



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

Monografia de Final de Curso

Aluno(a): **THAÍS HELENA FURLAN**



Ano de Conclusão do Curso: 2003

TCC 021

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Thaís Helena Furlan

Prof^a. Dra. Vânia Célia Vieira de Siqueira

**AVALIAÇÃO RADIOGRÁFICA DA MATURAÇÃO
ESQUELÉTICA: UM MÉTODO COMPARATIVO ENTRE
MELANODERMAS E LEUCODERMAS BASEADO EM
RADIOGRAFIAS DA MÃO E DO PUNHO.**

**PIRACICABA
2003**

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
3. DISCUSSÃO.....	23
4. CONCLUSÃO.....	28
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

INTRODUÇÃO

O crescimento humano caracteriza-se por uma variação considerável entre as pessoas para atingir a maturação fisiológica. A idade cronológica apresenta pouco ou nenhum papel na avaliação da maturação, sendo ainda crítica na predição do potencial de crescimento total.

O crescimento limita-se pelas características da espécie e pelas codificações genéticas, existindo máximos de crescimento predeterminados.

O crescimento humano deve ser considerado individualmente, pois depende da interação organismo-ambiente, podendo a qualquer momento sofrer desvios e perturbações. O crescimento apresenta-se como a somatória de fenômenos celulares, bioquímicos, biofísicos e morfológicos, cuja integração realiza-se segundo um plano predeterminado pela herança e modificado pelo ambiente.

A compreensão dos eventos relacionados ao crescimento humano é de suma importância na ortodontia clínica. Os estágios de maturidade possuem uma influência decisiva no diagnóstico, planejamento, prognóstico e resultado final do tratamento. As decisões relativas à terapêutica aplicada são baseadas, pelo menos parcialmente, em ponderações que consideram o referido estágio de maturidade.

Para estudos de crescimento e desenvolvimento da criança, várias características físicas têm sido consideradas para avaliação da idade biológica como: a idade morfológica (altura e peso), idade dentária, idade circumpuberal, desenvolvimento de caracteres sexuais secundários do início da puberdade e a idade óssea.

A idade óssea é um indicador que realmente define a possibilidade do crescimento biológico, se avaliada utilizando-se uma radiografia de mão e punho altamente correspondente e significativa de todo o esqueleto.

A utilização da mão e do punho, como área de determinação da maturação óssea, apresenta as vantagens de registrar eventos de ossificação que cobrem o período do nascimento à idade adulta, permitir comparações diretas, entre diferentes jovens, e mostrar que esses eventos apresentam uma seqüência ordenada e constante, além de adequada proteção do indivíduo às radiações. Por essa razão, as radiografias da mão e do punho oferecem ao ortodontista dados que, interpretados no seu todo, podem fornecer a idade óssea do paciente, traduzindo seu estágio de desenvolvimento.

No planejamento do tratamento ortodôntico, a antecipação do futuro potencial de crescimento facial é essencial para assegurar o sucesso advindo da mecanoterapia empregada na correção das maloclusões.

Dada a importância do assunto exposto, propusemo-nos a realizar uma revisão na literatura a fim de determinar a existência ou não de diferenças raciais em relação à velocidade de desenvolvimento esquelético, e determinar se existe variação entre idade cronológica e idade óssea entre crianças melanodermas e leucodermas e se essas variações são relevantes.

REVISÃO DA LITERATURA

MACKAY¹⁷ em 1952 avaliou a maturação esquelética na mão desenvolvendo um estudo com crianças no leste da África. Realizou a investigação radiográfica da ossificação e da maturação dos ossos carpais em 1.360 crianças africanas (602 meninas e 758 meninos) entre 0 e 18 anos de idade. O trabalho revelou que não existem diferenças na ordem de aparecimento dos centros de ossificação carpais, como é comumente observado em outras raças. O fato de a maturação esquelética ser mais rápida nas meninas do que nos meninos foi confirmado. O padrão de maturação esquelética das crianças africanas foi comparado com os achados de outros autores em crianças americanas, e observou-se que as crianças africanas investigadas são cerca de 1 ano e meio a 2 anos atrasadas em relação aos padrões americanos.

BERESOWSKI¹ em 1952 estudou a seqüência de ossificação dos ossos carpais em crianças africanas desde o nascimento até os seis anos de idade. O punho esquerdo de 705 crianças africanas entre 0-6 anos de idade foi estudado radiograficamente. Eram 350 crianças do sexo masculino e 355 crianças do sexo feminino. O tempo provável para a ocorrência da ossificação foi baseado na idade em qual 50% das crianças mostravam a presença dos centros específicos; 3.8% das amostras apresentaram ossificação anormal do punho. Dois casos apresentaram fusão do osso capitato e do osso hamato, e outros dois casos mostraram representação cartilaginosa como centro específico. Nos africanos, o osso capitato e o osso hamato aparecem antes e permanecem por mais tempo do que em outras etnias. A ordem de aparição foi fundamentalmente a mesma que a observada nas séries negras americanas e

nas séries européias. Acima do 2 anos e meio de idade, os ossos carpais aparecem na mesma idade nas crianças do sexo feminino e masculino. Além disso, a ossificação parece ser atrasada em aproximadamente 1 ano nas crianças do sexo masculino. A má nutrição pode ser um fator responsável pelo atraso da ossificação carpal observada nas crianças africana a partir dos 2 anos e meio de idade.

HUNTER¹⁴ em 1966 estudou a correlação do crescimento facial com a altura corporal e a maturação esquelética na adolescência. Registros antropométricos, avaliações da idade esquelética, e registros cefalométricos de 34 meninas e 25 meninos foram obtidos do centro de pesquisa infantil de Denver, Colorado. A cefalometria anual dos 7 anos até a adolescência foi traçada. Sete avaliações lineares foram usadas para avaliar o crescimento facial. O período de crescimento puberal em altura foi determinado por cada paciente a partir da curva de crescimento derivada de suas medições antropométricas. Os pacientes foram divididos em 3 grupos de acordo com seus padrões maturacionais. A idade esquelética variou aproximadamente em 1 ano ou mais da idade cronológica em 50% das avaliações, sendo as amostras classificadas em grupos acelerados, médios ou retardados. Esses dados foram testados para ver se o crescimento facial era correlacionado com o crescimento em altura durante e após o período de crescimento puberal. Ambas, idades cronológica e esquelética foram usadas para avaliar o início, o pico e o término do crescimento facial durante a adolescência para ver se existem diferenças significantes entre pacientes que maturam em diferentes idades cronológicas. Vimos que o máximo crescimento facial coincide com o máximo crescimento em altura na maioria das crianças estudadas.

Com o propósito de analisarem os dados das radiografias da mão e do punho e também das dentárias, BJORK & HELM² em 1967 estudaram 52 indivíduos (32 masculinos e 20 femininos) para correlacioná-los com o surto de crescimento puberal-estatural. Nas radiografias da mão e do punho foram registradas as primeiras evidências do osso sesamóide da junção metacarpofalangeana do dedo polegar. Os autores concluíram este estudo realçando que o osso sesamóide anunciou a proximidade do pico de velocidade de crescimento puberal para os indivíduos masculinos e femininos, e a menarca anunciou o final do surto de crescimento para os femininos.

Segundo MALINA¹⁸ em 1970, o progresso da maturação esquelética avaliada em 806 crianças normais, negras e brancas, da Filadélfia com idade entre 6 e 13 anos de idade foi pesquisado durante um ano através do método de medição da maturação esquelética de Tanner & Whitehouse durante um estudo longitudinal. Os dados foram analisados segundo o status e o progresso da maturação esquelética vistos como equivalentes da idade esquelética e dos pontos maturacionais. O autor observou pequena, se nenhuma, diferença consistente na idade esquelética e nos pontos maturacionais entre os meninos negros e brancos. As meninas negras tenderam a apresentar certo avanço no status da maturação esquelética sobre as meninas brancas entre os 9 e 12 anos de idade. Diferenças raciais consistentes não foram evidentes na velocidade de maturação esquelética entre os meninos; meninas negras, contudo, apresentaram certo avanço no progresso da maturação esquelética nos estudos envolvendo idades menores.

MARSHALL¹⁹ et al. em 1970 estudaram a maturação esquelética da mão e do punho em crianças jamaicanas. A maturidade esquelética de 812 crianças jamaicanas com idade entre 1 e 15 anos foi comparada com a de

crianças britânicas , pelo método de Tanner; Whitehouse e Healy (1962). Até a idade de 2 anos e meio, o desenvolvimento esquelético das crianças jamaicanas, foi em geral, mais avançado do que o das crianças britânicas mas a partir dos 13 anos de idade ele foi retardado em ambos os sexos. Dos 2 anos e meio aos 10 anos de idade os dados não mostraram diferenças consistentes entre as duas populações, mas após esse período os jamaicanos ficaram progressivamente atrás dos britânicos. Durante todas as idades o comprimento e o peso das crianças jamaicanas foram menores do que os de seus colegas britânicos. Os resultados suportam outra evidência de que as crianças de descendência africana têm um potencial genético para um desenvolvimento esquelético mais rápido durante a 1º infância do que as crianças européias.

Analisando os dados de uma amostra de 112 indivíduos australianos (52 masculinos e 60 femininos) controlados através de radiografias da mão e do punho e medidas estaturais dos 6 aos 18 anos, BOWDEN³ em 1971 testou o aparecimento do osso sesamóide como um indicador da puberdade. Concluiu que, para os indivíduos femininos, há uma significativa correlação entre idade de ossificação inicial do sesamóide e idade de aparecimento do pisiforme, início do surto de crescimento puberal, do pico de velocidade de crescimento puberal e menarca. Para os indivíduos masculinos, somente o início do surto de crescimento puberal foi significante correlacionado com o aparecimento do osso sesamóide.

Após a investigação dos dados de uma amostra de 61 indivíduos masculinos e 34 femininos, com o objetivo de determinar a relação entre o pico de velocidade de crescimento puberal-facial e os diferentes indicadores de maturação óssea da mão e do punho, BROWN, BARRET & GRAVE⁴ em 1971

mostraram que a ossificação do sesamóide denuncia o momento do pico de velocidade do crescimento puberal.

CHAPMAN⁷ em 1972 estudou a ossificação do sesamóide adutor e o surto de crescimento adolescente. Um método radiográfico usando um tamanho padrão de filme periapical para avaliar o status de desenvolvimento da primeira junção metacarpofalangeana foi descrito. Cerca de 70 meninos e 70 meninas, com idade entre 10 e 16 anos, foram examinados através de radiografias em corte transversal examinadas para determinar a ocorrência do osso sesamóide adutor. Ao mesmo tempo, 33 meninos e 38 meninas, cujas idades no início do estudo variavam entre 10 e 16 anos, foram examinadas longitudinalmente para relatar incrementos na altura antes, durante e após a progressiva ossificação do sesamóide adutor. O autor concluiu que o osso sesamóide adutor ocorre regularmente em concordância com o desenvolvimento da 1ª junção metacarpofalangeana. Quando a ossificação do sesamóide aparece durante a adolescência, inicia-se o surto de crescimento estatural. Sua duração coincide com a duração do desenvolvimento do sesamóide. No grupo dos pacientes analisados longitudinalmente, o máximo incremento em altura foi sempre registrado após o sesamóide adutor começar a sua ossificação e usualmente no período em que a típica forma de semente se manifesta radiograficamente. O início da fusão epífise-diáfise da falange proximal da junção do polegar marca a conclusão dos 2 eventos maturacionais que foram relatados. Vimos que a técnica radiográfica descrita é um método conveniente para avaliar o status do desenvolvimento do paciente em relação ao tempo do surto de crescimento adolescente.

Segundo PERRY²⁴ et al. em 1972, o crescimento craniofacial tem sido estudado quanto ao período em que ocorre com significativa intensidade que

influencie o tratamento ortodôntico. Esse período chamado de surto pode ser determinado através das radiografias do punho e da mão. A idade esquelética determina o grau de maturação óssea do paciente. Os métodos de Tanner & Whitehouse e Greulich & Pyle são os mais apropriados para essa leitura, sendo que o último apresenta resultados clínicos mais satisfatórios. Ao mesmo tempo a determinação da velocidade de crescimento indicará, em casos que o surto ainda não ocorreu, a possível época em que o mesmo ocorrerá. Clinicamente, a previsão do potencial, de quando ocorrerá e sua velocidade, em termos de idade cronológica, influenciam o diagnóstico e planejamento.

Realizando um estudo com 108 meninas e 91 meninos, dos 3 aos 18 anos, PILESKI, WOODSIDE & JAMES²⁵ em 1973 procuraram verificar se a presença ou ausência do sesamóide (da articulação metacarpofalangeana do dedo polegar) poderia proporcionar informações clinicamente úteis com relação ao início da velocidade máxima de crescimento mandibular durante a adolescência. Neste estudo, foram utilizadas telerradiografias da cabeça e radiografias carpais, e os autores concluíram que: 1) a ausência do osso sesamóide significa que 74,7% dos meninos e 78% das meninas ainda terão sua velocidade máxima de crescimento mandibular; 2) a idade média do aparecimento do osso sesamóide foi de 13 anos e 22 dias para os meninos e de 10 anos e 88 dias para as meninas; 3) o aparecimento do osso sesamóide é um indicador valioso da puberdade, contudo, a velocidade máxima de crescimento mandibular pode ocorrer antes do aparecimento do osso sesamóide.

GRAVE & BROWN¹² em 1976 estudaram 88 indivíduos aborígenes australianos mediante análise radiográfica dos eventos de ossificação da mão e do punho, a fim de determinar o estágio de maturação óssea de um indivíduo

em relação à época do seu pico de velocidade de crescimento puberal - estatural (PVCP). Dentre os eventos analisados, foi destacada a ossificação inicial do pisiforme, desenvolvimento ósseo do ganchoso nos estágios I e II (G-I, início da formação do gancho radiopaco no interior do osso e G-II, nítida evidência do gancho radiopaco) e ossificação inicial do sesamóide. Concluíram que, na maioria dos indivíduos, os eventos de ossificação do pisiforme e ganchoso estágio I precederam o PVCP com intervalos de tempo de 1,1 a 1,7 anos antes, a ossificação do sesamóide coincidiu em 41% nos indivíduos femininos e em 73% nos masculinos e o estágio II do osso ganchoso coincidiu com o PVCP em 50% ou mais da amostra.

TARANGER²⁹ e colaboradores em 1976 avaliaram o desenvolvimento esquelético em crianças desde o nascimento até os 7 anos de idade. O desenvolvimento esquelético de 212 crianças suecas selecionadas tem sido investigado como parte de um estudo longitudinal de crescimento e de desenvolvimento. Radiografias da mão e do punho foram tiradas em idades específicas. Até a idade dos 7 anos, 2.191 radiografias foram avaliadas. Quando compararam o tempo da primeira ossificação de vários ossos desse estudo e de estudos suecos anteriores, encontraram diferenças. Em contraste com os estudos de crescimento norte-americanos, ocorreu uma notável similaridade nos padrões da primeira ossificação nas duas investigações suecas para ambos os sexos separadamente. Contudo, as diferenças sexuais relativas de ossificação foram similares no estudo de crescimento norte-americano e na investigação sueca atual. Em comparação com as crianças britânicas, o desenvolvimento esquelético das crianças suecas foi adiantado em todas as idades, esse avanço foi maior observado para os ossos epifisais do que para os ossos carpais.

MARTINS²⁰ e seus colaboradores em 1977 consideraram sobre a curva de crescimento estatural do indivíduo, com o objetivo de realçar a similaridade entre o surto de crescimento puberal em altura corporal e em dimensões faciais. O pico de velocidade de crescimento puberal é apresentado como referencial, no sentido de prever a época de maior velocidade de crescimento facial, através de indicadores específicos. Os autores dão ênfase à seqüência de eventos de maturação esquelética, observados numa radiografia de mão e punho, como dados para o estudo do padrão de crescimento individual.

HAGG¹³ et al. em 1882 avaliaram indicadores da maturação esquelética e o surto de crescimento puberal. O surto de crescimento puberal e o desenvolvimento dentário, esquelético, e puberal tem sido investigados em um estudo longitudinal em 212 crianças suecas selecionadas com o intuito de avaliar níveis de maturação adequados para uso em clínicas ortodônticas. A amostra foi examinada desde o nascimento até a fase adulta e incluiu uma proporção representativa da maturidade na 1º, média e 2º infância dos pacientes. O número de desistências e os dados ausentes foram baixos e permitiram análises estatísticas. Os resultados podem, por isso, ser considerados representativos para crianças suecas. Ocorreu uma diferença sexual de 2 anos na idade do início, pico e fim do surto de crescimento puberal em altura. As variações individuais foram cerca de 6 anos em cada evento em ambos os sexos. O desenvolvimento dentário em relação ao surto de crescimento puberal foi mais avançado nos meninos do que nas meninas, mas as variações individuais foram maiores em ambos os sexos. O desenvolvimento esquelético no início e no pico foi mais avançado em meninas do que em meninos, visto que no final do surto de crescimento puberal o desenvolvimento esquelético foi mais avançado nos meninos. O

desenvolvimento dentário, determinado pelos estágios de surgimento dental, não foi útil como um indicador do surto de crescimento puberal. O pico e o final, mas não o início, do surto de crescimento puberal poderiam ser avaliados por indicadores tirados do desenvolvimento esquelético da mão e do punho e do desenvolvimento puberal (menarca e mudanças na voz).

DEMIRJIAN⁹ et al. em 1985 estudaram as inter-relações entre medidas da maturação somática, esquelética, dentária e sexual. A inter-relação entre 5 medidas de maturação fisiológica para 50 meninas canadenses foi avaliada – (1) menarca, (2) pico da velocidade de crescimento (PHV), (3) maturidade esquelética, (4) aparecimento do osso sesamóide, e (5) desenvolvimento dentário. As idades de ocorrência dos eventos diferiram significativamente ($P < 0.01$). A menarca e a maturação dental mostraram as menores variabilidades. As idades do PHV, da menarca, e da maturação esquelética foram significativamente correlacionadas ($P < 0.05$). A idade da menarca foi associada intimamente com o PHV. O aparecimento do osso sesamóide foi altamente correlacionado com a maturação esquelética; ambos foram igualmente relacionados com as idades do PHV e da menarca. A idade em que as garotas canadenses atingiram 90% de seu desenvolvimento dentário não mostrou relações significantes com os outros indicadores maturacionais. Os resultados implicam que os mecanismos que controlam o desenvolvimento dental são independentes dos que controlam a maturidade somática e/ou sexual.

FISHMAN¹⁰ em 1987 avaliou o prognóstico e os padrões maturacionais durante a adolescência. Ele observou que se usadas adequadamente, as radiografias da mão e do punho fornecem um método seguro e eficiente de avaliação do desenvolvimento. Simples referências de um Atlas de radiografias da mão e do punho não são tão seguras como se incluíssem suposições da

idade cronológica que predeterminam a normalidade da idade esquelética. Na opinião do autor, essa é uma aplicação errada do conceito de idade esquelética; uma idade esquelética "normal" para uma idade cronológica específica não é um indicador racional de desenvolvimento normal. Essa investigação e outras têm mostrado claramente que crianças saudáveis de qualquer idade não demonstram qualquer especificidade cronológica a respeito de estágios particulares de maturação. Indicadores identificáveis de maturação fornecem um significado mais seguro para avaliação de níveis individuais de maturação dentro dos limites da idade cronológica, como demonstrados pelo crescimento normal das crianças. Padrões maturacionais e fatores relacionados ao tempo desses padrões são mais claramente revelados se examinados com bases em associações com períodos de desenvolvimento. Essa informação fornece ao clínico, fatos e ferramentas para melhor correlacionar planos de tratamento com expectativas individualizadas de crescimento. A seleção de procedimentos específicos de tratamento e seu tempo podem ser facilitados de uma maneira muito prática. Ortodontistas usam a cefalometria e outras informações associadas para analisar a morfologia esquelética e os padrões de crescimento direcional para pacientes individuais. Avaliações individualizadas e prognóstico do tempo dessas mudanças não têm sido obtidos, e isso não é válido para buscar decisões de tratamento em dados populacionais gerais. Cada indivíduo expressa padrões de velocidade de crescimento e aumentos incrementais em quantidades de crescimento que são específicos e únicos para cada pessoa, e é extremamente improvável que qualquer criança apresente uma curva de velocidade de crescimento conforme a exibida pela população geral total. A informação maturacional fornece uma oportunidade para melhorar essas avaliações e é muito importante identificar

claramente fatores que representam diferentes entidades para evitar interpretações errôneas. Isso resultou em uma grande confusão no passado. Por exemplo, meninos não levam muito tempo para maturar, eles simplesmente fazem isso em uma idade cronológica atrasada; o período de adolescência masculina geralmente não dura mais que a adolescência feminina. A literatura está saturada de relatos que apresentam "fatos" como "uma menina começa a crescer com aproximadamente 10 anos, alcança o pico da velocidade de crescimento aos 12 anos e completa o seu crescimento aos 14 anos". Essas suposições, para meninos e meninas, são particularmente imprecisas e ilusórias quando aplicadas a uma criança individual. A curva de crescimento ilustrando essas afirmações não é mais que apresentações estatísticas de dados da média do total da população de meninos e meninas. Essas curvas nem ao menos insinuam as inúmeras variações individuais fundamentais. O atraso do surto de crescimento mandibular geralmente atribuído apenas a meninos mostra uma diferença sexual apenas cronológica. Em uma escala maturacional, meninos não demonstram nenhuma diferença extensa em altura comparados as meninas durante o crescimento. Eles são simplesmente mais velhos no calendário quando esses estágios ocorrem. O autor conclui que são ainda necessários muitos esclarecimentos nesse e muitos outros pontos que envolvem crescimento e maturação esquelética.

Com o intuito de avaliar o conteúdo mineral ósseo em crianças brancas e negras, LI¹⁵ em 1989 realizou um estudo em corte transversal usando 131 crianças com idade entre 1 e 6 anos (78 negras e 53 brancas). O conteúdo mineral ósseo e a largura/amplitude óssea foram avaliados por um medidor de absorção de fóton. Usando análises lineares múltiplas para controlar fatores individuais, Li e seus colaboradores observaram que o conteúdo mineral ósseo

foi maior entre as crianças negras quando comparadas às brancas, e foi menor entre as crianças do sexo feminino comparado com as crianças do sexo masculino, aumentando tanto com a idade, quanto com o peso.

Numa proposta de um método simplificado para avaliação da maturação esquelética mediante tomada radiográfica periapical do dedo polegar, SILVA FILHO, VALLADARES NETO & FREITAS²⁶ em 1989 identificaram a presença do sesamóide, em 80 pacientes entre 10 e 16 anos, regularmente matriculados no Hospital de Pesquisa e Reabilitação de Lesões Lábio-Palatais, da Universidade de São Paulo, demonstrando, dessa forma, que a técnica radiográfica periapical com o filme sensibilidade D e técnica de core longo constitui um método útil na determinação da idade esquelética do paciente.

Ainda na avaliação da maturação óssea carpal, TIBÉRIO & VIGORITO³⁰ em 1989 analisaram 150 crianças brasileiras leucodermas (da região do ABC paulista) entre 8 e 15 anos, em referência à ossificação dos ossos pisiforme, ganchoso, falanges média e proximal dos dedos 2 e 3. Concluíram que: o surto de crescimento puberal teve início na faixa etária de 10-11 anos no grupo feminino e entre 13-14 anos no grupo masculino, sendo que o pico de crescimento puberal estaria em torno dos 13-14 anos nas meninas e entre 15-16 anos nos meninos, o início da ossificação dos ossos pisiforme e ganchoso (estágio G-I) ocorreu 1-2 anos antes do início do surto de crescimento, para ambos os sexos, o estágio G-II do osso ganchoso ocorreu em torno dos 12 anos no grupo feminino e aos 13 anos no grupo masculino, a equivalência das falanges média e proximal, dos dedos 2 e 3, ocorreu no início do surto de crescimento para ambos os sexos, o capsulamento nas falanges média e proximal, dos dedos 2 e 3, ocorreu aos 12-13 anos no grupo feminino e aos 14

anos no grupo masculino, o início da união epífise-diáfise, em ambos os sexos, coincidiu com a diminuição da velocidade de crescimento.

Com o objetivo de avaliar a relevância das radiografias da mão e do punho para o crescimento craniofacial e sua aplicação na clínica ortodôntica, MOORE²¹ e colaboradores em 1990 desenvolveram um estudo sobre a maturação esquelética e o crescimento craniofacial. Séries anuais de radiografias cefalométricas, da mão e do punho e medidas padronizadas de altura e comprimento foram obtidas de uma amostra de 47 meninas (com idade entre 10 e 15 anos) e 39 meninos (com idade entre 11 e 16 anos) da base de dados do Bolton-Brush. Quatro medições esqueléticas lineares mostrando aumentos estatisticamente significantes foram analisadas: SN, GoGn, Sgo, e NMe. As radiografias da mão e do punho foram baseadas no método de medição da maturação esquelética de Tanner & Whitehouse. Os resultados do estudo indicaram que o comprimento estatural e a maturação esquelética da mão e do punho em ambos os sexos são significativamente relacionados. As crianças demonstraram uma grande variedade de padrões de crescimento, e o surto de crescimento puberal pode não ser consistentemente observado em bases individuais. Devido às baixas correlações estatísticas, a relação entre aceleração e desaceleração no crescimento de dimensões craniofaciais específicas e o comprimento estatural ou a maturidade esquelética não foram julgados clinicamente significantes para prognósticos. Contudo, ele pode ser usado como um fator de consideração no diagnóstico e no plano de tratamento em casos individuais.

ODITA²² et al. em 1991 estudaram os valores normais de comprimento dos metacarpos e das falanges em crianças nigerianas. O comprimento dos metacarpos e das falanges foi medido em 1.290 crianças nigerianas com idade

entre 3 e 16 anos através da radiografia da mão e do punho. As radiografias foram obtidas durante a combinação de um estudo de crescimento e de desenvolvimento longitudinal e em corte transversal. Existe um aumento linear no comprimento do osso tubular de acordo com a idade em ambos os sexos. As meninas apresentaram valores maiores para todos os ossos até a idade dos 13 anos, quando os meninos as ultrapassaram. Comparações de nossos dados com os de crianças norte-americanas mostraram que os valores entre as crianças nigerianas são maiores do que os valores entre as crianças brancas e negras americanas. Um dado particular é a diferença entre as crianças negras americanas e nigerianas. Foi postulado que a diminuição do comprimento metacarpofalangeal em negros americanos comparados com os nigerianos pode ser devido à diluição genética que ocorre durante a miscigenação.

GILSANZ¹¹ et al. em 1991 avaliaram as mudanças na densidade do osso vertebral em meninas negras e brancas durante a infância e a puberdade. A prevalência de osteoporose e a incidência de fraturas vertebrais são menores em mulheres negras do que em mulheres brancas, isso geralmente é atribuído as diferenças raciais na massa óssea de adultos. Pouco é conhecido, contudo, sobre os fatores que contribuem para variações raciais na massa óssea ou sobre a época da vida em que essas diferenças começam a se manifestar. Esse estudo foi feito para caracterizar as mudanças na densidade do osso vertebral em vários estágios do desenvolvimento sexual em meninas negras e brancas. Nós medimos a densidade do osso vertebral por tomografia computadorizada em 75 pacientes negras femininas entre 2 e 20 anos de idade e em 75 pacientes brancas equivalentes em idade e estágio de desenvolvimento sexual. A densidade do osso vertebral não diferiu entre as meninas negras e brancas até antes da puberdade. A densidade óssea

aumentou durante a puberdade em cada grupo racial, mas a intensidade desse aumento para valores pré-puberis foi substancialmente maior em pacientes negros do que em pacientes brancos (34% vs 11%). A diferença mais marcante na densidade do osso vertebral entre meninas brancas e negras, ocorreu durante um breve período na puberdade. Eventos metabólicos e hormonais relacionados à proeza da maturidade sexual durante adolescência podem ser importantes determinantes de diferenças raciais na massa óssea em mulheres.

Em continuidade à interpretação da região da articulação metacarpofalangeana do primeiro dedo e do osso sesamóide adutor, SILVA FILHO, SAMPAIO & FREITAS²⁷ em 1992 avaliaram um método simplificado para estimar a maturação esquelética mediante tomada radiográfica periapical de 100 adolescentes entre 9 e 15 anos, em comparação à imagem radiográfica do dedo polegar, definida pela clássica radiografia carpal. Concluíram que a radiografia do dedo polegar pode ser utilizada como um método alternativo à radiografia carpal na avaliação da maturação óssea do paciente.

LODER¹⁶ et al. em 1993 estudaram a aplicabilidade dos padrões de maturação esquelética de Greulich & Pyle (1930) para as crianças negras e brancas da atualidade. Cerca de 841 crianças, (452 meninos e 389 meninas, 461 negros e 380 brancos) entre 0 e 18 anos de idade, foram divididas em 4 grupos etários : 1º infância (0-4 anos), média infância (4-8 anos), 2º infância (8-13 anos) e adolescência (13-18 anos). As radiografias da mão e do punho foram obtidas, de quatro salas de emergência de hospitais da área básica de Lake Erie, a mesma área geográfica que os padrões de Greulich & Pyle originaram. As diferenças entre as médias, da idade óssea e da idade cronológica das crianças foram calculadas e distribuídas entre os 4 grupos etários. As idades ósseas e as idades cronológicas, foram similares para as

meninas brancas de todas as idades. As meninas negras eram, esqueleticamente, avançadas cerca de 0.4-0.7 anos ($P < .001$), exceto durante a média infância. Os meninos brancos eram, esqueleticamente, atrasados cerca de 0.9 anos ($P < .001$) durante a média infância, e 0.4 anos ($P < .01$) durante a 2ª infância, mas eles eram avançados cerca de 0.5 anos ($P < .01$) durante a adolescência. Meninos negros não apresentaram diferenças exceto para o grupo adolescente que se mostrou esqueleticamente avançado por cerca de 0.4 anos ($P < .02$). Loder concluiu que o Atlas de Greulich & Pyle não é aplicável para as crianças de hoje, especialmente para as meninas negras.

ONTELL²³ et al. em 1996 estudaram a idade óssea em crianças de diversas etnias. O objetivo desse estudo foi determinar a idade óssea ou idade esquelética freqüentemente usada em pediatria e ortopedia. O padrão mais usado para idade óssea nos EUA, publicado por Greulich & Pyle, são derivados de crianças brancas de classe econômica alta dos anos 30 e 40. Nós avaliamos quando esse padrão se aplica para avaliação da idade óssea em crianças de diversas etnias. Radiografias da mão de crianças menores de 19 anos de idade de nossa instituição foram avaliadas para idade óssea usando o método de Greulich & Pyle. Diferenças entre idade óssea e idade cronológica foram calculadas, e as diferenças significativas foram comparadas com subgrupos de crianças baseadas no sexo, idade, e etnia. Em meninas asiáticas e brancas, a idade óssea se aproximou da idade cronológica durante a infância, com uma significativa discrepância apenas entre meninas adolescentes brancas, em quem a idade óssea excedeu a idade cronológica por uma média de 4 meses. Em meninas negras, a idade óssea excedeu a idade cronológica exceto durante a média infância. Na 2ª infância e na adolescência, a idade óssea excedeu a idade cronológica por

aproximadamente 10 meses. Em meninas adolescentes hispânicas, a idade óssea excedeu a idade cronológica por aproximadamente 9 meses. Em meninos adolescentes negros, a idade óssea excedeu a idade cronológica por 5 meses, sem diferenças significantes em outras idades. Em meninos pré-adolescentes brancos, a idade óssea ficou atrás da idade cronológica em uma queda estatisticamente significante, variando entre 4 e 8 meses. Meninos pré-adolescentes asiáticos também mostraram significante atraso na idade óssea, particularmente na média infância, quando a idade óssea ficou atrás da idade cronológica por cerca de 15 meses. Em meninos adolescentes asiáticos, a idade óssea excedeu a idade cronológica por 9 meses e 15 dias. Em meninos adolescentes hispânicos, a idade óssea excedeu a idade cronológica por 11 meses e 15 dias. Em meninos hispânicos mais jovens, o atraso da idade óssea ocorreu, mas foi mais significante apenas na 1ª infância (atraso de 4 meses). Ontell concluiu que os padrões de Greulich & Pyle para determinar a idade óssea devem ser usados com certa ressalva, particularmente em meninas negras e hispânicas e em meninos asiáticos e hispânicos na 2ª infância e na adolescência, quando a idade óssea pode exceder a idade cronológica por cerca de 11 meses e 15 dias.

JIMÉNEZ-CASTELLANOS⁵ et al. em 1996 estudaram a maturação do segmento distal do membro superior em 239 meninos e meninas espanhóis entre o nascimento e os 14 anos de idade. O Atlas de Greulich-Pyle, que oferece padrões do desenvolvimento esquelético de crianças Norte Americanas brancas, foi usado como referência. Os resultados obtidos mostraram primeiramente que em termos absolutos, o processo de ossificação ocorre primeiro nas meninas do que nos meninos. Essa diferença é máxima entre os 5 e os 11 anos de idade. Os meninos espanhóis mostram um atraso de cerca de

3 meses em relação aos meninos Norte Americanos. As meninas, em contraste, encaixam-se melhor aos padrões (femininos) do Atlas. Em geral, a maior concordância entre a idade óssea e a idade cronológica ocorre nos centros de ossificação da epífise distal da ulna e do rádio, e para aqueles dos ossos metacarpais. Em nível do carpo, análises individuais dos centros de ossificação mostraram que os ossos capitato e hamato desenvolvem-se, nas meninas, mais de acordo com a idade cronológica. No outro extremo, e em ambos os sexos, os centros de ossificação dos ossos trapézio e trapezóide são estatisticamente mais atrasados em relação à idade cronológica.

CASTRIOTA-SCANDERBERG⁶ et al. em 1998 estudaram a idade óssea em crianças e adultos jovens comparando um novo método de sonografia desenvolvido e outros métodos convencionais. Para comparar a performance de um novo método de sonografia para estimação da idade óssea com outros métodos atualmente usados 115 pacientes foram submetidos à radiografia da mão e do punho e a exames sonográficos do quadril. Para cada paciente, medições da idade esquelética foram avaliadas baseadas no método de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse, no final foram apresentados em 3 subtipos (RUS, carpals, e B20) em adição aos valores da sonografia. Para existir uma concordância entre os métodos, cada método foi comparado com todos os outros. Diferenças entre o cálculo da idade esquelética e da idade cronológica foram avaliadas, os valores para cada método foram computados. Ambos valores B20/RUS mostraram as melhores concordâncias, com 95% de observações entre 2.45 anos de cada um, seguido pelo carpal/B20, B20/GP, e GP/RUS. O método sonográfico foi o que menos concordou (diferenças de 4.19 – 5.13 anos) com os outros métodos. O método sonográfico forneceu 85.8% (US vs RUS) a 91.3% (US vs GP) de resultados concordantes reconhecendo

diferenças entre a idade óssea e a idade esquelética, e mostrou 72.5% de sensibilidade e 56.8% de especificidade. Apesar do método sonográfico prometer uma avaliação segura e eficaz da idade esquelética, sua baixa precisão o torna impróprio para o uso clínico.

Em Ortodontia clínica, os estudos sobre a maturação esquelética estão voltados para a avaliação do estágio de ossificação de alguns pontos na região da mão e do punho, uma vez que o objetivo precípua é a identificação do surto de crescimento puberal, com o propósito de aproveitar esta fase no planejamento da terapia ortodôntica. Por admitirem que o desenvolvimento ósseo seria o indicador mais fidedigno para se prever o estágio de maturação biológica – quando os dados físico-anamnésicos são incertos-, CHAVES⁸ et. al em 1999 se propuseram a verificar a influência racial no processo de maturação esquelética. Para esta pesquisa, foram selecionadas 60 crianças na faixa etária de 11 anos, do sexo feminino e classe socioeconômica baixa. A amostra foi dividida em dois grupos: o grupo 1, composto por 30 crianças da raça branca, e o grupo 2, por 30 crianças da raça negra. Foram obtidas, de cada indivíduo componente da amostra, duas tomadas radiográficas da mão esquerda: uma da região carpal e outra da região de polegar. A interpretação das radiografias obedeceu à curva de velocidade de crescimento proposta por Martins, com adição de algumas modificações. O teste *t-student* ($P>0.05$) não indicou evidência estatisticamente significativa de que os grupos fossem diferentes segundo a característica idade cronológica. O teste de homogeneidade *Qui-Quadrado* ($P>0.05$) indicou que a mostra estava homogeneamente distribuída entre as fases do surto de crescimento puberal. A partir da análise dos resultados foi possível concluir que a fase ascendente do

surto de crescimento puberal foi a mais prevalente e que há uma tendência a maturação precoce no grupo de meninas da raça negra.

SIQUEIRA²⁸ et al. em 1999 por meio de uma ampla revisão de literatura enfatizaram a importância do profundo estudo do crescimento craniofacial e sua inter-relação com os estágios de maturação esquelética, visando o diagnóstico ortodôntico. Os autores concluíram que o emprego do filme periapical auxilia o profissional que atua em regiões que não possuem centros de documentação ortodôntica, pois com o aparelho de radiografias periapicais convencionais pode-se avaliar um centro de ossificação específico, calculando-se assim a maturidade esquelética do paciente. A radiografia da mão e do punho realizada com uma película de 18x24 cm, fornece informações de 30 centros de ossificação, tornando mais completa a avaliação. O profissional então, elegerá entre as metodologias sugeridas por GREULICH e PYLE, TANNER e WHITEHOUSE e EKLÖF e RINGERTZ, a mais adequada. Esse trabalho descreve os métodos de avaliação referidos, visando demonstrar a facilidade de seu uso e a importância para o estabelecimento do momento mais preciso para o tratamento ortodôntico. Portanto, quando o diagnóstico informa a necessidade de intervir nas más oclusões caracterizadas por discrepâncias esqueléticas, a ortopedia funcional dos maxilares ou a ortopedia mecânica reúnem condições mais apropriadas para uma fase inicial de tratamento. Depreende-se, portanto, que conhecer o estágio de maturidade óssea apresentado pelo paciente no momento do tratamento, é de vital importância.

DISCUSSÃO

Como constatamos pela revisão da literatura, existe uma preocupação crescente por parte dos ortodontistas em estabelecer paralelos entre a idade cronológica e a idade biológica do paciente.

Dentre os indicadores de maturação, a idade óssea determinada pelo método radiográfico é a que melhor retrata a idade biológica, uma vez que o crescimento físico depende do crescimento dos ossos. Muito embora, diferentes regiões do esqueleto tenham sido preconizadas para evidenciação do processo de maturidade óssea, a tendência atual é enfatizar a utilização da radiografia carpal na determinação da idade óssea. Além de constituir um método simples, a área da mão e punho é uma zona de fácil acesso, não apresenta riscos e não traz incômodos ao paciente. Estas vantagens suprimiram a utilização de radiografias do tornozelo, joelho, cotovelo, bacia e ombro, que expunham o paciente a uma grande quantidade de radiações ionizantes sem aumentar consideravelmente a precisão da avaliação.

Com o objetivo de determinar a época do surto de crescimento puberal (SCP) na avaliação da maturidade óssea, foram desenvolvidos, mais recentemente, vários estudos (BJORK & HELM², 1967, BROWN, BARRETT & GRAVES⁴, 1971; BOWDEN³, 1971; CHAPMAN⁷, 1972 e PERRY²⁴, 1972) que têm enfatizado a importância de determinadas ossificações ou fases do desenvolvimento epifisário nos ossos da mão, em detrimento da utilização dos Atlas, porque elas atendem mais objetivamente às necessidades ortodônticas. Isto possibilita ao ortodontista identificar o nível de maturação do seu paciente, e quando o crescimento facial cessará, assim, determinamos se o paciente

pode ser considerado sem crescimento com significado clínico para o tratamento.

No carpo, a ossificação do sesamóide (BJORK & HELM², 1967, BROW, BAMEY & GRAVE⁴, 1971) e as alterações epifisárias (DEMIRJIAN⁹, 1985; TIBÉRIO & VIGORITO³⁰, 1989; ODITA²², 1991) ocorridas nas falanges digitais, representam comprovadamente um importante indicador de maturação para o ortodontista. A utilização deste índice biológico vem sendo realizada por intermédio da radiografia carpal. No entanto, outros autores, propuseram métodos mais simplificados para avaliação da maturidade esquelética. Como por exemplo, BJORK & HELM², 1967; CHAPMAN⁷, 1972 E SILVA FILHO, VALLADARES NETO & FREITAS²⁶, 1989 sugeriram a utilização de radiografias periapicais do polegar para identificação da presença do sesamóide, ao passo que SILVA FILHO, SAMPAIO & FREITAS²⁷, 1992 comprovaram a viabilidade deste método simplificado de verificação da idade óssea mediante a realização de pesquisas onde compararam o início e o progresso da ossificação do sesamóide com o crescimento estatural na adolescência, somente com películas radiográficas intrabucais.

O sesamóide da articulação metacarpofalangeana do polegar surge em concomitância com o início do SCP, guarda uma relação estreita com o pico de crescimento estatural (BJORK & HELM², 1967) e com o pico de crescimento mandibular (PILESKI, WOODSIDE & JAMES²⁵, 1973), além de mostrar uma relação próxima com o início dos caracteres sexuais secundários e com a menarca (BJORK & HELM², 1967; BOWDEN³, 1971).

Associada à presença do sesamóide, a interpretação radiográfica pode ser complementada pelo aparecimento do osso pisiforme e pelo aumento da

radiopacidade correspondente ao gancho do osso hamato (TIBÉRIO & VIGORITO³⁰, 1989).

Segundo SILVA FILHO, VALLADARES NETO & FREITAS²⁶, 1989 na avaliação da maturação óssea em idades menores a radiografia carpal torna-se imprescindível para observação/comparação de imagens dos centros de ossificação dos 8 ossos do carpo. Com a aproximação da puberdade, a imagem dos ossos carpais confunde-se e torna-se mais fácil e precisa a observação/comparação das imagens ao nível das falanges digitais através das alterações epifisárias.

Em relação às comparações sexuais e raciais da maturação esquelética, BERESOWSKI¹ (1952) e MACKAY¹⁷ (1952) observaram que a ordem de aparição dos centros de ossificação carpais é a mesma tanto em negros americanos como em negros europeus e entre negros africanos. Contudo, a ossificação pode ser atrasada em aproximadamente 1 ano nas crianças do sexo masculino. O padrão de maturação esquelética das crianças africanas é cerca de 1 ano e meio a 2 anos atrasadas em relação aos padrões americanos. Observaram também, que a maturação esquelética ocorre de forma mais rápida no sexo feminino do que no masculino.

O mesmo aconteceu com o trabalho de MALINA¹⁸ em 1970, em que se observou pequena se nenhuma, diferença consistente na idade esquelética e nos pontos maturacionais entre os indivíduos negros e brancos. Porém, meninas negras apresentaram certo avanço no status da maturação esquelética sobre as meninas brancas entre 9 e 12 anos de idade. Diferenças raciais consistentes não foram evidentes na velocidade de maturação entre os meninos, mas as meninas negras apresentaram novamente um avanço no progresso da maturação esquelética.

MARSHALL¹⁹ (1970), igualmente verificou que as crianças negras (jamaicanas) até os 2 anos e meio de idade, são mais avançadas em relação à maturação esquelética do que as crianças britânicas, mas a partir dos 13 anos de idade esse avanço foi retardado em ambos os sexos. Concluiu, com isso, que os negros apresentam maior potencial genético para crescimento durante a 1ª infância. Já LI¹⁵ em 1989 observou que as crianças negras apresentam um maior conteúdo mineral ósseo.

O mesmo relatou GILSANZ¹¹ et al. (1991), ao determinar que a densidade óssea vertebral difere entre mulheres negras e brancas por meio de fatores metabólicos e hormonais.

Em relação aos valores entre idade óssea e idade cronológica, LODER¹⁶ et al em 1993 observaram que tanto na raça branca quanto na raça negra, o sexo masculino apresenta-se atrasado em relação ao sexo feminino; mas ao compararmos a raça negra com a raça branca, a primeira apresenta-se mais avançada. Isso foi confirmado com CHAVES⁸ em 1999, ao desenvolver um trabalho onde observou que a maturação esquelética ocorre de forma precoce no sexo feminino da raça negra.

Por outro lado, os achados de FISHMAN¹⁰ em 1987 concluíram que em escala maturacional, indivíduos do sexo masculino não demonstraram nenhuma diferença extensa em altura, quando comparados com indivíduos do sexo feminino durante o crescimento. Fato confirmado pelo trabalho de MOORE²¹ (1990) que concluiu que as relações no crescimento craniofacial e o comprimento estatural ou a maturação esquelética não são clinicamente significantes, podendo ser aplicados apenas para casos individuais.

As inúmeras possibilidades de combinações genéticas multiplicam-se às indefinidas influências ambientais para fazer da variabilidade individual uma

regra, antes que uma exceção. Isto faz com que o crescimento humano conheça um enfoque, considerando o indivíduo não como padrão.

A fase adolescente de crescimento varia para diferentes indivíduos no seu início, intensidade e duração, sendo influenciada por diversos fatores genéticos, raciais, climáticos, circunstâncias nutricionais, socioeconômicas e tendência secular, resultando em maturação precoce nas gerações presentes.

CONCLUSÃO

As interpretações das principais investigações revisadas neste trabalho, permite-nos concluir que:

1) A radiografia da mão e do punho permite determinar a idade esquelética individualmente.

2) A maturação óssea é um dado radiográfico útil, prático, viável e de grande aplicação clínica em ortodontia para a determinação do estágio de desenvolvimento do indivíduo e a radiografia carpal é o método mais utilizado, atualmente, na avaliação deste Índice biológico.

3) Na puberdade existe um surto de crescimento que se manifesta na face à semelhança de sua manifestação em altura corporal, com duração média de 2 anos. Este surto apresenta um pico de velocidade que separa duas fases distintas, uma acelerada e outra retardada de velocidade de crescimento.

4) O surto de crescimento puberal varia muito, de pessoa para pessoa, tanto em termos de idade cronológica de ocorrência quanto em intensidade e duração. Normalmente, ele ocorre antes e é de menor intensidade nos jovens do sexo femininos. Dentro do mesmo sexo, tende a ocorrer antes, com maior intensidade e com menor tempo de duração nos indivíduos com maturação rápida.

5) A ossificação do sesamóide ulnar da articulação metacarpofalangeal do dedo polegar é um guia de maturação física que pode ser utilizado como indicador do início do surto de crescimento puberal. Este ocorre na faixa de 11 a 12 anos para o grupo masculino e de 10 a 11 anos para o grupo feminino.

6) De um modo geral, a igualdade de largura entre epífises e diáfises das falanges indica o início do surto de crescimento puberal; o capeamento epifisário nestes ossos indica o momento do pico de velocidade de crescimento, e a união epifisária indica o final do surto.

7) O desenvolvimento dos ossos do carpo, especificamente a ossificação inicial do pisiforme e as primeiras evidências do gancho radiopaco no interior do osso hamato indicam o início do surto de crescimento puberal.

8) O crescimento facial apresenta maior correlação com a idade esquelética do que com a idade dentária.

9) Diagnóstico e planejamento de casos ortodônticos serão influenciados pela determinação da presença ou não de potencial de crescimento.

10) Durante o período da adolescência o sexo masculino apresenta um maior crescimento facial do que o sexo feminino.

11) Os padrões de maturação esquelética desenvolvidos por Tanner & Whitehouse e Greulich & Pyle precisam ser revistos e adaptados para as crianças atuais.

12) O padrão de maturação esquelética e a velocidade de crescimento são dados extremamente específicos e únicos de cada indivíduo.

13) A fase ascendente do surto de crescimento puberal foi a mais prevalente dentro do grupo feminino tanto para a raça negra como para a branca.

14) Existe uma tendência à precocidade na maturação esquelética entre o sexo feminino da raça negra.

15) Existem diferenças entre a maturação esquelética de crianças negras africanas e americanas, devido à diluição genética que ocorre com a miscigenação.

16) Crianças africanas possuem maior potencial genético para desenvolvimento esquelético durante a 1ª infância do que em outras fases da vida.

17) A massa óssea em adultos apresenta diferenças em relação à raça. Os negros apresentam maior conteúdo mineral ósseo, por razões genéticas.

18) A raça e o sexo influenciam de forma direta os estudos de crescimento e desenvolvimento infantil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERESOWSKI, A.; LUNDIE, J.K. Sequence in time of ossification of the carpal bones in 705 African children from birth to 6 years of age. S Afr J Med Sci, v. 17, p. 25-31, 1952.
2. BJORK, A.K. & HELM, S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. Angle Orthodont. v. 37, p. 134-44, 1967.
3. BOWDEN, B.D. Sesamoid bones appearance as an indicator of adolescence. Austr. Orthodont. J., v. 2, p. 242-8, 1971 apud MARTINS, J.C.R. Surto de crescimento puberal e maturação óssea em ortodontia. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do grau de Mestre pelo Curso de Pós-Graduação em Ortodontia. São Paulo, 1979.
4. BROWN, T.; BARRET, M.J. & GRAVE, K.C. Facial growth and skeletal maturation at adolescence. Tandlaegebladet, v. 75, p. 1211-22, 1971 apud MARTINS, J.C.R. Surto de crescimento puberal e maturação óssea em ortodontia. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção de Mestre pelo Curso de Pós-Graduação em Ortodontia. São Paulo, 1979.
5. CASTELLANOS, J. J.; CARMONA, A.; CATALINA-HERRERA, C.J.; VINUALES, M. Skeletal maturation of wrist and hand ossification centers in normal Spanish boys and girls: a study using the Greulich and Pyle method. Acta Anat, v. 155, p. 206-11, 1996.
6. CASTRIOTA-SCANDERBERG, A.; SACCO, M.C.; EMBERTI-GIALLORETI, L.; FRARACCI, L. Skeletal age assessment in children and young adults: comparison between a newly developed

sonographic method conventional methods. Skeletal Radiol., v. 27, nº 5, p. 271-77, May 1998.

7. CHAPMAN, S. Ossification of the Adductor Sesamoid and the Adolescent Growth Spurt. Angle Orthod., v. 42, p. 236-44, 1972.

8. CHAVES, A.P.; FERREIRA, R.I.; ARAÚJO, T.M. Maturação esquelética nas raças branca e negra. Ortodontia Gaúcha, v. 3, nº 1, p. 45-52, jan/jun 1999.

9. DEMIRJIAN, A.; BUSCHANG, P.H.; TANGUAY, R.; PATTERSON, D.K. Interrelations among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. Am J Orthod., v. 88, p. 433-38, 1985.

10. FISHMAN, L.S. Maturation patterns and prediction during adolescence. Angle Orthod., v. 57, p. 178-93, 1987.

11. GILSANZ, V.; ROE, T.F.; MORA, S.; COSTIN, G.; GODMAN, W.G. Changes in vertebral bone density in black girls and white girls during childhood and puberty. N. Engl. J. Med., v. 325, nº 23, p. 1597-600, Dec 1991.

12. GRAVE, K.C. & BROWN, T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. Amer. J. Orthodont., v. 69, nº 6, p. 9, June 1976.

13. HÄGG, U.; TARANGER, J. Maturation indicators and the puberal growth spurt. Am J Orthod, v. 82, nº 4, p.299-309, 1982.

14. HUNTER, C.J. The correlation of facial Growth with body height and skeletal maturation at adolescence. Angle Orthod., v. 36, p. 44-54, 1966.

15. LI, J-Y.; SPECKER, B.L.; HO, M.L.; TSANG, R.C. Bone mineral content in black and white children 1 to 6 year of age. Am J Dis Child, v. 143, p. 1346-49, 1989.

16. LODER, R. T.; ESTLE, D.T.; MORRISON, K.; EGGLESTON, D.; GREENFIELD, M.L.; GUIRE, K.E. Applicability of the Greulich and Pyle skeletal age standarts to black and white children of today. Am J Dis Child, v. 147, p. 1329-33, 1993.
17. MACKAY, D.H. Skeletal maturation in the hand: a study of development in East African children. Trans R Soc Trop Med Hyg, v. 46, p. 135-50, 1952.
18. MALINA, R. M. Skeletal maturation studied longitudinally over one year in American whites and negroes six through thirteen years of age. Hum Biol, v. 42, nº 3, p. 377-90, 1970.
19. MARSHALL, W. A. ; ASHCROFT, M. T.; BRYAN, G. Skeletal maturation of the hand and wrist in Jamaican children. Hum Biol, v.42, nº 3, p. 419-35, 1970.
20. MARTINS, J. C. R.; SAKIMA, T. Considerações sobre a previsão do surto de crescimento puberal. Ortodontia, v. 10, p.164-70, 1977.
21. MOORE, R. N.; MOYER, B.A.; DUBOIS, L.M. Skeletal maturation and craniofacial growth. Am J Orthod Dentofac Orthop, v. 98, p. 33-40, 1990.
22. ODITA, J.C.; OKOLO, A.; UKOLI, F. Normal values for metacarpal and phalangeal lenghts in Nigerian children. Skeletal Radiol., v. 20, nº 6, p. 441-45, 1991.
23. ONTELL, F.K.; IVANOVIC, M.; ABLIN,D.S.; BARLOW, T.W. Bone age in children of diverse ethnicity. Am J Roentgenol, v. 167, p. 1395-98, 1996.

24. PERRY, H.T.; DAMICO, F. Época de tratamento ortodôntico relacionada com o surto de crescimento facial. *Ortodontia*, v. 5, p.123-31, 1972.
25. PILESKI, R.C.^a; WOODSIDE, D.G. & JAMES, G.A. Relationship of the ulnar sesamoid bone and maximum mandibular growth velocity. *Angle Orthod.*, v. 42, p. 162-70, 1973.
26. SILVA F^o, O.G.; SAMPAIO, L.L. & FREITAS, J. A . S. Avaliação de um método, simplificado para estimar a maturação esquelética. *Ortodontia*, v. 22, nº 3, p. 33-43, 1989.
27. SILVA F^o, ° G.; SAMPAIO, L. L.; FREITAS, J. ^a S. Avaliação de um método simplificado para estimar a maturação esquelética. *Ortodontia*, v. 25, nº 1, p. 21-36, 1992.
28. SIQUEIRA, V.C.V. O emprego das radiografias da mão e do punho no diagnóstico ortodôntico. *Revista dental Press de Ortodontia e Ortopedia facial*, v. 4, nº 3, p. 20-9, mai/jun 1999.
29. TARANGER, J.; BRUNING, B.; CLAEISSON, I.; KARLBERG, P.; LANDSTROM, T.; LINDSTROM, B. Skeletal development from birth to 7 years. *Acta Paediatr. Scan. Suppl.*, v. 258, p. 98-108, 1976.
30. TIBÉRIO, S. & VIGORITO, J.W. O estudo da maturação esquelética de crianças brasileiras leucodermas, de 08 a 15 anos, em referência á ossificação dos ossos pisiforme, ganchoso, falanges média e proximal dos dedos 2 e 3. *Ortodontia*, v. 22, nº 2, p. 4-19, 1989.