

2 Möglichkeiten der Reifebestimmung in der Kieferorthopädie

2.1 Chronologisches Alter

Für den Mediziner ist die Einschätzung des Lebensalters von diagnostischem und therapeutischem Interesse. Der Kieferorthopäde erfragt in der Anamnese das Alter des Patienten, um daraus grobe Schlüsse über dessen Reifezustand zu ziehen. Wachstum und Entwicklung laufen jedoch auf Grund ihrer Abhängigkeit vom genetischen Potenzial des Individuums und den Umweltbedingungen individuell unterschiedlich ab und werden durch das chronologische Alter nur bedingt repräsentiert. Der Kieferorthopäde kann sich deshalb nicht ausschließlich mit dem chronologischen Alter als Reifekriterium zufrieden geben.

Bei der Wahl des richtigen Zeitpunktes für die Einleitung kieferorthopädischer Maßnahmen wird häufig davon ausgegangen, dass die zweite Phase des Zahnwechsels, d.h. die Altersstufe zwischen dem neunten und zwölften Lebensjahr, als günstigste Behandlungszeit anzusehen ist. Eine derart undifferenzierte Betrachtungsweise ist jedoch aus verschiedenen Gründen nicht immer tragbar. Bei einer Reihe von Fehlstellungen ist eine kieferorthopädische Therapie bereits zu einem (wesentlich) früheren Zeitpunkt erforderlich, bei anderen Patienten ist, abhängig vom Zahnwechsel oder vom skelettalen Wachstum, möglicherweise erst ein späterer Zeitpunkt zu wählen (Schopf 1994).

Green (1961) untersuchte die Beziehung zwischen Körperhöhe, Körpergewicht, dem chronologischen, dem dentalen und dem skelettalen Alter. Dabei stellte er fest, dass das chronologische Alter am höchsten mit dem skelettalen Alter und am geringsten mit der Körperhöhe korreliert.

Hotz, Boulanger und Weisshaupt (1959) weisen darauf hin, dass das chronologische Alter höher mit dem skelettalen Alter korreliert als das dentale Alter.

2.2 Sexuelle Reifung

Die Herausbildung sexueller Reifemerkmale steht in engem Zusammenhang mit der allgemeinen körperlichen Entwicklung heranwachsender Kinder (Tanner 1962; Andersen 1968; Prader 1975). Während ein *Arzt* aus der Ganzkörperuntersuchung Schlüsse über die sexuellen Reifezeichen ziehen kann, sind beim

Kieferorthopäden die diagnostischen Möglichkeiten begrenzt. Der kieferorthopädischen Diagnostik sind jedoch drei Pubertätsmerkmale zugänglich:

- Stimmbruch (Hägg und Taranger 1980)
- Einsetzen des Bartwuchses bei Knaben
- Zeitpunkt der Menarche bei Mädchen

Die Menarche, deren zeitliches Auftreten einerseits von exogenen Faktoren und andererseits vom Körpergewicht beeinflusst wird (Tofani 1972; Prade 1975) und anamnestisch zu erfassen ist, weist eine gewisse Synchronisation zum Entwicklungsstand des gesamten Körpers auf. Beide Faktoren sind der biologischen Akzeleration unterworfen (Delit 1977; Linneweh 1980). Auf dem Weg zur körperlichen Vollreife ist die sexuelle Maturation der offensichtlichste Ausdruck für den unterschiedlichen Entwicklungsprozess beider Geschlechter. Die Menarche liegt ca. 2 Jahre früher als der Zeitpunkt der äquivalenten sexuellen Reifung bei Knaben (Medved et al. 1962). Ähnlich verhält es sich mit dem Verlauf des Körperlängenwachstums. Allerdings fallen Skeletalter und sexueller Pubertätsgipfel zeitlich nicht zusammen. Die Menstruation setzt im Durchschnitt etwa ein Jahr nach Erreichen der skelettalen Wachstumskulmination ein, d.h. bereits in der Phase der Regression des skelettalen Wachstums (Fritsch 1974; Hägg und Taranger 1980). Daraus folgt, dass das Menarchealter eine begrenzte, hauptsächlich retrospektive Bedeutung für die kieferorthopädische Diagnostik hat.

Analog verhält es sich mit dem Pubertätsgipfel bei Knaben. Etwa ein Jahr nach Erreichen des maximalen Körperlängenwachstums ist die erwachsene Stimme als charakteristisches Merkmal festzustellen (Hägg und Taranger 1980).

2.3 Körperhöhe und Körpergewicht

Körperhöhe und Körpergewicht sind leicht zu erfassende und deswegen häufig verwendete Reifekriterien. Man spricht zum einen vom so genannten „Längentalter“. Das ist das jeweilige chronologische Alter in der Vergleichspopulation, dem die gemessene Körperlänge des Kindes entspricht (Schirm 1974), sowie vom „Gewichtsalter“ und „Proportionsalter“ (Butenandt 1974). Letzteres beschreibt das altersspezifisch veränderliche Verhältnis der Länge verschiedener Körperabschnitte zueinander (Schmidt und Künle 1958). Mit Hilfe eines Somatogramms (Maaser und Droese 1979) oder durch Verwendung von Perzentilwerten (Oehmisch 1978) kann man tabellarisch Körperlänge und -gewicht mit Normwerten vergleichen. Die Körperlänge drückt das Gesamtreifeniveau eines Kindes besser

aus als das Körpergewicht, da letzteres größeren Schwankungen unterliegt (Tanner 1962).

Bedeutender als der genetische Hintergrund ist bei der Reifeinschätzung auf der Basis der Körperlänge der temporäre Ablauf der Körperlängenzunahme, die in Schüben verläuft. Dabei besitzt die Phase des zirkumpubertalen Wachstumsschubes für die Kieferorthopädie eine besondere Bedeutung (Grave 1978).

Der pubertale Wachstumsgipfel verläuft hinsichtlich seines Zeitpunkts und seines Wachstumsbetrags individuell sehr unterschiedlich. Zur Erkennung auch weniger ausgeprägter Wachstumsschübe ist eine genaue Analyse des Wachstumsverlaufs erforderlich (Hägg und Taranger 1982).

2.4 Gebissentwicklung

Die kieferorthopädischen Maßnahmen berücksichtigen bei Diagnostik und Therapie in hohem Maße den Entwicklungsstand des Gebisses. Um den Entwicklungszustand des Gebisses einschätzen zu können, beurteilt man die Zähne der zweiten Dentition – entweder klinisch als Zahl der durchgebrochenen Zähne oder röntgenologisch durch Bestimmung ihrer Mineralisation. Der ermittelte Entwicklungsgrad des Gebisses wird mit dem alterstypischen Normalbefund verglichen und meist als Zahnalter ausgedrückt. Die klinische Beurteilung erfasst die bereits durchgebrochenen Zähne der zweiten Dentition. Nach dem WHO-Standard (1971) werden nur diejenigen Zähne als klinisch durchgebrochen gewertet, deren Kronenspitzen die *Gingiva* wenigstens initial durchbrochen haben (Künzel 1976). Zur Bestimmung des Zahndurchbruchs in der zweiten Dentition existieren verschiedene Normwerttabellen, die den durchschnittlichen Durchbruchzeitpunkt einzelner Zahngattungen (Gödény 1951) oder Zahngruppen (Adler 1957; Hägg und Taranger 1981) bzw. die Gesamtzahl der durchgebrochenen Zähne in einem bestimmten chronologischen Alter (Adler-Hradecky und Adler 1958) darstellen. Die zunehmende Varianz der Dentitionstermine, verursacht durch individuell unterschiedliche Zahndurchbruchsequenzen (Nanda 1960), lokale Faktoren und die Existenz von Früh- und Spätzählern (Adler und Adler-Hradecky 1958), scheint sich mit der allgemeinen zivilisatorischen Entwicklung der Population zu verstärken (Felgentreff et al. 1977).

Einige Autoren halten die somatische Reife anhand der *röntgenologischen* Einschätzung für bedeutungsvoller als den *klinischen* Durchbruch. Dabei werden definierte Kalzifizierungsstadien im Kronen-, Wurzel- und Apexbereich permanenter Zähne eingeschätzt (Moorrees 1959; Lauterstein 1965). Da die Mineralisationserscheinungen populations- und ernährungsabhängig sind, sind spezifizierte Standards erforderlich (Nanda und Chawla 1969). Bei der Bestimmung des

dentalen Entwicklungsstandes spielen die mittels der Panoramaröntgentechnik gewonnenen Übersichtsaufnahmen eine gewisse Rolle, da im Hinblick auf die Akzeleration im Zahnwechsel auch altersbedingte Verschiebungen in der präeruptiven Phase wahrscheinlich sind (Schopf 1970). Das dentale Alter lässt sich unter Verwendung von Tabellen für den regulären Durchbruchzeitpunkt, die vertikale Position und die Mineralisation der permanenten Zähne geschlechtsspezifisch berechnen (Schopf 2000).

2.5 Skelettale Entwicklung

In der Kieferorthopädie nimmt die skelettale Reifebestimmung einen wichtigen Platz ein. Zur optimalen Behandlung einer Reihe von Dysgnathien ist einerseits anhaltendes Wachstum unerlässlich (z.B. Rückbiss, Mikrognathie etc.); andererseits können ungünstige Wachstumseinflüsse zu einer Verstärkung der Anomalie, einer Erschwerung der Behandlung und einer Verschlechterung der Prognose beitragen (z.B. Progenie, skelettal offener Biss). Kenntnisse über Stand und Ablauf der skelettalen Entwicklung sind in beiden Fällen für die Planung der kieferorthopädischen Therapie unerlässlich (Schopf 2000).

Die Skelettentwicklung verkörpert eine integrierende und mit Hilfe des Röntgenverfahrens leicht objektivierbare Komponente der Entwicklung des Gesamtorganismus (Schmid und Halden 1949).

Das Auftreten von Ossifikationszentren, deren morphologische Entwicklung und deren Verschmelzungsprozess im Bereich der Epiphysen stellt gut definierbare, diagnostisch eindeutig erfassbare Anzeichen bestimmter Reifenniveaus dar (Medved et. al. 1962; Grashey und Birkner 1964; Sousa und Schuster 1975).

Die allgemeine Skelettreife normaler Probanden kann durch den Reifezustand eines definierten Skelettabschnitts dargestellt werden, da sehr enge Beziehungen zwischen dem jeweiligen Niveau der Reifung verschiedener Teile des menschlichen Skeletts bestehen (Pelech und Pechstein 1976).

Gut geeignet für eine Reifeinschätzung wegen hoher Konzentration an Einzelknochen bei gleichzeitig geringer Strahlenbelastung des Rumpfs ist der Handskelettbereich (Moll 1964; Schmid 1974). Die Reifung des Handskeletts kann im Schulalter als repräsentativ für die des Gesamtskeletts gelten, wie zahlreiche Untersuchungen gezeigt haben (Gefferth 1970; Roche und French 1970; Braselmann 1974). Die Bestimmung der physischen Reife kann mittels einer Handskelettröntgenaufnahme objektiviert werden (Greulich und Pyle 1959). Diese Aufnahme ist hilfreich zur Erklärung festgestellter Entwicklungsunterschiede zwischen einem Kind und seinen Altersgenossen (Demisch 1955;

Hattermer 1959) sowie zur Koordination entwicklungsabhängiger Therapiemaßnahmen in Zeitpunkt, Dauer und Reihenfolge (Grave 1978).

2.5.1 Faktoren, welche die skelettale Entwicklung beeinflussen

Grundsätzlich besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Skelettreifung und den Funktionen des endokrinen Systems. Das endokrine System bestimmt u.a. den Auftakt der Adoleszenz. Mit der verstärkten Sekretion von Hormonen findet eine Kaskade von Reaktionen statt, die Einfluss auf Genitalien, lymphatisches Gewebe, auf Maxilla und Mandibula sowie auf Muskel- und Knochengewebe hat (Proffit 1992). Daraus lässt sich ableiten, dass alle pubertätsbeeinflussenden Faktoren ebenso skelettal beeinflussende Faktoren sind. Hormonelles Ungleichgewicht beeinflusst die Knochenentwicklung (Schmid und Moll 1960; Sousa und Schuster 1975). Die Knochenentwicklung spiegelt aber auch den jeweiligen Ernährungszustand und den genetischen Hintergrund des Kindes wider (Garn und Rohmann 1975). Deshalb ist bei der Beurteilung der Skelettreife auch die pädiatrische Anamnese zu beachten (Bayley und Pinneau 1952). Zu den wesentlichen, die Skelettentwicklung beeinflussenden Faktoren zählen:

- **allgemeine genetische Einflüsse:** Das Erbgut ist sowohl familiär als auch bevölkerungsspezifisch geprägt. Beide Aspekte sind bei der Einschätzung des skelettalen Alters insofern zu beachten, als Vergleichsstandards aus einer anderen Bevölkerung nicht kritiklos als Beurteilungsgrundlage benutzt werden sollten (Tanner et al. 1975); unter Umständen sind Korrekturwerte erforderlich (Hölscher 1973). Bei homogenen Populationen, die genetisch und geographisch benachbart sind, spielt dieses Problem jedoch eine untergeordnete Rolle (Pelech und Pechstein 1976; Bery 1979).
- **Umwelteinflüsse:** Aus den Untersuchungen von Greulich und Pyle (1959) geht hervor, dass die Akzeleration der Skelettreifung zu einem Teil auf Umwelteinflüsse zurückzuführen ist. Die Knochenreifung wird durch besondere Umweltbedingungen beeinträchtigt, z.B. durch eine permanente, industriell bedingte Luftverschmutzung. Bei Kindern aus betroffenen Regionen konnte eine signifikante Retardierung der Skelettreife beobachtet werden (Bab 1970).
- **Ernährungsbedingungen:** Glaser (1977) stellte fest, dass Maldigestion, Malabsorption, Nährstoffintoleranzen und eine permanente Mangelernährung die Skelettreifung beeinträchtigen. Dieses kann bei nachhaltiger therapeutischer Normalisierung der Ernährungssituation teilweise oder ganz ausgeglichen werden.

- **Spezifische Erkrankungen:** Einige Krankheiten und Syndrome beeinflussen unter anderem den Reifungsprozess des Skeletts. Es kommt zu Proportionsveränderungen, Beschleunigungen und Verzögerungen beim Knochenwachstum (Schmid und Hofmann 1958; Sannwald 1961).

Zu Ossifikations*verzögerungen* führen nach Schmid (1949):

- Dysostosis cleidocranialis und Dysostosis mandibulofacialis,
- hypophysärer Zwergwuchs,
- Osteogenesis imperfecta,
- Chondrodystrophie,
- cerebrale Störungen, meist mit Asymmetrien einhergehend (Salzmann 1954).

Zu Ossifikations*beschleunigungen* führen nach Schmid und Moll (1960):

- Akromegalie,
- Pubertas praecox,
- hypophysärer Riesenwuchs,
- Hyperthyreose

Bei der Beurteilung des skelettalen Reifezustands sollten die Abweichungen auf Grund dieser Anomalien berücksichtigt werden (vgl. auch 5.2).