



## Investigação original

# Maturação esquelética numa população portuguesa – comparação entre maturação da mão e punho e vértebras cervicais



Luísa Maló<sup>a,\*</sup>, Sara Lima<sup>a</sup>, Vanessa Teixeira<sup>a</sup>, Filomena Canova<sup>b</sup> e Sónia Alves<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Área de Medicina Dentária, Faculdade de Medicina, Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal

<sup>b</sup> Instituto Politécnico de Coimbra, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, Portugal

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

#### Historial do artigo:

Recebido a 7 de janeiro de 2014

Aceite a 6 de maio de 2014

On-line a 27 de junho de 2014

#### Palavras-chave:

Índice de maturação esquelética

Mão

Punho

Vértebra

### R E S U M O

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi estabelecer a correlação entre idade cronológica, a maturação esquelética das vértebras cervicais e a maturação esquelética da mão e punho numa população portuguesa.

**Métodos:** Foram selecionadas e analisadas de forma aleatória 285 radiografias da mão e punho e telerradiografias de perfil de crianças portuguesas, entre os 7-16 anos de idade. A maturação esquelética das vértebras cervicais foi avaliada através do método de Baccetti et al. e a maturação esquelética da mão e punho avaliada através do método de Grave e Brown. Os dados obtidos foram correlacionados com a idade cronológica através do coeficiente de correlação de postos de Spearman.

**Resultados:** A maturação esquelética das vértebras cervicais foi correlacionada positivamente com a maturação esquelética da mão e punho ( $r_s$  masculino=0,806,  $r_s$  feminino=0,803), havendo também uma forte correlação da idade cronológica quer com a maturação das vértebras cervicais ( $r_s$  masculino=0,778,  $r_s$  feminino=0,788) quer com a maturação da mão e punho ( $r_s$  masculino=0,820,  $r_s$  feminino=0,847).

**Conclusões:** Os resultados demonstraram que na população portuguesa é justificável a utilização da maturação esquelética determinada pelas vértebras cervicais na prática clínica ortodôntica. De igual modo, a forte correlação da idade cronológica quer com os indicadores de maturação esquelética da mão e punho quer com os estádios de maturação esquelética das vértebras cervicais sugere que, dentro de certos limites, a idade cronológica poderá ser utilizada para determinar o estado de maturação esquelética de um dado indivíduo.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

\* Autor para correspondência.

Correio eletrónico: [malo.luisa@gmail.com](mailto:malo.luisa@gmail.com) (L. Maló).

<http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2014.05.001>

1646-2890/© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos os direitos reservados.

## Skeletal maturation in a Portuguese population – comparison between the hand-wrist and cervical vertebral maturation

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Skeletal maturation index

Hand

Wrist

Vertebrae

**Objective:** The objective of this study was to evaluate the correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and hand-wrist maturation in a Portuguese population.

**Methods:** 285 hand-wrist and lateral cephalometric radiographs of Portuguese subjects, aged between 7 to 16 years, were randomly selected and analyzed. The cervical vertebral skeletal maturation was assessed using the method developed by Baccetti and collaborators and the hand-wrist skeletal maturation was assessed using the method developed by Grave and Brown. These two methods data and the chronological age were correlated using the Spearman rank-order correlation coefficient.

**Results:** The cervical vertebral maturation was significantly correlated with the hand-wrist maturation (male  $r_s = 0.806$ , female  $r_s = 0.803$ ). Strong correlations were also found between the cervical vertebral maturation and chronological age (male  $r_s = 0.778$ ; female  $r_s = 0.788$ ) and between the hand-wrist maturation and chronological age (male  $r_s = 0.820$ ; female  $r_s = 0.847$ ).

**Conclusions:** These results suggest that cervical vertebral maturation method and hand-wrist skeletal maturation method have a strong statistical correlation in Portuguese subjects. Therefore is appropriate the use of the cervical vertebral maturation method in daily orthodontic practice when treating Portuguese patients. In the same way, the strong correlation between chronological age and both hand-wrist skeletal maturation indicators and cervical vertebral maturation stages suggest that, within certain limits, chronological age might be used to determine the skeletal stage of a given Portuguese subject.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

## Introdução

O momento ideal para a realização de tratamentos de ortopedia dento-facial está relacionado com períodos de crescimento esquelético intenso que influenciam a correção das desarmonias esqueléticas que um paciente apresenta<sup>1,2</sup>. Assim, o estágio de maturação esquelética de um indivíduo determina a seleção e execução da mecanoterapia<sup>3</sup>, necessitando o ortodontista apenas de saber se ele crescerá e qual a percentagem espectável de crescimento que terá durante o período de tratamento<sup>4</sup>.

O estágio de desenvolvimento de uma criança é usualmente determinado em relação a eventos detetáveis à medida que o crescimento progride<sup>5</sup>, mas devido a variações individuais não é possível determinar com acuidade a maturidade anatômica e fisiológica apenas através da idade<sup>4</sup>. O desenvolvimento dentário, a idade cronológica, os caracteres sexuais secundários<sup>6</sup> ou o desenvolvimento esquelético são apenas alguns dos indicadores biológicos que têm sido utilizados na identificação dos estádios de crescimento<sup>1,5,7,8</sup>. Contudo, nem os indicadores de desenvolvimento dentário são fiáveis na previsão dos estádios de desenvolvimento esquelético, nem a idade cronológica é fiável na previsão do surto de crescimento pubertário<sup>1</sup>.

A determinação dos estádios de maturação esquelética através da análise radiográfica tem sido um método utilizado na previsão do período de crescimento pubertário e na estimação da taxa de crescimento e da quantidade de crescimento remanescente<sup>1,2</sup>, sendo a análise de radiografias da

mão e punho considerada como um dos métodos mais padronizados em aplicação<sup>2,9-11</sup>. Esta apresenta como desvantagem o facto de cada paciente sujeito a tratamento ortodôntico, além de ter de realizar uma telerradiografia de perfil, ter também de efetuar uma radiografia da mão e punho adicional. Apresenta também limitações na sua interpretação: a sequência de ossificação e o período de maturação esquelética revelam polimorfismos e dismorfismos sexuais quem podem limitar a sua utilização na prática clínica e apesar dos eventos que ocorrem na mão e punho sinalizarem o máximo e o fim do surto de crescimento pubertário, eles não assinalam o seu início<sup>2</sup>.

A determinação da idade esquelética com recurso à análise da maturação das vértebras cervicais («cervical vertebral maturation» – CVM) tem progressivamente ganho popularidade devido ao facto das alterações morfológicas sofridas pelos corpos vertebrais serem observadas na telerradiografia de perfil<sup>12-22</sup>. Ela apresenta também limitações no que diz respeito aos polimorfismos e dismorfismos sexuais e não é sensível na deteção de eventos de maturação esquelética que ocorram fora do surto pubertário<sup>8</sup>, mas é considerada estatística e clinicamente tão fidedigna como a da mão e punho<sup>12</sup>.

A correlação entre a maturação esquelética determinada pelas vértebras cervicais e pela mão e punho tem sido amplamente estudada em diferentes populações<sup>1</sup>. Neste contexto, o presente estudo teve como objetivo aferir a correlação entre idade cronológica e maturação das vértebras cervicais, a correlação entre idade cronológica e maturação da mão e punho e determinar se a maturação das vértebras cervicais se

**Tabela 1 – Distribuição de frequências dos sujeitos por idade e sexo**

Idade cronológica	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
[7-9[	12	4	16
[9-10[	23	9	32
[10-11[	23	15	38
[11-12[	30	23	53
[12-13[	32	17	49
[13-14[	19	17	36
[14-15[	16	14	30
[15-16[	16	15	31
Total	171	114	285

Nota: crianças entre os 7,00-8,99 anos foram consideradas como pertencendo ao grupo etário dos 7-9 anos de idade.

correlaciona com a da mão e punho numa população portuguesa.

## Materiais e métodos

A amostra estudada consistiu em 285 indivíduos que recorreram à consulta de Ortodontia da Área de Medicina Dentária da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC). A idade dos sujeitos variou entre os 7-16 anos, com uma idade média de 14,45 anos para as raparigas e 11,99 anos para os rapazes. A distribuição em idade cronológica e sexo está especificada na [tabela 1](#).

Cada indivíduo do estudo teve que cumprir os seguintes critérios: ser de raça caucasiana, não apresentar qualquer anomalia de crescimento e não apresentar qualquer anomalia das vértebras ou dos ossos da mão e punho.

O material utilizado consistiu em radiografias da mão e punho esquerdo e telerradiografias de perfil de boa qualidade, tiradas no mesmo dia. A análise das radiografias foi realizada num negatoscópio em quarto escuro, de modo a assegurar um bom contraste das imagens ósseas.

Cada radiografia da mão e punho foi avaliada e classificada de acordo com os indicadores de maturidade esquelética («skeletal maturation indicators» – SMI) definidos por Grave e Brown ([tabela 2](#))<sup>23</sup>. O pico do crescimento pubertal está relacionado com a mineralização do osso sesamóide (fase S) e com a ossificação do hamato (fase H-2), a ocorrer no estágio 4. O pico do surto pubertário coincide com o capeamento da diáfise pela respetiva epífise a nível da falange mesial do terceiro dedo (fase MP3 cap), a nível falange proximal do primeiro dedo (fase PP1 cap) e a nível do rádio (fase R cap), a ocorrerem no estágio 5. A desaceleração do crescimento pubertário ocorre com a fusão da epífise com a respetiva diáfise a nível da falange distal do terceiro dedo (fase DP3 u), no estágio 6<sup>24</sup>.

A CVM foi determinada com recurso ao método desenvolvido por Baccetti et al.<sup>13,14,21</sup>, que depende das modificações anatómicas que sofrem as vértebras cervicais C2, C3 e C4. Estas foram avaliadas de acordo com 2 variáveis: a presença ou ausência de concavidade a nível do bordo inferior da C2, C3 e C4; e a anatomia que os corpos da C3 e C4 têm à medida que a idade progride ([tabela 3](#)). A deteção do estágio CS2 («cervical

**Tabela 2 – Indicadores de maturidade esquelética da mão e punho de acordo com o método de Grave e Brown**

Estádios	Fases	Evento de ossificação
Estádio 1	PP2 =	Epífise da falange proximal do segundo dedo é tão larga quanto a correspondente diáfise
Estádio 2	MP3 =	Epífise da falange mesial do terceiro dedo é tão larga quanto a correspondente diáfise
Estádio 3	H-1	Gancho do hamato (fase 1)
	Pisi	Aparição do pisiforme
	R =	Epífise do rádio tão larga quanto a correspondente diáfise
Estádio 4	S	Aparição do sesamóide ulnar
	H-2	Gancho do hamato (fase 2)
Estádio 5	MP3 <sub>cap</sub>	Epífise da falange mesial do terceiro dedo capeia a diáfise
	PP1 <sub>cap</sub>	Epífise da falange proximal do primeiro dedo capeia a diáfise
	R <sub>cap</sub>	Epífise do rádio capeia a diáfise
Estádio 6	DP3 <sub>u</sub>	União epifisária completa da falange distal do terceiro dedo
Estádio 7	PP3 <sub>u</sub>	União epifisária completa da falange proximal do terceiro dedo
Estádio 8	MP3 <sub>u</sub>	União epifisária completa da falange mesial do terceiro dedo

stage» – CS) é indicativo que o surto pubertário está próximo, iniciando-se no estágio CS3, aproximadamente 1 ano após CS2, sendo alcançado o fim de crescimento no estágio CS6. O pico do crescimento mandibular segue a tendência do crescimento pubertário e ocorre entre os estádios CS3 e CS4<sup>13</sup>.

Todas as radiografias do estudo foram avaliadas por 2 examinadores (A e B), sendo o processo de recolha de informação o mais cego possível: quando classificava um SMI, o examinador desconhecia o correspondente estágio CVM («CVM stage» – CVMS) e vice-versa.

Para avaliar a confiabilidade intra e interexaminador, 15 radiografias da mão e punho e 15 telerradiografias de perfil foram aleatoriamente selecionadas e classificadas independentemente 2 vezes por cada um dos examinadores, com um intervalo de tempo de uma semana.

A análise estatística foi realizada por um perito, com total desconhecimento da codificação utilizada na leitura das maturações esqueléticas, com recurso ao software SPSS (IBM SPSS Statistics for Windows, v. 21). Para determinação da reprodutibilidade intra e interexaminador na execução dos 2 métodos utilizou-se o coeficiente Kappa<sup>25</sup>. Foram utilizados testes não paramétricos de Kruskal-Wallis na comparação da idade cronológica nos diferentes grupos de indicadores de maturidade esquelética (ossos da mão e punho e vértebras cervicais) e U de Mann-Whitney na comparação da idade cronológica por sexo, para cada indicador de maturidade esquelética. O coeficiente de correlação de postos de Spearman ( $\rho - r_s$ ) foi utilizado na determinação da correlação entre os SMI e a idade cronológica, da relação entre os CVMS e a idade cronológica e da correlação entre os SMI e os CVMS.

**Tabela 3 – Estádios de maturação das vértebras cervicais de acordo com o método de Baccetti et al**

	Bordo inferior do corpo vertebral	Forma do corpo da C3 e C4	Pico do crescimento mandibular
CS1	C2, C3, C4 achatado	C3, C4 trapezoides (o bordo superior é inclinado de posterior para anterior)	Ocorre em média 2 anos após este estágio
CS2	C2 côncavo; C3, C4 achatados	C3, C4 trapezoides	Ocorre em média um ano após este estágio
CS3	C2, C3 côncavos; C4 achatado	C3, C4 trapezoide ou retangular horizontal	Ocorre durante o ano deste estágio
CS4	C2, C3, C4 côncavos	C3, C4 retangular horizontal	Ocorreu 1-2 anos antes deste estágio
CS5	C2, C3, C4 côncavos	C3 ou C4 quadrangulares. Se não for quadrangular, o corpo da outra vértebra é retangular horizontal	Terminou um ano antes deste estágio
CS6	C2, C3, C4 côncavos	C3 ou C4 retangular vertical Se não for retangular vertical, o corpo da outra vértebra é quadrangular	Terminou pelo menos 2 anos antes deste estágio

## Resultados

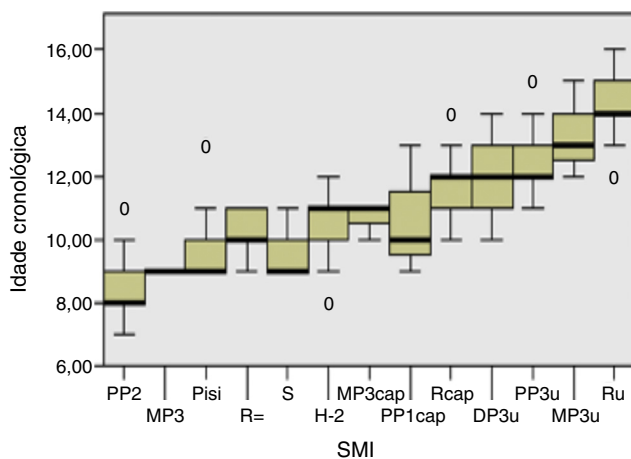
A reprodutibilidade de todas as leituras foi quase perfeita, com valores fortemente concordantes. Nas leituras dos SMI, os resultados obtidos revelaram uma concordância interexaminador quase perfeita ( $k=0,918$  para a primeira leitura e  $k=0,836$  para a segunda leitura), bem como uma concordância intraexaminador quase perfeita ( $k=1$  para o examinador A e  $k=0,918$  para o examinador B). Nas leituras dos CVMS tanto a concordância interexaminador ( $k=0,913$  para ambas as leituras) como a intraexaminador ( $k=1$  para ambos os examinadores) foram quase perfeitas.

A estatística descritiva referente aos SMI está ilustrada na [tabela 4](#). A idade cronológica apresentou diferenças significativas nos diferentes SMI, em ambos os sexos, confirmadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, com valor  $p < 0,001$  ([figs. 1 e 2](#)). Por outro lado, o teste não paramétrico U de Mann-Whitney confirmou diferenças estatisticamente significativas na idade cronológica entre os jovens do sexo feminino

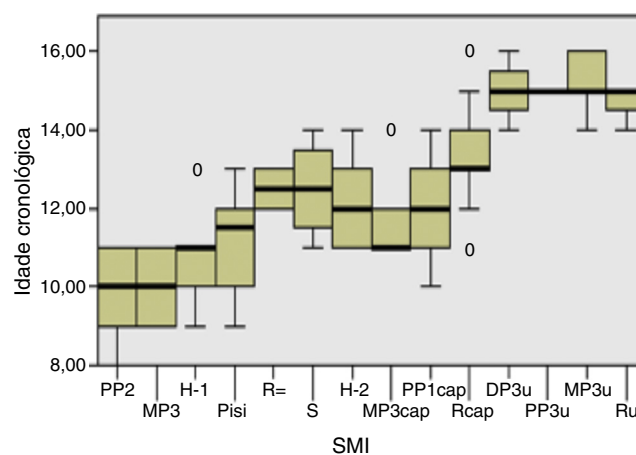
e do sexo masculino para os indicadores PP2 ( $p=0,001$ ), Pisi ( $p=0,02$ ), H-2 ( $p < 0,01$ ), PP1<sub>cap</sub> ( $p=0,03$ ), R<sub>cap</sub> ( $p < 0,001$ ) e MP3<sub>μ</sub> ( $p < 0,001$ ). A maturação esquelética do sexo feminino ocorre mais cedo do que a do sexo masculino ([fig. 3](#)).

Os valores obtidos para o coeficiente de correlação de postos de Spearman indicam correlações fortes e positivas entre a idade cronológica e os SMI dos jovens da amostra global ( $r_s=0,752$ ), dos jovens do sexo feminino ( $r_s=0,847$ ) e dos jovens do sexo masculino ( $r_s=0,820$ ). Em todos os casos, os resultados foram estatisticamente significativos com  $p < 0,001$  ([tabela 4](#)).

A estatística descritiva referente aos CVMS está ilustrada na [tabela 5](#). A idade cronológica apresentou diferenças significativas nos diferentes indicadores de maturação das vértebras cervicais, em ambos os sexos, confirmadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, que apresentou uma significância  $p < 0,001$  ([figs. 4 e 5](#)). Por outro lado, o teste não paramétrico U de Mann-Whitney confirmou diferenças estatisticamente significativas na idade cronológica entre os jovens do sexo feminino e do sexo masculino nos estádios



**Figura 1 – Box plot dos resultados do teste Kruskal-Wallis para a idade cronológica nos SMI dos jovens do sexo feminino.**



**Figura 2 – Box plot dos resultados do teste Kruskal-Wallis para a idade cronológica nos SMI dos jovens do sexo masculino.**

**Tabela 4 – Indivíduos classificados de acordo com o método de Grave e Brown e os respectivos valores de rho de Spearman**

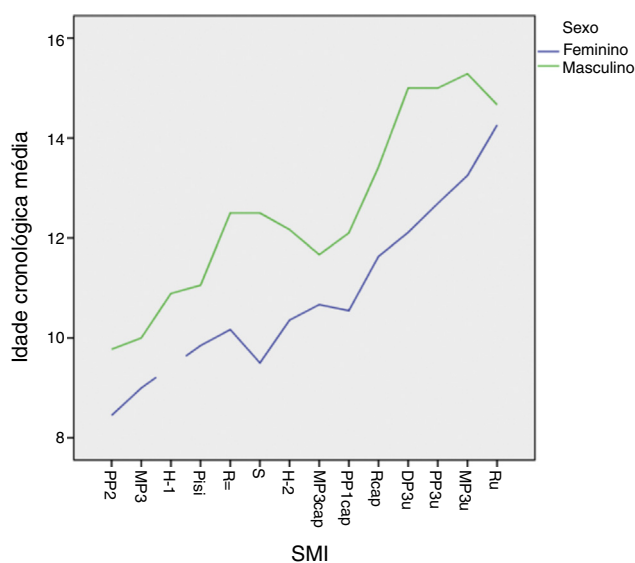
	Feminino			Masculino			Total		
	n	Média	DP	n	Média	DP	n	Média	DP
PP2 =	20	8,45**	1,10	22	9,77**	1,07	42	9,14	1,26
MP3 =	1	9,00	.	2	10,00	1,41	3	9,67	1,16
H-1				9	10,89	1,36	9	10,89	1,36
Pisi	13	9,85*	1,21	18	11,06*	1,31	31	10,55	1,39
R =	6	10,17	0,75	2	12,50	0,71	8	10,75	1,28
S	4	9,50	1,00	4	12,50	1,29	8	11,00	1,93
H-2	14	10,36**	1,08	6	12,17**	1,17	20	10,90	1,37
MP3 <sub>cap</sub>	3	10,67	0,58	6	11,67	1,21	9	11,33	1,12
PP1 <sub>cap</sub>	11	10,55*	1,37	10	12,10*	1,45	21	11,29	1,59
R <sub>cap</sub>	38	11,63**	1,13	19	13,42**	1,07	57	12,23	1,39
DP3 <sub>u</sub>	9	12,11	1,27	3	15,00	1,00	12	12,83	1,75
PP3 <sub>u</sub>	13	12,69	1,25	3	15,00	0,00	16	13,13	1,46
MP3 <sub>u</sub>	12	13,25**	0,97	7	15,29**	0,76	19	14,00	1,33
R <sub>u</sub>	27	14,26	1,26	3	14,67	0,58	30	14,30	1,21
Total	171	11,45	2,12	114	11,99	2,04	285	11,67	2,10
Coefficiente de correlação (r <sub>s</sub> )		0,847***			0,820***			0,752***	

Notas: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01. \*\*\* Correlação é significativa a nível de 0,01 (bilateral). Os casos de amostras anormalmente pequenas foram excluídos. DP: desvio padrão.

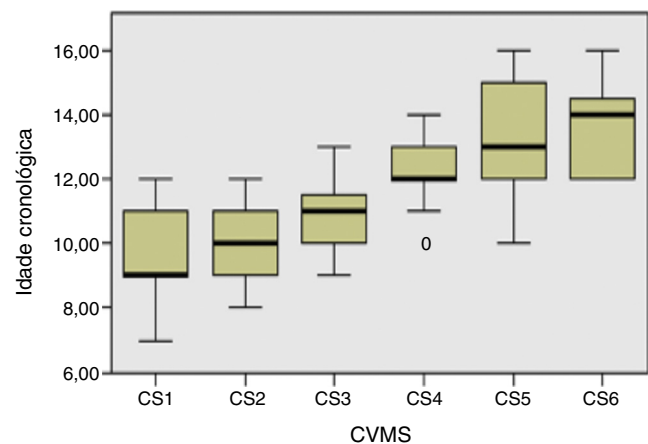
**Tabela 5 – Indivíduos classificados de acordo com o método de Baccetti et al. e os respectivos valores de rho de Spearman**

	Feminino			Masculino			Total			
	n	Média	DP	n	Média	DP	n	Média	DP	
CVMS	CS1	51	9,57**	1,38	28	10,54**	1,26	79	9,91	1,41
	CS2	19	10,00	1,00	21	10,24	1,30	40	10,13	1,16
	CS3	19	10,89	1,29	21	11,71	1,19	40	11,33	1,29
	CS4	21	12,14	1,01	17	12,76	1,20	38	12,42	1,13
	CS5	41	13,32**	1,49	18	14,50**	1,04	59	13,68	1,47
	CS6	20	13,60*	1,39	9	14,78*	0,83	29	13,97	1,35
Total	171	11,45	2,12	114	11,99	2,04	285	11,67	2,10	
Coefficiente de Correlação (r <sub>s</sub> )		0,788***			0,778***			0,768***		

Notas: \*p < 0,05; \*\*p < 0,01. \*\*\* Correlação é significativa a nível de 0,01 (bilateral). Os casos de amostras anormalmente pequenas foram excluídos. DP: desvio padrão.

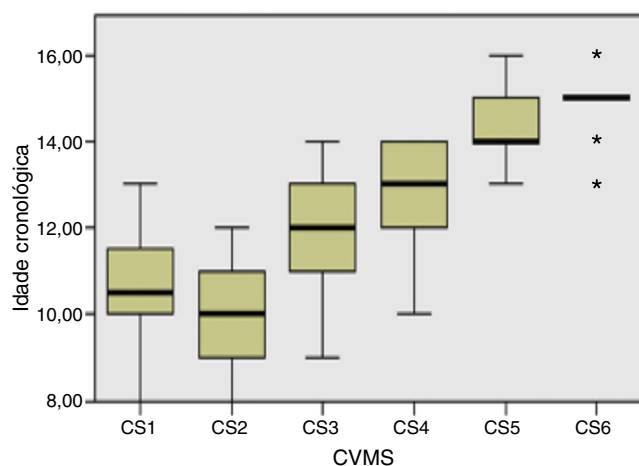


**Figura 3 – Representação gráfica das diferenças entre os sexos no que diz respeito à idade cronológica em níveis de maturação da mão e punho.**



**Figura 4 – Box plot dos resultados do teste Kruskal-Wallis para a idade cronológica nos CVMS dos jovens do sexo feminino.**



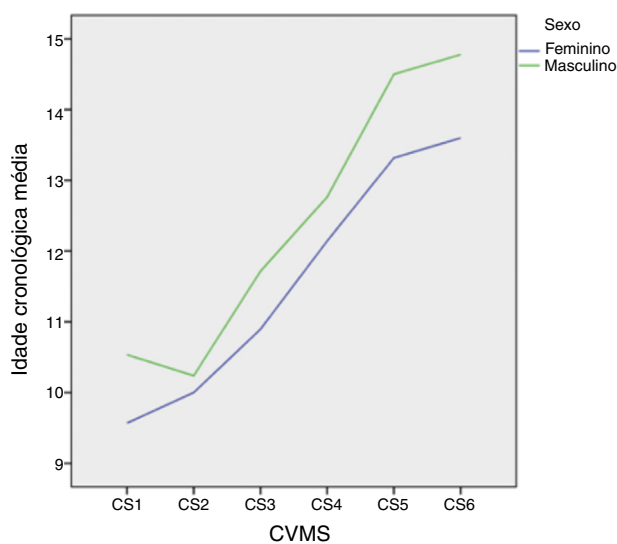


**Figura 5 – Box plot dos resultados do teste Kruskal-Wallis para a idade cronológica nos CVMS dos jovens do sexo masculino.**

CS1 ( $p=0,005$ ), CS5 ( $p=0,005$ ) e CS6 ( $p=0,026$ ), sugerindo que a maturação das raparigas ocorre antes da dos rapazes (fig. 6).

Os valores obtidos para o coeficiente de correlação de postos de Spearman indicam correlações fortes e positivas entre a idade cronológica e os CVMS dos jovens da amostra global ( $r_s=0,768$ ), para os jovens do sexo feminino ( $r_s=0,788$ ) e para os jovens do sexo masculino ( $r_s=0,778$ ). Em todos os casos, os resultados foram estatisticamente significativos com  $p < 0,001$  (tabela 5).

Foi observada uma forte correlação positiva entre os SMI e os CVMS em vários grupos etários dos 2 sexos ( $r_s=0,789$ ,  $p < 0,001$ ), particularmente para os de 10-11, 12-13 e 13-14 anos de idade (tabela 6). Do mesmo modo, uma forte correlação positiva foi detetada entre os SMI e os CVMS dos jovens de ambos os sexos (tabela 7), sendo o coeficiente de Spearman 0,806 para as raparigas e 0,803 para os rapazes. Todos os



**Figura 6 – Representação gráfica das diferenças entre os sexos no que diz respeito à idade cronológica em níveis de maturação das vértebras cervicais.**

**Tabela 6 – Rho de Spearman para os indicadores de maturidade esquelética da mão e punho e estádios de maturação das vértebras cervicais nos diferentes grupos etários e em ambos os sexos**

Idade cronológica (a)	n	Coefficiente de correlação	p value
[7-9[	16	-0,124	0,647
[9-10[	32	0,031	0,865
[10-11[	38	0,485**	0,002
[11-12[	53	0,297*	0,031
[12-13[	49	0,742**	0,000
[13-14[	36	0,673**	0,000
[14-15[	30	0,446*	0,013
[15-16[	31	0,143	0,444

Notas: \* Correlação é significativa a nível de 0,05 (bilateral). \*\* Correlação é significativa a nível de 0,01 (bilateral). Crianças entre os 7,00-8,99 anos foram consideradas como pertencendo ao grupo etário dos 7-9 anos de idade.

**Tabela 7 – Rho de Spearman para os indicadores de maturidade esquelética da mão e punho e estádios de maturação das vértebras cervicais por sexo e global**

Sexo	n	Coefficiente de correlação	p value
Feminino	171	0,803**	<0,001
Masculino	114	0,806**	<0,001
Total	285	0,789**	<0,001

Notas: \*\* Correlação é significativa a nível de 0,01 (bilateral).

resultados foram considerados estatisticamente significativos com  $p < 0,001$ .

## Discussão

Apesar de a puberdade apresentar um padrão similar em todos os indivíduos, existem variações individuais no tempo, duração e velocidade de crescimento. Deste modo, a determinação da maturação e a estimativa do potencial de crescimento durante a adolescência são essenciais na formulação de planos de tratamento de ortopedia dento-facial<sup>22</sup>.

Devido ao facto de ocorrerem variações significativas no crescimento de crianças da mesma faixa etária, a idade cronológica é considerada um indicador pouco fidedigno na determinação de estádios de desenvolvimento esquelético<sup>9</sup>. Se para alguns autores é possível encontrar fortes correlações entre idade cronológica e idade esquelética<sup>1</sup>, para outros essa correlação é baixa<sup>8</sup>. Nesta população portuguesa, o rho de Spearman revelou fortes correlações entre a idade cronológica, os SMI e os CVMS, quer para a totalidade da amostra quer para ambos os sexos, permitindo concluir que a idade, dentro de certos limites, poderá ser utilizada na determinação do estádio de maturação de um paciente.

Alguns autores referem uma baixa correlação entre a maturação da mão e punho e das vértebras cervicais, provavelmente devido aos diferentes métodos usados na avaliação da maturação esquelética através da mão e punho<sup>7</sup>. Neste estudo, a hipótese testada de que não há diferenças significativas entre ambos os métodos quando utilizados numa população

portuguesa foi validada para ambos os sexos, demonstrando que os 14 SMI podem ser confiavelmente correlacionados com os 6 CVMS, dados concordantes com outros reportados anteriormente<sup>1,3,5,8</sup>. A correlação foi particularmente forte nos grupos etários dos 10-11, 12-13 e 13-14 anos, idades associadas ao surto pubertário. Apesar da confiabilidade do método CVM ter sido estatisticamente provada, ele deve ser utilizado em associação com outros indicadores de crescimento como o crescimento corporal geral ou a menarca<sup>16</sup>.

Esta população portuguesa segue o padrão de crescimento secular, sendo comumente aceita que a puberdade normal se inicia entre os 8-12 anos de idade nas raparigas e entre os 9-14 anos de idade nos rapazes<sup>26</sup>. Neste estudo, tanto os dados da mão e punho (8,45 anos para o sexo feminino e 9,77 anos para o masculino na fase PP2=) como os das vértebras cervicais (10,89 anos para o sexo feminino e 11,71 anos para o sexo masculino no estágio CS3) demonstram que o início da puberdade, apenas baseada na análise esquelética, está dentro destes valores de referência. No entanto, os resultados obtidos para o sexo feminino não estão de acordo com os de Baccetti et al. que afirmam que a idade média para o início da puberdade para o sexo feminino é de 11 anos e 2 meses, permitindo concluir que as raparigas desta população portuguesa iniciam tendencialmente a sua maturação mais cedo do que as da população italiana.

O sexo é um fator que influencia o surto de crescimento pubertário, sendo a maturação esquelética feminina geralmente mais precoce que a masculina<sup>1,9</sup>. Este estudo revelou existirem diferenças estatisticamente significativas entre ambos os sexos, tanto para os SMI como para os CVMS, resultados concordantes com os de estudos anteriores<sup>1,7,9</sup>. Como demonstrado por ambos os métodos, as raparigas iniciam a puberdade e maturam mais cedo, enquanto os rapazes tendem a maturar mais tarde. Contudo, os SMI e os CVMS mostraram algumas diferenças: ambos os sexos iniciam a puberdade mais cedo de acordo com o método SMI e o sexo feminino tende a concluir a sua maturação mais cedo do que o masculino de acordo com o método CVM.

Os resultados deste estudo transversal demonstraram a validade da utilização das vértebras cervicais na avaliação da maturação esquelética de sujeitos portugueses, tornando o método CVM útil clinicamente na identificação do momento ideal para a realização de tratamentos de desarmonias dento-esqueléticas. Contudo, é necessária a realização de um estudo longitudinal que permita determinar as exatas relações entre os CVMS e o crescimento das estruturas craniofaciais na população portuguesa.

## Conclusões

A forte correlação entre a idade cronológica e a maturação determinada pelos métodos dos SMI e dos CVMS permite concluir que, com um grau de confiança semelhante ao de outros indicadores, mas dentro de certos parâmetros, a idade possa ser utilizada na avaliação dos estádios de maturação da população portuguesa.

A forte correlação entre ambos os métodos sugere que o método da CVM pode ser utilizado rotineiramente na prática clínica, no tratamento de pacientes portugueses.

## Responsabilidades éticas

**Proteção de pessoas e animais.** Os autores declaram que para esta investigação não se realizaram experiências em seres humanos e/ou animais.

**Confidencialidade dos dados.** Os autores declaram ter seguido os protocolos do seu centro de trabalho acerca da publicação dos dados de pacientes.

**Direito à privacidade e consentimento escrito.** Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## BIBLIOGRAFIA

1. 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 and Dentofacial Orthop.* 2006;130:622-8.
2. Santiago RC, de Miranda Costa LF, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012;82:1123-31.
3. Lai EH, Liu JP, Chang JZ, Tsai SJ, Yao CC, Chen MH, et al. Radiographic assessment of skeletal maturation stages for orthodontic patients: Hand-wrist bones or cervical vertebrae? *J Formos Med Assoc.* 2008;107:316-25.
4. Fernandez PG, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. *J Clin Orthod.* 1998;32:221-5.
5. Mahajan S. Evaluation of skeletal maturation by comparing the hand wrist radiograph and cervical vertebrae as seen in lateral cephalogram. *Indian J Dent Res.* 2011;22:309-16.
6. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop.* 2000;118:335-40.
7. Román PS, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod.* 2002;24:303-11.
8. Alkhal HA, Wong RWK, Rabie ABM. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in Southern Chinese. *Angle Orthod.* 2008;78:591-6.
9. Kamal M, Ragini, Goyal S. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2006;24:127-35.
10. Stiehl J, Müller B, Dibbets J. The development of the cervical vertebrae as an indicator of skeletal maturity: Comparison with the classic method of hand-wrist radiograph. *J Orofac Orthop.* 2009;70:327-35.
11. Caldas MdeP, Ambrosano GM, Haite Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res.* 2010;24:120-6.

12. 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;76:1-5.
13. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005;11:119-29.
14. Baccetti T, Franchi L, de Toffol L, Ghiozzi B, Cozza P. The diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity. *Prog Orthod.* 2006;7:176-88.
15. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Postpubertal assessment of treatment timing for maxillary expansion and protraction therapy followed by fixed appliances. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop.* 2004;126:555-68.
16. Zhao XG, Lin J, Jiang JH, Wang Q, NG SH. Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation. *Angle Orthod.* 2012;82:229-34.
17. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG, McNamara JA. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001;75:343-50.
18. Martins MM, Oliveira PC, Goldner MT, Miguel JA. Skeletal maturation of cervical vertebrae and hand-wrist region. *Braz Dent Sci.* 2011;14:4-8.
19. Faltin KJ, Faltin RM, Baccetti T, Franchi L, Ghiozzi B, McNamara JA. Long-term effectiveness and treatment timing for Bionator therapy. *Angle Orthod.* 2003;73:221-30.
20. O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae. *Angle Orthod.* 1988: 179-84.
21. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72:316-23.
22. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop.* 1995;107:58-66.
23. Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod and Dentofacial Orthop.* 1976;69:611-9.
24. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle orthod.* 2006;76:984-9.
25. Landis JR, Koch GG. An application of hierarchical kappa-type statistics in the assessment of majority agreement among multiple observers. *Biometrics.* 1977;33:363-74.
26. Muir A. Precocious puberty. *Pediatr Rev.* 2006;27:373-81.