie.
Urban & Fischer Verlag, München-Jena, 2003, 295-6
85. **Müller F**
Die Bedeutung der Sellabrücke für das Auge.
Klin Mbl Augenheilk. 1952;120:298-302
86. **Nötzel F, Schultz C**
Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik. Analysen und Tabellen für die Praxis
Deutsche Zahnärzte Verlag, DÄV Hanser, Köln-München, 2001, 20-5
87. **Nötzel F, Schultz C, Hartung M**
Fernröntgenseitenbild- Analyse.
Deutsche Zahnärzte Verlag, Köln, 2007
88. **Patti A, Perrier d' Arc G**
Kieferorthopädische Frühbehandlung.
1.Aufl., Quintessenz, Berlin, 2007
89. **Paul LW, Juhl JH**
The Essentials of Roentgen Interpretation.
Hagerstown, MD: Harper und Row, 1972

90. **Petit HP**
Syndromes prognathiques: schemas de traitement "global" autour de masques faciaux. [The prognathic syndrome: a complete treatment plan around the facial mask].
Rev Orthop Dento Faciale. 1982;16(4):381-411
91. **Pisaneschi M, Kapoor G**
Imaging of the sella and parasellar region.
Neuroimaging Clin N Am. 2005;15(1):203-19
92. **Platzer W**
Zur Anatomie der „Sella-Brücke“ und ihrer Beziehung zur A. carotis interna.
Fortschr Roentgenstr. 1957;87: 613-6
93. **Platzer W**
Taschenatlas der Anatomie, Bd. 1 Bewegungsapparat .
Thieme, Stuttgart, 2003, 282-308
94. **Pribram HW, du Boulay GH**
Sella turcica.
In: Newton TH, Potts DG, (eds), Radiology of skull and brain, vol.1, C.V. Mosby, Saint Louis, 1971, 357-390
95. **Rakosi T**
Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse.
Hanser , München-Wien, 1979
96. **Rakosi T**
Funktionelle Therapie in der Kieferorthopädie.
Hanser, München, 1984, 392-430

97. **Rakosi T**
Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse.
2.Aufl., Hanser, München-Wien, 1988
98. **Reichenbach E**
Kieferorthopädische Klinik und Therapie.
7.Aufl., Leipzig, 1971
99. **Reichenbach E**
Zur Morphologie und Klassifizierung der Progenie.
Dtsch Stomat. 1956;6:130-6
100. **Reisner K, Gosepath J**
Schädeltomographie, Leitfaden und Atlas.
Thieme, Stuttgart, 1973, 99-102
101. **Rohen JW**
Anatomie für Zahnmediziner, Kurzlehrbuch der funktionellen und topographischen Anatomie des Menschen.
2.Aufl., Schattauer, Stuttgart-New York, 1988, 81-5
102. **Russel BG, Kjaer I**
Postnatal structure of the sella turcica in Down syndrome.
Am J Med Genet. 1999;87(2):183-8
103. **Sadler TW**
Medizinische Embryologie. Die normale menschliche Entwicklung und ihre Fehlbildungen.
Hrsg. dt. übers. Drews U, 9.Aufl., Thieme, Stuttgart- New York, 1998
104. **Sage MR, Blumbergs PC**
Primary empty sella turcica: radiological- anatomical correlation.
Australas Radiol. 2000;44(3):341-8

105. **Schmuth G, Vardimon A**
Kieferorthopädie.
3.Aufl., Thieme, 1994, 4-18
106. **Schopf P**
Curriculum Kieferorthopädie.
Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo-Tokio, 1990, 330-58
107. **Schudy FF**
The cant of the occlusal plane and axial inclination of teeth.
Angle Orthod. 1963;33:69-82
108. **Schulze C, Wiese W**
Zur Vererbung der Progenie.
Fortschr Kieferorthop. 1965;26:213-29
109. **Schulze R**
Aktueller Stand der digitalen Röntgentechnik.
ZM 2006;96(6):42-8
110. **Schünke M, Schulte E, Schumacher U**
Prometheus, Lern Atlas der Anatomie, Kopf und Neuroanatomie.
Thieme, Stuttgart-New York, 2006, 24-5
111. **Schwarz AM**
Lehrgang der Gebissregelung. Die kieferbezügliche Untersuchung.
Urban & Schwarzenberg, Berlin, 1936
112. **Schwarz AM**
Die Röntgendiagnostik.
Urban & Schwarzenberg, Wien, 1958

113. **Schwenzer N, Ehrenfeld M**
Zahn- Mund- Kiefer- Heilkunde, Bd.1: Allgemeine Chirurgie.
3. Aufl., Thieme, Stuttgart- New York, 2000, 215-279
114. **Silverman FN**
Roentgen standards for size of the pituitary fossa from infancy through
adolescence.
Amer J Roentgenol. 1957;78:451-60
115. **Shapiro RS, Janzen AH**
The Normal Skull.
New York, NY: Paul B Hoeber, 1960
116. **Sperber GH**
Embryologie des Kopfes.
Quintessenz, Berlin-Chicago, 1992
117. **Swalow CE, Osborn AG**
Imaging of sella and parasellar disease.
Semin Ultrasound CT MR. 1998;19(3):257-71
118. **Swartz JD, Russel KB, Basile BA, O`Donnell PC, Popky GL**
High resolution computed tomographic appearance of the intrasellar
contents in women of childbearing age.
Radiology. 1983;147(1):115-7
119. **Tamoscheit U**
Zur Ätiologie und Pathogenese der sogenannten Angle Klasse II,1.
Med. Habil., Berlin, 1971
120. **Taveras JM, Wood EH**
Diagnostic neuroradiology.
Williams & Wilkins, Baltimore, 1964

121. **Teal JS**
Radiology of the adult sella turcica.
Bull Los Angeles Neurol Soc. 1977;42(3-4):111-74
122. **Tyrrell JB, Findling JW, Aron DC**
Hypothalamus and pituitary.
Appleton & Lange. 1994;39-47, 99-104.
123. **Voss H, Herrlinger R**
Taschenbuch der Anatomie, Bd. I: Einführung in die Anatomie,
Bewegungsapparat.
12. Aufl., Fischer, Stuttgart, 1963, 245-51
124. **Vuuren van C**
A review of the literature on the prevalence of Class III malocclusion and
mandibular prognathic growth hypotheses.
Aust Orthod J. 1991;12(1):23-8
125. **Weisberg LA, Zimmermann EA, Frantz AG**
Diagnosis and evaluation of patients with an enlarged sella turcica.
Am J Med. 1976;61(5):590-6
126. **Weise W**
Kieferorthopädische Kombinationstherapie, Möglichkeiten und Grenzen der
Behandlung mit Platten und Aktivatoren.
Urban & Schwarzenberg, München-Wien-Baltimore, 1992, 79-94
127. **Welcker H**
aus: Kahl-Nieke B
Einführung in die Kieferorthopädie.
2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001,6
www.kfokompakt.de

128. **Youngusband OZ, Horrax G, Hurxthal LM**
Chromophobe pituitary tumors. Diagnosis.
J Clin Endocrinol Metab. 1952;12(6):611-6

Abbildungsnachweis

Abb. 1.1:

Schünke M, Schulte E, Schumacher U

Prometheus, LernAtlas der Anatomie.

Thieme Stuttgart, New York, 2006, 24-25

Abb. 1.2/ 1.3:

Friedland B, Meazzini C

Incidental finding of an enlarged sella turcica on a lateral cephalogram.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996;110:510 (Abb.2)

Abb. 1.4:

Axelsson S, Storhaug K, Kjaer I

Post-natal size and morphology of the sella turcica. Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between 6 and 21 years of age.

Eur J Orthod. 2004;26(6):597 (Abb. 1)

Björk A, Skieller V.

Normal and abnormal growth of the mandible.

Eur J Orthod. 1983;5(1):41 (Abb.69)

Abb. 1.5:

Friedland B, Meazzini C

Incidental finding of an enlarged sella turcica on a lateral cephalogram.

Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1996;110: 510 (Abb.3)

Abb. 1.6:

Becktor JP, Einersen S, Kjaer I

A sella turcica bridge in subjects with severe craniofacial deviations.

Eur J Orthod. 2000;22(1):70-1 (Abb. 1/2)

Abb. 1.7:

Axelsson S, Storhaug K, Kjaer I

Post-natal size and morphology of the sella turcica. Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between 6 and 21 years of age.

Eur J Orthod. 2004;26(6):601 (Abb. 4)

Abb. 1.8:

Platzer W

Taschenatlas der Anatomie, Bd. 1 Bewegungsapparat.

Thieme, Stuttgart, 2003, 299 (Abb. B/C/D)

Abb. 1.9:

Geffner ME

Hypopituitarism in Childhood.

Cancer Control. 2002;9(3):212-22

© 2002 H. Lee Moffitt Cancer Center and Research Institute, Inc.

<http://www.medscape.com>; <http://www.moffitt.org/CCJRoot/v9n3/pdf/212.pdf>

Abb. 1.10:

Kahl-Nieke B

Einführung in die Kieferorthopädie.

2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001, 7 (Abb. 2/3/4)

Abb. 1.11:

Schopf P

Curriculum Kieferorthopädie.

Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo-Tokio, 1991, 345 (Abb. 271)

Abb. 1.12:

Kahl-Nieke B

Einführung in die Kieferorthopädie.

2. Aufl., Urban & Fischer, München, 2001, 238 (Abb. 21-1)

Abb. 1.13:

Diedrich P

Praxis der Zahnheilkunde. Kieferorthopädie I. Orofaziale Entwicklung und Diagnostik.
4. Aufl., Urban & Fischer, München-Jena, 2000, 101 (Abb. 23)

Abb. 3.12:

Axelsson S, Storhaug K, Kjaer I

Post-natal size and morphology of the sella turcica. Longitudinal cephalometric standards for Norwegians between 6 and 21 years of age.

Eur J Orthod. 2004;26(6):599

Abb. 9.1:

Rakosi T

Funktionelle Therapie in der Kieferorthopädie.

Hanser, München, 1984, 392 (Abb.9.1)

Abb. 9.2:

Schopf P

Curriculum Kieferorthopädie.

Quintessenz, Berlin-Chicago-London-Sao Paulo-Tokio, 1991, 348

9 Anhang

9.1 Ätiologie der progener Erscheinungsformen

Ein **frontaler Kreuzbiss** kann durch Milchzahnpersistenz und Ablenken der durchbrechenden Inzisivi in den Kreuzbiss entstehen. Auch eine atypische Keimlage der Schneidezähne oder traumatische Einflüsse kommen als Ursache in Frage (Klink-Heckmann, 1990; Schopf, 1990).

Bei der **Pseudoprogenie** („unechte Progenie“) zählen zu den endogenen oder erblich bedingten Ursachen Zahnunterzahl im Oberkiefer und diverse Syndrome (z.B.: Morbus Crouzon (Dysostosis craniofacialis); Morbus Apert (Akrozephalosyndaktylie); Dysostosis cleidocranialis; Trisomie 21). Eine exogen verursachte oder erworbene Pseudoprogenie kann auch durch fehlenden oder reduzierten Wachstumsreiz auf den Oberkiefer, bzw. durch aktive Hemmung des sagittalen und transversalen Oberkieferwachstums (z.B.: traumatischer Zahnverlust/ Oberkieferverformung; postoperative Narbenzüge; Lippen-Kiefer-Gaumenspalten) bedingt sein (Kahl-Nieke, 2001). Andere exogene Modifikationen können möglicherweise durch adenoide Vegetationen und Mundatmung, Zungenhyperplasien und Fehlfunktionen sowie umfangreichen vorzeitigen Milchzahnverlust im Oberkiefer verursacht werden. Eine genetische Disposition ist hier auch ohne familienanamnestische Positiva anzunehmen (Diedrich, 2000).

Eine **echte Progenie** beruht auf erblich exzessivem Wachstum der Mandibula, dabei liegt ein multifaktorielles genetisches Geschehen vor (Kahl-Nieke, 2001). Als Beispiel dafür ist die „Habsburger Progenie“ zu nennen, eine im Hause Habsburg nachgewiesene erbliche Makrogenie, verbunden mit einer Mikrognathie durch Aplasie der seitlichen oberen Schneidezähne (Maximilian I; Karl V; Carlos II) (Schopf, 1990). Hier zeigt sich die Übertragung mit schweren Ausprägungsgraden der Angle-Klasse III Dysgnathie von Generation zu Generation. Daraus resultierte die Vorstellung einer heterozygoten Wirkung eines autosomalen Gens mit dominantem Erbgang (Diedrich, 2000). Forschungen hinsichtlich der Ätiologie und Genese progener Bissformen haben ebenfalls gezeigt, dass bei eindeutig nachgewiesener Erbanlage auch die einfachen Formen des umgekehrten Bisses zu finden sind. So gibt es in Progenikerfamilien die unterschiedlichste Expressivität dieser Erbanlage

(Schulze und Wiese, 1956; Schmuth und Vardimon, 1994). Die Progenie kann durch artikuläre Fixierung eines Zwangsbisses entstehen (Schopf, 1990). Rakosi (1984) bewies in einer Studie, dass die genetisch vorbestimmte Progredienz des mandibulären Wachstums gut beobachtet werden kann. Dabei wurde die Länge der Unterkieferbasis mit der Entfernung Se-N (Sellaeingang-Nasion) bei Patienten zwischen ihrem sechsten und 19. Lebensjahr korreliert (Abbildung 9.1).

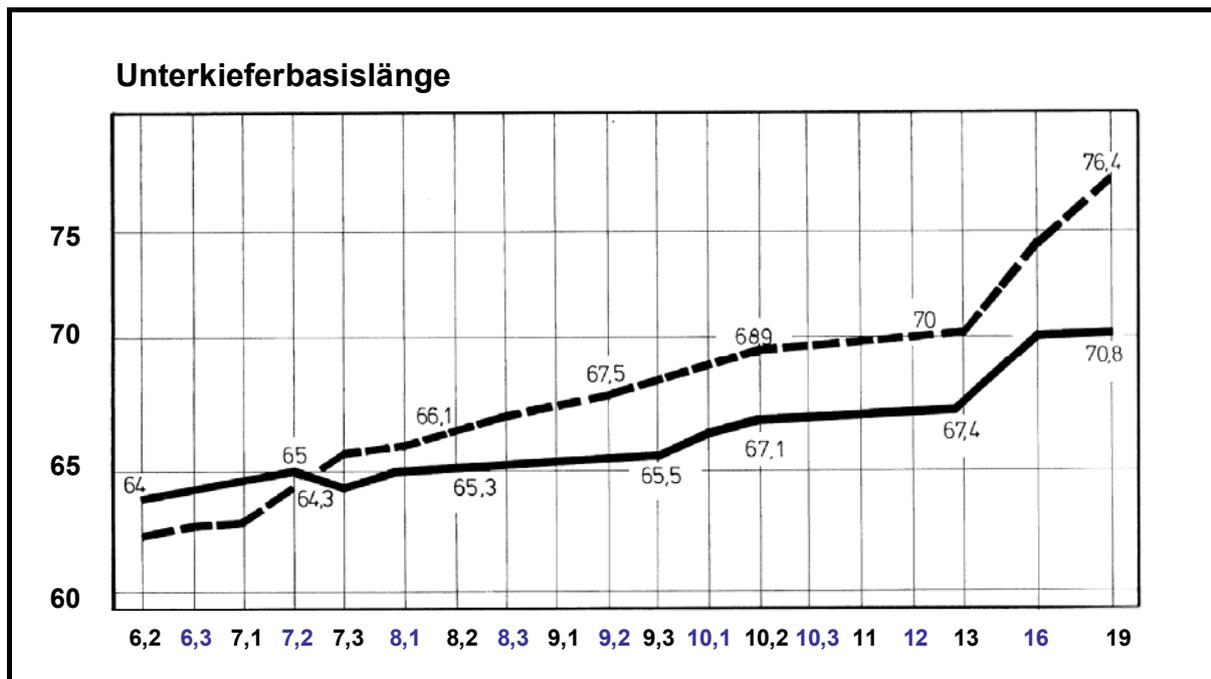


Abb. 9.1. Änderungen der Unterkieferbasislänge bei Progenie zwischen dem 6. und 19. Lebensjahr im Vergleich zu den Sollwerten. _____ Sollwerte; ----- Länge ohne Behandlung. (Aus: Rakosi, 1984)

Bei Patienten unter siebeneinhalb Jahren war die Unterkieferbasislänge relativ kurz, danach wurde sie kontinuierlich länger. Die Kurve drückt die genetisch bestimmte Entwicklung der Klasse III Dysgnathie aus. Funktionelle Faktoren und auch das Weichgewebe haben einen bestimmenden Einfluss auf die Anomalie. Wie schon bei der Pseudoprogenie erwähnt, kann eine vergrößerte und nach vorn verlagerte Zunge als lokaler, epigenetischer Faktor (Becker, 1959; van Limborgh, 1968) betrachtet werden. Die Zunge übt auf das gesamte Unterkieferwachstum einen entscheidenden Einfluss aus, der bei der Behandlung berücksichtigt werden sollte (Becker, 1960; Rakosi, 1984; Schmuth und Vardimon, 1994). Einige Patienten haben es sich angewöhnt den Unterkiefer habituell in eine anteriore Lage zu bewegen und damit die Entwicklung der mandibulären Prognathie zu beschleunigen (Rakosi, 1984).

9.2 Kephalometrische Befunde der progenen Erscheinungsformen (Klasse III Anomalie)

Bei einer dento-alveolären Klasse III Anomalie (frontaler Kreuzbiss) liegt keine basale Diskrepanz vor, der ANB-Winkel zeigt einen Normwert.

Bei der skelettalen Klasse III Anomalie mit vergrößerter Unterkieferbasis zeigt die Metrik vergrößerte Werte der Unterkieferbasislänge und des Ramus ascendens auf. Der SNA-Winkel weist normale Durchschnittswerte auf, der SNB-Winkel ist vergrößert, der ANB-Winkel hat verhältnismäßig geringe negative Werte und der konstruierte WITS-Wert zeigt deutlich negative Werte. Der Kieferwinkel ist meist groß, der Gelenkwinkel eher klein.

Beim Auftreten einer skelettalen Klasse III Anomalie mit unterentwickeltem Oberkiefer und prognathem Unterkiefer ist die Oberkieferbasis retrognath, die Unterkieferbasis prognath eingebaut. Der SNA-Winkel ist verkleinert, die Oberkieferbasis verkürzt, der SNB-Winkel vergrößert, die Unterkieferbasis lang und der Ramus ascendens kann entweder kurz oder lang sein. Patienten mit kurzem Ramus ascendens zeigen ein eher vertikales Wachstumsmuster auf, der Kieferwinkel ist vergrößert, häufig kann die Klasse III Anomalie mit einem offenen Biss kombiniert sein. In Fällen mit einem langen Ramus ascendens ist die Wachstumsrichtung tendenziell horizontal, der Kieferwinkel eher klein und es kann ein umgekehrter Tiefbiss vorliegen.

Bei einer skelettalen Klasse III Anomalie mit Unterentwicklung des Oberkiefers (Pseudoprogenie), ist die Oberkieferbasis klein und retrognath, der SNA-Winkel verkleinert, der Unterkiefer ist regelrecht entwickelt mit üblicher Größe und normalem SNB-Winkel (Rakosi, 1984).

9.3 Behandlungsindikation und Therapie

Für alle Anomalien des progenen Formenkreises besteht eine nahezu absolute Behandlungsbedürftigkeit, denn bei den Klasse III Patienten kann

- die Kau- und Abbeifunktion eingeschränkt sein,
- ein parodontaler Schaden an isoliert getroffenen Schneidezähnen (besonders im Unterkiefer) entstehen,
- durch den eingestellten Biss eine Wachstumshemmung im Oberkiefer verursacht sein,
- der Zwangsbiss das Risiko von Funktionsstörungen der Kiefergelenke in sich bergen,
- die entstellende, auch für den Laien leicht erkennbare Dysgnathie eine psychische Beeinträchtigung bedeuten (Schopf, 1990).

In der Literatur werden diverse Therapiemöglichkeiten für eine Klasse III Anomalie angegeben (Diedrich, 2000; Graber und Vanarsdall, 1999; Klink-Heckmann, 1990; Kahl-Nieke, 2001; Rakosi 1984; Schopf, 1990; Van der Linden, 1984; Weise, 1992). Die gemeinsame Aussage ist eine möglichst früh einsetzende und langandauernde Behandlung bei dieser äußerst progressiven Anomalie. Prinzipiell sollte zwischen einer allein konservativen kieferorthopädischen Therapie während des Wachstums und einer kombiniert kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Behandlung nach Wachstumsabschluss unterschieden werden (Kahl-Nieke, 2001). Die kieferorthopädische Behandlung kann jederzeit (Milchgebiss → bleibendes Gebiss) begonnen werden. Prognostisch gilt für eine erfolgreiche skelettale Behandlung laut Hotz (1976) „so früh wie möglich“ und „so lange wie möglich“. Dennoch müssen frühe Interzeptivbehandlungen häufig wegen progredienter Wachstumsschübe eingestellt und eine Kombinationsbehandlung zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden (Kahl-Nieke, 2001; Van der Linden, 1988).

Eine kieferorthopädisch-chirurgische Kombinationstherapie wird durchgeführt, um die bestehende skelettale Fehlbildung zu korrigieren. Dies kann einerseits operativ durch sagittale Spaltung zur Rückverlagerung des Unterkiefers bei einer skelettalen Vorlage des Unterkiefers durchgeführt werden oder bei Vorverlagerung des Oberkiefers durch eine LeFort-I-Osteotomie beim Vorliegen einer skelettalen Rücklage des Oberkiefers. Beide Behandlungsformen können beim Vorliegen

schwerer skelettaler Fehlbildungen unter Beteiligung beider Kieferbasen angewandt werden (Graber und Vanarsdall, 1999). Werden Patienten der Angle Klasse III Dysgnathie in der Gebrauchsphase des Milchgebisses und/ oder Wechselgebisses behandelt, ist es möglich eine Therapie zu wählen, die auf die skelettale Fehlbildung einwirkt. Kieferorthopädische Funktionsgeräte wie der Funktionsregler FR-3 nach *Fränkel* (1976), die Kopf-Kinn-Kappe und die Gesichtsmaske, die von *Delaire* (1971) beschrieben und von *Petit* (1982) weiter entwickelt wurde, kommen hierbei zum Einsatz (Graber und Vanarsdall, 1999).

Über die Behandlungsdauer berichtete *Schopf* (1990), dass bei kaum einer Dysgnathiegruppe so extreme Unterschiede zwischen den verschiedenen Anomalien bestehen, wie im progenen Formenkreis. Deshalb kann zum Beispiel die Behandlung eines frontalen Kreuzbisses bzw. eines progenen Zwangsbisses in der Regel innerhalb weniger Wochen erfolgreich behandelt werden. Ausgeprägte Anomalieformen der Klasse III Dysgnathie zeigen, dass die kieferorthopädische Behandlung im Milch- oder frühen Wechselgebiss begonnen wurde und erst nach Abschluss des Wachstums beendet werden kann. Acht bis zwölf jährige Betreuungszeiten sind daher keine Seltenheit (Schopf, 1990).

Wird während der Behandlung nicht erkannt, dass es sich um ein übermäßig exzessives Wachstum des Unterkiefers handelt, führen die Therapieansätze meist nicht zu dem erwünschten Ergebnis. Die Schwierigkeit besteht darin, eine solche Entwicklung rechtzeitig zu erkennen, um mögliche Fehlbehandlungen zu vermeiden und weitere kieferorthopädisch-kieferchirurgische Maßnahmen nicht notwendig werden (Van der Linden, 1988).

9.4 Referenzpunkte der kephalometrischen Analyse

Zur Berechnung und Messung der einzelnen Winkel und Strecken wurden folgende Messpunkte nach *Rakosi* (1988) verwendet:

a) als anatomische (anthropologische) Messpunkte galten:

1. **N**
Nasion
Anteriorster Punkt der Sutura naso-frontalis.

2. **Ba**
Basion
Der am weitesten posterior und kaudal gelegene Punkt des Clivus in der Median-Sagittal-Ebene und damit anteriorster Punkt des Foramen magnum.

3. **T1**
Tangentenpunkt am aufsteigenden Ast
Am weitesten dorsal gelegener Punkt des Ramus ascendens im Bereich des Kieferwinkels.

4. **T2**
Tangentenpunkt am Unterkieferkörper
Dorsokaudalster Punkt am Unterkieferkörper.

5. **Me**
Menton
Kaudalster Punkt an den Konturen der Symphyse und damit tiefster Punkt des Unterkiefers.

6. **Gn**
Gnathion
Anteriorster, kaudalster Punkt des knöchernen Kinns in der Median-Sagittal-Ebene.

7. Pog**Pogonion**

Der am weitesten anterior gelegene Punkt des knöchernen Kinns in der Median-Sagittal-Ebene.

8. B**B-Punkt (Supramentale)**

Dieser Punkt befindet sich am anteriorsten Ende der Unterkieferbasis und ist somit an der tiefsten Einziehung der äußeren Krümmung des Unterkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene lokalisiert.

9. Ap UK**Apikale UK**

Apikalster Punkt der Wurzel des am weitesten anterior stehenden mittleren Unterkiefer-Schneidezahnes.

10. Is UK**Inzision UK**

Spitze der Inzisalkante des am weitesten anterior gelegenen unteren Schneidezahnes.

11. Is OK**Inzision OK**

Spitze der Inzisalkante des am weitesten anterior gelegenen oberen mittleren Schneidezahnes.

12. Ap OK**Apikale OK**

Wurzelspitze des am weitesten anterior gelegenen mittleren Oberkiefer-Schneidezahnes, dieser Punkt ist in der Längsachse der Zahnwurzel lokalisiert.

13. A**A-Punkt (Subspinale)**

Tiefster Punkt der äußeren anterioren Kontur des Oberkieferalveolarfortsatzes in der Median-Sagittal-Ebene.

14. Spa**Spina nasalis anterior (Acanthion)**

Der am weitesten anterior gelegene Punkt der knöchernen Spina nasalis anterior in der Median-Sagittal-Ebene.

15. hPOcP**hinterer Bezugspunkt des Okklusalplanums**

Der distalste Berührungspunkt der letzten in Okklusion stehenden Molaren.

16. Cond**Condylion**

Höchster Punkt am Kieferköpfchen.

b) als röntgenologische (konstruierte) Punkte galten:**1. S****Sella**

Nach *A. M. Schwarz* (1958) konstruierter Mittelpunkt der Fossa hypophysialis, dieser liegt in der Median-Sagittal-Ebene (Abbildung 9.3).

2. Se

Mitte des Sellaeingangs (Abbildung 9.3)

Mitte der Verbindungslinie zwischen dem Processus clinoides posterior und dem vorderen Eingang der Sella Turcica nach *A. M. Schwarz* (1958).

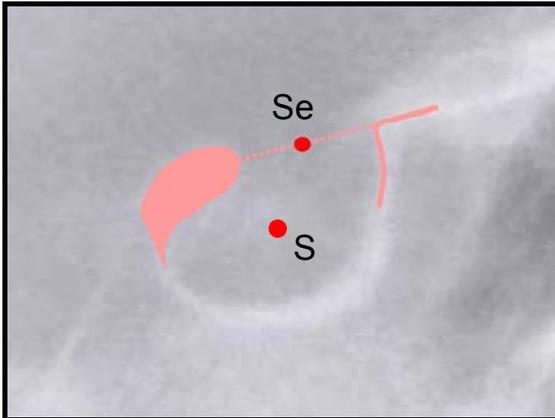


Abb. 9.3. Darstellung der konstruierten Referenzpunkte S Sella und Se Sellaeingang.

3. Ar

Artikulare

Nach Björk (1955) ist Ar ein röntgenologischer Orientierungspunkt, der Schnittpunkt zwischen dem hinteren Rand des Ramus ascendens und dem äußeren Rand der Schädelbasis.

4. Spp

Spina nasalis posterior

Konstruierter Punkt, dieser liegt am Schnittpunkt der Verlängerung der anterioren Wand der Fossa pterygopalatina mit dem Nasenboden und stellt die dorsale Begrenzung der Maxilla dar.

5. Go

Gonion

Ein konstruierter Punkt, der am Tangentenschnittpunkt der hinteren Ramuslinie mit der Linie des Mandibularplanums lokalisiert ist.

6. Pog“ (vPUK)

Anteriorer Bezugspunkt für die Bestimmung der Unterkieferlänge.

Dieser konstruierte Punkt stellt das im Punkt Pogonion gefällte Lot auf die Unterkiefergrundebene dar.

7. A“ (vPOK)**Anteriorer Bezugspunkt für die Bestimmung der Oberkieferlänge**

Dieser konstruierte Punkt ist definiert, als das im Punkt A gefällte Lot auf die Oberkiefergrundebene.

8. vPOcP**Anteriorer Punkt des Okklusalplanums**

Ein konstruierter Punkt, der durch Halbierung der Strecke des Schneidezahnüberbisses in der Schlussbissstellung ermittelt wurde.

9. AO

Konstruierter Punkt durch Fällung des Lotes vom A-Punkt auf das Okklusalplanum.

10. BO

Konstruierter Punkt durch Fällung des Lotes vom B-Punkt auf das Okklusalplanum.

9.5 Referenzlinien der kephalometrischen Analyse

Durch die Verbindung der einzelnen aufgezählten Referenzpunkte ergaben sich folgende konstruierte Bezugslinien nach *Rakosi* (1988):

1. S-N**Nasion-Sella-Linie**

Verbindungsline zwischen Nasion und Sella zur Vermessung der vorderen Schädelbasislänge.

2. S-Ar**Sella-Articulare-Linie**

Verbindungsline zwischen Sella und Articulare zur Vermessung der seitlichen Schädelbasislänge.

3. Ar-Go**Ramus-Linie**

Verbindung des Punktes Artikulare mit dem Gonion-Tangentenpunkt.

4. N-A**Nasion-A-Punkt-Linie**

Verbindungsline von Nasion und A-Punkt zur Beschreibung der sagittalen Position des Oberkiefers.

5. N-B**Nasion-B-Punkt-Linie**

Verbindungsline von Nasion und B-Punkt zur Beschreibung der sagittalen Position des Unterkiefers

6. N-Pog**Nasion-Pogonion-Linie**

Verbindungsline zwischen Nasion und Pogonion zur Beschreibung der sagittalen Position des knöchernen Kinns.

7. S-Ba**Sella-Basion-Linie (Clivus-Linie)**

Verbindungsline der Punkte Sella und Basion.

8. Oc-P**Okklusale Ebene**

Linie zwischen der Halbierenden des frontalen Überbisses und dem hinteren Bezugspunkt des Okklusalplanums (vPOcP-hPOcP).

9. Sp-P**Spinaplanum**

Verbindungsline der Punkte Spa und Spp (Oberkiefergrundebene).

10. Me-Go

Mandibularplanum

Linie durch die Punkte Menton und den Gonion-Tangentenpunkt als Referenzlinie für das Corpus mandibulae (Unterkieferbasislänge).

9.6 Winkel und Strecken der kephalometrischen Analyse

Mit Hilfe oben genannter Messpunkte und Referenzlinien wurden folgende anguläre [°] und lineare [mm] Messungen für die Analyse bestimmt:

a) Sagittale Analyse der Kieferbasen

Für den Einbau der Kiefer in die Schädelbasis und um die Position von Oberkiefer und Unterkiefer zu bestimmen wurden der SNA-, SNB- und SN-Pog-Winkel analysiert. Der Einbau der Kieferbasen wird in orthognath, retrognath und prognath unterteilt (Abbildung 9.4):

1. SNA-Winkel

Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN-Linie) und der Linie vom Nasionpunkt zum A-Punkt (ventralster Punkt der apikalen Basis im Oberkiefer). Richtwert: $81,0 \pm 3,5^\circ$ → orthognather Einbau des OK

↑: prognather Einbau/ Lage des OK

↓: retrognather Einbau/ Lage des OK

2. SNB-Winkel

Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN-Linie) und der Linie vom Nasionpunkt zum B-Punkt (ventralster Punkt der apikalen Basis im Unterkiefer).

Richtwert: $79,0 \pm 3,0^\circ$ → orthognather Einbau des UK

↑: prognather Einbau des UK

↓: retrognather Einbau des UK

3. SNPog-Winkel

Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN-Linie) und Punkt Pogonion, dieser beschreibt die basale Lage des Unterkiefers. Bei stark ausgeprägtem Kinnvorsprung ist der Unterschied zwischen SNB- und SNPog-Winkel groß. Richtwert ab dem 16. Lebensjahr: $79,5 \pm 3,0^\circ$ → orthognather Einbau des UK

↑: prognathes, ausgeprägtes Kinn

↓: weniger prognathes, ausgeprägtes Kinn

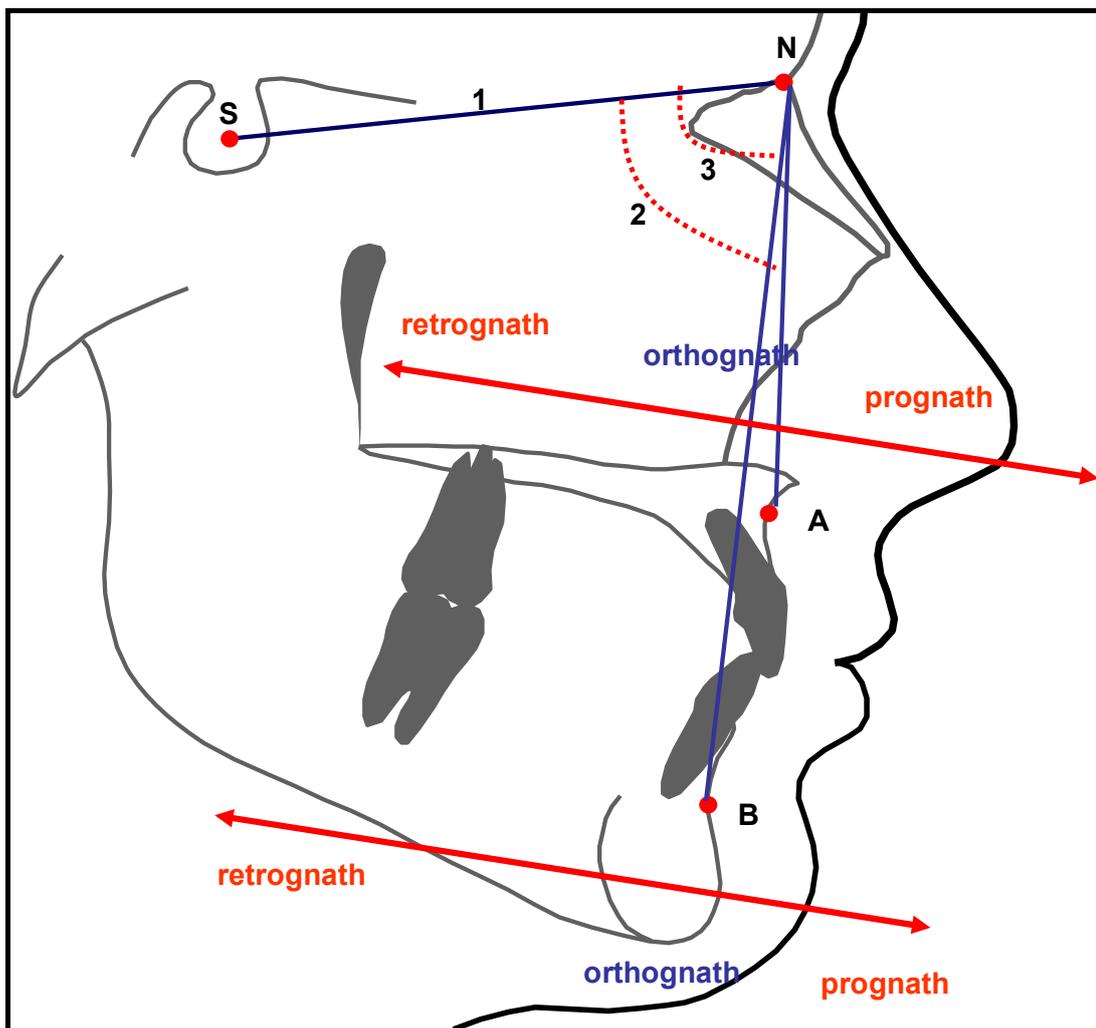


Abb.9.4. Graphische Darstellung von Orthognathie, Retrognathie und Prognathie. Sagittale Position der Maxilla ((2) SNA-Winkel) und der Mandibula ((3) SNB-Winkel) in Relation zur vorderen Schädelbasis ((1) SN-Linie).

b) Analyse der skelettalen Klasse:

Für die Einteilung der Patienten in die unterschiedlichen skelettalen Klassen (I und III) wurden folgende Parameter bestimmt:

1. Wit-Methode („Wits“ appraisal nach *Jacobsen* (1976))

Zur Beurteilung der intermaxillären Beziehungen wird der Wits-Wert gemessen. Dieser misst den Abstand (AO-BO) zwischen dem konstruierten Lot von A- und B-Punkt auf die Okklusionslinie nach *Jacobsen* (1976) (siehe auch Abbildung 3.9).

Richtwert: $0,0 \pm 2,0$ mm → skelettale Klasse I/ neutral

↑: skelettale Klasse II (distal): AO ventral BO → positiver (+) Wits-Wert

↓: skelettale Klasse III (mesial): AO dorsal BO → negativer (-) Wits-Wert

2. ANB-Winkel

Zeigt die Differenz zwischen dem SNA- und dem SNB-Winkel und beweist die gegenseitigen Beziehungen der Oberkiefer- und Unterkieferbasis in der sagittalen Ebene aus. Die skelettale Klasse beschreibt das Verhältnis der gegenseitigen Beziehung der Kieferbasen.

Richtwert: $3,0 \pm 2,0^\circ$ → skelettale Klasse I/ neutral

↑: skelettale Klasse II/ distal

↓: skelettale Klasse III/ mesial

c) Vertikale Analyse des Gesichtsschädelaufbaus:

Die vertikale Analyse des Gesichtsschädelaufbaus erfolgte durch die Messung der Oberkiefer- und Unterkieferneigung, die Ermittlung des Interbasen- und NSBa-Winkels, die Bestimmung der Messwerte des Kieferwinkels und des Summenwinkels nach *Björk* (1955).

Es wurde unterschieden zwischen neutral/ ausgeglichen, horizontalem und vertikalem Gesichtsschädelaufbau, der durch unterschiedliches Wachstum der hinteren und vorderen Gesichtsschädelbereiche nach *Enlow* (1989) festgelegt wurde. Die hintere Gesichtshöhe wurde durch das kondyläre Wachstum des aufsteigenden Astes bestimmt, während im vorderen Bereich das sutural-alveoläre Wachstum herrschte.

1. NSBa

Nasion-Sella- Basion Winkel/ Schädelbasiswinkel

Winkel zwischen der anterioren Schädelbasis (SN) und dem Punkt Basion (Ba).

Richtwert: $130 \pm 5,0^\circ$ → orthognather Profiltyp

↑: retrognather Profiltyp

↓: prognather Profiltyp

2. SN-SpP

OK-Neigung (NL-NSL)/ Inklinationswinkel

Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN) und der Oberkiefergrundebene (SpP). Zur richtigen Interpretation des Interbasen/ Kieferbasiswinkels ist die Bestimmung der Inklination zwingend erforderlich. Der Winkel hat keine Korrelation zum Gesichts- oder Wachstumstyp (Abbildung 9.5). Richtwert: $7,0 \pm 3,0^\circ$ → Ortho-/ Normoinklination des OK

↑: Anteinklination des OK

↓: Retroinklination des OK

3. SN-MeGo

UK-Neigung (ML-NSL)

Winkel zwischen der vorderen Schädelbasis (SN) und der Unterkiefergrundebene (MeGo) nach *Schudy* (1963). Dieser registriert die vertikalen Dysplasien und die Veränderung zwischen Sella und Gelenkgrube (Abbildung 9.5). Richtwert: $32,0^\circ \pm 5,0^\circ$ → Orthoinklination des UK → ausgeglichenes WTM → harmonischer Gesichtsschädelaufbau

↑: vertikale/posteriore Neigung des UK (Retroinklination)

→ vertikales WTM → vertikaler Gesichtsschädelaufbau

↓: horizontale/anteriore Neigung des UK (Anteinklination)

→ horizontales WTM → horizontaler Gesichtsschädelaufbau

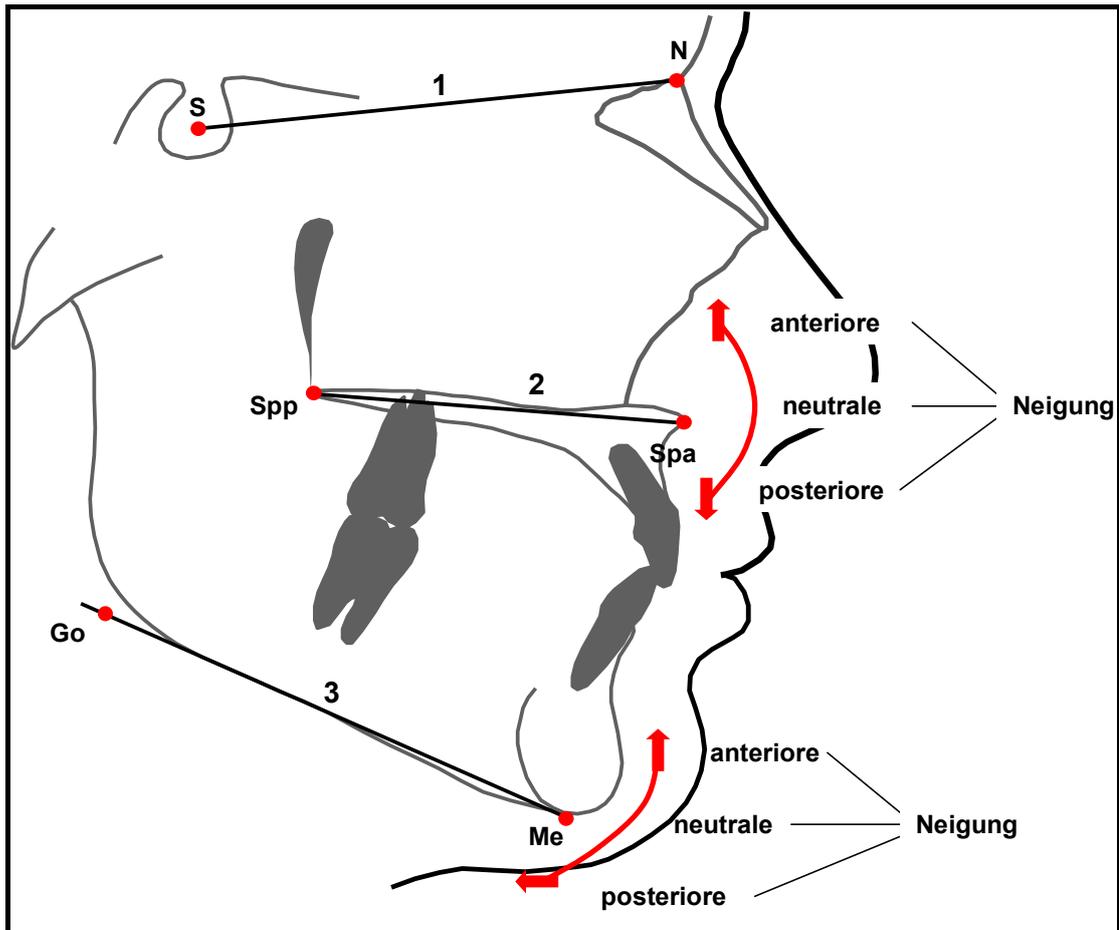


Abb. 9.5. Graphische Darstellung der unterschiedlichen Neigungen der Maxilla ((2) SN-SpP/ NL-NSL) und der Mandibula ((3) SN-MeGo/ML-NSL) gegenüber der anterioren Schädelbasis ((1) SN-Linie/NSL).

4. SpP-MeGo

Interbasenwinkel (ML-NL), Kieferbasiswinkel, Basiswinkel

(Grundebenenwinkel nach *A.M. Schwarz (1958)*)

Winkel zwischen der Oberkiefergrunde Ebene (SpP) und der Unterkiefergrunde Ebene (MeGo). Dieser Winkel drückt den Neigungsgrad des Unterkiefers in Beziehung zur Oberkieferbasis aus. Dementsprechend ist er auch für die Rotation des Unterkiefers maßgebend. Der Messwert wird durch Abweichungen im Inklinationswinkel/ OK-Neigung beeinflusst und zeigt das zu erwartende Wachstumsmuster (= WTM) des Patienten an. Bei ausgewachsenen Patienten wird der Gesichtsschädelaufbau interpretiert.

Richtwert: $23,5 \pm 5,0^\circ$ (ab dem 16.ten Lebensjahr) → ausgeglichenes WTM → harmonischer Gesichtsschädelaufbau

↑: Tendenz posteriore Unterkieferrotation (Retrinklination)

→ vertikales WTM → vertikaler Gesichtsschädelaufbau

↓: Tendenz anteriore Unterkieferrotation (Anteinklination)

→ horizontales WTM → horizontaler Gesichtsschädelaufbau

5. ArGoMe

Kieferwinkel/ Gonionwinkel

Der Winkel wird durch Artikulare (Ar), Gonion (Go) und Menton (Me) gebildet und ist maßgebend für die Form der Mandibula hinsichtlich der Relation zwischen Kieferkörper und aufsteigendem Ast. Der Kieferwinkel ist wichtig für die Wachstumsprognose und interpretiert bei ausgewachsenen Patienten den Gesichtsschädelaufbau.

Richtwert: $128,5 \pm 6,0^\circ$ → ausgeglichenes Wachstum → harmonischer Gesichtsschädelaufbau

↑: posteriore Rotationstendenz des Unterkiefers/ posteriore

Wachstumstendenz der Kondylen → horizontales WTM/ Gesichtsschädelaufbau

↓: anteriore Rotationstendenz des Unterkiefers/ vertikale Wachstums-

tendenz der Kondylen → vertikales WTM/ Gesichtsschädelaufbau

6. Summenwinkel nach Björk (1955)

Summe aus den drei Winkeln: Sattel/ Sella- (NSAr), Gelenk- (SArGo) und Kieferwinkel (ArGoMe).

Richtwert: $394,5 \pm 6,0^\circ$ → ausgeglichenes Wachstumsmuster (WTM) → harmonischer Gesichtsschädelaufbau

↑: vertikales Wachstumsmuster → vertikaler Gesichtsschädelaufbau

↓: horizontales Wachstumsmuster → horizontaler Gesichtsschädelaufbau

d) Metrische Analyse der Kieferbasen

Die Streckenmessungen der Ober- und Unterkieferbasen und des Ramus ascendens erfolgten nach der Methode von A. M. Schwarz (1958) (siehe auch Abbildung 3.11),

dabei wurden die Strecken im Verhältnis zur vorderen Schädelbasis beurteilt (Se-N + 3 mm = UK-Soll).

1. Länge der Unterkieferbasis

Die Länge der Unterkieferbasis (UK-Ist) wird durch die Messung der Entfernung Gonion (Go) zu Pogonion“ (Pg“) bestimmt, dabei wird der Punkt Pogonion senkrecht auf die Mandibularebene projiziert und zählt als vorderer Begrenzungspunkt der Unterkieferlänge. Die „Soll“ - Länge der Unterkieferbasis wurde in Beziehung zur Se-N-Länge um 3 mm länger (N-Se + 3 mm) gemessen.

2. Länge der Oberkieferbasis

Die Oberkieferbasislänge (OK-Ist) wurde durch die Entfernung der Spina nasalis posterior (Spp) und den auf das Spinaplanum (SpP/ Oberkiefergrundebene) senkrecht projizierten A-Punkt (A“) bestimmt.

3. Länge des Ramus ascendens

Die Länge des aufsteigenden Unterkieferastes wurde durch die Streckenmessung Gonion (Go) zum Condylion (Co) erfasst. Condylion befand sich am Schnittpunkt der idealen Frankfurter Horizontalen und der an den aufsteigenden Ast angelegten Tangente.

10 Publikation

1. Teile dieser Arbeit wurden auf der 79. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO) vom 06.-10. September 2006 in Nürnberg als Posterdemonstration präsentiert:

Rau Ch*, Meyer-Marcotty Ph*, Koschitzki J, Stellzig-Eisenhauer A*

Die Inzidenz der Sella-Brücke bei Patienten mit skelettaler Klasse III-Dysgnathie.

DGKFO, 2006

2. Teile dieser Arbeit sind 2009 zur Publikation im European Journal of Orthodontics akzeptiert:

Meyer-Marcotty Ph*, Reuther T, Koschitzki J, Stellzig-Eisenhauer A***

Bridging of the Sella Turcica as a Primary Evidence for a Severe Skeletal Class III.

Eur J Orthod.

* Department of Orthodontics, Dental Clinic of the Medical Faculty, University of Wuerzburg

** Department of Maxillo-Facial-Surgery and Plastic Surgery, Dental Clinic of the Medical Faculty, University of Wuerzburg

11 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei all denjenigen bedanken, die mich bei der Durchführung dieser Dissertationsarbeit unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau Professor Dr. A. Stellzig-Eisenhauer für die Überlassung des Dissertationsthemas und die freundliche Betreuung und Unterstützung.

Herrn Priv.-Doz. Dr. Dr. Josip Bill danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Ebenso bedanke ich mich bei Herrn Dr. Ph. Meyer-Marcotty für die freundliche und hervorragende Betreuung während der Ausarbeitung der praktischen und schriftlichen Teile dieser Arbeit.

Frau Dr. Ch. Rau danke ich für die Betreuung während der Einarbeitung in die Thematik und beim Verfassen der Arbeit.

Ich danke Frau Professor Dr. G. Komposch, Herrn Professor Dr. C. Lux und Herrn Professor Dr. B. Braumann für die Erlaubnis der Einsicht in die Patientenakten und der damit verbundenen Analyse und Datenerhebung.

Des Weiteren danke ich allen Mitarbeitern der Poliklinik für Kieferorthopädie Würzburg, Heidelberg, Jena und Köln für ihre freundliche Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Recherche nach sämtlichen Patientenunterlagen, sowie Röntgenbildern und Modellen.

Mein größter Dank gilt meiner Familie, im Besonderen meinen Eltern, Geschwistern und Großeltern, meinem Freund Matthias Baumeister und seiner Mutter Brigitte Baumeister, die mich auf meinem Berufsweg und während der Durchführung dieser Arbeit stets unterstützt haben.

12 Lebenslauf

Name: Jennifer Denise Stephanie Koschitzki

Geburtsdatum: 26.10.1981

Geburtsort: Göttingen

Staatsangehörigkeit: deutsch

Eltern: Thomas Koschitzki; Diplom Mathematiker
Dr. med. Christine Bieber-Koschitzki; Zahnärztin

Geschwister: Kathrin Koschitzki (24);
Studentin an der G.S.O.- Fachschule, 5.Semester
Kai Koschitzki (18);
Schülerin am Gymnasium Kirchheim, 13.Klasse
Kim Koschitzki (17);
Schülerin am Gymnasium Kirchheim, 12.Klasse
Kevin Koschitzki (15);
Schüler am Gymnasium Kirchheim, 9.Klasse

Schulbildung: **1988-1992:** Grundschule III Kirchheim bei München
1992-2002: Gymnasium Kirchheim bei München
1998: Schüleraustausch Dublin, Irland
1999-2000: South Gwinnett Highschool, Atlanta, GA/USA
2002: Erwerb der Allgemeinen Hochschulreife am
Gymnasium Kirchheim bei München

Studium: **WS 2002-SS 2007:** Studium der Zahnmedizin an der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
November 2007: Staatsexamen an der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Beruf: **Ab Juli 2008:** tätig als Assistenz Zahnärztin in einer
Berliner Zahnarztpraxis

Datum und Unterschrift