

4 Die Bewertung der Reife anhand der Halswirbel auf dem Fernröntgenseitbild

Im Zusammenhang mit dem skelettalen Wachstum werden in der Fachliteratur u.a. die Halswirbel als Kriterium herangezogen (Hassel und Farman, 1995, Caltabiano, Leonardi und Zaborra, 1990, Hellsing, 1991) und mit anderen Parametern, vor allem im Schädel- und Gesichtsbereich, in Verbindung gebracht (Huggare, 1989 und 1994, O'Reilly und Yanniello, 1988).

4.1 Anatomie und Reifung der Halswirbel

Die Halswirbelsäule besteht aus sieben Wirbeln. Die beiden kranialen Wirbel sind Atlas und Axis (Gray und Clemente, 1985). Der erste Halswirbel, der Atlas, unterscheidet sich von den restlichen durch den fehlenden Corpus vertebrae, während das besondere Merkmal des zweiten Halswirbels der Dens Axis ist (Kahle, Leonard und Platzer, 1991). Vom dritten bis zum siebten Wirbel findet man große Ähnlichkeiten (Epstein, 1976). Die Halswirbel sind klein, da die Halswirbelsäule nur den Kopf zu tragen hat. Das Wirbelloch ist weit und hat die Form eines Dreiecks mit abgerundeten Ecken (Abb.6). Die Dornfortsätze sind kurz und bis auf den siebten Halswirbel gegabelt. Letzterer ist am längsten und stärksten und springt am meisten unter der Haut hervor (Voss und Herlinger, 1985).

Grundsätzlich besitzen alle Wirbel drei Knochenanlagen. Von diesen entstehen zwei perichondral und eine enchondral. Der enchondrale Knochenkern ist im Körper des Wirbels zu finden, die perichondralen Manschetten liegen in den Wurzeln der Wirbelbögen (Kahle, Leonard und Platzer, 1991). Sekundär erscheinen, neben den genannten Knochenbildungszentren, weitere Ossifikationsnuklei an den superioren und inferioren Oberflächen des Wirbelkörpers, an den Processus transversi und den gespaltenen Processus spinosi (Bradford 1985, 1987; Sherk und Parke 1989, Riamondi, 1989).

Die sekundären Epiphysenanlagen an den Enden der Processus transversi und Processus spinosi treten im 12.-14. Lebensjahr auf und verschmelzen mit diesen um das 20. Lebensjahr. Die Wirbelkörperepiphysen, bestehend aus einer kranialen und einer kaudalen Knochenplatte, verknöchern ab dem achten Lebensjahr nur ringförmig (Epiphysis anularis) und verschmelzen mit dem Körper ab dem 18. Lebensjahr (Kahle, Leonard und Platzer, 1991).

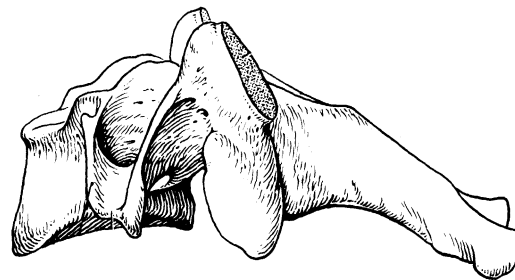
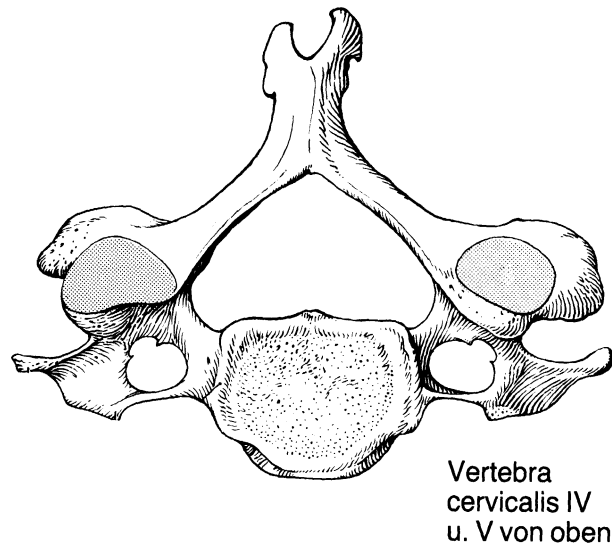


Abb. 6: Anatomische Skizze der Halswirbel (Kahle, Leonhardt und Platzer, 1991)

4.2 Normale Veränderungen der Halswirbelsäule und Störungen bei Kindern und Jugendlichen

Folgende Veränderungen der Halswirbelsäule werden von Cattell und Filtzer (1965) nach Untersuchungen an 160 Kindern als normal erachtet:

- Veränderungen durch Verschiebung von Halswirbeln, die einer Subluxation ähneln,
- Veränderungen der Krümmatur, die Spasmen und Bandverletzungen ähneln,
- Veränderungen in Bezug auf Knochenwachstumszentren, die Frakturen ähneln.

Variationen der anterioren Kontur des Dens axis traten relativ häufig auf, wie Odgen et al. 1986 herausfanden. Bayley (1952) berichtete ein häufiges Auftreten von nach vorn verlagerten zweiten und dritten Halswirbeln, die Subluxationen bei Kindern unter acht Jahren gleichen.

Zwar müssen Kieferorthopäden keine Experten in der Erkennung von Abnormitäten der Halswirbel sein. Zumindest aber sollte ihnen die normale Anatomie der Halswirbelsäule auf der FRS-Aufnahme bekannt sein.

Bis zum jungen Erwachsenenalter manifestieren sich viele der Abnormitäten der Halswirbelsäule nicht symptomatisch. Der Kieferorthopäde hat aber die Gelegenheit, einige von ihnen aufzudecken. Durch frühzeitige Erkennung fortschreitend degenerativer Schäden kann die Schwere der Konsequenzen verringert werden (Hassel und Farman, 1995). Einige Anomalien der Halswirbelsäule bei Kindern und Jugendlichen sind:

- Frakturen,
- Infektionen,
- Poliarthritis,
- Ankylose und Ankylosis spondyliaisis (Bland, 1987).

Später auftretende Schäden des Wirbelbogens, odontoide Anomalien und angeborene Schäden der Halswirbel können relativ häufig auftreten (Riamondi, 1989).

4.3 Zusammenhänge zwischen mandibulärem Wachstum und der Reifung der zervikalen Wirbel

Von einigen Autoren wird beschrieben, dass die skelettale Reife anhand der Halswirbel als Wachstumskriterium auf dem Fernröntgenseitbild erkannt werden kann (Hassel und Farman 1995; Caltabiano, Leonardie und Zaborra 1990). Die ersten Untersuchungen über das Wachstum der Halswirbel gehen auf Bench (1963) zurück. Er verglich dieses Wachstum mit dem der Mandibula und des Os hyoideum. Er erwähnte, dass die Patienten mit einem dolichofazialen Wachstum häufig eine gerade und lange Wirbelsäule haben, während sie bei solchen mit brachiofazialen Wachstum gekrümmt ist.

O'Reilly und Yaniello (1988) bestimmten auf Fernröntgenseitbildern von 13 kaukasischen Patientinnen zwischen neun und fünfzehn Jahren die Beziehung zwischen Halswirbelreifung und mandibulären Wachstumsveränderungen. Statistisch

signifikante Steigerungen der Unterkieferlänge, Corpuslänge und Ramushöhe werden in Verbindung gesetzt mit spezifischen Reifestadien der Halswirbel.

Huggare (1989) sah den ersten Halswirbel als Indikator für das Unterkieferwachstum an. Er stellte eine signifikante Korrelation zwischen dem horizontalen Wachstum der Mandibula und der Höhe des dorsalen Atlasbogens fest. Unter den behandelten Patienten hatten diejenigen mit horizontalem Wachstum vor der Behandlung einen höheren dorsalen Atlasbogen als Patienten mit mesiofazialem oder vertikalem Wachstum. Das heißt also: je flacher der posteriore Atlasbogen, desto weniger ausgeprägt ist das horizontale Wachstum der Mandibula. Je höher der Bogen ist, desto stärkeres horizontales Wachstum der Mandibula ist zu erwarten.

Bei Untersuchungen von Mitani et al. (1992) an 33 japanischen Mädchen zwischen 9 und 14 Jahren ergab sich eine enge Korrelation zwischen der Größe des Unterkiefers, der Halswirbel und der Hand. Diese Korrelation schwächt sich jedoch ab dem vierzehnten Lebensjahr ab.

Die Größenverhältnisse zeigten, dass der Unterkiefer und das Os hyoideum im Alter zwischen neun und vierzehn Jahren nicht so stark wachsen wie Handknochen, Halswirbel oder der gesamte Körper. Dies könnte nach Mitani et al. (1992) darauf hinweisen, dass die Mandibula und das Os hyoideum sich relativ früh entwickeln, nämlich vor dem neunten Lebensjahr. Seiner Meinung nach können Wachstumsindikatoren nur Wachstumstrends aufzeigen. Die Information, die diese Indikatoren für das Unterkieferwachstum bereitstellen, ist nicht präzise genug, um für die exakte Behandlungsplanung nützlich zu sein.

4.4 Vergleich der skelettalen Altersbestimmung anhand der Handröntgenaufnahme und anhand der Halswirbel auf dem Fernröntgenseitbild

In der Kieferorthopädie werden Fernröntgenseitbilder vorwiegend verwendet, um Messungen im Gesichts- und Schädelbereich durchzuführen. Aus dieser Diagnostik werden Schlussfolgerungen für die Therapie und die Wachstumsprognostik gezogen. Darunter fällt auch die Bestimmung der Wachstumsrichtung (horizontal oder vertikal) jedoch werden diese Aufnahmen nicht zur Bestimmung des Wachstumsstadiums genutzt. Die Zuordnung zu einem Wachstumsstadium erfolgt weitgehend mittels Handröntgenaufnahmen.

Ob noch Wachstum zu erwarten ist, es abgeschlossen ist oder sich der Patient im Stadium des maximalen Wachstumsschubs befindet, spielt bei der kiefer-

orthopädischen Therapieplanung eine wichtige Rolle. Lamparski (1972) nutzte die Halswirbel und erachtete sie als zuverlässig und ebenso stichhaltige Indikatoren wie das knöcherne Handskelett, um das skelettale Alter zu bestimmen. Er entwickelte eine Reihe von Maßstäben zur Bestimmung des skelettalen Alters männlicher und weiblicher Patienten.

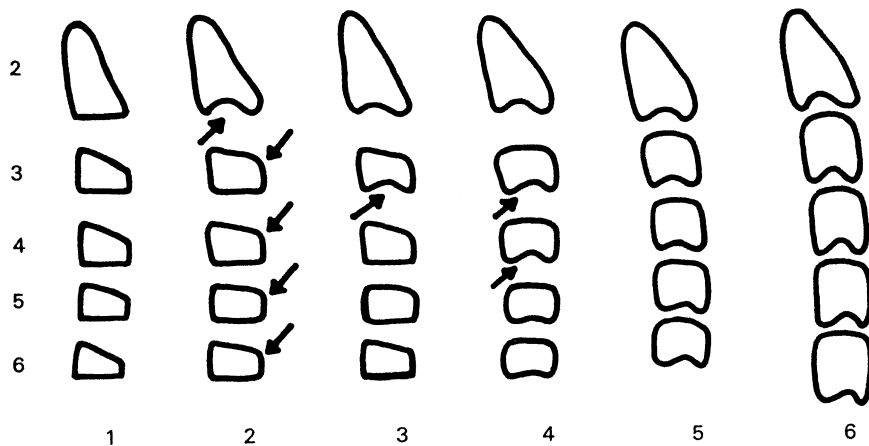


Abb. 7: Entwicklungsstadien nach O'Reilly (1988)

Auf der Grundlage der Beurteilung der Halswirbel zwei bis vier entwickelten Hassel und Farman (1995) auf der Grundlage von Lamparskis (1970) Forschungsergebnissen eine verlässliche Abstufung der Patienten nach ihrem zukünftigen Wachstumspotenzial: den CVMI (cervikal vertebrae maturation index). Als Grundlage diente das Fernröntgenseitbild (lateral cephalometric radiograph) des Patienten.

Die Körper der Halswirbel C2, C3 und C4 wurden im Hinblick auf ihre Form und Gestalt anhand des CVMI nach Hassel und Farman bewertet. Die Altersbestimmung nach der Handröntgenaufnahme erfolgte nach der Fishman-Methode (vgl. Abschnitt 3.3). Durch einen Vergleich schlussfolgerten Hassel und Farman, dass eine skelettale Altersbestimmung anhand der Halswirbelkörper möglich sei. Nach der CVMI-Methode wurden sechs verschiedene Stadien unterschieden:

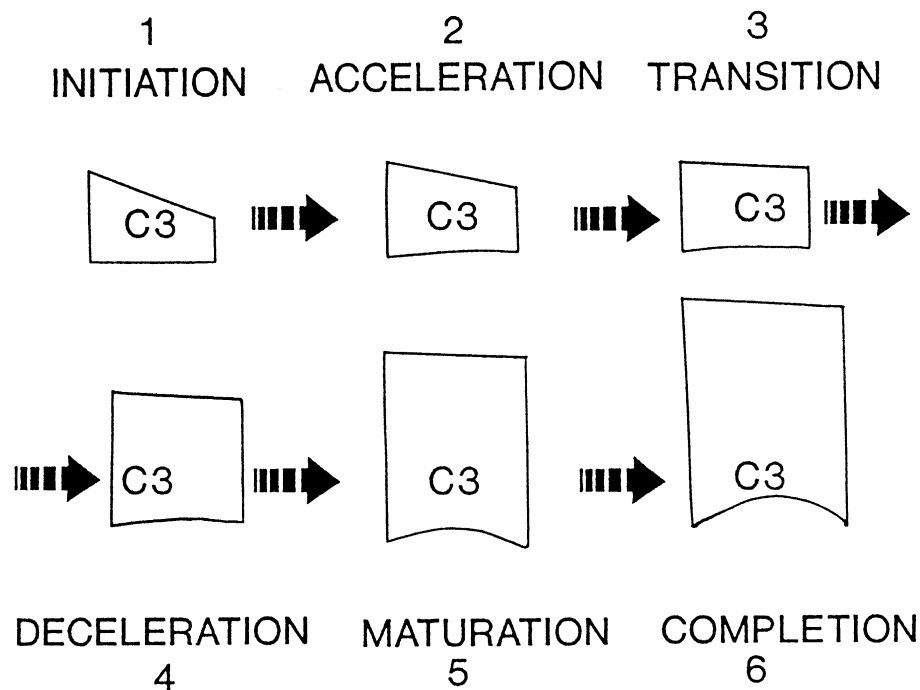


Abb. 8: Die sechs zervikalen Reifestadien nach Hassel und Farman (1995)

Fig. 2: Die sechs zervikalen Reifestadien nach Hassel und Farman (1995)

Stadium 1: *Initiation*

- Signifikantes adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Die inferiore Kontur der Wirbelkörper C2, C3 und C4 ist flach.
- Die superioren Wirbelkörperkonturen laufen posterior und anterior spitz zu.

Stadium 2: *Acceleration*

- Signifikantes adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Konkavitäten entwickeln sich an der unteren Kontur von C2 und C3.
- Die untere Kontur von C4 ist flach.
- C3 und C4 sind in ihrer Form rechteckig.

Stadium 3: *Transition*

- Moderates adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Deutliche Konkavitäten an der unteren Kontur von C2 und C3 sind zu erkennen.
- Es sind Konkavitäten an der unteren Kontur des Wirbelkörpers C4 herausgebildet.
- C3 und C4 sind rechtwinklig in ihrer Form.

Stadium 4: *Deceleration*

- Geringes adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Deutliche Konkavitäten an der unteren Kontur von C2, C3 und C4 sind erkennbar.
- C3 und C4 sind beinahe rechteckig in ihrer Gestalt.

Stadium 5: *Maturation*

- Insignifikantes adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Akzentuierte Konkavität der inferioren Wirbelkörper von C2, C3 und C4 ist erkennbar.
- C3 und C4 sind quadratisch in ihrer Gestalt.

Stadium 6: *Completion*

- Adoleszentes Wachstum wird erwartet.
- Tiefe Konkavität an der unteren Kontur der Wirbelkörper C2, C3 und C4 ist erkennbar.
- Die vertikale Dimension von C3 und C4 ist größer als die horizontale.