

Estimativa de idade biológica e crescimento por telerradiografia cefalométrica

Ronnie Tércio Dias de MENDONÇA¹, Letícia VIEIRA², Virgílio César GALVÃO³

Resumo

A estimativa de idade biológica em humanos a partir de radiografias possui aplicações práticas em diversos campos da ciência odontológica, especialmente na odontologia forense, odontopediatria e ortodontia. Servindo para identificar e estimar a idade, diagnosticar, planejar e tratar as más oclusões. Os estados de desenvolvimento da criança são estimados, segundo a literatura, em estágios específicos de maturidade fisiológica, em quatro índices fisiológicos: maturidade somática, esquelética, dentária e sexual. A análise da idade óssea pelas vértebras cervicais elimina a necessidade de outra tomada radiográfica, diminuindo a dose de radiação recebida pelo paciente. Este trabalho teve por objetivo revisar na literatura a importância do diagnóstico de idade biológica e crescimento através da telerradiografia, tecendo considerações sobre estimativa de idade através de métodos de mineralização dentária, esquelética e caracteres sexuais secundárias e sua utilização no âmbito da odontologia.

Palavras-chave: Vértebras cervicais. Crescimento e desenvolvimento. Maturidade sexual. Odontologia legal.

¹Acadêmico do Curso de Odontologia das Faculdades Integradas do Planalto Central - FACIPLAC.

²Doutora em Odontopediatria, Professora de Odontopediatria nas Faculdades Integradas do Planalto Central – FACIPLAC.

³Doutor em Estomatologia, Professor de Estomatologia nas Faculdades Integradas do Planalto Central – FACIPLAC.

Submetido: 05/05/2014 - **Aceito:** 16/12/2014

Como citar este artigo: Mendonça RTD, Vieira L, Galvão VC. Estimativa de idade biológica e crescimento por telerradiografia cefalométrica. R Odontol Planal Cent. 2014 Jul-Dez;4(2):13-28.

- Os autores declaram não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros, que representem conflito de interesse, nos produtos e companhias citados nesse artigo.

Autor para Correspondência: Ronnie Tércio Dias de Mendonça
Endereço: SQN 404 Norte, Bloco J, apartamento 302, Asa Norte.
CEP: 70845-100. Brasília/DF.
Telefone: (61) 92717928
E-mail: ronnietercio@gmail.com

Categoria: Revisão de Literatura
Área: Ortodontia, Pediatria, Odontologia Legal.

Introdução

A Odontologia é uma ciência em pleno crescimento e presta um valioso serviço à população, estando bem estabelecida no meio jurídico. A determinação da idade é sem dúvida a sua principal atuação forense, estabelecendo idade e sexo¹. A palavra idade, etimologicamente, significa número de anos de alguém ou duração sequencial, época de vida, estágio de existência, tempo ou época². Da mesma forma, em biologia, o termo idade

tem sido utilizado para denotar um dos estágios da vida humana. Como medida da capacidade de desenvolvimento humano, ela pode ser expressa pela idade cronológica, dental, óssea e sexual, que nada mais é do que índice de maturidade².

O crescimento e o desenvolvimento humano são fenômenos associados a uma série de mudanças físicas e psíquicas. A idade cronológica, ou seja, o período de tempo compreendido entre o nascimento e a idade em que o indivíduo se encontra, por si só, não é um critério absoluto para a estimativa de crescimento e desenvolvimento³.

A estimativa da idade biológica em humanos a partir de radiografias possui aplicações práticas em diversos campos da ciência odontológica, especialmente, na odontologia forense, odontopediatria e ortodontia, para diagnóstico, planejamento e tratamento das más oclusões³. A intervenção precoce, especialmente, no surto de crescimento puberal, permite um prognóstico melhor no tratamento da má oclusão⁴.

Os estados de desenvolvimento da criança são estimados, segundo a literatura, em estágios específicos de maturidade fisiológica, em quatro índices fisiológicos: maturidade somática, esquelética, dentária, sexual. Dentre esses índices, o mais utilizado e confiável na rotina clínica é a maturidade

esquelética⁵.

Segundo Silva⁶, as perícias para estimativa de idade, solicitadas por autoridades judiciárias, geralmente, são para idades compreendidas na primeira infância (processos de adoção), sete anos (direito a educação e lazer), doze anos (início da adolescência e direito de escolha), catorze anos (violência sexual), dezoito anos (imputabilidade penal). O cirurgião dentista, muitas vezes, é o responsável pela emissão do laudo.

O desenvolvimento humano possui características próprias, com dois períodos distintos, de aceleração. O primeiro ocorre entre 6 e 8 anos e é chamado de surto de crescimento infantil. O segundo, mais acentuado e evidente, ocorre durante a puberdade e envolve fenômenos físicos de maturação dos órgãos reprodutores, sendo chamado de surto de crescimento puberal (SCP)⁷. Para a ortodontia o SCP é uma importante ferramenta para determinar se o pico de velocidade de crescimento é eminente, presente ou completo, pois melhores resultados são obtidos num período relativamente curto de tratamento nessa fase⁸.

Existem diversos métodos para estimativa de maturação dentária e esquelética, cabendo ao profissional escolher, aquele que mais domina e se aplica ao caso. Os métodos de classificação do ciclo de formação dentária estão fundamentados na análise radiográfica e codificação dos dentes de acordo com os estágios previamente determinados, como as metodologias propostas por diversos autores. O conhecimento dos métodos de determinação de idade e sua aplicabilidade, no campo odontológico, podem resultar em tratamentos mais precisos e eficazes, e ainda, laudos mais precisos^{9,10,11}.

Existem vários estudos para avaliação e determinação da idade esquelética e atualmente podemos contar com diversos métodos confiáveis para esse fim, a partir de radiografias de várias partes do corpo humano. Sendo todos os métodos de avaliação de maturidade esquelética considerada útil e confiável. A estimativa da idade pode ser realizada, ainda, através da estatura, do peso, caracteres sexuais secundários, desenvolvimento ósseo e

dentário, dentre outros¹². Sendo assim, a idade biológica através da avaliação das vértebras cervicais com telerradiografia é um método valioso e deve ser considerado pelo clínico em sua rotina de atendimento, completando o diagnóstico de crescimento e desenvolvimento em humanos¹².

O presente trabalho tem por objetivo revisar na literatura a importância do diagnóstico de idade biológica e crescimento através da telerradiografia, tecendo considerações sobre estimativa de idade através de métodos de mineralização dentária, esquelética e caracteres sexuais secundários e sua utilização no âmbito da odontologia. Demonstrar através da literatura científica o benefício da análise das vértebras cervicais para o diagnóstico e sua aplicação clínica para a rotina profissional evidenciando-a através da literatura científica. Avaliar a confiabilidade na determinação do Índice de Maturação das Vértebras Cervicais através da idade cronológica. Demonstrar que o método de análise de crescimento através das vértebras cervicais o que diminui o risco de exposição aos raios-x.

Revisão de literatura

A Idade Sexual

A puberdade é um período de maturação biológica marcada pelo aparecimento de caracteres sexuais secundários, elevada taxa de crescimento e modificações da composição corpórea. Com exceção do período fetal, não há nenhuma outra fase no desenvolvimento do ser humano em que o crescimento em altura e as mudanças na composição corpórea sejam tão intensos e rápidos como na puberdade. O estirão puberal dura cerca de 3 a 4 anos e representa ganho de aproximadamente 20% da estatura e 50% do peso adulto do indivíduo¹³.

O estadiamento puberal permite ao profissional compreender o momento maturacional do seu paciente adolescente, fazer correlações entre diversos fenômenos puberais, estimar a provável idade da menarca, a época do surto de crescimento e a estatura final, oferecer ao jovem orientação antecipada sobre os próximos eventos da puberdade, interpretar corretamente exames

complementares e tratar patologias associadas à puberdade¹³.

O estadiamento da maturação sexual é feito pela avaliação das mamas e dos pelos púbicos no sexo feminino, e dos genitais e pelos púbicos no sexo masculino. As mamas e os genitais masculinos são avaliados quanto ao tamanho, forma e características; e os pelos púbicos por suas características, quantidade e distribuição. O estágio 1 corresponde sempre à fase infantil, impúbere, e o estágio 5 à fase pós-puberal, adulta. Portanto, são os estágios 2, 3 e 4 que caracterizam o período puberal¹⁴.

Convencionou-se chamar esses estágios de estágios de maturação sexual ou estágios de Tanner¹⁴ (TABELAS 1 e 2, FIGURAS 1 a 4).

Durante adolescência, a idade cronológica deixa de ser um parâmetro confiável para a caracterização de um determinado indivíduo. Adolescentes de mesma idade geralmente estão em fases distintas da puberdade, pois esta tem início e ritmo e progressão muito variáveis entre eles¹³. Esse método de avaliação é mais usado por médicos pediatras, sendo pouco utilizado por cirurgiões dentistas.

TABELA 1 - Estágios de desenvolvimento das genitais (sexo masculino) e das mamas (sexo feminino). (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

GENITAIS (SEXO MASCULINO)		MAMAS (SEXO FEMININO)	
G1	Pênis, testículos e escroto de tamanhos e proporções infantis.	M1	Mama infantil, com elevação apenas da papila.
G2	Aumento inicial do volume testicular (>4 ml). Pele escrotal muda de textura e torna-se avermelhada. Aumento do pênis mínimo ou ausente.	M2	Broto mamário: aumento inicial da glândula mamária, com elevação da aréola e papila, formando uma pequena saliência. Aumenta o diâmetro da aréola, e modifica-se sua textura
G3	Crescimento do pênis, principalmente no comprimento. Maior crescimento dos testículos e escroto.	M3	Maior aumento da mama e da aréola, mas sem separação de seus contornos.
G4	Continua o crescimento peniano, agora principalmente em diâmetro, e com maior desenvolvimento da glândula. Maior crescimento dos testículos e do escroto, cuja pele se torna mais pigmentada.	M4	Maior crescimento da mama e da aréola, sendo que esta agora forma uma segunda saliência acima do contorno da mama.
G5	Desenvolvimento completo da genitália, que assume tamanho e forma adulta.	M5	Mama com aspecto adulto. O contorno areolar novamente incorporado ao contorno da mama.

TABELA 2 - Estágios de maturação sexual – pelos pubianos(ambos os sexos). (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

PELOS PUBIANOS (AMBOS OS SEXOS)	
P1	Ausência de pelos pubianos. Pode haver uma leve penugem semelhante à observada na parede abdominal.
P2	Aparecimento de pelos longos e finos, levemente pigmentados, lisos ou pouco encaracolados, principalmente na base do pênis ou ao longo dos grandes lábios.
P3	Maior quantidade de pelos, agora mais grossos, escuros e encaracolados, espalhando-se esparsamente pela sínfise púbica.
P4	Pelos do tipo adulto, cobrindo mais densamente a região púbica, mas ainda sem atingir a face interna das coxas.
P5	Pilosidade pubiana igual a do adulto em quantidade e distribuição, invadindo a face interna das coxas.
P6	Extensão dos pelos para cima da região pubiana.

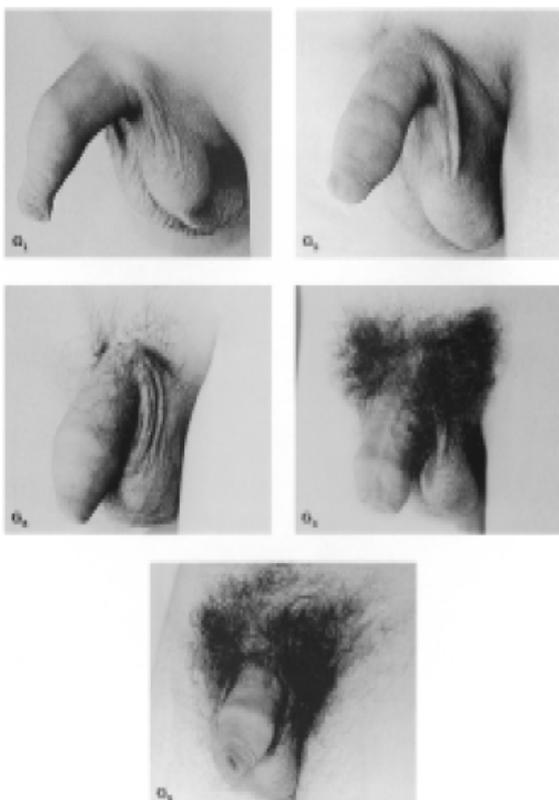


FIGURA 1 - Estágios de maturação sexual masculina – genitais. (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

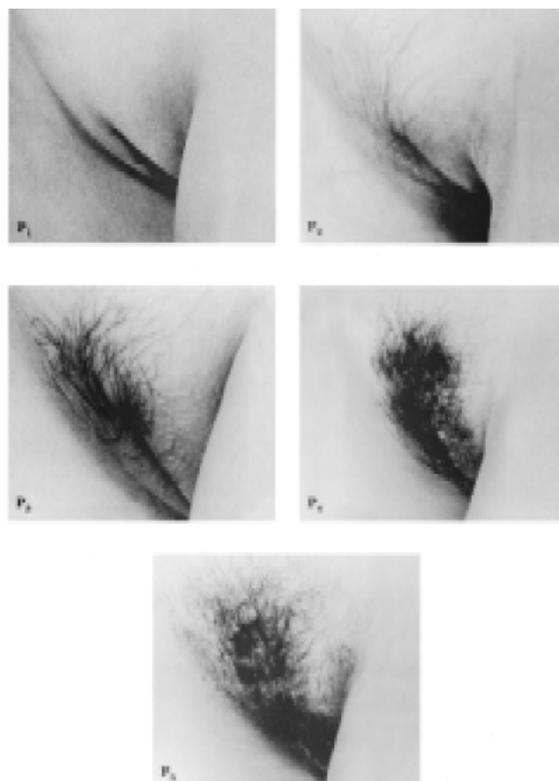


FIGURA 2 - Estágios de maturação sexual feminina – pelos pubianos. (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

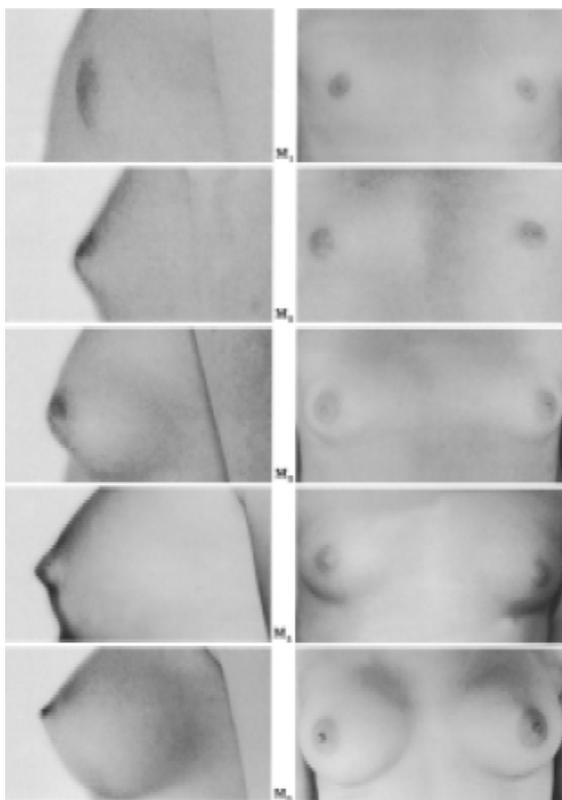


FIGURA 3 - Estágios de maturação sexual feminina – mamas. (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

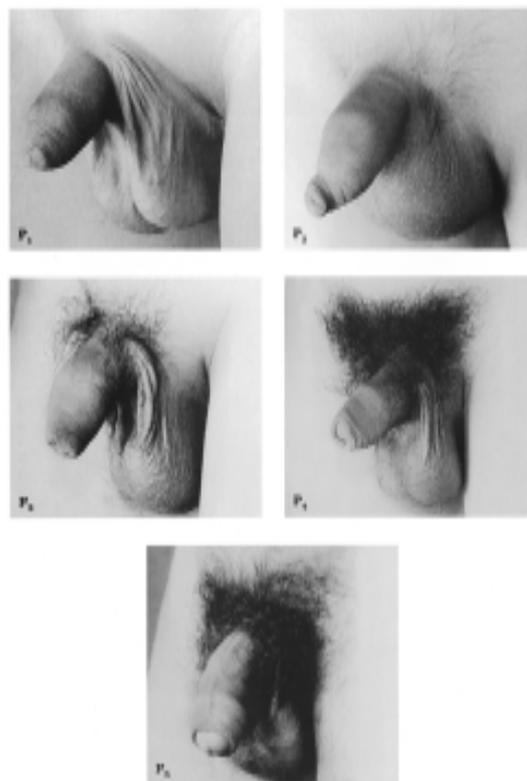


FIGURA 4 - Estágios da maturação sexual masculina – pelos pubianos. (Modificada) Chipkevitch-2001¹⁴.

Idade Dentária

A observação da irrupção dentária e dos estágios de desenvolvimento dos dentes é um dado, de rápida assimilação e fácil comunicação entre os cirurgiões-dentistas. Entre esses dois métodos de avaliação, a época de irrupção dentária apresenta maior variação individual por sofrer influências de fatores locais, tais como: extrações dentárias precoces ou tardias de dentes decíduos, patologias, e diversos fatores nutricionais que podem atuar nos dentes alterando sua sequência ou mesmo a época de irrupção; modificando assim a idade em que estes surgem na cavidade bucal¹⁵.

A estimativa de idade biológica em humanos a partir de radiografias (FIGURAS 5 e 6) possui aplicações práticas em diversos campos da ciência odontológica, especialmente, na odontologia forense, odontopediatria e ortodontia, para diagnóstico, planejamento e tratamento das má oclusões³. A intervenção precoce, especialmente, no surto de crescimento puberal, permite um prognóstico melhor no tratamento da má oclusão⁴.

A maturidade dentária é um índice que vem sendo amplamente pesquisado e utilizado para prever o crescimento do indivíduo pelo fato de ser menos afetado por fatores ambientais¹⁶. A idade dentária pode ser avaliada de acordo com o número de dentes presentes na cavidade bucal ou estágios de calcificação de múltiplos dentes ou elementos dentários individuais. Segundo Silva⁶, a utilização de idade dentária seria ideal para prever o crescimento, por ser um dado prático e de fácil aplicação clínica, pois a observação da irrupção dos dentes e dos estágios de seu desenvolvimento é um dado de rápida assimilação pelos profissionais. A partir da estimativa de idade é possível excluir os indivíduos de determinado grupo etário e determinar a identificação humana de cadáveres carbonizados, putrefeitos ou esqueletizados.

Nolla⁹ (FIGURA 7), em seu estudo, observou o desenvolvimento dos dentes através da avaliação em série de radiografias de um mesmo indivíduo. A autora criou dez estágios distintos de mineralização dos dentes superiores e inferiores que representam os estágios de desenvolvimento. Através desse

estudo, pôde-se observar que os dentes passam sempre pelos mesmos processos sequenciais de maturação e, portanto, a leitura dos estágios de mineralização dos dentes é uma confiável maneira de prever a idade dentária. Além disso, pode-se concluir que a formação radicular é um indicador de idade dentária superior à época de irrupção dos dentes. Este achado foi confirmado por Moorrees et al.¹⁷

Ainda utilizando o grau de mineralização dos dentes, Demirjian et al.¹⁰ apresentaram outro sistema de medição da idade dentária. O sistema também se baseava em estágios de desenvolvimento de dentes permanentes que receberam uma escala de A até H, dependendo de seu estágio de formação radicular. Este sistema é bastante utilizado na Europa, enquanto os estágios de Nolla⁹ (FIGURA 7) são mais vistos em publicações americanas.

A falta de dados sobre a cronologia de mineralização dos dentes da população brasileira levou os pesquisadores¹¹ a examinarem uma amostra de brasileiros leucodermas, ao final, elaboraram uma tabela cronológica da mineralização dos dentes permanentes, com comprovada aplicabilidade para o nosso meio. Dantas¹⁶ destaca a importância de estudos da estimativa da idade pela mineralização dos dentes, em diferentes populações inclusive de um mesmo país. Isso é especialmente recomendável no Brasil, devido à extensa dimensão geográfica e étnica.



FIGURA 5 - Radiografia panorâmica, utilizada para estudo da idade dentária. (Modificada) Peter-2003⁴⁸.

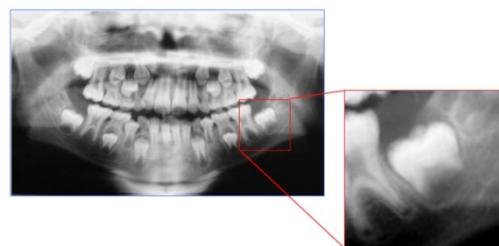


FIGURA 6 - Radiografia panorâmica, com observação do segundo molar inferior permanente esquerdo para verificação do desenvolvimento dentário. (Modificada)

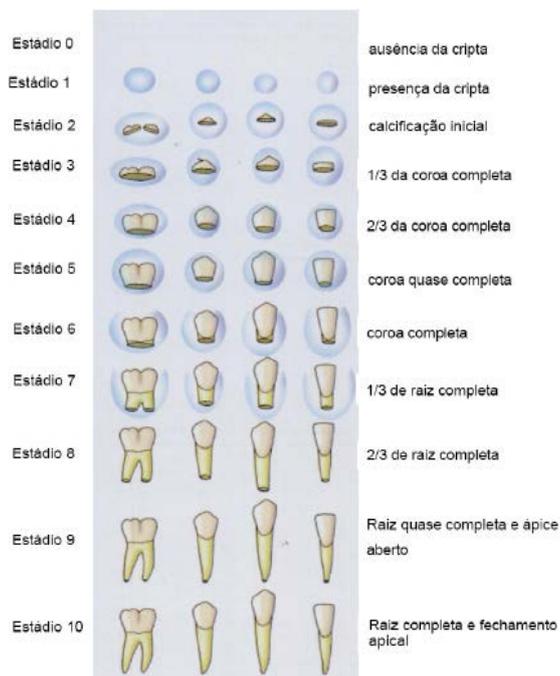
Peter-2003⁴⁸.

FIGURA 7 - Classificação do grau de desenvolvimento dentário segundo Nolla, 1960⁹(modificada) Peter-2003⁴⁸.

Idade óssea

Mão e punho

Entre os métodos para estimar a idade óssea estão à análise radiográfica da mão e punho (FIGURA 8). Existem diversas análises que utilizam radiografia de mão e punho para estimar a idade óssea do paciente. Dentre elas, destacam-se métodos que utilizam atlas padrão com radiografias carpais, como referência, o método inspeccional. Outro método baseia-se na atribuição de escores para cada estágio de maturação de ossos específicos e ainda aquele que estima a idade óssea utilizando medidas do comprimento e da largura dos ossos da mão e do punho^{9, 12}. Os métodos mais difundidos são o de Greulich e Pyle¹⁹, Tanner e Whitehouse, Martins e Sakima e o método Eklof e Ringertz.

Greulich e Pyle¹⁸ publicaram, em 1949, um atlas contendo as variações médias normais das estruturas ósseas da mão e punho, observadas do nascimento até a idade adulta. Os autores defenderam a utilização das radiografias carpais como um eficiente parâmetro para se determinar o desenvolvimento esquelético do indivíduo, estimando a época de ocorrência dos vários eventos do crescimento esquelético geral, incluindo-se sua finalização.

Uma década depois os mesmos autores publicaram a segunda edição do atlas para estimar a idade óssea, utilizando a radiografias do carpo. Esse método inspeccional, compara a radiografia carpal de cada criança com 58 pranchas radiográficas, com padrões separados para cada sexo. Dessa forma, após a observação e comparação das pranchas com as radiografias, de 30 centros de ossificação da mão e punho da criança, determina-se uma idade óssea igual àquela do padrão ao qual mais se assemelha. Entretanto, é importante observar, que esse atlas foi feito a partir da observação de radiografias de crianças norte americanas com alto padrão sócio-econômico¹⁹.

Outros autores, como Tanner²⁰, descreveram um método de avaliação da idade óssea através da radiografia carpal, que consistia na avaliação individual de 20 centros de ossificação da mão e do punho e a atribuição de um escore a cada um, que depois eram somados para determinar a idade óssea correspondente em anos. Este método foi elaborado a partir de uma amostra constituída de crianças britânicas, de nível socioeconômico médio.



FIGURA 08 - Radiografia carpal (Modificada) Peter-2003⁴⁸.

Vértebras cervicais

O método de análise radiográfica de mão e punho é o mais antigo. Porém, com a preocupação relacionada à simplificação dos recursos de diagnóstico desse método e a busca por reduzir as exposições radiográficas nos pacientes, pesquisadores foram motivados a buscar outras formas de análise da maturidade esquelética utilizando outras

radiografias, dentre elas a radiografia cefalométrica lateral (FIGURA 9)¹², que permite visualização das vértebras cervicais, realizada com frequência em casos em que intervenções ortodônticas e ortopédicas serão necessárias²¹.

O tamanho e a forma das vértebras cervicais ganharam interesse em diversas pesquisas como indicadores biológicos de maturação esquelética individual. A telerradiografia lateral é um tipo de radiografia habitualmente utilizada no diagnóstico ortodôntico que possibilita a análise da idade óssea pelas vértebras cervicais, o que elimina a necessidade de outra tomada radiográfica, diminuindo a dose de radiação recebida pelo paciente e o custo do procedimento^{21, 22}.



FIGURA 9 - Telerradiografia lateral (Modificada) Carvalho-2010¹².

A aplicabilidade do método de avaliação da maturação esquelética por meio de telerradiografia lateral foi descrita pela primeira vez em 1972, por Lamparski²³ que examinou o crescimento e a maturação das vértebras cervicais com a finalidade de verificar se as alterações encontradas nas vértebras poderiam ser utilizadas na avaliação da idade óssea, em lugar da radiografia da mão e do punho. Para isto, o autor estabeleceu um padrão composto por 6 estágios de maturação óssea, utilizando as vértebras C2, C3, C4, C5 e C6. Este estudo conclui que as alterações maturacionais que ocorrem entre a segunda e a sexta vértebra cervical podem ser utilizadas para avaliar a idade óssea de um indivíduo, sendo que os indicadores de maturação das vértebras para ambos os sexos são os mesmos.

Hassel e Farman²⁴ modificaram o

método proposto por Lamparski²³, analisando apenas as segunda, terceira e quarta vértebras cervicais, estabelecendo um Índice de Maturação das Vértebras Cervicais (IMVC) em seis estágios (iniciação, aceleração, maturação, transição, desaceleração e finalização), sendo que cada uma, dessas fases, representaria uma provável porcentagem de crescimento esquelético geral, apresentando características distintas.

Após a conclusão dos estudos sobre a maturação das vértebras cervicais, os autores^{24,25} relacionaram as mudanças observadas no tamanho e forma das vértebras cervicais, comparando com as modificações ósseas das estruturas da mão e punho, avaliadas pelo método de Greulich e Pyle¹⁹. Os autores descreveram seis estágios de maturação esquelética, baseado nas alterações morfológicas das vértebras cervicais, notadamente da segunda à sexta vértebra. Observaram que as mudanças relativas à maturação, que ocorrem entre a segunda e a sexta vértebra cervical, poderiam ser utilizadas para a avaliação da idade esquelética de um indivíduo. A avaliação da idade esquelética por este meio mostrou-se estatisticamente válida e confiável, apresentando o mesmo valor clínico que a avaliação da região da mão e punho.

Os indicadores de maturação das vértebras cervicais vão desde o início do desenvolvimento de concavidades nas bordas inferiores dos corpos vertebrais e de aumentos sucessivos na altura vertical total destes corpos, que passam de um formato de cunha, com declive de posterior para anterior na sua superfície superior, para um formato retangular e posteriormente, quadrado, para, ao final do desenvolvimento, apresentaram uma altura maior que sua largura. Esses indicadores mostraram-se os mesmos para ambos os sexos, sendo que a diferença constitui-se no fato de que o sexo feminino alcançou a maturação antes do sexo masculino, como era esperado²⁴.

As características das seis fases de maturação das vértebras cervicais descritas por Hassel e Farman (FIGURAS 10 A 16)²⁴, estão relacionadas abaixo, utilizando algumas imagens e radiografias que compõem uma pesquisa sobre idade cronológica e maturação de vértebras cervicais (FIGURAS 10 A 16)²⁵.

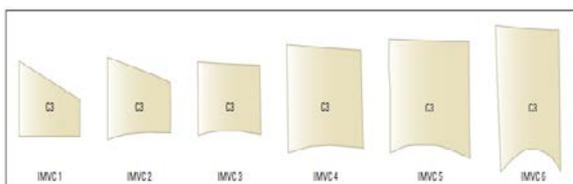


FIGURA 10 -Visão esquemática dos seis índices de maturação de Hassel E Farman²⁴, considerando-se as características da vértebra C3. (Modificada) Vieira-2009⁵.

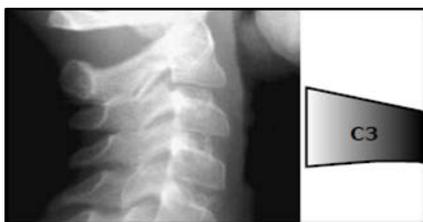


FIGURA 11 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Iniciação. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.

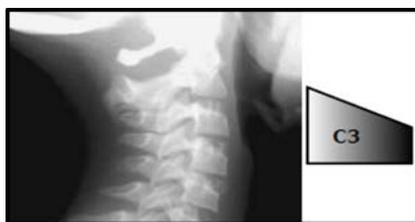


FIGURA 12 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Aceleração. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.



FIGURA 13 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Transição. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.

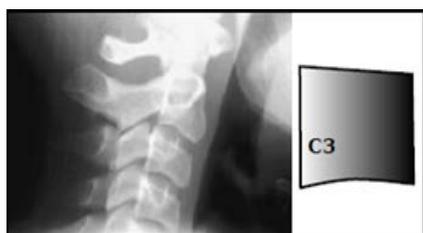


FIGURA 14 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Desaceleração. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.



FIGURA 15 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Maturação. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.



FIGURA 16 - Imagem radiográfica de C3 e esquemática da fase de Finalização. (Modificada) Generoso-2003^{24,25}.

Índice de Hassel E Farman²⁴:

1 - Iniciação: Nesse estágio, o crescimento e desenvolvimento puberal do paciente, está no seu início, existindo uma expectativa de crescimento de 80% a 100%. As bordas inferiores de C2, C3 e C4 estão achatadas ou planas. As bordas superiores dessas vértebras encontram-se afuniladas de posterior para anterior^{24,25} (FIGURA 11).

2 - Aceleração: O crescimento e desenvolvimento puberal do paciente, já se iniciou, existindo uma expectativa de crescimento de 65% a 85%. As bordas inferiores de C2 e C3 começam a apresentar concavidades, porém a borda inferior de C4 ainda apresenta-se plana ou achatada. Os corpos vertebrais de C3 e C4 apresentam-se com formato aproximadamente retangular^{24,25} (FIGURA 12).

3 - Transição: O crescimento puberal está diminuindo sua aceleração, mas ainda apresenta de 25% a 65% de expectativa de crescimento. C2 e C3 apresentam-se com concavidades distintas em suas bordas inferiores e C4 apresenta-se com início da concavidade no bordo inferior. Os corpos vertebrais de C3 e C4 apresentam-se com formato retangular^{24,25} (FIGURA 13).

4 - Desaceleração: Ocorre o início de uma dramática desaceleração do crescimento puberal nesse estágio e a expectativa de crescimento é de 10% a 25%. Os bordos inferiores de C2, C3 e C4, apresentam-se com concavidades distintas. Os corpos vertebrais de C3 e C4 aproximam-se do formato quadrado^{24,25} (FIGURA 14).

5 - Maturação: O final da maturação vertebral ocorre nessa fase e a expectativa de crescimento é de apenas 5% a 10%. Os bordos inferiores de C2, C3 e C4, encontram-se com concavidades mais acentuadas. O formato dos corpos vertebrais de C3 e C4 apresenta-se com o formato quadrado^{24,25} (FIGURA 15).

6 - Finalização: O crescimento é

considerado completo nessa fase e a expectativa de crescimento puberal é nula ou mínima. Os bordos inferiores de C2, C3 e C4, apresentam-se com concavidades bem definidas. Os corpos vertebrais de C3 e C4 apresentam-se maior em altura (sentido vertical), do que em largura (sentido horizontal)^{24,25} (FIGURA 16).

Discussão

Hellman²⁶ fez estudos tendo como objetivo estabelecer um conhecimento mais profundo do processo de ossificação das cartilagens epifisárias das mãos. Para esse estudo, foram utilizadas radiografias de meninas de 10 anos, com intervalos anuais de 4 anos. Foi observado que o processo de ossificação ocorre de quatro maneiras diferentes e que a ossificação total ocorre em três anos. A ossificação ocorre primeiramente nas falanges distais e depois nas proximais.

Robinow²⁷ realizou estudo com 31 crianças para determinar a idade do surgimento dos centros de ossificação nos membros superiores e inferiores, chegando ao número de 19 núcleos.

Nolla⁹ em seu estudo analisou uma série de radiografias periapicais de 25 meninos e 25 meninas; as radiografias receberam uma pontuação de acordo com o grau de desenvolvimento dos dentes. Os dados foram dispostos graficamente, obtendo-se uma curva de desenvolvimento dental. A autora realizou suas pesquisas observando as fases mais adiantadas do desenvolvimento dental, seus resultados referem-se aos estágios de coroa completa e término apical. Em seu estudo afirmou que os dentes erupcionam a partir do estágio 6, ou seja, coroa totalmente formada e início de formação da raiz. Publicou uma tabela sobre os resultados, salientando a ocorrência de precocidade no desenvolvimento dentário das meninas. Poucas diferenças foram encontradas entre as arcadas dentárias do lado direito e esquerdo, e nenhuma diferença entre os sexos masculino e feminino na mineralização dentária.

Com amostra de 56 meninos caucasianos de 8 a 12 anos, pacientes da Universidade de Pittsburgh, Green²⁸ realizou estudo contendo idade cronológica, radiografia carpal pelo método de Greulich e

Pyle¹⁹, radiografia lateral pelo método de Nolla⁹, peso e altura. Observou-se correlação positiva entre todos os índices sendo que a idade dentária e a cronológica, foram maiores, do que a idade óssea.

Moorrees¹⁷ investigou profundamente a cronologia de formação dos três últimos estágios dos incisivos superiores e inferiores e de todos os estágios dos dentes posteriores da mandíbula, desde o canino até o terceiro molar, deixando de estudar os demais da maxila. Estes foram determinados e apresentados em forma de gráficos. Criou tabelas específicas para cada dente separadamente, a fim de determinar a maturação dental de um indivíduo, estabelecendo treze estágios de desenvolvimento para unirradiculares e quatorze para os molares. Usou tomadas radiográficas intra-orais periapicais e extra-orais em norma lateral da mandíbula. Citou que o desenvolvimento dental é um dos quatro meios para estimar a idade fisiológica, sendo que os outros três referem-se ao desenvolvimento dos ossos, caracteres sexuais secundários do sexo, estatura e peso. Afirmou que a formação dos dentes oferece melhores dados do que o irrompimento deste para estimativa de idade dental.

Marcondes et al.²⁹ realizaram estudo para determinar a idade esquelética e dentária de 40 crianças de baixa renda, pacientes da clínica pediátrica da Faculdade de Medicina de São Paulo, entre 48 e 138 meses, utilizando radiografias carpal, pelo método de Greulich e Pyle¹⁹, e dos arcos dentais. A idade dentária foi quase sempre superior à óssea, sendo a diferença, algumas vezes, muito grande. A idade dentária aproximou-se a cronológica. Nas mais velhas, ocorreu uma tendência da idade dentária se aproximar da óssea.

Sakima e Toledo³⁰ descreveram uma técnica na qual se obtém uma única exposição radiográfica da cabeça e da mão. O material utilizado é mesmo de uma telerradiografia com adição de uma placa de alumínio biselada para filtrar a radiação, que possibilitaria a visualização mais nítida de tecidos moles em perfil. Essa técnica possibilita o estudo simultâneo do caso e a avaliação do crescimento do indivíduo além de facilitar a documentação.

Fachin et al.³¹ encontraram boa

correlação entre área do osso piramidal, idade cronológica e desenvolvimento do primeiro molar permanente inferior esquerdo e utilizaram 140 meninos brasileiros, brancos, de 3 a 10 anos, como amostra, através de radiografias do piramidal esquerdo e periapical do primeiro molar permanente inferior esquerdo, analisado pelo método de Nolla⁹. No mesmo ano Santos et al.³² realizaram estudo semelhante, utilizando o hamato e o primeiro molar permanente, com amostra de 75 meninos, em Araraquara, São Paulo. Também foi encontrada uma correlação positiva entre os fatores.

Abdo³³ realizou estudo com 263 crianças (145 meninos e 118 meninas, de 0 a 12 anos, de nível socioeconômico baixo), portadoras de fissura transforame incisivo, encontrando atraso no desenvolvimento devido à presença da malformação. Chertow e Fatti³⁴ investigaram o desenvolvimento do osso sesamóide da junção metacarpofalangeana do primeiro dedo, relacionado à maturidade dental, utilizando 140 crianças caucasianas (93 do sexo feminino e 47 do masculino), com radiografias panorâmicas e carpais. O dente que apresentou maior correlação com a calcificação do sesamóide foi o canino inferior, com índice de 77%, tendo alcançado o estágio G. Chertow⁸ verificou que existem diferenças entre raças, no estudo com amostra de 197 crianças (159 brancas e 38 negros), com radiografias dentárias e carpais.

Sedenho³⁵ et al. utilizaram o semilunar e a coroa do segundo pré-molar inferior esquerdo para realizar correlação com amostra de 120 crianças leucodermas do gênero masculino, de Araraquara, em São Paulo. Foi verificada alta correlação entre os fatores estudados.

Demirjian et al.³⁶ relacionaram o desenvolvimento esquelético, somático, sexual e a maturidade dental em 50 meninas franco-canadenses de 6 a 15 anos, acompanhadas anualmente. Ocorreu muita variabilidade entre os fatores pesquisados. Alguns fatores apresentaram fraca correlação, como idade, o desenvolvimento somático e maturidade dental.

Carvalho³⁷ realizou um estudo com 156 crianças, 77 do sexo masculino e 79 do sexo feminino divididas em 4 grupos segundo as faixas etárias: 7 anos a 7 anos e 11 meses, 8

anos a 8 anos e 11 meses, 9 anos a 9 anos e 11 meses, 10 anos a 10 anos e 11 meses. Para estimativa de maturação biológica em crianças brasileiras, saudáveis, residentes em Araçatuba-SP. O estudo teve por objetivo a determinação da idade óssea por radiografias carpais e panorâmica. A idade óssea foi determinada e comparada à idade cronológica, idade dental, massa corporal e altura. O autor observou uma boa homogeneidade nos valores da amostra. Relatou que os valores de idade óssea foram significativamente menores do que os de idade cronológica, nos dois sexos, nos quatro grupos, observou ainda, precocidade na cronologia de formação dos dentes permanentes no sexo feminino, nas faixas etárias analisadas.

Na década de 90, vários estudos foram realizados, com correlação boa e ruim entre os fatores estudados. Helm³⁸ estudou as erupções dentárias e o carpo de crianças dinamarquesas de 7 a 14 anos, obtendo fraca correlação. Lewis³⁹, no mesmo ano, comparou a idade dentária com a esquelética de 694 crianças de 10 anos, concluindo que as idades dentárias se apresentaram 6 meses maiores do que a cronológica. Silveira² investigou a correlação entre a idade cronológica, dental e esquelética de crianças de 6 a 10 anos, obtendo o resultado de maior precocidade no desenvolvimento das meninas e das brasileiras, comparadas com as norte-americanas. Gomes⁴⁰ estudou indivíduos de 1 a 18 anos, demonstrando relação positiva entre desenvolvimento ósseo e dentário, por meio de radiografias de mão e punho e radiografias panorâmicas. Coutinho et al.⁴¹ estudaram radiografias panorâmicas e carpais de 200 meninos e 215 meninas, comparando o desenvolvimento do canino inferior, a maturidade esquelética e o surto de crescimento puberal. Os autores concluíram que quando o comprimento da raiz é igual ou maior que o comprimento da coroa indica início da puberdade, enquanto o estágio de fechamento do ápice indica o pico da velocidade de crescimento. Os resultados mostraram forte associação entre maturidade óssea e dentária. So⁴² realizou um estudo com 117 chineses de 12 anos, com o objetivo de encontrar uma radiografia carpal padrão e encontrar uma relação entre idade esquelética e dentária. Contrariamente a

outros estudos^{1, 2, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 37,38, 39}, o autor não encontrou correlação positiva.

Teivens, et al.⁴³ analisaram 197 radiografias panorâmicas de crianças de 5, 6, 9 e 12 anos, de acordo com a tabela de mineralização dentária de Demirjian et al.¹⁰. Sendo verificado uma ampla variação individual em até 4 estágios em indivíduos de mesma idade. Crianças de 5 e 12 anos mostravam o mesmo estágio de mineralização. As meninas apresentavam estágio mais avançado do que os meninos. Os autores Concluíram que há uma margem ampla de incerteza.

Saliba et al.⁴⁴ estimaram a idade de 274 brasileiros leucodermas, de 6 a 14 anos, pelo método de Nolla⁹, observando maior precocidade quanto aos estágios de mineralização dos incisivos central inferior e lateral inferior, canino inferior e segundo molar superior. Em ambos os sexos, as arcadas dentária superior e inferior não apresentam diferenças significativas na mineração entre os lados direito e esquerdo e maior precocidade nas meninas.

Cordeiro et al.³ analisaram 160 radiografias panorâmicas de crianças de 7 a 14 anos e 11 meses, em Araraquara, pelo método de Nolla⁹ e encontraram uma grande diversidade entre a idade e os estágios de mineralização. Além disso, observaram a mineralização precoce dos terceiros molares nas meninas.

Para Costa⁴⁵, a idade dentária é o mais fiel estimador da idade cronológica, seguida pela idade óssea. O autor relata que os fenômenos ligados à irrupção dos dentes podem ocorrer precoce ou tardiamente influenciados por vários fatores, embora os estudos das influências das condições patológicas sobre a odontogênese demonstrem serem estes menos afetados que o esqueleto. Os dentes não são muito afetados pelas deficiências nutritivas, o que não acontece com os ossos, pois a idade cronológica é compatível com a idade dentária mesmo em crianças subnutridas, fato que não se observa no tecido esquelético. Entretanto, diversos autores^{4, 8, 12, 17, 19, 20, 21, 22, 23,36} apontam para a utilização da maturidade esquelética como sendo a mais confiável na rotina clínica.

Segundo Neto⁴⁶, são muitas as dificuldades encontradas para se estimar a idade de pessoas de 14a 21 anos, pois a

grande maioria dos dentes permanentes já se encontra em seu estado de estabilização, ou seja, já completaram totalmente sua formação corono-radicular. Restando, ao profissional investido na função pericial, os terceiros molares para realização da estimativa da idade. Este é o único dente cuja mineralização está ocorrendo, servindo como meio auxiliar nas pesquisas antropológicas de estimativa de idade.

Moyers⁴⁷, notável estudioso do crescimento humano, dividiu o crescimento do complexo maxilo-mandibular em três grandes surtos, afirmando que cada um destes ocorre com a erupção dos molares permanentes, ou seja, o primeiro na erupção dos primeiros molares permanentes, o segundo surto na erupção dos segundos molares permanentes, o mesmo ocorrendo com o terceiro.

Peter⁴⁸ (FIGURA 5 A 8) realizou estudo sobre a relação entre o surto de crescimento puberal, desenvolvimento dentário e idade cronológica em crianças e adolescentes (7 a 15 anos). A amostra foi de 355 cearenses, divididos em grupos de acordo com sexo e faixa etária. Foram obtidas panorâmicas para análise do segundo molar permanente inferior esquerdo, de acordo com Nolla⁹, e radiografia carpal para determinação das fases do surto de crescimento puberal para crianças brasileiras, utilizando o software Índice Carpal. No estudo houve correlação positiva entre o surto de crescimento puberal, mineralização dentária e idade cronológica em ambos os sexos, com precocidade nas meninas. Mostrando que desenvolvimento dentário acompanha o surto de crescimento puberal.

Eto e Mazzeiro⁷ realizaram dois estudos, um de revisão bibliográfica e outro experimental envolvendo a relação entre mineralização dos dentes inferiores e a idade esquelética, através do gráfico de surto do crescimento puberal. Com relação à revisão bibliográfica, foram encontrados artigos relatando íntima relação, mas também foram encontrados sem correlação. O experimento teve amostra de 190 radiografias de punho e panorâmicas de 104 indivíduos do gênero masculino e 86 do gênero feminino. Observou-se que não é possível relacionar os estágios de mineralização dentária na arcada inferior e a idade esquelética por meio do gráfico do surto de crescimento puberal.

Foi realizada avaliação das idades dentárias e esqueléticas de indivíduos com idades inferiores ao surto de crescimento puberal, por Duarte et al.⁴⁹. utilizando 74 radiografias panorâmicas e 74 de punho e mão. A amostra foi constituída por 43 homens na faixa etária de 138 a 179 meses, e 31 mulheres na faixa etária de 112 a 160 meses. Os autores concluíram que no sexo feminino praticamente não se observa diferença, enquanto que no sexo masculino a idade cronológica e a dentária foram diferentes nos estágios 4 e 5 enquanto que a idade cronológica e a óssea diferiram no estágio 6.

Oliveira et al.⁵⁰ analisaram 200 radiografias panorâmicas, 100 de cada gênero, ao método de estimativa de idade desenvolvido por Nicodemo¹¹, em brasileiros. O percentual de acertos das idades foi de 54%, sendo 55% para os do gênero masculino e 53% para os do feminino. Os autores salientam que o resultado foi razoável, mas ajustes são necessários para cada região do país, devido às características de cada população.

Lamparski²³ com amostra de 200 indivíduos, de ambos os sexos, comparou a maturação óssea das vértebras cervicais (C2 a C6) com a idade óssea, determinada pelo método de Greulich e Pyle¹⁹, concluindo que as alterações nestas vértebras são suficientes para determinar a idade, já que foram semelhantes às idades ósseas.

Para correlacionar idade dentária, óssea e morfológica, em 121 crianças de 4 a 14 anos, dentre os quais 111 meninas, Anderson et al.⁵¹. obtiveram radiografias cefalométricas e carpais, além de valores de peso e altura. Os métodos de Moorrees et al.¹⁷. e Greulich e Pyle¹⁹ foram utilizados. Foi encontrada boa correlação entre o desenvolvimento dentário, ósseo e morfológico, sendo mais intensa para os meninos, cuja melhor relação foi encontrada no primeiro molar inferior, enquanto que nas meninas a melhor relação foi encontrada no segundo molar inferior. A correlação dos demais fatores foi mais fraca, mas foi melhor quando comparada individualmente.

Helsing⁵² correlacionou à altura e a largura das vértebras cervicais C2 a C6 ao crescimento estatural, puberal, com amostra de 107 pacientes de 8, 11 e 15 anos, dos sexos masculino e feminino. Observou-se um maior

desenvolvimento dos corpos vertebrais nas pacientes do sexo feminino.

Garcia-Fernandes⁵³ utilizou radiografias carpais e telerradiografias laterais para comparar a fase do desenvolvimento de 113 jovens mexicanos, de 9 a 18 anos, obtendo resultados semelhantes para os dois métodos. Armond et al.⁵⁴ realizaram estudo semelhante, com amostra composta por 110 exames de brasileiros leucodermos, com meninas de 8 a 14,6 anos e meninos de 9 a 15,4 anos. Neste estudo, C2, C3 e C4 foram observados. Este parâmetro foi considerado confiável pelos autores^{53,54}.

Em sua pesquisa, Santos e Almeida⁵⁵, tiveram como objetivo avaliar a confiabilidade da utilização das alterações das vértebras cervicais como um método de determinação do estágio de maturação esquelética, comparando-o com a ossificação que ocorrem na região da mão e punho. A pesquisa utilizou radiografias cefalométricas laterais e radiografias do carpo de 77 pacientes de ambos os sexos, com idades variando entre 8 anos e 5 meses aos 16 anos e 5 meses. Após análise dos resultados, os autores concluíram que, ambos os métodos, apresentaram fácil aplicação e que as alterações morfológicas das vértebras cervicais observadas nas radiografias cervicais, constituem um método adicional útil na determinação da idade óssea, podendo em alguns casos, substituir outros métodos. Porém, esse método não deve ser usado isoladamente quando necessita se de um diagnóstico mais apurado, mas sim, complementado com o maior número de informações possíveis do paciente.

Cruz⁵⁶ comparou os estágios de maturação das vértebras C2, C3 e C4 com os estágios de desenvolvimento dos dentes 43 e 47, segundo a classificação de Nolla⁹, considerando sexo e idade cronológica, com amostra de 252 pacientes de 8 a 15 anos, de Salvador, encontrando fraca correlação entre os estágios de maturação das vértebras já mencionadas e os estágios de desenvolvimento dental.

Schursterchitz e Neto⁵⁷ submeteram 240 brasileiros de 15 anos de idade a telerradiografia lateral de C2, C3 e C4 e radiografias de mão e punho, para relacioná-las a suas idades. Ao final do estudo, observou-se que as radiografias de punho e mão apresentaram correlações maiores com

as idades.

Generoso²⁵ correlacionou à idade cronológica com a maturação das vértebras cervicais por meio de telerradiografias laterais de 380 brasileiros leucodermas dos sexos masculino e feminino, com faixa etária entre 6 aos 16 anos. Os resultados evidenciaram que a idade cronológica apresentou correlação direta com a maturação das vértebras cervicais, ou seja, à medida que a idade aumentava, as fases de maturação das vértebras cervicais eram maiores. San Roman et al⁷³ consideram a concavidade da borda mais inferior do corpo vertebral como o melhor parâmetro capaz de estimar a maturação.

Santos et al.⁵⁸ realizaram um estudo com 100 telerradiografias laterais de pacientes em tratamento ortodôntico, de 2000 a 2001, pela UNESP, com idades variando de 6 a 16 anos. A avaliação foi considerada reprodutível se o indivíduo estiver na curva de crescimento.

Damian²² avaliou a confiabilidade da maturação vertebral e carpal, pelos exames de telerradiografia lateral e radiografia de punho, respectivamente. Para isso, utilizaram 105 radiografias laterais e 105 radiografias de punho e mão, de ambos os gêneros. Foi observado que os dois índices são confiáveis, entretanto, sugere muita cautela na avaliação isolada da maturação vertebral.

Alves e Sannomiya⁵⁹ realizaram estudo sobre a incidência de Hassel e Farman²⁴ em homens e mulheres de 10 a 16 anos. Foram analisados 150 telerradiografias de pacientes com oclusão fisiológica. Concluiu-se que nos homens a maior incidência ocorreu na fase de transição ou índice 3 (37,7%) e nas mulheres, ocorreu na fase de maturação ou índice 5 (30,5%).

Paiva et al.⁶⁰ realizaram estudo em 220 pacientes de 9 a 16 anos, 107 do sexo masculino e 113 do feminino, submetendo-os a telerradiografias laterais pelo método Baccetti et al, e Hassel e Farman, e radiografias carpais pelo método Martins. Todos os métodos tiveram boa reprodutibilidade, exceto as realizadas com a técnica de Baccetti et al.⁶¹ em crianças de 11 a 13 anos.

Moscatiello et al.⁶² realizaram estudo para determinar as alterações nas vértebras C2, C3 e C4 com relação à idade cronológica,

compara a idade óssea por radiografia carpal e verificar se existem diferenças no padrão de crescimento ósseo entre os dois gêneros. A amostra foi constituída por 140 pacientes, 74 do sexo masculino e 66 do feminino, submetidos à telerradiografia lateral pelo método de Hassel e Farman²⁴ modificado em 5 estágios e radiografias carpais pelo método de Greulich e Pyle¹⁹. Como resultados obtiveram relação positiva e moderada tanto para as correlações com as vértebras cervicais como pela radiografia carpal. Além disso, as meninas apresentam estágios de crescimento mais precoces do que os meninos.

Vieira et al.⁶ realizaram estudo com 464 telerradiografias laterais e radiografias panorâmicas de ambos os gêneros, com faixa etária compreendida entre 10 e 14 anos, de acordo com o método de Hassel e Farman²⁴, e Nolla⁹, respectivamente. O objetivo foi relacionar os índices de maturação óssea das vértebras cervicais e os estágios de calcificação dentária, e a diferença entre os gêneros. Todos os resultados obtiveram correlação com as variáveis. Este estudo também demonstrou a maior precocidade na maturação das mulheres.

Vários autores encontraram correlação positiva entre a idade cronológica, comparada à dentária e a esquelética^{9,17,28,31,34,45}. Entretanto, Bambha e Van Natta⁶³, Dermijian³⁶, utilizando muitas variáveis, Teivens⁴³, So⁴² e Helm³⁸ avaliaram como fraca correlação. Teivens⁴³ ainda comenta que estes métodos apresentaram uma margem ampla de incerteza.

Para Dantas¹⁶ e Costa⁴⁵, a radiografia panorâmica é a técnica radiológica mais utilizada, devido à facilidade de reconhecimento e obtenção do material. Os autores, assim como outros^{17,28,29,48} consideram a verificação pela dentição mais fidedigna do que a óssea. Outros autores, entretanto, confiam mais na maturidade esquelética^{4,5,7,12,19,20,21,22,23,24}.

A verificação de maturação pelo desenvolvimento cervical, apesar da escassez de literaturas, é um método bem aceito. A maior parte dos trabalhos pesquisados^{5,23,25,32,53,54,55,59,60} apresentou uma correlação positiva entre idade cronológica e desenvolvimento cervical, sendo que Damian²², Anderson et al.⁵¹ e Moscatiello⁶² encontraram resultados razoáveis, sendo que

o último atribui insegurança ao método, apesar de observar boa correlação, salientando que os profissionais devem ter cautela ao avaliar somente pelas vértebras. Cruz⁵⁶, Schursterchitz e Neto⁵⁷ em seus trabalhos atribuíram baixa confiabilidade ao método.

Conclusão

Devido à tendência atual de minimizar a exposição à radiação ionizante, as radiografias carpais para avaliação de estágio de crescimento ósseo tendem cair em desuso. Assim, uma das opções é a análise da radiografia cefalométrica lateral, comumente

solicitada por cirurgiões dentistas. Sendo possível fazer esta avaliação pela morfologia das vértebras cervicais sem expor o indivíduo a uma dose extra de radiação.

É possível afirmar que é um método confiável, pois, cerca de 66% dos estudos analisados demonstraram boa correlação entre a idade cronológica, óssea e dentária ou outra variável. 21% apresentaram correlação positiva com ressalvas ou correlação variável e apenas 13% dos estudos apresentaram correlação negativa.

Há uma maior precocidade do sexo feminino no desenvolvimento e maturação sexual, óssea e dentária quando comparado com sexo masculino.

Estimation of biological age and growth for cephalometric radiography

Abstract

The estimation of biological age in humans from radiographs has practices in various fields of dental science, especially in forensic dentistry and orthodontics dentistry applications. Serving to identify and estimate the age, diagnose, plan and treat malocclusions. The states of child development are estimated according to the literature, at specific stages of physiological maturity in four physiological indices: somatic, skeletal, dental and sexual maturity. The analysis of bone age by cervical vertebrae eliminates the need for radiographic another, reducing the radiation dose received by the patient. This study aimed to review the literature on the importance of diagnosing and growth of biological age by radiography, with considerations on age estimation by methods of tooth mineralization, skeletal and secondary sexual characters and their use in the context of dentistry.

Descriptors: Cervical vertebrae, Growth and development, Sexual maturity, Legal dentistry.

Referências:

- Almeida CSL. Estimativa de idade por radiografias panorâmicas em indivíduos melanodermas. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Piracicaba – SP [s.n.] 2002.
- Silveira MTX. Idades dentária e óssea – estudo em crianças brasileiras, na faixa etária de 6 a 10 anos. 63f. Dissertação de Mestrado em Ciências/Ortodontia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Piracicaba – SP, 1991.
- Cordeiro RCL et al. Etapas da formação e mineralização do terceiro molar em crianças. Estudo radiográfico. Rev. Odontol. UNESP. 1999;28(2):401-14.
- Martins EG, Simone JL, Reis RRB. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da maturação esquelética utilizando radiografias carpais e telerradiografias em norma lateral. RGO. 2006;54(4):322-7.
- Vieira CL, Oliveira AEF, Ribeiro CCC, Lima AASJ. Relação entre os índices de maturação das vértebras cervicais e os estágios de calcificação dentária. R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2009;14(2):45-53.
- Silva M. Compêndio de odontologia legal. São Paulo: Medsi; 1997: 149-151.
- Eto LF, Mazzeiro ET. Avaliação da correlação entre os estágios de mineralização dos dentes inferiores e a idade esquelética observada sob o gráfico de crescimento puberal. Revista Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2005;10(2):75-86.
- Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. Am J Orthod. 1980;77(1):79-91.
- Nolla CM. The development of the permanent teeth. J Dent Child. 1960;27(4):254-66.
- Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. Hum Biol. 1973;45(2):211-27.
- Nicodemo RA, Moraes LC, Medice Filho E. Tabela cronológica da mineralização dos dentes permanentes, entre brasileiros. Rev Fac Odontol São José dos Campos. 1974;3(1):55-6.
- Carvalho ACA, Simões CC, Pinho C, Oliveira LSAF, Crusoé-Rebello I, Campos PSF. Métodos de análise da maturação óssea e estimativa da idade. R Ci Méd Biol UFBA. 2010;9(1):95-103.
- Chipkevitch E. Puberdade e adolescência: aspectos biológicos, clínicos e psicossociais. São Paulo: Roca; 1995.
- Chipkevitch E. Avaliação clínica da maturação sexual na adolescência. J Pediatría. 2001;77(Supl.2):135-42.
- Silva Filho OG, Sampaio LL, Freitas JAS. Avaliação de um método simplificado para estimar a maturação esquelética. Ortodontia. 1992;25(1):21-35.
- Dantas RMX. Correlação entre idade cronológica e mineralização dos terceiros molares em uma amostra populacional do nordeste brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Odontologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa. 2010.

17. Moorrees CFA, Fanning EA, Hunt E. Age Variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res* Washington. 1963;42(6):1490-502.
18. Greulich WW, Pyle SI. Radiograph atlas as skeletal development of the hand and wrist. 1st. ed. Stanford: University Press; 1949.
19. Greulich WW, Pyle SI. Radiograph atlas as skeletal development of the hand and wrist. 2nd. ed. Stanford: University Press; 1959.
20. Tanner JM. A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist, with standards derived from a study of 2600 healthy British children. Part II: The scoring system. Paris: International Children's Center; 1962.
21. Morihisa O et al. Avaliação da maturação esquelética: Uma revisão comparativa do método carpal e da imagem das vértebras cervicais. *Ortodontia SPO*. 2005;38(3):70-7.
22. Damian AF, Woitichunas FE, Cericato GO, Cechinato F, Moro G, Massochin ME, Castoldi FL. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpa e índice vertebral. *R. Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006;11(5):110-20.
23. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Dissertation (Master of Dental Science) Faculty of the School of Dental Medicine, University of Pittsburgh, Pittsburgh, 1972.
24. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107(1):58-66.
25. Generoso R, Tavano O, Ribeiro A, Parreira MLJ. Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2003;8(4):19-36.
26. Hellman M. Ossification of epiphysial cartilages in the hand. *Am J. Phys Anthrop*, New York. 1928;11(2):223-44.
27. Robinow M. Appearance of ossification centers. Groupings obtained from factor analysis. *Am J Dis Child*. 1942;64:229-36.
28. Green LJ. The interrelationships among height, weight and chronological, dental and skeletal ages. *Angle Orthodont*. 1961;31(3):189-93.
29. Marcondes E, Rumel A, Schwartsman S. Determinação da idade óssea e dental, pelo exame radiológico, em crianças de meio socioeconômico baixo. *Rev Fac Odont USP*. 1965;3(1):185-91.
30. Sakima T, Toledo AO. Radiografia da cabeça e da mão em um único filme e uma única exposição. *Ortodontia*, São Paulo. 1974;7(2):134-40.
31. Fachin LA et al. Relacionamento entre o desenvolvimento ósseo do núcleo piramidal e o desenvolvimento dentário do 1º molar permanente nos diversos grupos etários. *Rev Fac Odont Araraquara*. 1978;1(1):29-42.
32. Santos ECA, Bertoz FA, Arantes FM, Reis PMP. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio de vértebras cervicais. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2005;10(2):62-8.
33. Abdo RCC. Estudo antropométrico, dentário e ósseo de brasileiros brancos, portadores de fissura transforame incisivo. 99 f. Tese de Doutorado da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo. Bauru, 1979.
34. Chertkow S, Fatti P. The Relationship between tooth mineralization and early radiograph evidence of the ulnar sesamoid. *Angle Orthodont*. 1979;49(4):282-8.
35. Sedenho N et al. Estudo comparativo entre o desenvolvimento ósseo e dentário em indivíduos do sexo masculino. *Ortodontia*. 1982;15(2):98-107.
36. Demirjian A et al. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental and sexual maturity. *Am J Orthodont*. 1985;88(5):433-8.
37. Carvalho AAF. Estimativa de valores médios de crescimento em crianças com idade cronológica variando de 84 a 131 meses. *Rev Odont -UNESP*. 1993;22(2):293-301.
38. Helm S. Relationship between dental and skeletal maturation in danish school children. *J Dent Res*. 1990;69(4):313-7.
39. Lewis AB. Comparisons between dental and skeletal ages. *Angle Orthodont*. 1991;61(2):87-92.
40. Gomes HS. Estudo do desenvolvimento dentário, comparativo com o desenvolvimento da mão e punho. *Rev Naval Odont*. 1993:31-27.
41. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationship between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Amer J Orthodont Dentofac Orthop*. 1993;104(3):262-8.
42. So LLY. Skeletal maturation of the hand and wrist and its correlation dental development. *Aust Orthodont J*. 1997;15(1):1-9.
43. Teivens A, Mornstad H, Reventlid M. Individual variation of tooth development in swedish children. *Sweed Dent J*. 1996;20(3):87-93.
44. Saliba CA, Daruge E, Gonçalves RJ, Saliba TA. Estimativa da idade pela mineralização dos dentes, através de radiografias panorâmicas. *ROBRAC*, Brasília. 1997;6(22):14-6.
45. Costa FE. Estimativa de idade em radiografias panorâmicas através dos estágios de calcificação de Nolla. 90 f. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba - SP: [s.n.], 2001.
46. Neto WLC. Estimativa da idade pela mineralização dentária dos 3^{os} molares através de radiografias panorâmicas. 162 f. Dissertação de Mestrado da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Piracicaba, SP: [s.n.]; 2000.
47. Moyers RE. Tratado de Ortodontia. Ed. Interamericana S.A, México, 1960.
48. Peter E. Relação entre surto de crescimento puberal, desenvolvimento e idade cronológica em crianças e adolescentes na faixa etária de 7 a 15 anos. 132f. Dissertação de Mestrado em Odontopediatria. Faculdade de Odontologia de Bauru – USP, Bauru; 2003.
49. Duarte HEM, Viek R, Siqueira DF, Sannomiya EK. Avaliação das idades dentária e óssea em indivíduos situados antes do surto de crescimento puberal. *Ortodontia SPO*. 2008;41(2):95-100.
50. Oliveira OF, Fernandes MM, Daruge Júnior E, Melani RFH, Paranhos LR. Estimativa da idade por meio de radiografias panorâmicas. *RGO*. 2010;58(2):203-6.
51. Anderson DL, Thompson GW, Popovich F. Interrelationships of dental maturity, skeletal maturity, height and weight from age 4 to 14 years. *Growth*. 1975;39(4):453-62.
52. Hellsing E. Cervical vertebral dimensions in 8, 11 and 15 years old children. *Acta Odontol Scand*. 1991;49:207-13.
53. Garcia-Fernandes P. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod*. 1998;32:221-5.
54. Armond MC, Castilho JC, Moraes LC. Estimativa do surto de crescimento puberal pela avaliação das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais. *Ortodontia*. 2001;34(1):51-60.
55. Santos SCBN, Almeida RR. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais. *Ortodontia*. 1999;32(2):33-45.
56. Cruz RCW. Maturação das vértebras cervicais e desenvolvimento dentário em indivíduos de oito e quinze anos de idade. Dissertação de Doutorado em Radiologia Odontológica. Associação Paulista de Cirurgiões-dentistas. Campinas; 2003.
57. Schusterchitz T, Neto FH. Estudo comparativo entre a maturação óssea das vértebras cervicais e a região carpal. *Ortodontia*. 2002;32:33-42.
58. Santos ECA, Bertoz FA, Arantes FM, Reis PMP. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio de vértebras cervicais. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2005;10(2):62-8.
59. Alves BA, Sannomiya EK. Avaliação da incidência dos índices de Hassel e Farman de maturação óssea por meio de vértebras cervicais aplicados em indivíduos do sexo masculino e feminino. *Revista Odonto. Metodista*, São Bernardo do Campo – SP. 2007;15(29):40-50.
60. Paiva GAN, Barbosa RS, Ferreira EEM, Carvalho PEG, Ferreira

- RI. Avaliação radiográfica das vértebras cervicais com método para estimativa da maturidade esquelética. *Cienc Odontol Bras.* 2007;10(1):63-54.
61. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72(4):316-23.
62. Moscatiello VAM, Lederman H, Moscatiello RA, Faltin Júnior K, Moscatiello RM. 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.* 2008;13(4):92-100.
63. Bambha JK, Van Natta P. A longitudinal study of occlusion and tooth eruption in relation to skeletal maturation. *Am J Orthodont.* 1959;45(11):847-55.