

# CORRELACION ENTRE RESULTADOS DE RADIOGRAFIA CERVICAL LATERAL Y RADIOGRAFIA DE MANO-MUÑECA EN LA ESTIMACION DE EDAD OSEA EN NIÑAS

Drs. Cristina Zurita F<sup>(1)</sup>, Arturo Fuentes S<sup>(2)</sup>.

1. Cirujano Dentista, Universidad del Desarrollo Concepción, Docente de Imaginología, Facultad de Odontología, Universidad del Desarrollo. Chile.

2. Cirujano Dentista, Radiólogo Maxilo-Facial, Universidad de Concepción. Docente Imaginología, Universidad del Desarrollo. Chile.

## CORRELATION BETWEEN LATERAL CEPHALOMETRIC AND HAND-WRIST RADIOGRAPH FINDINGS IN BONE AGE ESTIMATION IN GIRLS

**Abstract:** In the framework of odontological practice, the assessment of skeletal maturation is vital for decision-making concerning orthodontic and orthognatic treatments, specially in commonly performed cephalometric radiographs. Our purpose was to determine the correlation between bone age analysis by applying Fishman method to hand-wrist radiograph, and Cervical Vertebrae Maturation Stages Method (CVMS) to lateral cephalometric radiograph. A prospective study was conducted in a sample of 24 girls lodged at Residencia de Niñas Hogar Madre Teresa Bacq, Concepción, Chile, whose ages ranged from 6 to 14 years. Girls underwent lateral cephalometric and hand-wrist radiographs for estimating bone age according to both foregoing methods (CVMS and Fishman). The Chi-square statistical analysis revealed a strong dependency between variables as well as a correlation of 0,753 per cent according to Spearman coefficient, thus demonstrating a strong and positive correlation between both methods.

**Keywords:** Bone age, CVMS method (cervical vertebrae maturation stages), Fishman method.

**Resumen:** En la práctica odontológica se hace necesario evaluar la maduración esquelética, para la toma de decisiones en tratamientos ortodóncicos y ortognáticos, idealmente en las radiografías cefalométricas que se adquieren habitualmente.

**Zurita C y cols.** Correlación entre resultados de radiografía cervical lateral y radiografía de mano-muñeca en la estimación de edad ósea en niñas. Rev Chil Radiol 2009; 15: 39-45.

**Correspondencia:** Dra. Cristina Zurita F.

cristyzury@gmail.com, czurita@udd.cl

Trabajo recibido el 18 de enero de 2008, aceptado para publicación el 20 de enero 2009.

El propósito de esta investigación fue determinar la correlación existente entre el análisis de edad ósea mediante el método de Fishman en la radiografía mano-muñeca y el método CVMS (cervical vertebrae maturation stages) en la radiografía lateral cefalométrica. Se estudió en forma prospectiva una muestra de 24 niñas pertenecientes a la Residencia de Niñas Hogar Madre Teresa Bacq, Concepción, Chile, con edades entre 6 y 14 años a las cuales se tomaron radiografías lateral cefalométrica y mano-muñeca, evaluándose la edad ósea en cada radiografía, según ambos métodos. El análisis estadístico Chi-cuadrado reveló dependencia entre las variables y nivel de correlación de 0.753 según el coeficiente de Spearman, lo que indica una correlación fuerte y positiva entre ambos métodos. Palabras clave: Edad ósea, Método CVMS (cervical vertebrae maturation stages), Método Fishman.

## Introducción

Según el diccionario Mosby (1997) de Medicina y Ciencias de la Salud<sup>(1)</sup>, edad ósea “es una fase del desarrollo o decadencia del esqueleto o de sus segmentos, tal y cómo se ve en la exploración radiológica cuando se compara con las imágenes radiográficas de las estructuras óseas de otros individuos de la misma edad cronológica”. Por años, los profesionales de la salud vinculados al desarrollo infantil han estado interesados en medir la edad ósea con el fin de conocer en qué estado de maduración esquelética se encuentra el paciente pediátrico, para saber si su edad está acorde respecto a la de otros. La evaluación puede ser realizada mediante diversos indicadores biológicos: incremento en altura corporal<sup>(2)</sup>, maduración esquelética mano-muñeca, desarrollo dental, menarquia o cambios de voz y maduración cervical vertebral<sup>(3)</sup>; el indicador clásico es a través de la radiografía de mano-muñeca, evaluada por el médico radiólogo, que examina maduración ósea en huesos de la mano y muñeca<sup>(4)</sup>. Para este efecto, un de los métodos utilizados el de Fishman (Figuras 1-3<sup>(5)</sup>) que consiste en la evaluación de 11 indicadores de maduración carpal

que se desglosan como sigue:

- I. *Ensanchamiento de las epífisis*
  - 1. SMI 1: Tercer dedo, falange proximal
  - 2. SMI 2: Tercer dedo, falange media
  - 3. SMI 3: Quinto dedo, falange media
- II. *Osificación*
  - 4. SMI 4: Aductor sesamoideo
- III. *Encapsulamiento de las epífisis*
  - 5. SMI 5: Tercer dedo, falange distal
  - 6. SMI 6: Tercer dedo, falange media
  - 7. SMI 7: Quinto dedo, falange media
- IV. *Fusión de epífisis y diáfisis*
  - 8. SMI 8: Tercer dedo, falange distal
  - 9. SMI 9: Tercer dedo, falange proximal
  - 10. SMI 10: Tercer dedo, falange media
  - 11. SMI 11: Fusión del radio

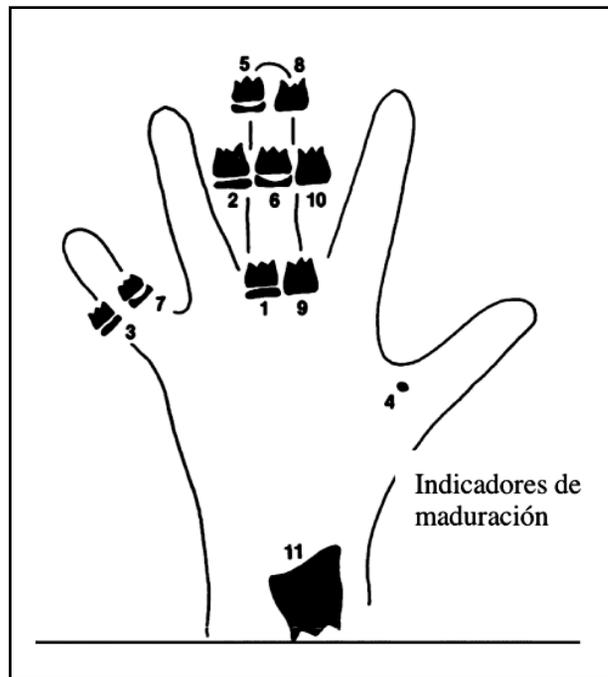
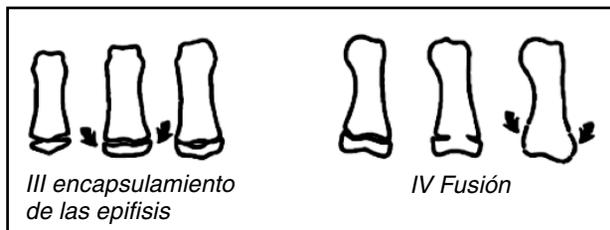
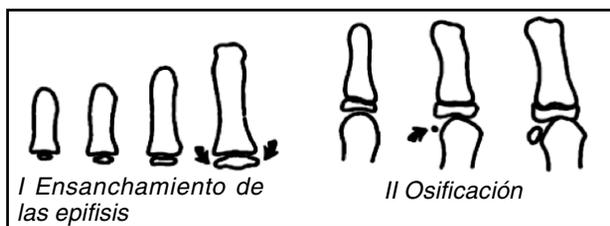


Figura 2. Los once eventos que se analizan para determinación de edad ósea mediante radiografía mano-muñeca (Modificado desde Fishman, 1981).

Figura 1. Indicadores radiográficos de maduración esquelética en radiografía mano-muñeca (Modificado desde Fishman, 1981).

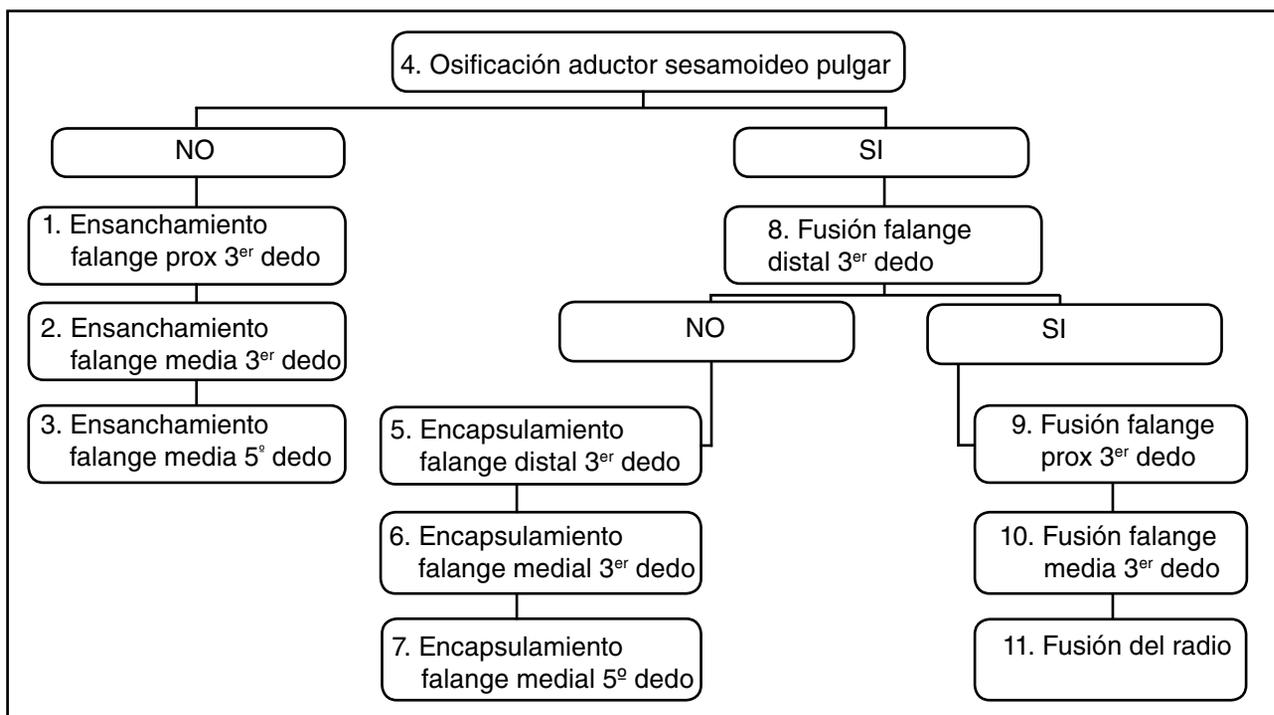
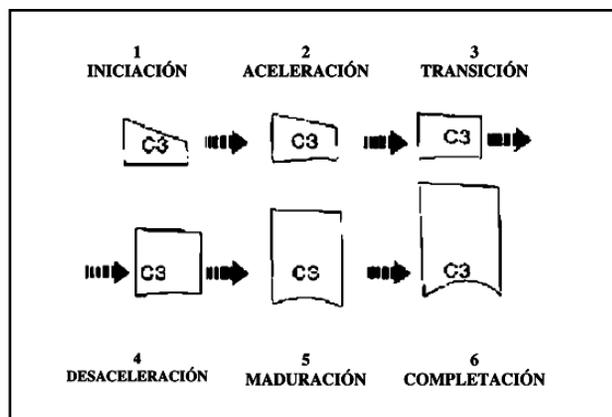


Figura 3. Esquema de observación para evaluar las etapas de Fishman en la radiografía mano-muñeca (Modificado de Fishman, 1981).

Diversos estudios se han enfocado en el análisis de maduración ósea mediante radiografía lateral de vértebras cervicales. Lamparski creó en el 1972 el método llamado Cervical Vertebral Maturation (CVM) <sup>(6)</sup>, que posee 6 etapas (Figura 4), cuyos estándares de maduración se basan en la observación de los cambios morfológicos de los cuerpos vertebrales cervicales:

- *Estadio cervical 1:* los bordes inferiores de las vértebras C2, C3 y C4 son planos. Los cuerpos de C3 y C4 muestran forma trapezoidal. El *peak* de crecimiento mandibular ocurrirá en un promedio de 2 años después de este estadio.
- *Estadio cervical 2:* el borde inferior de C2 presenta una concavidad y los cuerpos de C3 y C4 aún son trapezoidales. El *peak* de crecimiento mandibular ocurrirá en promedio 1 año más tarde.
- *Estadio cervical 3:* se observa una concavidad en el borde inferior de C2 y C3. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser trapezoidales o rectangulares. El *peak* de crecimiento ocurrirá dentro de 1 año.
- *Estadio cervical 4:* el borde inferior de C2, C3, y C4 se observa cóncavo. Los cuerpos de C3 y C4 son rectangulares. El *peak* de crecimiento ocurre dentro de uno o dos años después de este estadio.
- *Estadio cervical 5:* aún se observan las concavidades, pero al menos uno de los cuerpos, C3 o C4 son cuadrados. El *peak* de crecimiento termina al menos un año después de esta etapa.

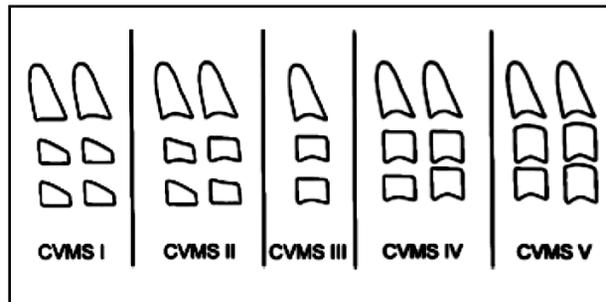


**Figura 4.** Las 6 etapas de crecimiento según Lamparski y su correlación según Hassel & Farman con las etapas del método de Fishman para edad ósea mano-muñeca (Modificado de Hassel & Farman, 1995).

Años más tarde, Hassel y Farman correlacionaron estas etapas con las del método de Fishman de mano-muñeca <sup>(7)</sup>, correspondiendo SMI 1 y 2 a la iniciación, SMI 3 y 4 a aceleración, SMI 5 y 6 a transición, SMI 7 y 8 a desaceleración, SMI 9 y 10 a maduración y SMI 11 a la completación de los estados carpales.

En el año 2002, Baccetti, Franchi & McNamara <sup>(8)</sup> perfeccionaron el método creado por Lamparski llamándolo CVMS, que une las dos primeras etapas

de crecimiento del método y considera que la medición se puede hacer incluyendo sólo hasta la cuarta vértebra cervical (Figura 5).



**Figura 5.** Representación esquemática de las etapas de maduración cervical del método CVMS (Modificado de Baccetti et als, 2002).

Según Fengshan *et als*, (2004) <sup>(9)</sup>, una de las razones para incorporar este método es que el hueso mandibular, por estar localizado al lado de las vértebras cervicales, está más cerca de la formación ósea de éstas que de los huesos de mano-muñeca, lo que entregaría un tiempo más preciso del *peak* de crecimiento mandibular y facial; además está comprobado que el crecimiento progresivo de los cuerpos vertebrales está relacionado con el envejecimiento humano <sup>(10)</sup>. Los *peaks* de crecimiento maxilar sirven para planificar los tratamientos (ortodóncicos, ortognáticos, etc.) y sincronizarlos adecuadamente según el período de maduración esquelética en que esté el individuo.

Las aplicaciones son múltiples, al establecer un adecuado parámetro predictivo de maduración, ya que ha sido demostrado que la eficacia de los tratamientos en una clase II <sup>(11)</sup>, es decir con una mandíbula retrasada, depende fundamentalmente de realizarlos en una fase donde el cartílago condilar tenga una máxima respuesta, lo que sucede en el período alrededor de la pubertad, de modo que al tratar a un paciente en una etapa CVMS 1, la ganancia en crecimiento mandibular medido cefalométricamente desde cóndilo-gnación <sup>(12)</sup>, es de 2,5 mm en comparación a cuando se trata en un estadio CVMS 3 que es la etapa ideal, en donde se obtiene un crecimiento mandibular de hasta 5,4 mm que garantiza una mejor estabilidad del arco <sup>(3)</sup>. Este es sólo un ejemplo de las aplicaciones que tendría CVMS, ya que además es útil para la sincronización de tratamientos en las clases III, deficiencias transversales maxilares entre otras, constituyendo una herramienta más accesible y cercana a la odontología.

El objetivo de este estudio fue determinar la correlación existente entre el análisis de edad ósea mediante método de Fishman en una radiografía mano-muñeca y el método CVMS en una radiografía lateral cefalométrica.

PEDIATRIA

**Material y método**

Mediante muestreo no probabilístico de caso consecutivo por conveniencia se seleccionaron 30 niñas de un universo de 41 niñas de la Residencia de Niñas Hogar Madre Teresa Bacq. Los criterios de inclusión fueron: edad de 6 a 14 años y residir en el Hogar. El grupo de estudio se eligió porque constituye un conjunto homogéneo de niñas sometidas a las mismas condiciones ambientales desde la infancia, lo que reduce el error sistemático ya que la muestra es altamente homogénea y permite obtener una respuesta uniforme disminuyendo el error al azar. Además se eligieron sujetos de género femenino porque los varones tienen un patrón más retrasado de crecimiento, lo que hubiese traído como consecuencia la necesidad de incluir mayores rangos etarios en la muestra, con mayores costos para la investigación.

El método de reclutamiento de la muestra consistió en una lista interna de las niñas, facilitada por el hogar, en la cual constaba de la edad, nombre completo y fecha de nacimiento.

Cómo se trabajó con menores de edad que no tienen tutores legales, se pidió autorización a SENAME, firmando la directora del hogar los consentimientos informados. Luego se obtuvo el consentimiento de cada niña, previa explicación del procedimiento a realizar. Se dividió la muestra en tres grupos de 10 niñas cada uno, a las cuales se les tomó radiografía mano-muñeca en equipo Planmeca Intra y una radiografía lateral en equipo Planmeca Proline XC; todos los exámenes radiográficos se realizaron en película AGFA Drystar DT2B 8 x 10 pulgadas e impresas en equipo Drystar 5302, cumpliendo en todo momento con los principios de la declaración de Helsinki (2000)<sup>(13)</sup>.

Durante el transcurso del estudio, 6 participantes quedaron excluidas debido a su retiro del Hogar por procesos de adopción, quedando sólo 24 niñas que participaron en el estudio, por lo que fueron tomadas 24 radiografías mano-muñeca y 24 radiografías laterales. Las edades de las niñas se observan en el Gráfico 1.

Previo a la evaluación de las radiografías, se adiestró al investigador, quien examinó las radiogra-

fías mano-muñeca con la cooperación de un médico radiólogo, utilizando el método de Fishman.

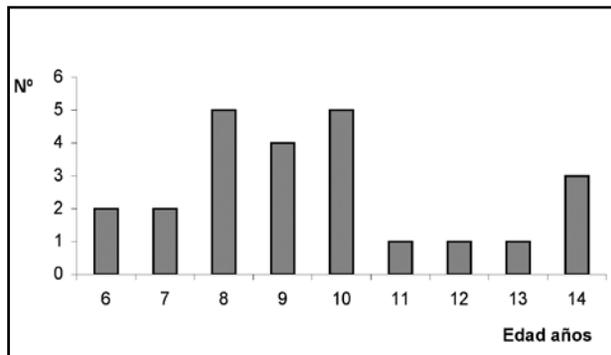
El análisis radiográfico fue mediante procedimiento de ciego, con un intervalo de 1 mes entre cada revisión, registrando las diferencias entre ambas mediciones. Las discrepancias fueron 3 y se consultaron al médico radiólogo. En el caso de las radiografías laterales de columna cervical, se utilizó el método CVMS clasificando en etapas I, II, III, IV y V, según Bacetti *et als* (2002)<sup>(8)</sup>.

Los datos que se observan en la Tabla I, fueron importados al programa STAT GRAPHICS PLUS 3.1.1, dónde se realizó análisis de Chi-cuadrado y posteriormente se calculó el coeficiente de Spearman.

**Tabla I.** Datos de las etapas de maduración según métodos de Fishman y CVMS, para cada niña.

Paciente	Edad	Etapas Fishman	Etapas CVMS
1	14	9	4
2	8	2	2
3	7	1	1
4	14	11	4
5	8	3	1
6	10	4	2
7	7	1	1
8	9	1	1
9	10	4	2
10	6	1	1
11	10	7	1
12	8	3	1
13	9	3	1
14	9	4	1
15	8	2	1
16	6	1	1
17	10	6	2
18	12	9	3
19	11	6	4
20	14	11	5
21	13	9	4
22	10	1	2
23	8	1	1
24	9	2	1

PEDIATRIA



**Gráfico 1.**

**Resultados**

En el Gráfico 2 se observa la dispersión de los datos obtenidos. Para las etapas iniciales (1 y 2) hay una coincidencia entre ambas escalas de evaluación, pero a medida que evolucionan, existe mayor dispersión. A pesar de ello, los datos se ajustan razonablemente a la recta de pendiente positiva. El coeficiente de determinación R2 fue de 0,7165, lo que

significa que existe un 71,6 % de variabilidad de los datos evaluados por CVMS con respecto a los datos obtenidos por Fishman.

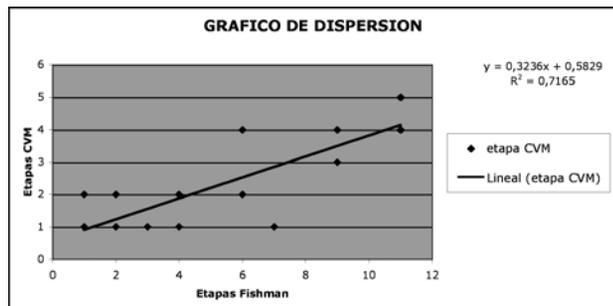


Gráfico 2. Dispersión.

Con la prueba estadística Chi-Cuadrado (Tabla II) se planteó que la hipótesis de trabajo correspondía a que las variables estudiadas eran independientes entre sí y cómo el valor p resultó ser menor a 0.10 se rechaza la hipótesis con un intervalo de confianza del 90%, estando entonces los valores encontrados para método de Fishman relacionados con los valores encontrados con el método CVMS.

**Tabla II. Resultados Test Chi-Cuadrado.**

Chi-Cuadrado	Df	Valor P
41,04	28	0,0532

La Tabla III muestra el número de pacientes en cada etapa para CVMS y Fishman y en la Tabla IV estos resultados se expresan porcentualmente.

Si bien mediante el Chi-Cuadrado se demostró que efectivamente estas variables eran dependientes, es decir existe un nivel de asociación, se consideró necesario determinar cuál era ese nivel y para ello se calculó el coeficiente de Spearman, que dio como resultado 0.753, lo que muestra un valor próximo a 1, que implica una correlación fuerte y positiva.

**Discusión**

La dispersión de los valores alrededor de la línea de tendencia en el Gráfico 2, se debe a que los dos métodos de evaluación utilizan diferentes escalas.

**Tabla III. Distribución de frecuencias de las etapas de maduración para ambos métodos.**

	1	2	3	4	6	7	9	11	Total
1	6	2	3	1	-	1	-	-	13
2	1	1	-	2	1	-	-	-	5
3	-	-	-	-	-	-	1	-	1
4	-	-	-	-	1	-	2	1	4
5	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Total	7	3	3	3	2	1	3	2	24

**Tabla IV. Distribución de los porcentajes de las frecuencias**

	1	2	3	4	6	7	9	11	Total
1	25%	8,33%	12,50%	4,17%	-	4,17%	-	-	54,17%
2	4,17%	4,17%	-	8,33%	4,17%	-	-	-	0,83%
3	-	-	-	-	-	-	4,17%	-	4,17%
4	-	-	-	-	4,17%	-	8,33%	4,17%	16,67%
5	-	-	-	-	-	-	-	4,17%	4,17%
Total	29,17%	12,50%	12,50%	12,50%	8,33%	4,17%	12,50%	8,33%	100%

PEDIATRIA

Los resultados de este estudio confirman que existe una correlación fuerte y positiva<sup>(15)</sup> entre el método de evaluación de edad ósea de Fishman y el método CVMS. Este último tiene las siguientes ventajas, según Baccetti *et al*<sup>(3)</sup>:

1. En un 93,5 % de los sujetos los intervalos CVMS 3- 4 coinciden con el *peak* puberal de crecimiento mandibular y corporal
2. No se requiere exposición radiográfica adicional<sup>(14)</sup>, ya que para un tratamiento ortodóncico se obtiene de rutina la radiografía lateral-cefalométrica
3. Resulta fácil de reproducir
4. El conocer la etapa de maduración permite encauzar las decisiones para el inicio de los tratamientos ortodóncico u ortognático<sup>(15)</sup>.

La correlación obtenida por este estudio es similar a la observada en el estudio de Flores *et al* (2006)<sup>(6)</sup>, que obtuvo un coeficiente de Spearman de 0,72; la diferencia radica en que Flores *et al*, utilizaron una muestra de 52 mujeres y 27 hombres, no homogénea en ambos géneros, cuyas edades se desconocen, factor importante para los resultados del estudio, en cambio en el presente trabajo se utilizó una muestra altamente homogénea en cuanto a género y condiciones ambientales, que permite inferir mejores resultados. Camargo y Cunna (2007)<sup>(15)</sup> concluyen que para acreditar a CVMS son necesarios estudios con muestras homogéneas, siendo nuestro trabajo el único que cumple con este criterio en la literatura.

Gandini *et al* publicaron un estudio similar en el 2006<sup>(16)</sup>, comparando métodos de evaluación de edad ósea carpal y cervical, entre índice de Björk y CVMS resultando en una concordancia del 83%, lo que hizo concluir a los investigadores que CVMS puede ser considerado un procedimiento eficiente, repetible y fácil de aplicar a la radiografía lateral cefalométrica, tan conocida por los dentistas, sobre todo por los ortodoncistas, dónde constituye una herramienta fundamental en el diagnóstico y planificación del tratamiento.

Otros estudios se han enfocado en validar la edad ósea cervical como un nuevo índice de maduración esquelética, sin asociarse con CVMS, como por ejemplo el estudio de Mito, Sato y Mitani (2002)<sup>(17)</sup> que, usando radiografías laterales cefalométricas midieron los cuerpos vertebrales cervicales y mediante una fórmula de regresión calcularon la edad ósea, comparándola con radiografías mano-muñeca evaluadas con el método de Tanner-Whitehouse, obteniendo un nivel de correlación de 0.869; es decir una correlación mayor que la existente entre edad ósea carpal y edad cronológica.

En el futuro, existe también la posibilidad de usar métodos diferentes de evaluación de edad ósea en radiografías de mano-muñeca como Greulich & Pyle o Tanner & Whitehouse, que tienen una alta

correlación con la edad cronológica<sup>(18)</sup> y podrían compararse con el método CVMS para consolidarlo aún más e introducirlo en el ámbito odontológico en Chile, ya que no existen publicaciones al respecto. Sería recomendable diseñar un estudio aumentando los rangos etarios y el tamaño de la muestra para obtener mejores curvas de dispersión y hacer más significativos los resultados.

### Conclusión

Existe una correlación estadísticamente significativa entre el método de Fishman (radiografía mano-muñeca) y el método de maduración vertebral cervical (CVMS) en el análisis de edad ósea, por lo que se rechaza la hipótesis nula y se confirma la de trabajo. Los resultados obtenidos indican que es posible prescindir del método de Fishman y utilizar el método CVMS en la radiografía lateral cefalométrica para la evaluación de la edad ósea, anticipando así el momento adecuado para aplicar el tratamiento odontológico, tomando decisiones clínicas basadas en parámetros confiables, ahorrando costos y tiempo, además de obtener resultados más precedibles a largo plazo.

### Agradecimientos

Agradecimientos a la Residencia de Niñas Hogar Madre Teresa Bacq, Concepción, Chile por su participación y a la colaboración del Dr. Pedro Zurita Rubilar, Médico Radiólogo.

### Bibliografía

1. Alvarez J. Diccionario Mosby de Medicina y Ciencias de la Salud. 2º Edición. Madrid: Doyma Libros 1995; pp. 368.
2. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod* 1996; 35: 1-5.
3. Baccetti T, Franchi I, McNamara JA J.R. The cervical vertebral maturation method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod*: Elsevier 2005; 11: 119-129.
4. Chapman S. Ossification of the adductor sesamoid and the adolescent growth spurt. *Angle Orthod* 1972; 42: 236-245.
5. Fishman L. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod* 1981; 52.
6. Flores 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.
7. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995; 107: 58-66.
8. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA J.R. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod* 2002; 72: 316-323.
9. Fengshan C, Terada K, Hanada K. A new method of

- predicting mandibular length increment on the basis of cervical vertebrae. *Angle Orthod* 2004; 74: 630-634.
10. Israel H. Progressive enlargement of the vertebral body as part of the process of human skeletal ageing. *Age Ageing* 1973; 2: 71-79.
  11. Cozza P, Baccetti T, Franchi L, De Toffol L, McNamara JA. Mandibular Changes produced by functional appliances in class II malocclusion: a systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; pp: 129-599.
  12. Mito T, Sato K, Mitani H. Predicting mandibular growth potential with cervical vertebral bone age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 124: 173-18.
  13. Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial del 2000". [http://www.fisterra.com/mbe/investiga/declaracion\\_helsinki.asp](http://www.fisterra.com/mbe/investiga/declaracion_helsinki.asp) (Accesado 19/Oct/2006)
  14. Morihisa O, Feres R, Vasconcelos M, Sannomiya E. Evaluation of the skeletal maturation: a comparative review of the hand and wrist method and the image of the cervical vertebrae. *OrtodontiaSPO* 2005; 38: 70-77.
  15. Camargo G, Cunna T. Study of synchronism among skeletal age, dental age and vertebral age with the chronological age. *SOTAU Virtual Odontol* 2007; 2: 2-7.
  16. Haiter N, Almedia S, Leite C. Comparative study of Greulich & Pyle and Tanner & Whitehouse methods for estimating skeletal age. *Pesqui Odontol Bras* 2000; 14: 378-384.
  17. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod* 2006; 76.
  18. Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002; 122: 380-385.