

A IMPORTÂNCIA DOS MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DAS IDADES ESQUELÉTICA E DENTÁRIA NA ORTODONTIA E ODONTOPEDIATRIA – UMA REVISÃO DE LITERATURA

THE IMPORTANCE OF METHODS FOR DETERMINATION OF SQUELETAL AND DENTAL AGE IN ORTHODONTICS AND PEDIATRIC DENTISTRY – A LITERATURE REVIEW

Julianna Garcia Lopes¹, Bruna Caroline Tomé Barreto², Eduardo Otero Amaral Vargas², Karoline Melo Magalhães², Lincoln Issamu Nojima³, Matilde da Cunha Gonçalves Nojima³

RESUMO

O estágio de desenvolvimento humano é intimamente relacionado à sua maturidade óssea ou dentária, sendo essencial para a escolha do tratamento de alterações dentofaciais em crianças e adolescentes por ortodontistas e odontopediatras. Existem diversos indicadores biológicos para determinar a maturação do indivíduo, como a idade cronológica e as alterações hormonais, porém esses indicadores podem sofrer interferências. Visando uma determinação de desenvolvimento e dos picos de crescimento mais precisa, para um melhor diagnóstico e plano de tratamento, foram desenvolvidos diversos métodos para determinar a idade esquelética e a idade dentária, sendo estes a avaliação da maturação carpal, da morfologia das vértebras cervicais, da fusão óssea da sincondrose esfeno-occipital e da sutura palatina mediana, bem como dos estágios da calcificação dentária. A avaliação das radiografias de mão e punho é o padrão ouro da predição da idade esquelética, e sua correlação com outros métodos já é evidente. Sendo assim, é possível utilizar a avaliação das vértebras cervicais e das idades dentárias de Nolla e Demirjian.

Palavras-chave: Determinação da Idade pelo Esqueleto. Determinação da Idade pelos Dentes. Ossos do Carpo. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. Radiografia Dentária.

ABSTRACT

The stage of human development is closely related to bone or dental maturity, being essential for the choice of treatment for dentofacial changes in children and adolescents by orthodontists and pediatric dentists. There are several biological indicators to determine an individual's maturation, such as chronological age and hormonal changes, but these indicators can suffer interference. Aiming at a more accurate determination of development and growth peaks, for a better diagnosis and treatment plan, several methods have been developed to determine skeletal age and dental age, these being the assessment of carpal maturation, the morphology of the cervical vertebrae, bone fusion of the spheno-occipital synchondrosis and the median palatal suture, as well as the stages of dental calcification. The evaluation of hand and wrist radiographs is the gold standard for predicting skeletal age, and its correlation with other methods is already evident. Therefore, it is possible to use the assessment of cervical vertebrae and dental ages by Nolla and Demirjian.

Keywords: Age Determination by Skeleton. Age Determination by Teeth. Carpal Bones. Cone-Beam Computed Tomography. Radiography, Dental.

¹Cirurgiã-Dentista

²Especialista, Mestre e Doutorando(a) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Odontopediatria e Ortodontia, Programa de Pós-graduação em Odontologia (UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil).

³Professor(a) Associado(a) Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Odontopediatria e Ortodontia, Programa de Pós-graduação em Odontologia (UFRJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil).

Como citar este artigo: Lopes JG, Barreto BCT, Vargas EOA, Magalhães KM, Nojima LI, Nojima MCG. A importância dos métodos de determinação das idades esquelética e dentária na ortodontia e odontopediatria – uma revisão de literatura. Rev Nav Odontol. 2023; 50(2): 46-53.

Recebido em: 21/07/2023

Aceito em: 29/09/2023

INTRODUÇÃO

A idade cronológica não é o indicador mais fidedigno na previsão do desenvolvimento humano, pois pode sofrer influência de fatores genéticos, raciais, ambientais, nutricionais, hormonais e sexuais, não coincidindo, muitas vezes, com a idade fisiológica, a qual é de extrema importância para o diagnóstico, plano de tratamento e prognóstico, principalmente na Odontopediatria e Ortodontia. Existem várias idades biológicas, por exemplo: a idade óssea, a morfológica, a da menarca e a idade dentária, as quais foram propostas para determinar a idade fisiológica (1).

Na Odontologia, a determinação da maturação fisiológica é essencial para avaliação da necessidade e da época ideal do tratamento ortodôntico, pois cada indivíduo possui um relógio biológico, o qual regula o tempo necessário para atingir o estado adulto, sendo a maturidade o produto de um processo (2). Durante esse processo de maturação, ocorrem etapas de desenvolvimento com diferentes velocidades que acompanham a tendência do crescimento geral do corpo, ocorrendo, mais marcadamente, nas primeiras décadas de vida, com velocidade decrescente – exceto por duas fases aceleradas, chamadas de picos de crescimento. O primeiro período ocorre durante a infância, geralmente de 6 a 8 anos de idade, e é denominado surto de crescimento infantil. Já o segundo pico ocorre durante a puberdade, sendo esse mais acentuado e evidente, o chamado surto de crescimento puberal (SCP), o qual é de maior aproveitamento para o tratamento ortopédico de displasias ósseas (3).

Através da determinação precisa do SCP, pode-se avaliar o pico de velocidade de crescimento de cada indivíduo, sendo esse eminente, presente ou completo (4). Esse ponto é fundamental para determinação dos tratamentos ortodônticos relacionados às maloclusões causadas por alterações esqueléticas craniofaciais, pois é possível obter os melhores resultados em um período relativamente mais curto, devido à relação direta entre o pico de crescimento durante a puberdade e as dimensões maxilo-mandibulares (5). Além disso, auxilia o diagnóstico, planejamento e tratamento precoce das anomalias, visto que o prognóstico da terapêutica ortodôntica se relaciona diretamente ao crescimento e à maturação fisiológica do indivíduo (6).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo revisar a literatura sobre os métodos mencionados, a fim de contribuir como mais um meio de informação e recurso no diagnóstico e planejamento dos casos clínicos na Odontopediatria e Ortodontia. Desta forma, coloca-se como uma ferramenta para facilitar a rotina de orientação aos pacientes.

REVISÃO DA LITERATURA

A literatura científica foi revisada nas bases de dados eletrônicas PubMed e Google Acadêmico em setembro de 2023. As combinações de termos incluídas foram: “*Age Determination by Skeleton*” ou “*Age Determination by Teeth*”. Foram incluídos artigos que fizeram uso de algum dos métodos de predição de idade esquelética – sugeridos por Greulich and Pyle (7), Lamparski (8), Hassel and Farman (9), Baccetti (10), Bassed (11) e Angelieri (12) – ou dentária – sugeridos por Nolla (13) e Demirjian (14). Não houve restrição de data. Foram excluídos artigos de revisão, cartas, editoriais e artigos cujos objetivos eram forenses e/ou criminais. Além disso, foram selecionados apenas artigos nas línguas portuguesa e inglesa, e excluídos os que não apresentavam amostras com humanos, ou que a avaliação tenha sido realizada em pacientes sindrômicos ou que apresentassem alguma doença.

Após a busca dos artigos nas bases de dados, houve leitura de título e resumo com aplicação dos critérios de seleção. Em seguida, os artigos eleitos foram lidos na íntegra, sendo excluídos os que não foram encontrados em sua versão completa ou não apresentavam o tema proposto.

Análise da idade esquelética

Apesar de os picos de crescimento estarem presentes de modo geral em toda população saudável, esses fenômenos não ocorrem na mesma idade cronológica para todas as pessoas, porque podem ser influenciados por diversos fatores, como: genéticos, socioeconômicos, nutricionais, entre outros. Sendo assim, uma das formas mais utilizadas para observar o crescimento e a maturação fisiológica dos indivíduos é a análise da idade esquelética (3). Segundo Greulich e Pyle, o esqueleto provê uma medida mais útil do nível de amadurecimento geral do indivíduo, podendo ser empregado do período do nascimento até o completo desenvolvimento ósseo (7).

Diversas partes do corpo humano podem ser utilizadas para determinação do crescimento esquelético por meio da morfologia e do tamanho dos ossos. Um dos métodos mais utilizados e pesquisados é a avaliação das radiografias de mão e punho, devido à facilidade da técnica radiográfica e à quantidade reduzida de radiação a qual o indivíduo é exposto, mas, principalmente, pelo fato de possuir um grande número de centros de ossificação em uma área relativamente pequena (7,15).

As radiografias carpais tem sido utilizadas para análise do desenvolvimento ósseo desde 1896, e, desde então, vários métodos de avaliação deste tipo foram criados. Greulich e Pyle elaboraram um atlas utilizando a sequência dos centros de ossificação de maturação óssea da mão e do punho. Para confecção

dessa obra, foi utilizada uma amostra de 100 crianças americanas, a partir do nascimento até os 18 anos para o sexo feminino, e até 19 anos para o masculino. Os autores criaram um padrão através da divisão em determinadas idades cronológicas, correlacionando com a maior coincidência possível dos centros de mineralização, da forma anatômica, das dimensões e dos estágios de desenvolvimento das epífises, sendo dividido por sexo masculino e feminino. O método consiste, portanto, na comparação da radiografia carpal do indivíduo a ser analisada com o padrão definido no Atlas de Greulich e Pyle (7).

Para verificar a aplicabilidade clínica do Atlas de Greulich e Pyle, Koch *et al.* analisaram 225 meninos turcos entre 7 e 17 anos de idade. Os autores constataram que as idades esqueléticas estavam aquém das médias da idade cronológica no período de 7 a 13 anos de idade, e avançadas no período de 14 a 17 anos de idade. Com base nesses achados, os autores concluíram que os meninos turcos apresentam diferentes tempos de maturação óssea se comparados aos estudados pelo Atlas de Greulich e Pyle, que deve ser aplicado nessa população com um fator de correção (17). Outros autores também avaliaram o método de Greulich e Pyle de diversos modos. Há quem concluiu que o método de Sauvegrain é mais preciso quando comparado ao método de Greulich e Pyle, no entanto, este achado consta em estudo que apresenta deficiência metodológica quanto à comparação, que é realizada em um único momento (18). O método de Sauvegrain utiliza radiografias em vistas de perfil e anteroposterior de cotovelo que avaliam o grau de maturação de alguns ossos e correlacionam com a idade óssea estimada. Outro manuscrito, o qual relatou pesquisa com população taiwanesa, demonstrou imprecisão no método Greulich e Pyle (19).

Em contrapartida, outro estudo, também com população taiwanesa, mostrou que, com ajustes para adequar à população estudada e levando em consideração que o método de Greulich e Pyle dispensa menor tempo e abrange maior faixa etária, este foi eleito como o método de maior utilidade clínica (20). Nessa perspectiva, há relato de ausência de diferença significativa entre idade óssea e idade cronológica ao se utilizar o método de Greulich e Pyle (21). Há também estudo que concluiu que o método de Greulich e Pyle pareceu ser razoavelmente reprodutível para avaliar a idade esquelética (22). Ainda, Koc *et al.* evidenciaram que o uso de ferramentas automatizadas para estimativa de idade óssea com o método de Greulich e Pyle pode diminuir a variabilidade interobservador e aumentar a precisão da predição (23). Booz *et al.* afirmaram que a inteligência artificial poderia melhorar a eficiência da rotina clínica sem que a acurácia fosse comprometida (24).

Mesmo que a avaliação de radiografias carpais possa ser um método muito aceito, existe uma tendência de utilização de outros métodos de análise da maturação esquelética, buscando, assim, proporcionar alternativas para os profissionais e, principalmente, diminuir a radiação ionizante a qual os indivíduos são submetidos, pois, apesar da baixa dose, constitui uma exposição adicional (3). Em detrimento disto, existem métodos nos quais as vértebras cervicais são utilizadas para análise da idade esquelética, visto que a radiografia cefalométrica lateral é um exame de determinação no protocolo do diagnóstico e planejamento ortodôntico. Ademais, atualmente, pode-se observar a crescente solicitação de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), que proporciona a análise tridimensional, em especial nos casos de dentes inclusos, displasias esqueléticas e assimetrias severas, possibilitando o diagnóstico e plano de tratamento mais preciso. Tal fato estimulou a busca por métodos de avaliação esquelética visíveis nesses exames, podendo, assim, substituir a radiografia de mão e punho (25).

A análise das vértebras cervicais está associada às mudanças em tamanho e na forma durante o crescimento vertebral no período da adolescência. Segundo o estudo de García-Fernandez *et al.*, a análise das vértebras cervicais para determinar o estado de maturação óssea começou na década de 1970, quando Lamparski observou as mudanças morfológicas nessas estruturas, classificando-as em seis estágios e estabeleceu comparação posterior com as alterações esqueléticas vistas na região da mão e do punho, concluindo, assim, que as vértebras cervicais também são eficazes para predição da idade óssea (8,26). Em 1995, Hassel e Farman aperfeiçoaram o método estudado por Lamparski com a análise das mudanças morfológicas ocorridas somente da segunda até a quarta vértebra cervical (C2, C3 e C4), classificando-as em seis índices de maturidade das vértebras cervicais (IMVC) e determinando o SCP remanescente (9).

Diversos outros autores também encontraram alta correlação entre a maturação das vértebras cervicais e a maturação esquelética, sendo este considerado pela literatura como método confiável e de fácil aplicabilidade clínica (27-32), porém ainda há certa relutância dos cirurgiões-dentistas em substituir o uso das radiografias de mão e punho, apesar do custo e da radiação adicional para o paciente (33).

Considerando-se a análise da maturação das vértebras cervicais, destaca-se o método desenvolvido por Baccetti *et al.*, que apresentaram uma nova versão do método (10). Para isso, realizaram a mensuração anual da dimensão mandibular de

214 indivíduos e analisaram a concavidade inferior das vértebras cervicais C2, C3 e C4 (Quadro 1). A avaliação das concavidades foi dividida em seis estágios. No estágio III, todos apresentaram concavidade na borda inferior. Os autores verificaram que o aparecimento da concavidade em C3, que ocorre entre os estágios II e III, pode ser correlacionado ao pré-pico do crescimento mandibular (34).

QUADRO 1 – QUADRO DESCRITIVO DOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS C2, C3 E C4 SEGUNDO BACCETTI ET AL., 2002; BACCETTI ET AL., 2005 (22,23).

Estágio CS1	As bordas inferiores de C2, C3 e C4 são planas. Os corpos de C3 e C4 têm morfologia trapezoidal. O pico do surto de crescimento mandibular ocorrerá, em média, dois anos após esse estágio.
Estágio CS2	A borda inferior de C2 possui concavidade. Os corpos de C3 e C4 apresentam morfologia trapezoidal. O pico do surto do crescimento mandibular ocorrerá, em média, um ano após esse estágio.
Estágio CS3	As bordas inferiores de C2 e C3 possuem concavidade. Os corpos de C3 e C4 podem ter morfologia trapezoidal ou retangular horizontal. O pico do surto de crescimento mandibular ocorrerá durante o ano após essa fase.
Estágio CS4	As bordas inferiores de C2, C3 e C4 possuem concavidade. Os corpos de C3 e C4 têm morfologia retangular horizontal. O pico do surto de crescimento mandibular ocorre um a dois anos antes dessa fase.
Estágio CS5	As bordas inferiores de C2, C3 e C4 possuem concavidade. Pelo menos um dos corpos de C3 e C4 possui morfologia quadrangular. Se não for quadrado, o corpo da outra vértebra permanece com morfologia retangular horizontal. O pico do surto de crescimento mandibular cessa, pelo menos, um ano antes dessa etapa.
Estágio CS6	As bordas inferiores de C2, C3 e C4 possuem concavidade. Pelo menos um dos corpos de C3 e C4 possui morfologia retangular vertical. Caso não se apresente retangular vertical, o corpo da outra vértebra é quadrangular. O pico do surto de crescimento mandibular termina, pelo menos, dois anos antes dessa etapa.

Os métodos de avaliação da maturação esquelética possuem correlação forte entre si (35). Há estudos que correlacionaram idade cronológica com idade esquelética. Um deles mostrou que havia alta

correlação em crianças iemenitas (36). No estudo de Magat e Ozcan, todas as correlações entre estágios dentários e esqueléticos foram estatisticamente significantes (37), e já há propostas de modelos de inteligência artificial para avaliação de IMVC em radiografias cefalométricas (38).

Outra forma de avaliação da idade esquelética que pode ser utilizada pelo cirurgião-dentista é a observação da fusão tardia da sincondrose esfeno-occipital (SEO), a qual é um dos centros de crescimento mais expressivos da base do crânio, com papel fundamental no desenvolvimento do complexo maxilo-mandibular (1). Scheuer e Black afirmaram que o fechamento da SEO quase certamente ocorre durante a adolescência. Acrescentaram também que os tempos de fusão das sincondroses intra-occipital e esfeno-occipital estão relacionados a eventos maturacionais significativos (39). Bassed *et al.* propuseram um método de avaliação da SEO em que são definidos cinco estágios de ossificação, os quais iniciam com a SEO sem fusão, passando pelos estágios sucessores, que apresentam a progressão da ossificação, até a completa obliteração da SEO, conforme apresentado no Quadro 2 (11).

QUADRO 2 – QUADRO DESCRITIVO DOS ESTÁGIOS DE MATURAÇÃO DA SINCONDROSE ESFENO-OCCIPITAL (SEO) SEGUNDO BASSED ET AL., 2010 (26).

Estágio 1	A SEO é completamente aberta e sem fusão.
Estágio 2	A borda superior da SEO encontra-se fusionada.
Estágio 3	Metade do comprimento da SEO está fusionada.
Estágio 4	A SEO está praticamente fusionada, mas um sítio ainda é visível.
Estágio 5	O sítio é completamente obliterado, apresentando aspecto de osso normal.

A fusão tardia da sutura palatina mediana também pode ser utilizada para determinar o estágio de maturação óssea do paciente. A classificação é feita através da análise do exame de TCFC ou da radiografia oclusal, pois ambos permitem a visualização das características anteroposteriores gerais da sutura, sem sobreposição de outras estruturas anatômicas. Esse método pode fornecer parâmetros confiáveis para o planejamento de abordagens terapêuticas (40).

Em 2013, Angelieri *et al.* (12) desenvolveram um estudo tendo como base a morfologia da sutura palatina mediana sob observação durante o crescimento. Para essa finalidade, examinaram imagens de TCFC de 140 indivíduos para definir os estágios radiográficos da maturação da sutura palatina mediana, estabelecendo uma escala de cinco etapas de maturação da sutura palatina mediana, que foram identificadas e definidas como exposto no Quadro 3.

QUADRO 3 – QUADRO DESCRITIVO DOS ESTÁGIOS DE OSSIFICAÇÃO DA SUTURA PALATINA MEDIANÁ SEGUNDO ANGELIERI *ET AL.*, 2013 (28).

Estágio A	A sutura palatina mediana é quase uma linha reta de alta densidade sem interdigitação.
Estágio B	A sutura palatina mediana assume um formato irregular, e aparece uma linha escalonada de alta densidade.
Estágio C	A sutura palatina mediana se apresenta como duas linhas paralelas, escalonadas e de alta densidade que estão unidas uma com a outra, mas separadas por pequenos espaços de baixa densidade nos ossos maxilares e palatinos (entre o forame incisivo e a sutura palato-maxilar e posterior a sutura palato-maxilar). A sutura pode estar organizada em um padrão reto ou irregular.
Estágio D	A fusão da sutura palatina mediana ocorre no osso palatino, com uma maturação progressiva de posterior para anterior. Na porção palatina, a sutura palatina mediana não pode ser vista nesse estágio, e o osso parassutural tem alta densidade em comparação à densidade do osso parassutural maxilar. Na porção maxilar da sutura, a fusão ainda não ocorre, e a sutura ainda pode ser vista como duas linhas de alta densidade separadas por pequenos espaços de baixa densidade.
Estágio E	A fusão da sutura palatina mediana ocorre na porção maxilar. A densidade óssea é a mesma que em outras regiões do palato.

Idade dentária x predição de crescimento

Devido à necessidade de metodologias mais práticas de predição da maturação fisiológica, a idade dentária também vem sendo intensamente estudada por ser um dado de fácil obtenção e avaliação durante o tratamento odontológico de rotina (41). Além disso, a mineralização dentária segue uma sequência de desenvolvimento relativamente constante e é mais reprodutível na verificação da idade cronológica (6). Têm sido descritas correlações entre os estágios de calcificação dentária e a maturidade esquelética, o que permite, de forma mais prática, a identificação do estágio de maturação fisiológica do indivíduo a partir de radiografia panorâmica, um exame comumente solicitado pelos profissionais (41).

O desenvolvimento dos ossos carpais e dos dentes apresenta correlação, segundo Marshall, e foi destacado que ambos podem ser utilizados para representar o desenvolvimento fisiológico, visto que acontecem simultaneamente (42). Chertkow e Fatti investigaram a relação entre os estágios de mineralização de vários dentes e a ossificação de mão e punho em uma amostra de 140 indivíduos. Concluíram que a relação do segundo molar permanente inferior com a calcificação do osso adutor do sesamoide foi baixa, sendo que os indivíduos do sexo feminino se desenvolvem antes em comparação àqueles do sexo masculino. Perceberam

também que o desenvolvimento dentário dos homens tende a ser acelerado em relação ao ósseo, quando comparado ao das mulheres (4).

A mineralização dentária tem sido o método mais apropriado para a estimativa da idade cronológica, de acordo com Ferreira Júnior *et al.* Os autores afirmaram que as mulheres costumam ser precoces. No estudo, verificaram que os dentes homólogos, na mesma arcada, sofrem o processo de mineralização juntos e as diferenças entre eles são estatisticamente insignificantes para todos os indivíduos. Observaram também que aos 6 anos de idade, as meninas apresentam mineralização mais acelerada do que os meninos para os primeiros e segundos molares inferiores (43).

O método de Nolla é mundialmente consagrado e foi desenvolvido com o propósito de estudar o desenvolvimento dos dentes permanentes. Para isso, foram realizadas e analisadas radiografias panorâmicas anuais de 50 crianças entre 55,3 e 201,8 meses de idade, a partir das quais foi elaborado um desenho esquemático que divide a calcificação dentária em 10 fases, desde o início da formação da coroa até o encerramento apical. A aplicação desse método baseia-se na atribuição de um grau de mineralização a cada um dos dentes permanentes de um quadrante, que corresponde a um valor de estágio de desenvolvimento. A soma dos valores de cada dente é comparada com os valores-padrão que constam nas tabelas de maturação e correspondem às médias de idade cronológica, separadas para cada sexo. Como conclusão, o desenvolvimento dos dentes é semelhante, e não foram observadas diferenças entre o sexo feminino e masculino (13) (Quadro 4).

QUADRO 4 – QUADRO DESCRITIVO DOS ESTÁGIOS DE CALCIFICAÇÃO DENTÁRIA SEGUNDO NOLLA, 1960 (32).

Estágio 0	Ausência de cripta dentária.
Estágio 1	Presença de cripta dentária.
Estágio 2	Início da calcificação dentária (coroa).
Estágio 3	Formação de um terço da coroa dentária.
Estágio 4	Formação de dois terços da coroa dentária.
Estágio 5	Formação quase total da coroa dentária.
Estágio 6	Formação quase completa da coroa dentária.
Estágio 7	Formação de um terço da raiz dentária.
Estágio 8	Formação de dois terços da raiz dentária.
Estágio 9	Formação praticamente completa da raiz, mas com seu ápice aberto.
Estágio 10	Fechamento do ápice da raiz.

O desenvolvimento dentário é um dos indicadores mais reais da idade cronológica, segundo Bolaños *et al.*, que pesquisaram qual o melhor dente para estimar a idade cronológica, utilizando o método de

Nolla. A amostra utilizada foi de 374 radiografias panorâmicas, sendo 195 de indivíduos do sexo masculino e 179 do sexo feminino. Os autores concluíram que, para os indivíduos do sexo feminino com menos de 10 anos de idade, as melhores predileções para a idade cronológica foram os dentes 21, 46 e 47, enquanto para os do sexo masculino, foram os dentes 21, 43 e 46 (44).

Em um estudo de 1999, Rossi *et al.* avaliaram a correlação entre os estágios de mineralização radicular dos segundos molares permanentes inferiores e a calcificação do primeiro dedo da mão. Para isso, utilizaram uma amostra de 71 crianças do sexo feminino, de 8 a 13 anos de idade, e realizaram radiografias intrabucais e do dedo polegar do lado esquerdo no mesmo dia. Pelos resultados, os autores verificaram que a maioria das crianças que estava nos estágios 6 e 7 de Nolla ainda não apresentava o osso sesamóide. Destacaram, assim, que a maturação óssea é um dos instrumentos mais úteis de análise de desenvolvimento e que a idade dentária pode ser determinada por meio de dentes irrompidos ou pela análise da formação dentária em radiografias intraorais (45).

A idade dentária também pode ser analisada a partir da aplicação do método de Demirjian, com base na mineralização dos sete dentes mandibulares esquerdos. Este método é fundamentado em um sistema de pontuação de idade dental que utiliza critérios objetivos e valores relativos ao invés de comprimentos absolutos. Projeções encurtadas ou alongadas de dentes em desenvolvimento não afetam a confiabilidade da avaliação. Identificados por letras de A até H, os estágios compreendem o processo de mineralização dentária desde a coroa até o encerramento apical. A aplicação se baseia na atribuição de um valor para cada dente, de acordo com seu grau de mineralização e segundo o sexo do indivíduo analisado. A soma desses valores está em uma escala de 0 a 100, na qual os valores serão comparados a valores preestabelecidos, resultando na correspondência à idade cronológica do indivíduo (14) (Quadro 5).

Estudos que compararam métodos de predição da idade dentária também foram realizados, de modo que foi encontrada forte correlação entre idade cronológica e dentária (46). Um estudo elegeu o método de Nolla como o mais confiável, seguido de Willems e, o menos confiável, de Demirjian (47). Apesar de os métodos de Demirjian e Willems mostrarem alta correlação, o segundo foi considerado o mais adequado em outro estudo (48). Para Barati *et al.*, o método de Willems também é o preferido (49). O método de Demirjian foi questionado a respeito do grau de previsão quando a amostra é tratada como homogênea e segmentada por grupos de idade e sexo (50), e também acerca da variabilidade de grupos étnicos (51). Para crianças do sul da Arábia

Saudita, por exemplo, o método de Nolla foi eficaz (52). Contrariando os demais, Marrero-Ramos *et al.* mostraram que o método de Demirjian é confiável para estimar a maior idade de uma pessoa (18 anos) (53), e eficiente para indicar predição de maturidade esquelética quando se comparam as calcificações dentárias em crianças coreanas (54). Há sugestão de que o método de Demirjian pode ser valiosa ferramenta para estimar a idade através da mineralização de terceiros molares (55). Estimando a idade dentária pelo método de Demirjian, possibilita-se a predição do grau de maturidade, proporcionando a escolha do momento ideal para iniciar o tratamento ortodôntico (56). Por fim, uma pesquisa mostrou que o método automatizado superou as abordagens clássicas testadas (métodos de Demirjian e Willems) (57).

QUADRO 5 – QUADRO DESCRITIVO DOS ESTÁGIOS DE CALCIFICAÇÃO DENTÁRIA SEGUNDO DEMIRJIAN ET AL., 1973 (14).

Estágio A	Início de calcificação na porção superior da cripta, em forma de cone ou cones invertidos, sem fusão entre os pontos de calcificação.
Estágio B	Fusão dos pontos de calcificação, formação de cúspides e delimitação da superfície oclusal.
Estágio C	Formação completa do esmalte oclusal, início da extensão cervical, deposição de dentina na porção superior e início do contorno da câmara pulpar.
Estágio D	Coroa quase completa antes da junção amelocementária, teto da câmara pulpar bem definido.
Estágio E	Paredes da câmara pulpar mais definidas, tamanho da raiz menor do que a altura da coroa para os dentes posteriores, presença marcante dos cornos pulpares e início da bi ou trifurcação radicular.
Estágio F	Paredes da câmara pulpar formando um triângulo isósceles, tamanho da raiz semelhante ou ligeiramente maior do que a altura da coroa; na região de furca dos dentes posteriores, a calcificação tem forma semilunar, e os condutos são amplos, com paredes terminando em bisel.
Estágio G	Paredes do canal paralelas e ápice parcialmente aberto.
Estágio H	Ápice fechado e espaço periodontal uniforme ao redor da raiz e do ápice.

CONCLUSÃO

Com base nesta revisão, fica evidente a controvérsia acerca dos métodos de predição das idades esquelética e dentária, por vezes, expondo algumas deficiências metodológicas e a heterogeneidade de resultados ao avaliar grupos étnicos distintos. No entanto, a avaliação das radiografias de mão e punho é a mais estudada e de maior referência, e sua correlação com outros métodos já está sedimentada. Diante do exposto, é possível utilizar a avaliação das vértebras cervicais e das idades dentárias de Nolla e Demirjian. É inquestionável a importância de tais métodos, seja apenas por predizerem a idade, seja por possibilitarem correla-

cionar duas avaliações, mas principalmente pela perspectiva de aplicar os diversos métodos de avaliação da idade esquelética e idade dentária como recursos de diagnóstico e planejamento na orientação de casos clínicos na Odontopediatria e Ortodontia.

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Autora de correspondência:

Matilde da Cunha Gonçalves Nojima

Universidade Federal do Rio de Janeiro - Faculdade de Odontologia - Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Ortodontia

Endereço: Avenida Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 - Ilha do Fundão - Rio de Janeiro - RJ - Brasil - CEP: 21941-617

matildenojima@ortodontia.ufrj.br

REFERÊNCIAS

1. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationships between mandibular canine calcification stages and skeletal maturity. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;104(3):262-8.
2. Marcondes E. Idade óssea em pediatria. *Pediatr.* 1980;2:297-311.
3. Haiter Neto F. Análise comparativa manual e computadorizada da estimativa da idade óssea pelo índice de Eklöf & Ringertz [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo; 1995.
4. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early radiographic evidence of ulnar sesamoid. *Angle Orthod.* 1979;49(4):282-8.
5. Rodriguez CYA, Arriola-Guillen LE, Flores-Mir C. Björk-Jarabak cephalometric analysis on CBCT synthesized cephalograms with different dentofacial sagittal skeletal patterns. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(6):46-53.
6. Moraes MEL, Médici Filho E, Moraes LC. Surto de crescimento puberal. Relação entre mineralização dentária, idade cronológica, idade dentária e idade óssea - método radiográfico. *Rev Odontol UNESP.* 1998;27(1):111-29.
7. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2a ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.
8. Lamparski DC. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [dissertação]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.
9. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(1):58-66.
10. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72(4):316-23.
11. Bassed RB, Briggs C, Drummer OH. Analysis of time of closure of the spheno-occipital synchondrosis using computed tomography. *Forensic Sci Int.* 2010;200(1-3):161-4.
12. Angelieri F, Cevidanes LH, Franchi L, Gonçalves JR, Benavides E, McNamara JA Jr. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013;144(5):759-69.
13. Nolla CM. The development of permanent teeth. *J Dent Child.* 1960;27(4):254-66.
14. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;45(2):211-27.
15. Garn SM, Rohmann CG. Variability in the order ossification of the bony centers of the hand and wrist. *Am J Phys Anthropol.* 1960;18(3):219-30.
16. Guzzi BSS, Carvalho LS. Estudo da maturação óssea em pacientes jovens de ambos os sexos através de radiografias de mão e punho. *Ortodontia.* 2000;33(3):49-58.
17. Koc A, Karaoglanoglu M, Erdogan M, Kosecik M, Cesur Y. Assessment of bone ages: is the Greulich-Pyle method sufficient for Turkish boys? *Pediatr Int.* 2001;43(6):662-5.
18. Breen AB, Steen H, Pripp A, Hvid I, Horn J. Comparison of different bone age methods and chronological age in prediction of remaining growth around the knee. *J Pediatr Orthop.* 2023;43(6):386-91.
19. Yeong-Senga Y, Ting Ywan C, Jeffrey CC. Applicability of the Greulich and Pyle bone age standards to Taiwanese children: a Taipei experience. *J Chin Med Assoc.* 2022;85(7):767-73.
20. Yeong-Senga Y, Ting Ywan C, Tao-Hsine T. Bone age assessment: large-scale comparison of Greulich-Pyle method and Tanner-Whitehouse 3 method for Taiwanese children. *J Chin Med Assoc.* 2023;86(2):246-53.
21. Wang YM, Tsai TH, Hsu JS, Chao MF, Wang YT, Jaw TS. Automatic assessment of bone age in Taiwanese children: a comparison of the Greulich and Pyle method and the Tanner and Whitehouse 3 method. *Kaohsiung J Med Sci.* 2020;36(11):937-43.
22. Faustino-da-Silva YV, Martinho DV, Coelho-E-Silva MJ, Valente-Dos-Santos J, Conde J, Oliveira TG, et al. Reproducibility and inter-observer agreement of Greulich-Pyle protocol to estimate skeletal age among female adolescent soccer players. *BMC Pediatr.* 2020;20(1):494.
23. Koc U, Taydaş O, Bolu S, Elhan AH, Karakas SP. The Greulich-Pyle and Gilsanz-Ratib atlas method versus automated estimation tool for bone age: a multi-observer agreement study. *Jpn J Radiol.* 2021;39(3):267-72.
24. Booz C, Yel I, Wichmann JL, Boettger S, Kamali AA, Albrecht MH, et al. Artificial intelligence in bone age assessment: accuracy and efficiency of a novel fully automated algorithm compared to the Greulich-Pyle method. *Eur Radiol Exp.* 2020;4(1):6.
25. Fishman LS. Can cephalometric x-rays of the cervical column be used instead of hand-wrist x-rays to determine patient's maturational age? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022;122(1):18A-19A.
26. García-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod.* 1998;32(4):221-5.
27. Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod.* 2006;76(1):1-5.

28. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod.* 2006;76(6):984-9.
29. Damian MF, Woitchunas FE, Cericato GO, Cechinato F, Moro G, Massochin ME, et al. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. *Rev Dent Press Ortodon Ortop.* 2006;11(5):110-20.
30. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(5):622-8.
31. Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F. Computer assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res.* 2010;24(1):120-6.
32. Al Khal HA, Wong RWK, Rabie ABM. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol.* 2008;37(3):195-200.
33. Gabriel DB, Southard KA, Qian F, Marshall SD, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136(4):478.e1-7; discussion 478-80.
34. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11(3):119-29.
35. Carelli J, Madalena IR, Mattos C, Morais ND, Lopes, CMCF, Scariot, R, et al. Avaliação da correlação entre maturação esquelética e maturação dentária em crianças brasileiras. *RSBO.* 2020;17(2):162-71.
36. Alqadi MA, Abuaffan AH. The reliability of Fishman and Nolla methods in prediction of chronological age of Yemeni children. *Braz Dent Sci.* 2020;23(3):1-9.
37. Magat G, Ozcan S. Assessment of maturation stages and the accuracy of age estimation methods in a Turkish population: a comparative study. *Imaging Sci Dent.* 2022;52(1):83-91.
38. Amasya H, Yildirim D, Aydogan T, Kemaloglu N, Orhan K. Cervical vertebral maturation assessment on lateral cephalometric radiographs using artificial intelligence: comparison of machine learning classifier models. *Dentomaxillofac Radiol.* 2020;49(5):20190441.
39. Scheuer L, Black S. *Developmental juvenile osteology.* San Diego: Elsevier Academic Press; 2000.
40. Ennes J, Consolaro A. Sutura palatina mediana: avaliação do grau de ossificação em crânios humanos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2004;9(5):64-73.
41. Silva C, Goldberg T, Teixeira A, Dalmas J. Mineralização óssea em adolescente do sexo masculino: anos críticos para a aquisição da massa óssea. *J Pediatr.* 2004;80(6):461-7.
42. Marshall D. Radiographic correlation of hand, wrist, and tooth development. *Dental Radiog Photogr.* 1976;49(3):51-72.
43. Ferreira ER Jr, Pinto LAMS, Pinto RS. Estágio de mineralização dental: 1. análise comparativa entre os sexos. *Rev Odontol UNESP.* 1993;22(2):303-13.
44. Bolaños MV, Manrique MC, Bolaños MJ, Briones MT. Approaches to chronological age assessment based on dental calcification. *Forensic Sci Int.* 2000;110(2):97-106.
45. Rossi RR, Amorim SG, Pacheco MCT. Correlação entre estágios de mineralização dos dentes e estimativa da maturação esquelética. *Ortodontia.* 1999;32(3):48-58.
46. Chhapparwal Y, Kumar M, Madi M, Chhapparwal S, Pentapati KC. Age estimation by modified Demirjian's method in a hospital-based population: a radiographic study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr.* 2021;21:e0137.
47. Han MQ, Jia SX, Wang CX, Chu G, Chen T, Zhou H, et al. Accuracy of the Demirjian, Willems and Nolla methods for dental age estimation in a northern Chinese population. *Arch Oral Biol.* 2020;118:104875.
48. Gonçalves LS, Machado ALR, Gaêta-Araujo H, Recalde TSF, Oliveira-Santos C, Silva RHA. A comparison of Demirjian and Willems age estimation methods in a sample of Brazilian non-adult individuals. *Forensic Imaging.* 2021;25:20045.
49. Barati S, Khafri S, Rahmati Kamel M, Sheikhzade S, Abesi F, et al. Comparison of Demirjian and Willems methods in estimating dental age and modification of Willems method for 7 - 15 year olds Iranian population. *Iran J Pediatr.* 2022;32(5):e122126.
50. Mónico LS, Tomás LF, Tomás I, Varela-Patiño P, Martín-Biedma B. Adapting Demirjian standards for Portuguese and Spanish children and adolescents. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(19):12706.
51. Filipović G, Djordjević NS, Stojanović NM, Brkić Z, Igić M, Marjanović D, et al. Evaluation of chronological age based on third-molar development in the Serbian population. *Vojnosanit Pregl.* 2020;77(10):1054-9.
52. Yassin SM, Al Almai BAM, Ali Huaylah SH, Althobati MK, AlHamdi FMA, Togoo RA. Accuracy of estimating chronological age from Nolla's Method of dental age estimation in a population of Southern Saudi Arabian children. *Niger J Clin Pract.* 2020;23(12):1753-8.
53. Marrero-Ramos MD, López-Urquía L, Suárez-Soto A, Sánchez-Villegas A, Vicente-Barrero M. Estimation of the age of majority through radiographic evaluation of the third molar maturation degree. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2020;25(3):e359-63.
54. Jeong MJ, Lee KE, Chae YK, Nam OH, Lee HS, Choi SC. Correlations between skeletal maturity and dental calcification stages in Korean children. *Eur J Paediatr Dent.* 2022;23(2):101-5.
55. Ramaswami TB, Rosa GC, Fernandes MM, Oliveira RN, Tinoco RLR. Third molar development by Demirjian's stages and age estimation among Brazilians. *Forensic Imaging.* 2020;20:200353.
56. Bud ES, Bud A, Bică C, Stoica OE, Oltean AE, Vlasa A, et al. Evaluation of dental maturity using the Demirjian's method in Romanian children. *Acta Medica Transilvanica.* 2021;26(2):48-51.
57. Galibourg A, Cussat-Blanc S, Dumoncel J, Telmon N, Monsarrat P, Maret D. Comparison of different machine learning approaches to predict dental age using Demirjian's staging approach. *Int J Legal Med.* 2021;135(2):665-75.