

7 Ergebnisse bei der weiblichen Population

Nachdem die Ergebnisse der Auswertung des *männlichen* Patientengutes dargestellt wurden, findet im Folgenden eine statistische Auswertung des *weiblichen* Patientengutes statt. Hier liegt insgesamt eine höhere Anzahl von Röntgenaufnahmen vor als bei den männlichen Patienten. Es handelt sich um 101 Patientinnen im Alter von 6,1 bis 16,6 Jahren.

7.1 Korrelation zwischen den verschiedenen Methoden zur skelettalen Reifebestimmung

7.1.1 Korrelation zwischen der Methode nach *Fishman* und der Methode des CVMI nach *Hassel und Farman*

Auch bei der weiblichen Population ist die Korrelation zwischen der Handröntgenauswertung nach *Fishman* und der Auswertung des Fernröntgenseitbildes nach dem CVMI hoch signifikant (fem: $r=0,913$, siehe Tab. 7.1). Die Signifikanz weist auf die Ähnlichkeit der beiden Methoden hin. Da sie statistisch vergleichbar sind, kann man, obwohl es sich um zwei unterschiedliche Methoden handelt, beide gleichwertig zur Bestimmung des skelettalen Alters in der Kieferorthopädie einsetzen. Demnach werden auch hier die Ergebnisse von *Hassel und Farman* bestätigt.

Tabelle 7.1: *Korrelation zwischen der Methode nach Fishman und dem CVMI nach Hassel und Farman*

		Fishman	CVMI
Korrelation nach Pearson	Fishman	1,000	,913**
	CVMI	,913**	1,000
Signifikanz (2-seitig)	Fishman	,	,000
	CVMI	,000	,
N	Fishman	101	101
	CVMI	101	101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant

7.1.2 Korrelation der Methode nach Fishman zur Methode nach Björk

Tabelle 7.2: *Korrelation zwischen dem SMI und der Handröntgenauswertung nach Björk*

		Fishman	Björk
Korrelation nach Pearson	Fishman	1,000	,983**
	Björk	,983**	1,000
Signifikanz (2-seitig)	Fishman	,	,000
	Björk	,000	,
N	Fishman	101	101
	Björk	101	101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Hassel und Farman werten jeweils die Handröntgenaufnahme im Hinblick auf das skelettale Alter aus. Das Patientengut wurde in der vorliegenden Untersuchung diesbezüglich anhand beider Methoden untersucht. Das Ergebnis zeigt eine hoch signifikante Korrelation zwischen Fishman und Björk ($r= 0,983$; vgl. Tab. 7.2). Dies verdeutlicht, dass zwischen den Ergebnissen beider Methoden eine enge Beziehung besteht. Auch hier ist ein Vergleich der Methoden möglich. Daher ist es möglich, im Folgenden die Fernröntgenseitbildauswertung nicht, wie bei Hassel und Farman, mit der Handröntgenauswertungsmethode nach Fishman (SMI), sondern mit der Handröntgenauswertungsmethode nach Björk in Korrelation zu setzen.

7.1.3 Korrelation der CVMI-Methode nach Hassel und Farman zur Methode nach Björk

Eine ebenfalls hoch signifikante Korrelation stellt sich zwischen der Altersbestimmung anhand des FRS und der Björkschen skelettalen Altersbestimmung heraus ($r=0,913$; vgl. Tab. 7.3). Während bei Hassel und Farman das skelettale Alter im Fernröntgenseitbild nach dem CVMI bestimmt wird und mit der Handröntgenauswertung nach Fishman in Bezug gesetzt wird, erfolgt hier der Vergleich mit der Björkschen Handröntgenauswertung. Die hoch signifikanten Ergebnisse zeigen, dass eine Zuordnung möglich ist. Dies entspricht den Ergebnissen der männlichen Population (vgl. 6.1.3.).

Tabelle 7.3: *Korrelation zwischen der CVMI-Methode und der Handröntgenauswertung nach Björk*

		Björk	CVMI
Korrelation nach Pearson	Björk CVMI	1,000 ,913**	,913** 1,000
Signifikanz (2-seitig)	Björk CVMI	, ,000	,000 ,
N	Björk CVMI	101 101	101 101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant

7.2 Korrelation zwischen den verschiedenen skelettalen Reifebestimmungsmethoden und dem chronologischen Alter

7.2.1 Korrelation zwischen der Handröntgenauswertungsmethode nach Björk und dem chronologischen Alter

Um eine Relation zwischen der Handröntgenauswertung nach Björk und dem chronologischen Alter herzustellen, wurden diese miteinander in Korrelation gesetzt.

Tabelle 7.4: *Korrelation zwischen der Handröntgenauswertung nach Björk und dem chronologischen Alter*

		Björk	Alter
Korrelation nach Pearson	Björk Alter	1,000 ,831**	,813** 1,000
Signifikanz (2-seitig)	Björk Alter	, ,000	,000 ,
N	Björk Alter	101 101	101 101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Zwischen der Björkschen Handröntgenauswertung und dem chronologischen Alter besteht eine hoch signifikante Korrelation ($r=0,831$; vgl. Tab. 7.4). Das heißt auch beim weiblichen Patientengut besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem skelettalen und chronologischen Alter. Um den präzisen Zusammenhang zwischen diesen Altersbestimmungsmethoden herzustellen, bedarf es der Auswertung folgender Statistiken:

Tabelle 7.5: *Björk-Methode: Standardabweichung und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Skelettales Reifestadium	Durchschnittliches chronologisches Alter	Gesamtzahl N=66	Standardabweichung
PP2=	8,84	16	1,54
MP3=	10,17	24	1,07
S	10,80	11	1,01
MP3cap	11,74	22	1,16
DP3u	12,62	4	1,20
PP3u	12,52	5	0,72
MP3u	13,77	6	0,88
Ru	14,38	13	1,23
durchschn. St-abw.			1,10

Tabelle 7.6: *Björk-Methode: extremes Alter und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Skelettales Reifestadium	Durchschnittliches chronologisches Alter	Extremes Alter
PP2=	8,84	6-13
MP3=	10,17	7-11
S	10,80	9-12
MP3cap	11,74	9-14
DP3u	12,62	11-14
PP3u	12,52	11-13
MP3u	13,77	12-15
Ru	14,38	12-16

Bei dieser Auswertung gibt es acht verschiedene skelettale Reifestadien der Hand. Da mehr weibliche als männliche Patienten zur Verfügung stehen, ist hier eine umfassendere statistische Auswertung möglich.

Die Verteilung ist bei den weiblichen Patienten ausgeglichener: Das Stadium mit der geringsten Probandenzahl ist DP3u mit 4 Probanden. Die höchste Probandenzahl befindet sich mit 24 in MP3=. Im Überblick befinden sich mehr Probanden in den ersten vier Reifestadien (PP2= bis MP3cap). Dies weist auf die bereits erfolgte klinische Einschätzung des Wachstums bzw. des skelettalen Alters durch den behandelnden Arzt hin. Bei der Einschätzung „maximaler Wachstumsstadium bereits überschritten“ wurde eine Handröntgenaufnahme gar nicht erst angeordnet. Im Stadium Ru finden sich allerdings wieder höhere Probandenzahlen

(N=13). Dies wird in der statistischen Auswertung der Ergebnisse zum Stadium Ru näher erläutert. Die höhere Patientenzahl in den ersten vier Stadien geht auch konform mit den Ergebnissen des maskulinen Patientenguts (vgl. Abschnitt 6.2.).

Wie ist das *durchschnittliche Alter* pro Stadium zu beurteilen?

Vom skelettal noch relativ „unreifen“ Stadium PP2= bis zum skelettalen Stadium Ru findet eine kontinuierliche Steigerung des durchschnittlichen chronologischen Alters statt (von PP2= mit dem Altersdurchschnitt 8,84 bis Ru mit 14,38). Mit jedem höheren skelettalen Stadium erhöht sich auch das durchschnittliche chronologische Alter. Eine Ausnahme bildet der Übergang DP3u zu PP3u. Der Grund liegt, wie oben erwähnt, in der geringen Probandenzahl in diesen Stadien. Von dieser begründeten Ausnahme abgesehen kann man von einer positiven Beziehung zwischen skelettalem und chronologischen Alter ausgehen. Um diese Korrelation genauer zu erfassen, ist es zunächst erforderlich, die Stadien im Einzelnen zu betrachten:

PP2= weist eine Standardabweichung von 1,54 auf. Im Stadium PP2= befinden sich eine Patientin im Alter von 6,1 und eine im Alter von 13,0 Jahren. Dies erklärt die Standardabweichung von 1,54. Bei der 13-jährigen Patientin muss es sich um einen ausgeprägten Fall retardierten Wachstums handeln. Eine Störung des skelettalen Wachstums im Sinne von Erkrankungen, die das skelettale Wachstum beeinflussen (z.B. Stoffwechselstörungen), war aus ihrer Akte nicht zu ersehen. Bei der sechsjährigen Patientin ist die Frage berechtigt, wieso eine Handröntgenaufnahme in einem so jungem Alter überhaupt angefertigt wurde. Vor diesem Hintergrund erklärt sich die Standardabweichung von 1,54. Trotz dieser Ausreißer befinden sich 75 % in der einer Altersspanne von 2 Jahren (± 1) vom Durchschnittsalter zwischen 7,84 und 9,84 Jahren.

Die Standardabweichungen von **MP3=** und **S** liegen bei 1,07 und 1,01, sind also sehr niedrig. In MP3= ist die Jüngste 7,74 und die Älteste 11,8 Jahre alt. In S ist die Jüngste 9, die Älteste 12 Jahre alt. Im Gegensatz zu den männlichen Patienten ist die Standardabweichung bei **S** relativ gering (fem: 1,01; mask: 1,46). Den Unterschied zwischen den beiden Geschlechtern zeigt die Wachstumskurve in Abb. 5. Nach Grave und Brown (1976) ist das Stadium **S** bei den Mädchen zeitlich weiter vom maximalen Wachstumsschub entfernt als bei den Jungen. Das maximale Wachstum setzt bei den Mädchen später, bei MP3cap, ein.

Dieses Stadium ist durch eine relativ hohe Anzahl von Patientinnen und eine breite Streuung des chronologischen Alters gekennzeichnet. Letzteres lässt sich durch die Tatsache erklären, dass *MP3cap die Phase des maximalen Wachstumsspurts* ist. Es findet in einem kurzen Zeitabschnitt ein rasantes Knochenwachstum

statt. Dieses skelettale Stadium wird, insbesondere bei Mädchen, entweder relativ früh oder erst spät in der körperlichen Entwicklung erreicht. Nach Proffit (1992) setzt bei mageren Mädchen der maximale Wachstumsspur später ein als bei adipösen. Entsprechend setzt bei adipösen Mädchen auch die Mensis eher ein.

Es ist davon auszugehen, dass der Zeitpunkt des Einsetzens der Mensis und der damit zusammenhängende maximale Wachstumsschub unter anderem auch genetisch determiniert sind. Weitere beeinflussende Faktoren sind Ernährung, Klima und Abstammung. Bei der asiatischen Bevölkerung setzt die Mensis zeitlich früher ein als bei der europäischen Bevölkerung (siehe Abschnitt 2.5, S. 5).

In der vorliegenden Untersuchung streut das Alter der Probandinnen in MP3cap von 9,1 bis 14,1 Jahren. Diese Streuung ist relativ groß. Vergleichen wir dieses Ergebnis mit dem des Stadiums PP2=, so stellen wir fest, dass dort die Altersspanne zwar von 6,1 bis 13,0 Jahre reicht; allerdings sind dort die extremen Alterswerte Ausreißer. Die meisten Probandinnen findet man dort in einer begrenzten Altersspanne von 2 Jahren (± 1) um das Durchschnittsalter (75 % bei PP2=; 68 % bei MP3cap). Dies weist darauf hin, dass das Alter speziell beim maximalen Wachstumsspur viel ausgeprägter streut als in „ruhigeren“, gleichmäßigeren Wachstumsphasen.

DP3u, **PP3u** und **MP3u** sind Stadien mit 4 bis 6 Probandinnen. Das Durchschnittsalter liegt bei 12,62, 12,52 und 13,77 Jahren. Der im untersuchten Material auftretende geringfügige Altersrückgang um 0,1 Jahre von DP3u zum skelettal reiferen Stadium PP3u ist sowohl auf Grund seiner Höhe als auch auf Grund der geringen Probandenzahl pro Stadium vernachlässigbar. In DP3u finden sich vier, in PP3u fünf Patientinnen. Die Standardabweichung beträgt bei DP3u 1,20, bei PP3u und MP3u nur 0,72 bzw. 0,88.

Im Stadium **Ru** finden sich 13 Probandinnen. Die Standardabweichung beträgt 1,23. Die maximalen Altersgrenzen sind 12 und 16 Jahre. Das Durchschnittsalter beträgt 14,4 Jahre. Da es sich hierbei um das höchste Altersstadium handelt, erfüllt dieses nicht nur die Kriterien einer normalen Untersuchungskategorie, sondern gleichzeitig diejenigen einer Residualkategorie: Eine Patientin kann zum Beispiel im Alter von 14,0 Jahren dieses Stadium erreichen. Im Alter von 18,0 Jahren würde sie bei einer erneuten Handröntgenaufnahme in das gleiche Stadium eingeordnet werden, da es bei Björk nach diesem Stadium keine weitere skelettale Differenzierung gibt. Das veranschaulicht, warum dieses Stadium eine so große Altersspanne umfasst.

7.2.2 Korrelation der CVMI-Methode nach Hassel und Farman zum chronologischen Alter

Die Korrelation zwischen der Fernröntgenseitbildauswertung (CVMI) und dem chronologischen Alter ist hoch signifikant. Die Korrelation nach Pearson beträgt $r=0,82$ (vgl. Tab. 7.7). Dies illustriert die Anwendbarkeit des CVMI (siehe auch Abschnitt 7.3). Bei der Korrelation zum chronologischen Alter weist nur die CVMI-Methode fast gleiche Werte bei Mädchen *und* Jungen auf (fem: 0,820, mask: 0,828). Die Beziehung bedarf aber im folgenden einer genaueren Analyse (siehe Tab. 7.8 und 7.9).

Tabelle 7.7: *Korrelation der CVMI-Methode nach Hassel und Farman zum chronologischen Alter*

		CVMI	Alter
Korrelation nach Pearson	CVMI	1,000	,820**
	Alter	,820**	1,000
Signifikanz (2-seitig)	CVMI	,	,000
	Alter	,000	,
N	CVMI	101	101
	Alter	101	101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant

Tabelle 7.8: *CVMI-Methode: Standardabweichung und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Stadium	Durchschnittliches chronologisches Alter	Gesamtzahl	Standard- abweichung
Initiation	8,42	14	1,12
Acceleration	10,60	22	1,02
Transition	10,71	23	1,32
Deceleration	11,59	13	1,01
Maturation	13,27	18	1,06
Completion	14,41	11	1,33
durchschn. St-abw.			1,14

Tabelle 7.9: *CVMI-Methode: extremes Alter und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Stadium	Durchschnittliches <i>chronologisches Alter</i>	Extremes Alter
Initiation	8,42	6-9
Acceleration	10,60	8-13
Transition	10,71	8-13
Deceleration	11,59	9-13
Maturation	13,27	11-15
Completion	14,41	12-16

Die CVMI-Methode nach Hassel und Farman unterscheidet insgesamt sechs verschiedene skelettale Stadien des Corpus vertebrae. Die Anzahl der skelettalen Stadien ist geringer als in den beiden anderen in dieser Arbeit verwendeten skelettalen Auswertungsmethoden. Demzufolge ist die Fallzahl pro Stadium höher, was die statistische Auswertung erleichtert. Das heißt, dass auch die statistische Analyse in diesem Fall eine größere Aussagekraft hat. Die kleinste Anzahl liegt bei 11 im Stadium Completion (Stadium 6). Demgegenüber liegt bei der Handröntgenauswertung nach Björk die geringste Fallzahl bei vier (DP3u) und bei der Fishman-Methode gar bei zwei Patientinnen (DP3cap).

Im ersten Stadium, der **Initiation**, befinden sich 14 Probandinnen. Das durchschnittliche chronologische Alter beträgt 8,42 Jahre. Es steigt kontinuierlich von Stadium zu Stadium an. Im Stadium 6 (Completion) beträgt es 14,41 Jahre. In diesem Zusammenhang ist ein deutlicher Bezug zwischen skelettalem und chronologischem Alter festzustellen. Die Standardabweichung beträgt 1,12. Das Corpus Vertebrae von C2, C3 und C4 hat noch kein vertikales Höhenwachstum. Die untere Begrenzung des Corpus ist flach (siehe auch Abb. 8). Die jüngste und die älteste Patientin ist 6 bzw. 9 Jahre alt.

Insgesamt 22 Patientinnen wurden in das Stadium 2, **Acceleration**, eingestuft. Ihr durchschnittliches Alter beträgt 10,60 Jahre. Die Standardabweichung liegt bei 1,02. Die jüngste Patientin ist 8, die älteste 13 Jahre alt.

Im Stadium der **Transition** sind C3 und C4 rechtwinklig in ihrer Form. An C4 bilden sich Konkavitäten an der unteren Kontur des Wirbelkörpers heraus. An C2 und C3 sind deutliche Konkavitäten an der unteren Kontur erkennbar.

Es befinden sich in dieser Gruppe 23 Probandinnen mit einem durchschnittlichen Alter von 10,7 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 1,32. Die jüngste und die älteste Patientin sind 8 bzw. 13 Jahre alt. Deutlich wird auch nach dieser Methode,

dass im Stadium der Transition eine breite Streuung des chronologischen Alters vorliegt. Gleichzeitig stellt man fest, dass, in Bezug auf die Gesamtanzahl, die meisten Patientinnen in diesem Stadium sind. Es ist das Stadium des maximalen Wachstumsspurts. Darauf folgt das Stadium der Deceleration, in dem weniger Wachstum erwartet wird.

Im Stadium der **Deceleration** sind die Konkavitäten an den Wirbeln C2, C3 und C4 deutlich. Nur noch geringes adoleszentes Wachstum wird erwartet. Das durchschnittliche Alter der insgesamt 13 Patientinnen beträgt 11,59 Jahre. Die Standardabweichung beträgt 1,01. Die Jüngste bzw. Älteste ist 9 bzw. 13 Jahre alt. Ein Anstieg des chronologischen Alters zum vorherigen Stadium ist erkennbar. Wir finden in diesem Stadium die niedrigste Standardabweichung.

Im Stadium 5, der **Maturation**, sind C3 und C4 quadratisch in ihrem Grundriss. Die untere Kontur ist betont konkav. Das Wachstum ist insignifikant. Das durchschnittliche Alter der 18 Patientinnen beträgt 13,3 Jahre. Die Standardabweichung ist mit 1,06 im Vergleich zu anderen Stadien relativ gering. Die jüngste bzw. älteste Patientin ist 11 bzw. 15 Jahre alt. Auch in diesem Stadium ist ein Anstieg des chronologischen Alters zum vorherigen Stadium zu verzeichnen.

In der **Completion**, dem sechsten und letzten Stadium, sind C3 und C4 vertikal in ihrer Dimension. Das adoleszente Wachstum ist abgeschlossen. Es sind tiefe Konkavitäten an der unteren Kontur der Wirbelkörper C2, C3 und C4 erkennbar. In diesem Stadium befinden sich 11 Patientinnen mit einem Altersdurchschnitt von 14,41 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 1,33. Die jüngste Patientin ist 12, die älteste 16 Jahre alt.

In diesem letzten Stadium ist das Knochenwachstum abgeschlossen. Die vorgefundene Streuung ergibt sich im Unterschied zu den vorigen Stadien hier nicht in erster Linie, weil dieses Stadium zum Teil sehr früh und zum Teil sehr spät erreicht wird. Sie ergibt sich vielmehr wesentlich daraus, dass dieses Stadium als letztes ausgewiesenes Stadium die Funktion einer Residualkategorie erfüllt. Hat beispielsweise eine Patientin mit 13 Jahren ihr Knochenwachstum abgeschlossen, begibt sich aber erst mit 16 Jahren in kieferorthopädische Behandlung, dann wird in ihrem Fall das Stadium der Completion mit dem Alter von 16 und nicht mit dem von 13 Jahren assoziiert.

Damit lässt sich illustrieren, warum in diesem Stadium eine höhere Standardabweichung vorliegt. Insofern viele Patienten ihr Knochenwachstum schon in einem wesentlich geringeren als dem bei der Untersuchung festgestellten Alter abgeschlossen haben, ist der Feststellung des chronologischen Alters in diesem Stadium weniger Bedeutung zuzumessen als in den vorangegangenen.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es ist deutlich ein kontinuierlicher Altersanstieg von Stadium 1 bis Stadium 6 erkennbar.
- Außer den Stadien der Transition und der Completion sind die Standardabweichungen gering.
- Die höchste Standardabweichung finden wir im Stadium der Transition. Wie in den anderen angewandten Auswertungsmethoden ist auch hier im Stadium des maximalen Wachstumsschubes eine starke Streuung des chronologischen Alters zu verzeichnen. Das Eintrittsalter in dieses Stadium ist sehr weit gefächert.

Die skelettale Altersbestimmung bleibt deshalb nach wie vor ein nicht ersetzbares diagnostisches Verfahren. *Diese* Methode ist für den Kliniker sehr praktikabel. Sie kann Material und Zeit sparen, da auf eine von drei Röntgenaufnahmen verzichtet wird.

Auch die Evaluierung des Reifestadiums ist sehr übersichtlich. Da nur eine *begrenzte* anatomische Region (Corpus Vertebrae von C2, C3 und C4) mit nur geringen Reifeeinteilungsmöglichkeiten betrachtet wird, ist hiermit eine übersichtlichere Anwendung gegeben. Die Handröntgenauswertung betrachtet dagegen *mehrere* Regionen der Hand. Die anatomische Region ist weiter ausgedehnt. Außerdem sind die zu beurteilenden knöchernen Strukturen viel *kleiner* als im Fall des CVMI.

7.2.3 Korrelation der Handröntgenauswertungsmethode nach Fishman zum chronologischen Alter

Tabelle 7.10: *Korrelation der Handröntgenauswertung nach Fishman zum chronologischen Alter*

		Alter	Fishman
Korrelation nach Pearson	Alter	1,000	,845**
	Fishman	,845**	1,000
Signifikanz (2-seitig)	Alter	,	,000
	Fishman	,000	,
N	Alter	101	101
	Fishman	101	101

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0.01 (2-seitig) signifikant.

Die Korrelation zwischen der Handröntgenanalyse nach Fishman und dem chronologischen Alter ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant. Die Korrelation beträgt nach Persson $r=0,845$ (vgl. Tab. 7.12). Wie bei den anderen beiden Berechnungen des Korrelationskoeffizienten (skelettale Auswertungsmethode des Handröntgenbildes nach Björk oder CVMI nach Hassel und Farman im Zusammenhang mit dem chronologischen Alter) besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem skelettalen und dem tatsächlichen Alter. Die genauen Relationen sollen auch hier im Folgenden erläutert werden.

Tabelle 7.11: *Fishman-Methode: extremes Alter und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Skelettales Reifestadium	Durchschnittliches chronologisches Alter	Gesamtzahl N=101	Standardabweichung
<PP3=	8,40	11	1,19
PP3=	8,99	4	0,77
MP3=	10,00	18	1,14
MP5=	11,02	7	1,09
SES	10,85	10	1,05
DP3cap	11,02	2	0,99
MP3cap	11,86	19	1,07
MP5cap	10,62	2	2,13
DP3u	12,83	3	1,37
PP3u	12,49	7	0,64
MP3u	13,96	5	0,83
RADu	14,38	13	1,23
durchschn. St-abw.			1,125

Die Handröntgenauswertungsmethode nach Fishman unterscheidet 11 Stadien (siehe Abschnitt 3.3). Die Reifestadien beginnen mit PP3= und enden mit RADu. Da es in der vorliegenden Untersuchung sehr viele junge Patientinnen gibt (ab 6,1 Jahre), haben einige von ihnen das erste Reifestadium PP3= noch nicht erreicht. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, habe ich der Fishman-Skala ein Stadium hinzugefügt: Sehr junge Patienten, die das skelettale Stadium PP3= nicht erreicht haben, wurden in die zusätzlich geschaffene Phase <PP3= (kleiner als PP3=) eingestuft. Entsprechend dieser Modifikation werden nun insgesamt 12 Stadien unterschieden.

Tabelle 7.12: *Fishman-Methode: extremes Alter und durchschnittliches chronologisches Alter weiblicher Probanden*

Skelettales Reifestadium	Durchschnittliches chronologisches Alter	Extremes Alter
<PP3=	8,40	6-9
PP3=	8,99	7-9
MP3=	10,00	7-11
MP5=	11,02	9-13
SES	10,85	9-11
DP3cap	11,02	10-11
MP3cap	11,86	9-14
MP5cap	10,62	9-12
DP3u	12,83	11-14
PP3u	12,49	11-13
MP3u	13,96	13-15
RADu	14,38	12-16

Dem Stadium **<PP3=** sind 11 Patientinnen zugeordnet. Die Standardabweichung ist 1,19. Der Altersdurchschnitt beträgt 8,4 Jahre. Das bedeutet, dass bei vielen Patientinnen im Altersbereich von 8 Jahren eine Handröntgenaufnahme gemacht wurde. Viele befinden sich noch in einer sehr frühen skelettalen Entwicklung. Die Altersspannweite reicht von 6 bis 9 Jahren.

Im nächsten Stadium **PP3=** befinden sich 4 Patientinnen. In diesem skelettalen Stadium reicht das chronologische Alter von 7 bis 9 Jahren. Drei dieser vier Patienten sind über 9 Jahre alt. Die Standardabweichung ist niedrig (0,77). Allerdings wird dieser Umstand durch die geringe Fallzahl stark relativiert.

Im Stadium **MP3=** befinden sich 18 Patientinnen. Das durchschnittliche Alter beträgt 10,0 Jahre. Im skelettalen Stadium **MP5=** befinden sich sieben Personen im durchschnittlichen Alter von 11,02 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 1,19. Die Altersspannweite reicht von 9-13 Jahren. Bis zu diesem Stadium ist von Stadium zu Stadium ein kontinuierlicher Anstieg des Alters nachweisbar.

Beim Übergang zum nächsten Stadium **SES** ist *kein* Anstieg des chronologischen Alters nachweisbar. Der Altersdurchschnitt ist geringfügig niedriger als im vorherigen Stadium und liegt bei 10,85 Jahren. An dieser Stelle wird deutlich, dass, im Vergleich zwischen mehreren Individuen, ein reiferes skelettales Stadium statistisch nicht notwendigerweise mit einem höheren chronologischen Alter einhergehen muss. Insbesondere eine geringe Fallzahl pro Stadium kann einen

solchen Prozess der „statistischen Retardierung“ erzeugen. Der Effekt der kleinen Fallzahl wird auch an späteren Übergängen deutlich. Das chronologische Alter verteilt sich zwischen mehreren skelettalen Stadien. So kann z.B. eine 10 Jahre alte Patientin skelettal nach dieser Statistik in Stadium MP3=, MP5= oder auch SES eingeordnet werden (vgl. Tab. 7.12). Selbstverständlich ist für die kieferorthopädische Praxis die *skelettale* Reife von Bedeutung.

Bei Auswertungen der Halswirbel wurde in dieser Untersuchung ein deutlicher chronologischer Altersanstieg pro Stadium festgestellt. In diesem Fall verteilten sich die insgesamt 101 Patientinnen auf nur 6 der zur Verfügung stehenden 12 Stadien. Statistisch gesehen sind bei der CVMI-Methode genauere Aussagen im Vergleich zur Björk- bzw. Fishman-Methode möglich. Das gilt auch im Hinblick auf einen Vergleich des Anstiegs skelettaler Reife mit dem Anstieg des chronologischen Alters.

Im Stadium **DP3cap** befinden sich nur 2 Patientinnen. Der Altersdurchschnitt beträgt 11,02 Jahre. Die geringe Anzahl von Probandinnen lässt keine weiteren Aussagen zu.

In **MP3cap**, dem nächsten Reifestadium, befinden sich 19 Patientinnen im durchschnittlichen Alter von 11,86 Jahren. Die Standardabweichung von 1,07 ist relativ gering. Die meisten Patienten kumulieren also während der Phase ihres maximalen Wachstumsspurts statistisch im Bereich des chronologischen Durchschnittsalters.

Beim nächsten Stadium **MP5cap** kehrt sich dieses Bild um. Es gibt wiederum nur zwei Patientinnen im durchschnittlichen Alter von 10,62 Jahren. Es sind aber folgende Einschränkungen zu beachten: Das durchschnittliche Alter ist im Vergleich zum vorherigen Stadium gesunken, es fehlt also der direkte lineare Zusammenhang „steigende skelettale Reifung – kontinuierlicher Anstieg des chronologischen Alters“. Wegen der geringen Fallzahl ist allerdings auch die statistische Betrachtung dieses Stadiums bedeutungslos.

Auch im nächsten Stadium **DP3u** wird dies deutlich. Es sind nur 3 Patientinnen in diesem Stadium. Das durchschnittliche Alter beträgt 12,83 Jahre. Die Standardabweichung liegt bei 1,37. Eine statistische Aussage ist nicht möglich.

In **PP3u** finden sich sieben Patientinnen mit einem durchschnittlichen Alter von 12,49 Jahren. Es ist nur eine geringe Standardabweichung von 0,64 zu verzeichnen. Insofern kontrastiert dieses Stadium mit seiner nur geringen Streuung zu den vorherigen Fishman-Stadien.

Eine Gesetzmäßigkeit ist nicht erkennbar. Die Verteilung der Probandinnen auf die Stadien ist sehr unterschiedlich. Dies ist u.a. auf die für die vorliegende Fallzahl zu hohe Stadienzahl nach der Fishman-Methode zurückzuführen, durch die es zu einer zu schwachen Besetzung einiger Stadien kommt. Die Verteilung erfolgt ungleichmäßig, so dass in einigen Stadien unter Umständen zu wenige Probandinnen zu finden sind, als dass statistische Aussagen getroffen werden könnten.

Im vorletzten Stadium **MP3u** finden wir fünf Patientinnen im durchschnittlichen Alter von 14,38 Jahren. Die Standardabweichung liegt bei 0,83. Es ist ein steigendes chronologisches Alter erkennbar.

In **RADu** gibt es wieder eine höhere Probandenzahl von 13 Patientinnen. Die Standardabweichung liegt bei 1,2. Das durchschnittliche Alter beträgt 14,38 Jahre. Dieses Stadium ist charakterisiert durch eine insgesamt relativ hohe Anzahl von Probandinnen gegenüber einer relativ geringen Anzahl in der engeren Altersspannweite von 2 Jahren (± 1) vom Durchschnittsalter (14,38). Dieser Umstand ist, wie wir bereits bei der Björkschen Handröntgenauswertung gesehen haben, typisch für dieses letzte Reifestadium. Wie bei den vorherigen Auswertungen beschrieben, sind Patientinnen in weitaus höherem Alter darunter (z.B. 16,0 Jahre), die aber eventuell schon sehr viel früher das skelettale Reifestadium RADu erreicht haben. Dieses letzte Reifestadium hat die Funktion einer Residualkategorie. Dadurch können in *einem* skelettalen Reifestadium erhebliche Streuungen im chronologischen Alter entstehen.

Im Allgemeinen findet selbstverständlich ein Anstieg des chronologischen Alters von 6 bis 16 Jahren statt. Ein statistischer Altersanstieg von jeder skelettalen Stufe zur folgenden ist jedoch nicht in allen Fällen anzutreffen. Ausnahmen bilden der Übergang von MP5cap zu SES, von MP3cap zu MP5cap und von DP3u zu PP3u. Es kann keine *exakte* Relation zwischen chronologischem und skelettalem Alter bestimmt werden.

Die Standardabweichung weist teils sehr geringe, teils hohe Werte auf. Die Altersverteilung innerhalb der einzelnen Stadien ist zum Teil sehr heterogen. Auch ist die Verteilung der Patientinnen auf die Stadien sehr ungleichmäßig. Daher ist eine Evaluierung der Fishman-Auswertung im Hinblick auf Relation bzw. Korrelation der Stadien, des chronologischen Alters und der Standardabweichung kaum möglich. Für eine präzise Evaluierung wäre eine weitaus höhere Patientenzahl in einer weiterführenden Studie erforderlich.

Der Vorteil dieser Handröntgenauswertung nach Fishman liegt in der Feinheit der skelettalen Alterseinstufung. Dies mag in anderen Disziplinen von Bedeutung sein. Aus kieferorthopädischer Sicht ist diese Präzision für die Planung einer Behandlung nicht zwingend.

7.3 Vergleich der Korrelation chronologisches Alter zu den angewandten skelettalen Altersbestimmungsmethoden bei Mädchen und Jungen

Tabelle 7.13: <i>Korrelationsvergleich skelettaler Reifebestimmungsmethoden zum chronologischen Alter bei Mädchen und Jungen</i>		
Korrelationen	maskulin	feminin
Chronologisches Alter- Handröntgen nach Björk	0,775	0,831
Chronologisches Alter – CVMI	0,828	0,820
Chronologisches Alter- Handröntgen nach Fishman	0,781	0,845

Insgesamt liegen sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen hohe Signifikanzen zwischen chronologischem und skelettalem Alter vor (Tab. 7.13).

Bei den Mädchen liegt der Korrelationskoeffizient nach allen drei angewandten skelettalen Reifebestimmungsmethoden bei ca. 0,8. Die Korrelationskoeffizienten der Jungen fallen nach den Handröntgenmethoden geringer aus (ca. 0,7) als nach der CVMI-Methode (ca. 0,8).

Somit ist die einzige Methode, nach der Jungen und Mädchen fast gleich hohe Korrelationen zum chronologischen Alter aufweisen, die CVMI- Methode. Dies zeigt, dass diese Methode durchaus in der Praxis die Reifebestimmung mittels der Hand ersetzen kann.

Auf eine skelettale Reifebestimmung an sich kann jedoch nicht verzichtet werden, da das chronologische Alter keine ausreichende Auskunft zur Erstellung eines Behandlungsplans gibt.