

**Universidade Federal de Minas Gerais
Faculdade de Odontologia**

Thaís Guimarães da Mata Morato

**AS VÉRTEBRAS CERVICAIS
NA DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA**

Belo Horizonte
2012

Thaís Guimarães da Mata Morato

**AS VÉRTEBRAS CERVICAIS
NA DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA**

Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Neves Abdo

Belo Horizonte
2012

M831 Morato, Thaís Guimarães da Mata.
2012 As vértebras cervicais na determinação da idade óssea / Thaís
MP Guimarães da Mata Morato. - 2012.
36 f.: il.

Orientador: Evandro Neves Abdo
Área de concentração: Linguística Teórica e Descritiva.
Monografia (Especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Odontologia.

1. Vértebras cervicais - radiografia. 2. Determinação da idade pelo
esqueleto. I. Abdo, Evandro Neves. II. Universidade Federal de Minas
Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK D622

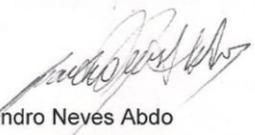


UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Odontologia
Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
Belo Horizonte - MG - 31.270-901
Tel: (31) 3409 2470 Fax: (31) 3409 2472
Email: odonto-posgrad@ufmg.br

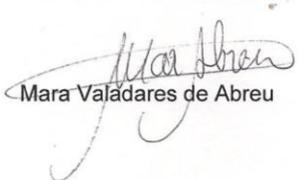


Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia da aluna **THAÍS GUIMARÃES DA MATA MORATO**, do Curso de Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia, realizado no período de 21/03/2011 a 30/08/2012.

Aos 28 (vinte e oito) dias do mês de junho de 2012, às 15:30 horas, na sala 3412 da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora, composta pelos professores Evandro Neves Abdo, Alexandre Fortes Drumond e Mara Valadares de Abreu. Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à apresentação do trabalho final de conclusão do curso intitulado "**As vértebras cervicais na determinação da idade óssea**". Encerrada a exposição, foi iniciada a arguição e em seguida passou-se à apuração final. A nota obtida pela aluna foi 95,0 (NOVENTA E CINCO PONTOS) pontos. A Comissão Examinadora decidiu pela sua APROVAÇÃO. Para constar, eu, Evandro Neves Abdo, Presidente da Comissão, lavrei a presente ata que assino, juntamente com os demais membros da Comissão Examinadora. Belo Horizonte, 28 de junho de 2012.


Evandro Neves Abdo
Orientador


Alexandre Fortes Drumond


Mara Valadares de Abreu

AGRADECIMENTOS

A Deus, força maior da minha vida.

A minha família, meu porto seguro.

Ao Prof. Dr. Evandro Neves Abdo, pelos conhecimentos transmitidos e orientação.

Aos professores e colegas de curso, pelas experiências compartilhadas e apoio.

*Cantar e cantar e cantar
a beleza de ser um eterno
aprendiz...*

Gonzaguinha

RESUMO

Há décadas percebeu-se não existir uma correlação significativa entre idade cronológica e idade biológica. Desde então, muitos métodos vêm sendo utilizados para a determinação da idade óssea. Estes métodos incluem a observação das características sexuais secundárias, desenvolvimento dental, altura, peso e o desenvolvimento esquelético. A radiografia de mão e punho é um método importante para determinar se o pico de crescimento puberal iniciou, está ocorrendo ou terminou. Isso é de fundamental importância no planejamento e tratamento ortodôntico. A observação das vértebras cervicais em telerradiografias têm mostrado eficiência semelhante às radiografias carpais na determinação da idade óssea, além de evitar a tomada de uma radiografia extra, evitando assim radiação extra, e diminuir o gasto para os pacientes. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão de literatura sobre o tema. Concluiu-se que a análise radiográfica da maturação das vértebras cervicais tem se mostrado um método válido, confiável, reproduzível e de aplicabilidade clínica para determinar a idade óssea, evitando assim radiação e custo extra ao paciente.

Palavras-chave: Vértebras cervicais. Idade esquelética. Mão e punho. Maturação. Radiografia.

ABSTRACT

For decades it was realized that there is no significant correlation between chronological age and bone age. Since then, many methods have been used for the determination of bone age. These methods include the observation of secondary sexual characteristics, dental development, height, weight and skeletal development. The hand-wrist radiography is an important method to determine whether the pubertal growth spurt started, ended or is occurring. This is very important in the orthodontic planning and treatment. Radiographs of the cervical vertebrae have shown similar efficiency to hand-wrist radiographs, and avoid making an extra X-rays, thus avoiding extra radiation, and reduce the cost to the patient. This study aims to present a review of the literature on the subject. It was concluded that the radiographic analysis of cervical vertebrae maturation method has proved to be a valid, reliable, reproducible and clinically applicable to determine bone age, thus avoiding extra radiation and extra cost to the patient.

Keywords: Cervical vertebrae. Skeletal age. Hand-wrist. Maturation. X-ray.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Radiografia de mão e punho.....	16
FIGURA 2 -	Ossos da mão e punho.....	17
FIGURA 3 -	Sítios indicadores da maturação esquelética.....	19
FIGURA 4 -	Onze indicadores de maturidade esquelética.	19
FIGURA 5 -	Identificação radiográfica dos indicadores de maturação esquelética.....	20
FIGURA 6 -	Indicadores de Maturação Esquelética (SMI).	20
FIGURA 7 -	Anatomia das vértebras cervicais de C1 a C4.....	21
FIGURA 8 -	Radiografia de vértebras cervicais, estágio 3.	22
FIGURA 9 -	Sétima vértebra cervical.	22
FIGURA 10 -	Indicadores de maturação das vértebras cervicais usando C3 como exemplo.	24
FIGURA 11 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.....	25
FIGURA 12 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.....	25
FIGURA 13 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.	26
FIGURA 14 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.....	26
FIGURA 15 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.....	27
FIGURA 16 -	Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.....	27
FIGURA 17 -	Diferentes combinações de características morfológicas no novo método.	29
FIGURA 18 -	Medidas do corpo das vértebras C3 e C4 em telerradiografias.....	30

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Porcentagem de crescimento completado.....	20
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AP	Comprimento do Corpo Vertebral Ântero-Posterior
AH	Altura Anterior do Corpo Vertebral
C1	1ª. Vértebra Cervical
C2	2ª. Vértebra Cervical
C3	3ª. Vértebra Cervical
C4	4ª. Vértebra Cervical
C6	6ª. Vértebra Cervical
C7	7ª. Vértebra Cervical
CVMI	Índice de Maturação das Vértebras Cervicais
E	Escafóide
FD	Falange Distal
FM	Falange Média
FP	Falange Proximal
G	Ganchoso
GO	Grande Osso
H	Altura do Corpo Vertebral
MVC	Maturação das Vértebras Cervicais
P	Piramidal
PH	Altura Posterior do Corpo Vertebral
Psi	Psiforme
R	Rádio
S	Sesamóide
SCP	Surto de Crescimento Puberal
SL	Semilunar
SMI	Índice de Maturação Esquelética
T	Trapézio
TE	Trapezóide
TW2	Tanner e Whitehouse 2
TW3	Tanner e Whitehouse 3
U	Ulna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	13
3	METODOLOGIA.....	14
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	15
4.1	<i>Mão e punho</i>	16
4.1.1	Anatomia da mão e punho	16
4.1.2	Avaliação Radiográfica.....	17
4.2	<i>Vértebras cervicais</i>	21
4.2.1	Anatomia das Vértebras Cervicais (C1 a C4).....	21
4.2.2	Avaliação Radiográfica.....	23
5	DISCUSSÃO	31
6	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento relacionado ao crescimento e desenvolvimento craniofacial tem sido cada vez mais necessário para determinar o momento ideal para iniciar um tratamento ortodôntico. A idade óssea vem sendo considerada por muitos autores, o registro mais fiel da idade biológica (BJORK; HELM, 1967; BENEMANN; SAMPAIO; BERTHOLD, 1997). Tal conhecimento é essencial para o diagnóstico, planejamento e execução do tratamento ortodôntico e/ou ortopédico, bem como para avaliação do resultado final e sua estabilidade. O tratamento mostra-se mais efetivo quando as estruturas faciais apresentam predisposição máxima para responder às suas influências.

Vários estudos consideram que a idade cronológica individual não está necessariamente correlacionada com a idade maturacional (MACHADO; BARBANTIL, 2007; MENDES *et al.*, 2010). Diferentes indivíduos chegam ao mesmo estágio de desenvolvimento em diferentes idades cronológicas. Do ponto de vista ósseo, alguns indivíduos podem ser atrasados ou avançados em relação à sua idade cronológica.

Dentre a diversidade de métodos para estimar o nível de maturação e crescimento facial do indivíduo podem se destacar: altura, peso, idade dentária e mental, manifestação das características sexuais secundárias, e a maturidade esquelética. O estudo da maturidade esquelética é feito por meio de radiografias que avaliam os centros de ossificação, mensurando ossos, avaliando o aparecimento ou ausência de certas estruturas e o desenvolvimento de outras. Para tanto são utilizadas radiografias de várias partes do corpo, sendo a mais reconhecida e utilizada a de mão e punho (BJORK; HELM, 1967; BENEMANN; SAMPAIO; BERTHOLD, 1997; FLORES-MIR *et al.*, 2006).

A marcante aceleração do crescimento que ocorre na puberdade é chamada de surto de crescimento puberal e esta fase é considerada uma época propícia para o tratamento ortodôntico/ortopédico, sendo utilizada a radiografia de mão

e punho para determinação da maturação e subsequente avaliação do crescimento do paciente. Porém, esse método expõe o paciente à radiação extra e representa um custo adicional ao tratamento ortodôntico.

Atualmente vem crescendo a tendência de se explorar outras estruturas para estimar a idade óssea, como por exemplo, as vértebras cervicais, visualizadas em radiografias cefalométricas laterais (CALDAS; AMBROSANO; HAITERNETO, 2010; JAQUEIRA *et al.*, 2010; AL KHAL; WONG; RABIE, 2008; SHI; SCARFE; FARMAN, 2007) Estas são tomadas de rotina na documentação ortodôntica, não representando custo e radiação extra ao paciente.

As mudanças no crescimento vertebral em tamanho e forma na adolescência são utilizadas para fazer o prognóstico das fases de crescimento e desenvolvimento ósseo. Vários estágios que representam características morfológicas diferentes das vértebras cervicais já foram definidos, e cada um desses estágios reflete os níveis progressivos de maturação esquelética. Muitos autores encontraram uma alta correlação entre maturação das vértebras cervicais e a maturação esquelética de mão e punho (FLORES-MIR *et al.*, 2006; GANDINI; MANCINI; ANDREANI, 2006; SANTOS; ALMEIDA, 1999; UYSAL *et al.*, 2006).

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é fazer uma revisão de literatura a fim de apresentar o método de avaliação da maturação óssea utilizando as vértebras cervicais visualizadas na telerradiografia em norma lateral, e se este método tem se mostrado válido e de aplicabilidade clínica.

3 METODOLOGIA

O trabalho consiste em uma revisão de literatura baseada em busca ativa de informações nas bases de dados PubMed (MEDLINE), BVS (LILACS, SciELO), a partir do Portal de Periódico CAPES. Alguns artigos também foram obtidos através de pesquisa livre pela internet utilizando o site Google Acadêmico. Foram usados artigos publicados em português e inglês, disponíveis nos sites de busca ou na Biblioteca Professora Heloísa Helena Paixão.

Mais de 70 artigos relacionados ao tema da pesquisa foram selecionados e lidos, sendo que destes 37 foram escolhidos para a revisão de literatura.

Os principais descritores utilizados foram: Cervical vertebrae; Skeletal maturation; Hand-wrist, Maturation; Radiography.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Saber o exato estágio de crescimento em que o paciente se encontra e, principalmente, a época da ocorrência do Surto de Crescimento Puberal (SCP) é fundamental para um correto diagnóstico e tratamento em áreas como Ortodontia e Pediatria. Para isso, uma série de características devem ser levadas em conta, sendo a idade óssea ou esquelética a mais fiel delas (BENEMANN, SAMPAIO; BERTHOLD, 1997).

O registro da idade esquelética é feita através de radiografias que avaliam o estágio em que se encontram diferentes centros de ossificação, e a radiografia carpal é a mais consagrada dentre elas há anos (BENEMANN; SAMPAIO; BERTHOLD, 1997; FLORES-MIR *et al.*, 2006). Além disso, alguns autores demonstraram que existe uma diferença entre o crescimento estatural e o crescimento facial, principalmente com relação ao pico de crescimento mandibular (MOORE; MOYER; DUBOLS, 1990; HUNTER *et al.*, 2007). Porém outros estudos encontraram relação positiva entre a maturação das vértebras cervicais e o crescimento mandibular na puberdade (O'REILLY; YANNIEELLO, 1988; FRANCHI *et al.*, 2000).

A radiografia cefalométrica lateral, exame que faz parte da documentação ortodôntica, e em que é possível analisar as primeiras vértebras cervicais, mesmo com o uso do colar de tireóide, vem sendo muito utilizada para análise da maturação óssea através do formato das vértebras cervicais visualizadas e de suas medidas. Este já é considerado um método válido e confiável por muitos (CALDAS; AMBROSANO; HAITER-NETO, 2010; CERICATO *et al.*, 2007; FLORES-MIR *et al.*, 2006; GANDINI; MANCINI; ANDREANI, 2006; JOSHI *et al.*, 2010; AL KHAL; WONG; RABIE, 2008; SANTOS; ALMEIDA, 1999; UYSAL *et al.*, 2006), mas ainda há controvérsias dessa validade (GABRIEL *et al.*, 2009) e uma certa relutância dos cirurgiões dentistas em abandonar as radiografias de mão e punho, apesar do custo e radiação extra para o paciente.

4.1 Mão e punho

4.1.1 Anatomia da mão e punho



FIGURA 1 - Radiografia de mão e punho.

Fonte: Ferreira (2002).

A mão esquerda, por convenção, é a usada para leitura da idade óssea. O punho é composto por dois ossos longos, o rádio (R) e a ulna (U). A mão é dividida em ossos do carpo, do metacarpo e dedos (FERREIRA, 2002).

O carpo é formado por oito ossos distribuídos em duas fileiras. A fileira proximal é composta pelo escafoide (E), semilunar (SL), piramidal (P) e pisiforme (Psi). A outra fileira é formada pelos ossos trapézio (T), trapezóide (TE), grande osso ou capitato (GO) e ganchoso ou hamato (G) (FERREIRA, 2002).

O metacarpo é formado por cinco ossos longos numerados de 1 a 5, de fora para dentro. Junto ao metacarpo 1, encontra-se o osso sesamóide (S), que pode ser de difícil visualização (FERREIRA, 2002).

Os dedos são em número de cinco, e numerados da mesma forma que o metacarpo. Cada um tem três falanges: falange proximal (FP), falange média (FM) e falange distal (FD) com suas epífises proximais. O dedo polegar é o único que contém somente duas falanges (FERREIRA, 2002).

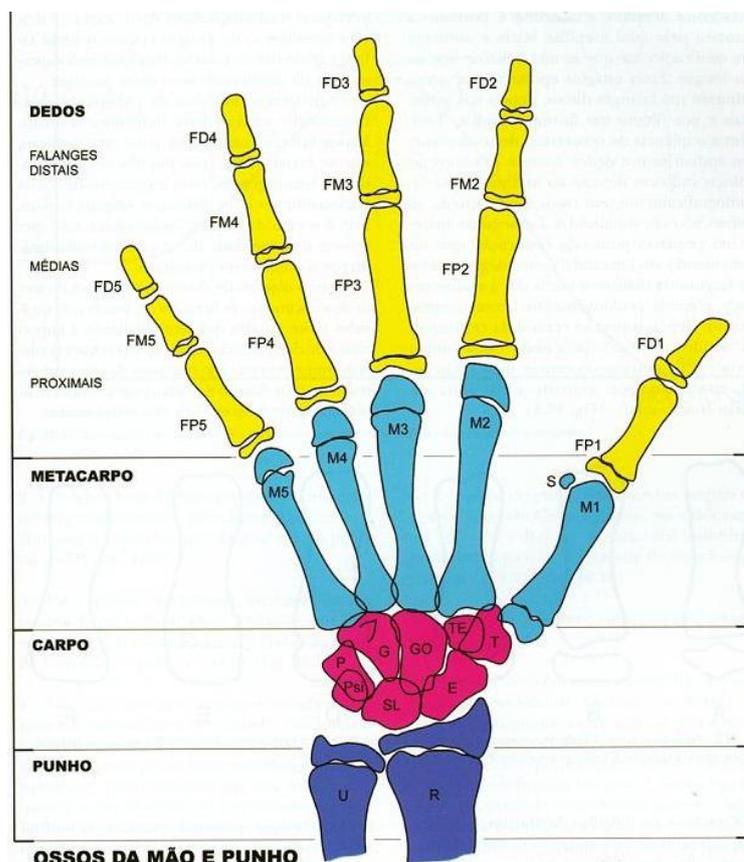


FIGURA 2 - Ossos da mão e punho.

Fonte: Ferreira (2002).

4.1.2 Avaliação Radiográfica

Nas radiografias de mão e punho é possível a observação de 27 ossos, além do sesamóide, o que fornece informações suficientes de todo período de maturação esquelética do indivíduo. Dentre os métodos utilizados para estimar a idade óssea nas carpais encontram-se os de Greulich e Pyle, Tanner e Whitehouse, Eklöf e Ringertz e Fishman (AL KHAL; WONG; RABIE, 2008; JOSHI *et al.*, 2010; MORAES *et al.*, 2003; MOSCATIELLO *et al.*, 2008; SANNOMIYA *et al.*, 1998).

Greulich e Pyle¹ (1949 *apud* GENEROSO *et al.*, 2003) publicaram um atlas contendo variações médias normais das estruturas ósseas de mão e punho, observadas do nascimento à idade adulta, tornando possível determinar a época de ocorrência dos eventos de crescimento esquelético geral. Este é um método inspeccional, pois compara a radiografia carpal em estudo com radiografias carpais ilustradas em um atlas. É importante salientar que esse atlas foi feito a partir de observação de crianças norte americanas de nível socioeconômico médio alto.

Tanner e Whitehouse², em 1959, (*apud* GENEROSO *et al.*, 2003) publicaram outro método de avaliação da idade óssea por meio de radiografias carpais em que 20 centros de ossificação foram analisados e distribuídos escores a cada um, que após somados determinam a idade óssea correspondente em anos. Várias modificações já foram realizadas neste método desde seu surgimento.

Em 1967, Eklöf e Ringertz³ (*apud* GENEROSO *et al.*, 2003) propuseram um novo método de avaliação da idade óssea em radiografias carpais. Este método, proposto para crianças suecas, consistia em tomar medidas de comprimento e largura de determinados centros de ossificação em crianças entre um e 15 anos de idade.

Fishman (1982) desenvolveu um sistema para avaliar radiografias de mão e punho, na qual usou quatro estágios da maturação óssea encontrados em seis sítios localizados no polegar, terceiro dedo, quinto dedo e rádio (FIG. 3). Onze indicadores de maturação esquelética foram encontrados nestes seis sítios (FIG. 4 e FIG. 6). A sequência dos quatro estágios de ossificação inclui tamanho da epífise, ossificação do sesamóide, capeamento da epífise sobre

¹ GREULICH, W.; PYLE, S. I. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist*. California: Stanford University Press, 1949.

² TANNER, J. M.; WHITEHOUSE, R. H. *Standards for skeletal maturity*. Paris: International Children's Centre, 1959.

³ EKLOF, O.; RINGERTZ, H. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann Radiol*, Paris, v. 10, n. 3/4, p. 330-336, May 1967

suas diáfises e fusão das epífises e diáfises (FIG. 4). A porcentagem de crescimento completo fornece uma base para interpretar a quantidade de crescimento esquelético que ocorreu e para prever crescimento futuro (TAB. 1).

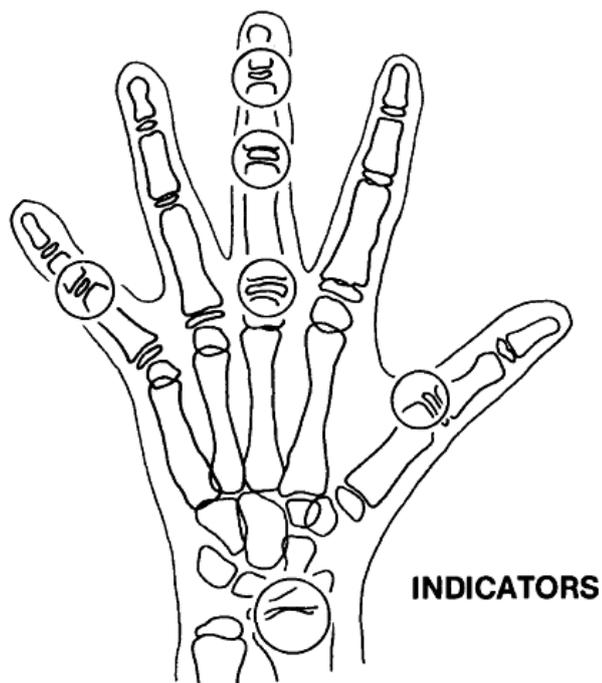


FIGURA 3 - Sítios indicadores da maturação esquelética.

Fonte: Fishman (1982).

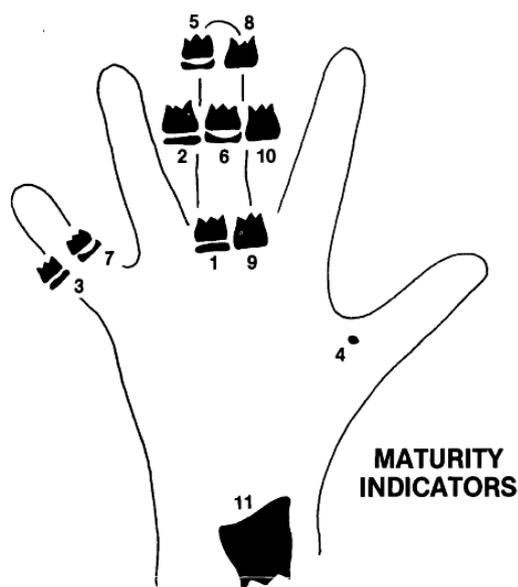


FIGURA 4 - Onze indicadores de maturidade esquelética.

Fonte: Fishman (1982).

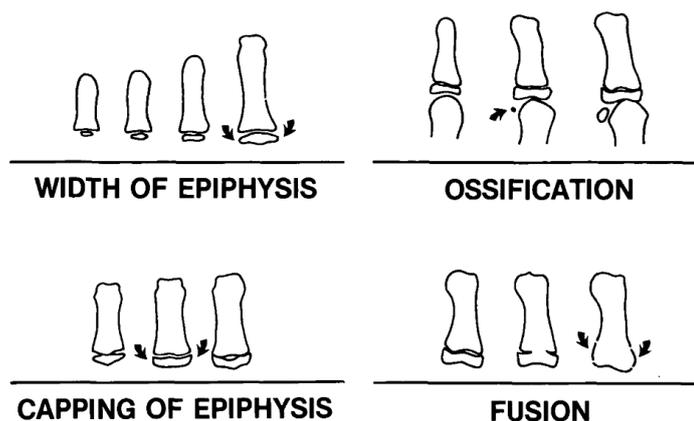


FIGURA 5 - Identificação radiográfica dos indicadores de maturação esquelética.

Fonte: Fishman (1982).

<i>Skeletal Maturity Indicators (SMI)</i>	Capping of epiphysis
Width of epiphysis as wide as diaphysis	5. Third finger—distal phalanx
1. Third finger—proximal phalanx	6. Third finger—middle phalanx
2. Third finger—middle phalanx	7. Fifth finger—middle phalanx
3. Fifth finger—middle phalanx	Fusion of epiphysis and diaphysis
Ossification	8. Third finger—distal phalanx
4. Adductor sesamoid of thumb	9. Third finger—proximal phalanx
	10. Third finger—middle phalanx
	11. Radius

FIGURA 6 - Indicadores de Maturação Esquelética (SMI).

Fonte: Fishman (1982).

TABELA 1 - Porcentagem de crescimento completado.

Feminino	SMI	Masculino
0,00	1	0,00
12,15	2	15,02
22,54	3	21,60
32,73	4	28,92
39,75	5	34,00
51,70	6	52,62
73,58	7	74,29
86,58	8	87,32
91,87	9	91,98
96,14	10	95,34
100,0	11	100,00

Fonte: Fishman (1982).

4.2 Vértebras cervicais

4.2.1 Anatomia das Vértebras Cervicais (C1 a C4)

O atlas é a única vértebra que não possui corpo; consiste de uma massa lateral de cada lado, com facetas articulares superior e inferior, e arcos anterior e posterior (LOGAN; REYNOLDS; HUTCHINGS, 2005).

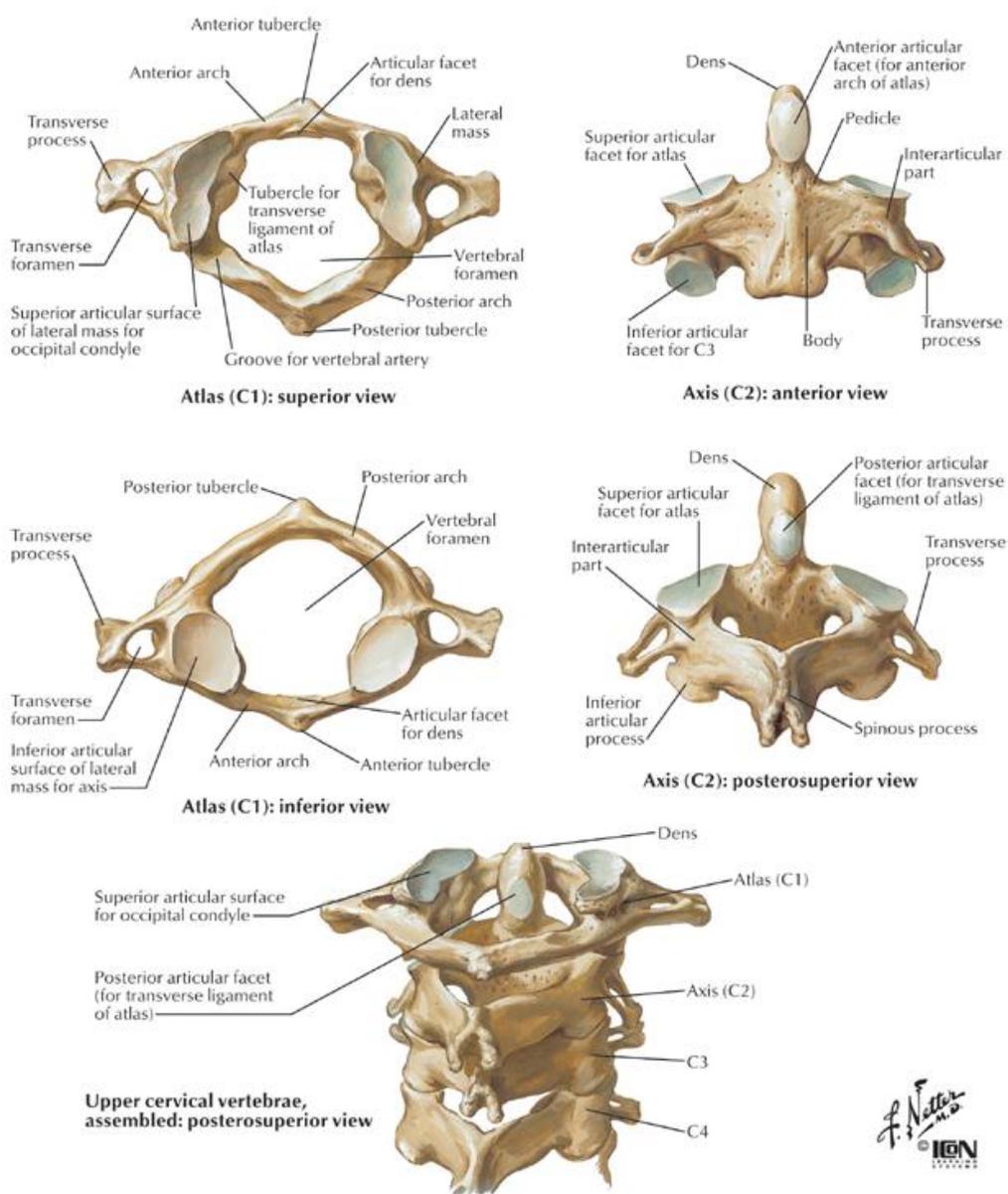


FIGURA 7 - Anatomia das vértebras cervicais de C1 a C4.

Fonte: Filler (2004).

O axis é o único a apresentar um dente (processo odontóide), que se projeta superiormente a partir do corpo (LOGAN; REYNOLDS; HUTCHINGS, 2005).



FIGURA 8 - Radiografia de vértebras cervicais, estágio 3.

Fonte: Al Khal, Wong e Rabie (2008).

A típica vértebra cervical (terceira a sexta) possui processos articulares superiores, voltados para cima e para trás, um gancho (borda póstero-lateral) de cada lado da face superior do corpo, um forame vertebral triangular e um processo espinhoso bífido (LOGAN; REYNOLDS; HUTCHINGS, 2005).

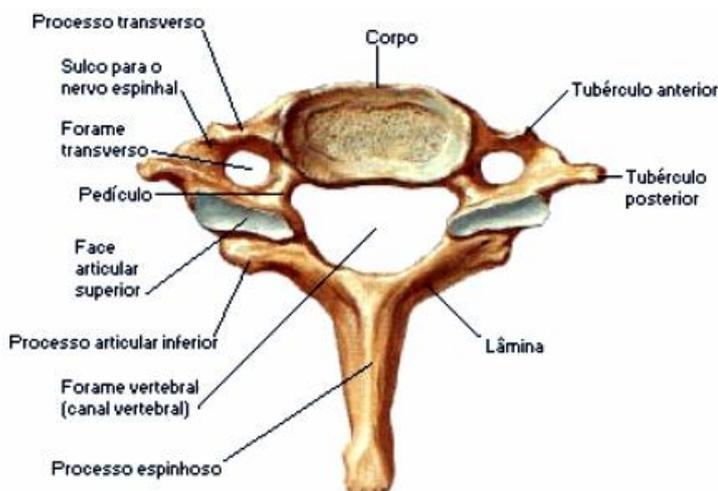


FIGURA 9 - Sétima vértebra cervical.

Fonte: Bezerra (2012).

O processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7) não é bífido, como em vértebras cervicais típicas, porém termina num tubérculo arredondado. Em virtude de sua projeção para trás é, usualmente, o mais saliente dos cervicais no sulco mediano do pescoço (de onde o nome de vértebra proeminente muitas vezes é referido a esta vértebra) (LOGAN; REYNOLDS; HUTCHINGS, 2005).

Em 1996, Vastardis e Evans⁴ (*apud* ARMOND; CASTILHO; MORAES, 2001) alertam a importância do conhecimento da anatomia das vértebras cervicais, pois pode ser útil na detecção de anomalias pelo próprio dentista que tem acesso a radiografias cefalométricas laterais. Uma vez que muitas das anomalias que atingem as vértebras cervicais são assintomáticas, o dentista pode detectar algumas dessas alterações antes de seu agravamento. Fraturas, poliartrites, anquiloses e espondilites anquilosantes são algumas das anomalias detectadas nas vértebras cervicais de jovens e adolescentes.

4.2.2 Avaliação Radiográfica

Lamparski⁵, em 1972 (*apud* HASSEL; FARMAN, 1995), observando mudanças na forma e tamanho das vértebras cervicais em telerradiografias em norma lateral, concluiu que pelas modificações anatômicas entre a C2 e C6 era possível avaliar a idade esquelética de um indivíduo. Criou seis estágios de maturação, e confirmou ser este um método válido e confiável, apresentando mesmo valor clínico que o método de Greulich e Pyle.

Em 1988, O'Reilly e Yanniello, utilizaram o método de Lamparski para investigar a relação dos estágios de maturação das vértebras cervicais com as mudanças de crescimento da mandíbula. Concluíram existir tal relação e que

⁴ VASTARDIS, H.; EVANS, C. A. Evaluation of cervical spine abnormalities on cephalometric radiographs. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 109, n. 6, p. 581-588, Jun. 1996.

⁵ LAMPARSKI, D. *Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae*. [Thesis.] Pittsburgh: University of Pittsburgh, 1972.

os estágios de 1 a 3 ocorriam antes do pico de crescimento da mandíbula, com os estágios 2 e 3 ocorrendo um ano antes do pico.

Em 1995, Hassel e Farman propuseram modificações no método de Lamparski. Observando somente as vértebras C2, C3 e C4, definiram seis Indicadores de Maturação das Vértebras Cervicais (CVMIs), e esses indicadores foram comparados com os Indicadores de Maturação Esquelética (SMI) propostos por Fishman.

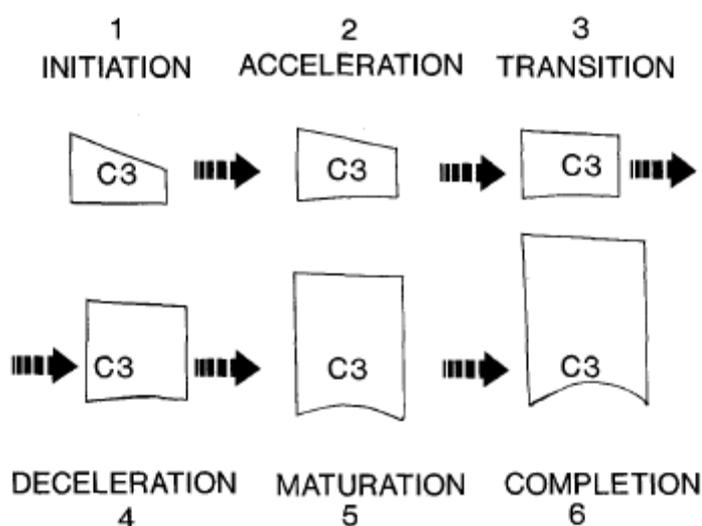


FIGURA 10 - Indicadores de maturação das vértebras cervicais usando C3 como exemplo.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 1 foi chamada de INICIAÇÃO. Corresponde ao SMI 1 e 2. As bordas inferiores da C2, C3 e C4 estão planas ou achatadas e as bordas superiores de C3 e C4 estão afuniladas de posterior para anterior. Expectativa de grande quantidade de crescimento puberal (80% a 100%) (HASSEL; FARMAN, 1995).



FIGURA 11 - Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 2 foi chamada de ACELERAÇÃO. Corresponde ao SMI 3 e 4. Início do desenvolvimento das concavidades nas bordas inferiores de C2 e C3 e borda inferior de C4 está plana ou achatada. C3 e C4 estão com formatos tendendo a retangulares. Expectativa de crescimento puberal significativa (65% a 85%) (HASSEL; FARMAN, 1995).



FIGURA 12- Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 3 foi chamada de TRANSIÇÃO. Corresponde ao SMI 5 e 6. Presença de concavidades distintas nas bordas inferiores de C2 e C3. Início do desenvolvimento de uma concavidade na borda inferior da C4. C3 e C4 apresentam-se retangulares em seu formato. Expectativa moderada de crescimento puberal (25% a 65%) (HASSEL; FARMAN, 1995).



FIGURA 13 - Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 4 foi chamada de DESACELERAÇÃO. Corresponde ao SMI 7 e 8. Presença de concavidades distintas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. Formato da C3 e C4 aproximando-se de um quadrado. Expectativa reduzida de crescimento puberal (10% a 25%) (HASSEL; FARMAN, 1995).



FIGURA 14 - Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 5 foi chamada de MATURAÇÃO. Corresponde ao SMI 9 e 10. Presença de concavidades acentuadas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. Formato quadrado das vértebras C3 e C4. Expectativa de quantidade insignificante de crescimento puberal (5% a 10%) (HASSEL; FARMAN, 1995).



FIGURA 15 - Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

A categoria 6 foi chamada de FINALIZAÇÃO. Corresponde ao SMI 11. Presença de concavidades profundas nas bordas inferiores de C2, C3 e C4. Altura das vértebras C3 e C4 ultrapassando sua largura. Crescimento puberal completo nesta fase.



FIGURA 16 - Vértebras cervicais aparecendo numa telerradiografia.

Fonte: Hassel e Farman (1995).

Vários estudos feitos posteriormente validaram e mostraram a aplicabilidade clínica do método de Hassel e Farman (ARMOND; CASTILHO; MORAES,

2001; CANALI; BRUCKER; LIMA, 2003; JAQUEIRA *et al.*, 2010; JOSHI *et al.*, 2010; UYSAL *et al.*, 2006).

Uma vez que estes estudos avaliaram as vértebras cervicais de maneira subjetiva, usando somente a comparação qualitativa entre as imagens de pacientes e as imagens de um atlas, novos estudos surgiram utilizando fórmulas matemáticas para validar de maneira objetiva as vértebras cervicais como determinadoras da idade esquelética (BACCETTI; FRANCHI, MCNAMARA, 2002; CALDAS; AMBROSANO; HAITER-NETO, 2007; MITO; SATO; MITANI, 2002).

Em 2002, Mito, Sato e Mitani, com o propósito de estabelecer um novo método para avaliar objetivamente a maturação esquelética em radiografias cefalométricas, realizaram um estudo em crianças japonesas do sexo feminino, com média de idade variando de sete a 14,9 anos. A amostra foi dividida em dois grupos. O primeiro grupo, composto por 176 japonesas, foi usado para obter a fórmula que levava à idade óssea. O segundo grupo, composto por 66 japonesas, foi usado para determinar a validade desta fórmula quando comparada ao método de Tanner *et al.* (1983) (TW2) em radiografias de mão e punho. A fórmula matemática desenvolvida neste estudo teve como variáveis a idade cronológica e as razões das medidas de altura e largura do corpo de C3 e C4. A análise dos resultados levou à conclusão de que a idade óssea determinada pelas vértebras cervicais foi tão confiável quanto o método TW2 em radiografias de mão e punho.

Cericato *et al.* (2007) testaram em 170 telerradiografias laterais (76 de pacientes do sexo masculino e 94 do sexo feminino, com idades cronológicas entre 60 e 124 meses) a confiabilidade do método de Mito e o concluiu-se que ele foi reproduzível e confiável.

Baccetti, Franchi e McNamara (2002) criaram uma versão melhorada do método de maturação das vértebras cervicais (MVC) para acessar o crescimento mandibular. Pacientes com menos de seis observações cefalométricas consecutivas foram excluídos do estudo. Dois cefalogramas

consecutivos compreendendo o intervalo de máximo crescimento mandibular, junto com dois cefalogramas consecutivos anteriores e dois cefalogramas consecutivos posteriores tinham de estar disponível para cada paciente. O máximo crescimento em Co-Gn entre dois cefalogramas consecutivos foi usado para definir o pico de crescimento mandibular. A análise consistia em análise visual e cefalométrica das características morfológicas das vértebras C2, C3 e C4. No resultado deste estudo cinco estágios maturacionais foram definidos (em vez dos seis estágios propostos por Hassel e Farman), com o pico de crescimento mandibular ocorrendo entre os estágios II e III. Não é possível determinar este pico sem os resultados dos estágios I e II.

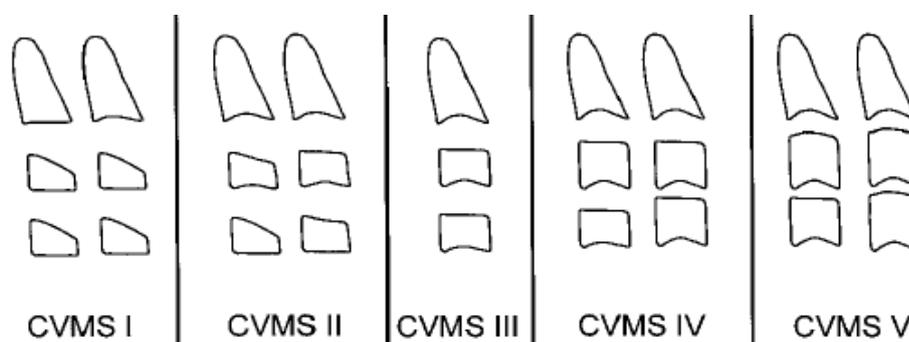


FIGURA 17 - Diferentes combinações de características morfológicas no novo método.

Fonte: Baccetti *et al.* (2002).

Al Khal, Wong e Rabie (2008) realizaram um estudo com radiografias de mão e punho e telerradiografias de 400 crianças chinesas entre 10 e 15 anos (meninas) e 12 e 17 anos (meninos), comparando o método proposto por Baccetti com o método de Fishman. Os resultados indicaram que o método de MVC é confiável para determinar o crescimento esquelético no período circumpuberal, validando o método de Baccetti.

Moscatiello *et al.* (2008) também demonstraram ser válido o método de Baccetti quando o comparou com o método de Greulich e Pyle. O estudo foi realizado com 140 pacientes (74 do gênero feminino e 66 do masculino). Além de concluírem ser válido o acesso da idade esquelética por meio das vértebras cervicais, também concluíram que a idade aumentou proporcionalmente em

relação aos estágios de maturação e que o gênero feminino apresentou estágios de crescimento mais precoces que o masculino.

Em 2007, Caldas, Ambrosano e Haiter-Neto também criaram fórmula para avaliar de maneira objetiva a MVC. Este estudo consistiu em duas amostras, uma para a criação da fórmula (composta por 128 meninas e 110 meninos, com faixa etária entre sete e 15,9 anos), em que a altura anterior do corpo vertebral (AH), a altura do corpo vertebral (H), a altura posterior do corpo vertebral (PH) e o comprimento do corpo vertebral ântero-posterior (AP) de C3 e C4 foram traçados e medidos. A outra amostra (composta por 55 meninas e 54 meninos da mesma faixa etária) foi para a validação da fórmula quando comparados ao método de Tanner *et al.* (2001) (TW3) em radiografias carpais. A conclusão do estudo foi que o método de acesso da idade esquelética por meio de sua fórmula foi válido e confiável, e pode ser aplicado em meninos e meninas.

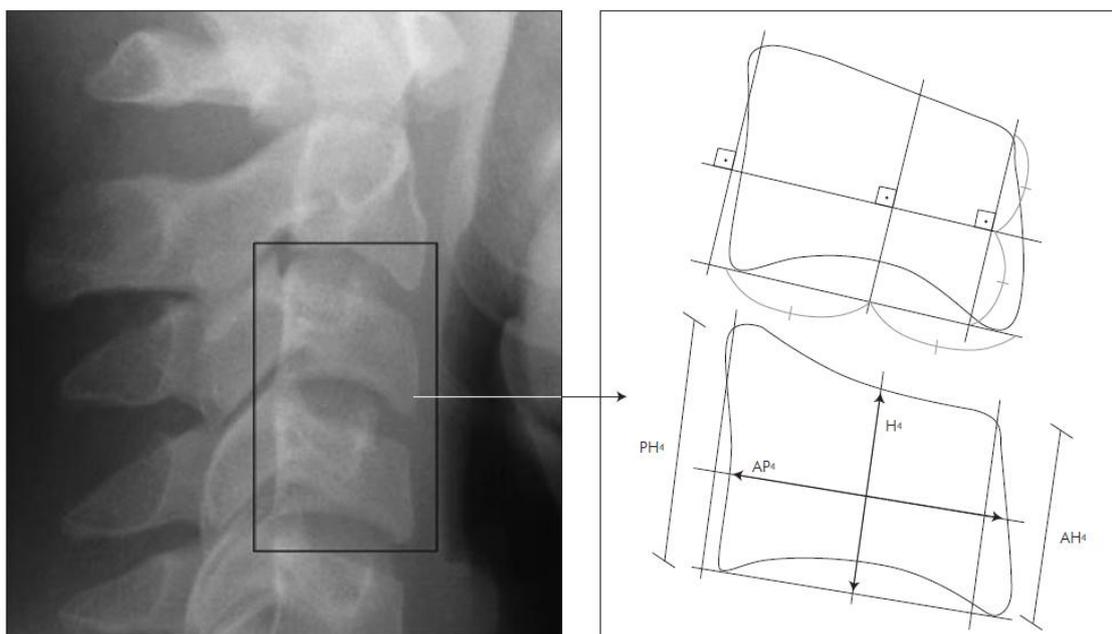


FIGURA 18 - Medidas do corpo das vértebras C3 e C4 em telerradiografias.

Fonte: Caldas, Ambrosano e Haiter-Neto (2007).

5 DISCUSSÃO

De uma maneira geral, a maturação das vértebras cervicais é um método fiel, válido e com aplicabilidade clínica (ARMOND; CASTILHO; MORAES, 2001; CALDAS; AMBROSANO; HAITER-NETO, 2007; CERICATO *et al.*, 2007; GANDINI; MANCINI; ANDREANI, 2006; JAQUEIRA *et al.*, 2010; JOSHI *et al.*, 2010; AL KHAL; WONG; RABIE, 2008; MOSCATIELLO *et al.*, 2008; WONG; ALKHAL; RABIE, 2009). Entretanto Gabriel *et al.* (2009), acreditam ser este um método pobre para avaliação da idade esquelética, com as justificativas de que a maioria dos autores utilizaram uma amostra pequena, de que os autores mesmos são quem testam o método que estão tentando provar e de que não é uma ciência exata. O estudo feito por eles conclui que a concordância interobservador para os estágios de maturação das vértebras cervicais foi abaixo de 50% e a concordância intraobservador foi de 62%, três semanas depois.

Um dado muito discutido entre os estudos é a relação entre idade cronológica e idade óssea. Uma alta correlação foi encontrada entre idade cronológica e a MVC, nos estudos de Generoso *et al.* (2003) e Uysal *et al.* (2006), sendo que o estudo de Uysal *et al.* (2006) também mostrou alta correlação entre idade cronológica e esquelética em radiografias de mão e punho em ambos os sexos. Contrapondo tais ideias, uma série de estudos apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre idade cronológica e idade óssea (CERICATO *et al.*, 2007; MENDES *et al.*, 2010; SANNOMIYA *et al.*, 1998).

A idade cronológica é um dos indicadores da idade biológica, sendo que algumas vezes elas podem se correlacionar, mas a idade esquelética parece ser o indicador mais preciso, seguida de características sexuais secundárias e aspectos morfológicos (BENEMANN; SAMPAIO; BERTHOLD, 1997).

Quando é dito que a reprodutibilidade do método de maturação das vértebras cervicais é pobre para estimar idade óssea por não ser uma ciência exata ou por ser muito subjetivo, vale a pena lembrar que os métodos de estimativa da

idade óssea por meio de radiografias carpais, que são consideradas o padrão ouro, também o são, uma vez que a análise é feita utilizando comparação a um atlas ou dependerem de medidas humanas, ou seja, susceptíveis ao erro.

O cirurgião-dentista ainda parece ser receoso ao processo de estimativa baseando-se em vértebras cervicais, visto que por muito tempo o único método conhecido era por radiografias de mão e punho. Porém, vale ressaltar, que uma vez aprendida e assimilada pelo ortodontista, e tendo suporte na literatura, a análise da idade óssea através de telerradiografias, poupa o paciente de custo e exposição radiográfica extra, já que este tipo de radiografia faz parte da documentação ortodôntica.

6 CONCLUSÃO

A análise radiográfica da maturação das vértebras cervicais tem se mostrado um método válido, confiável, reproduzível e de aplicabilidade clínica para determinar a idade óssea, evitando assim radiação e custo extra ao paciente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL KHAL, H. A.; WONG, R. W.; RABIE, A. B. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol*, v. 37, p. 195-200, Oct. 2008.
- ARMOND, M. C.; CASTILHO, J. C. M.; MORAES, L. C. Estimativa do surto de crescimento puberal pela avaliação das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais. *Ortodontia*, v. 34, n. 1, p. 51-60, jan./abr. 2001.
- BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA, J. A. An improved version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the Assessment of Mandibular Growth. *Angle Orthod*, v. 72, n. 4, p. 316-323, 2002.
- BENEMANN, E.; SAMPAIO, R.; BERTHOLD, T. Idade biológica: indicadores do surto de crescimento. *Ortodontia Gaúcha*, v. 1, n. 1, p. 62-76, abr. 1997.
- BEZERRA, A. G. *Portal Radiologia*. Disponível em: <<http://radiologia-para-estudantes.blogspot.com.br/2011/11/060-caracteristicas-gerais-da-coluna.html>>. Acesso em: 4 maio 2012.
- BJORK, A.; HELM, S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod*, v. 37, n. 2, p. 134-143, Apr. 1967.
- CALDAS, M. P.; AMBROSANO, G. M. B.; HAITER-NETO, F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res*, v. 24, n. 1, p. 120-126, Jan./Mar. 2010.
- CALDAS, M. P.; AMBROSANO, G. M. B.; HAITER-NETO, F. Use of cervical vertebral dimensions for assessment of children growth. *J Appl Oral Sci*, v. 15, n. 2, p. 144-147, 2007.
- CANALI, L.; BRUCKER, M. R.; LIMA, E. M. S. Avaliação da maturação esquelética das vértebras cervicais através de telerradiografias de perfil. *Rev Odonto Ciência*, v. 18, n. 40, p. 127-137, abr./jun. 2003.
- CERICATO, G. O. *et al.* As vértebras cervicais como instrumento para determinação da idade óssea. *RFO*, v. 12, n. 1, p. 42-46, jan./abr. 2007.
- FERREIRA, F. V. *Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico*. 5.ed. São Paulo: Artes Médicas, 2002. 503p.
- FILLER, A. G. *Do you really need back surgery: a surgeon's guide to neck and back pain and how to choose your treatment*. New York: Oxford University Press, Jun. 2004. 288p. Disponível em: <http://www.backpain-guide.com/Chapter_Fig_folders/Ch05_Anatomy_Folder/3C1C2.html>. Acesso em: 4 maio 2012.

FISHMAN, L. S. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod*, v. 52, n. 2, p. 88-112, Apr. 1982.

FLORES-MIR, C. *et al.* Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod*, v. 76, n. 1, p. 1-5, 2006.

FRANCHI, L.; BACCETTI, T.; McNAMARA, J. A. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 118, n. 3, p. 335-340, Sep. 2000.

GABRIEL, D. B. *et al.* Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 136, n. 4, p. 478e1-478e7, Oct. 2009.

GANDINI, P.; MANCINI, M.; ANDREANI, F. A Comparison of Hand-wrist Bone and Cervical Vertebral Analyses in Measuring Skeletal Maturation. *Angle Orthod*, v. 76, n. 6, p. 984-989, 2006.

GENEROSO, R. *et al.* Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. *R Dental Press Ortop Facial*, v. 8, n. 4, p. 19-36, jul./ago. 2003.

HASSEL, B.; FARMAN, A. G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 107, n. 1, p. 58-66, Jan. 1995.

HUNTER, W. S. *et al.* Forecasting the timing of peak mandibular growth in males by using skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 131, n. 3, p. 327-333, Mar. 2007.

JAQUEIRA, L. M. F. *et al.* Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res*, v. 24, n. 4, p. 433-437, Oct./Dec. 2010.

JOSHI, V. V. *et al.* Comparative study between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal age. *Rev Clin Pesq Odontol*, v. 6, n. 3, p. 207-213, Sep./Dec. 2010.

LOGAN, B. M.; REYNOLDS, P. A.; HUTCHINGS, R. T. *Atlas colorido de anatomia da cabeça e do pescoço de McMinn*. 3. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2005. 284p.

MACHADO, D. R. L.; BARBANTIL, V. J. Maturação esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, v. 9, n. 1, p. 12-20, 2007.

MENDES, Y. B. E. *et al.* Análise da maturação óssea em pacientes de 13 a 20 anos de idade por meio de radiografias de punho. *Dental Press J Orthod*, v. 15, no. 1, p. 74-79, jan./fev. 2010.

- MITO, T.; SATO, K.; MITANI, H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 122, n. 4, p. 380-385, Oct. 2002.
- MOORE, R. N.; MOYER, B. A.; DUBOLS, L. M. Skeletal maturation and craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 98, p. 33-40, Jul 1990.
- MORAES, M. E. L. *et al.* Fidelidade dos métodos de Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para avaliação da idade óssea em crianças brasileiras. *Rev Odontol UNESP*, v. 32, n. 1, p. 9-17, jan./jun. 2003.
- MOSCATELLO, V. A. M. *et al.* Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*, v. 13, n. 4, p. 92-100, jul./ago. 2008.
- O'REILLY, M. T.; YANNIELLO, G. J. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae: a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod*, Apr. 1988.
- SANNOMIYA, E. K. *et al.* Avaliação da idade óssea em indivíduos portadores da Síndrome de Down por meio de radiografias de mão e punho. *Rev Odontol UNESP*, v. 27, n. 2, p. 527-536, jul./dez. 1998.
- SANTOS, S. C. B. N.; ALMEIDA, R. R. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais. *Ortodontia*, v. 32, n. 2, p. 33-45, maio/ago. 1999.
- SHI, H.; SCARFE, W. C.; FARMAN, A. G. Three-dimensional reconstruction of individual cervical vertebrae from cone-beam computed-tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 131, n. 3, p. 426-432, Mar. 2007.
- TANNER, J. M. *et al.* *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. 2. ed. London: Academic Press, 1983.
- TANNER, J. M. *et al.* *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)*. 3. ed. London: W. B. Saunders, 2001.
- UYSAL, T. *et al.* Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 130, n. 5, p. 622-628, Nov. 2006.
- WONG, R. W. K.; ALKHAL, H. A.; RABIE, A. B. M. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v. 136, n. 4, p.484e.1-484e.6, Oct. 2009.