

REPRODUCIBILIDAD EN EL DIAGNÓSTICO DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ESQUELÉTICA SEGÚN EL MÉTODO DE FISHMAN EN RADIOGRAFÍAS CARPALES EVALUADAS POR ODONTÓLOGOS ENTRENADOS

REPRODUCIBILITY IN THE DIAGNOSIS OF SKELETAL MATURATION STAGES ACCORDING TO FISHMAN'S METHOD IN CARPAL RADIOGRAPHS EVALUATED BY TRAINED ODONTOLOGISTS

Cipriano-Martínez, Víctor Alex.¹
Arriola-Guillén, Luis Ernesto.²

RESUMEN

Objetivo: Determinar la reproducibilidad en el diagnóstico de los estadios de maduración esquelética según el método de Fishman en radiografías cárpales evaluados por odontólogos entrenados.

Metodología: La población de estudio estuvo constituida por evaluaciones del diagnóstico carpal de 34 radiografías cárpales estandarizadas, realizadas por 4 observadores entrenados (3 especialistas en ortodoncia y un estudiante de último ciclo de odontología calibrado). Las mediciones se realizaron en tres momentos establecidos tiempo 1, tiempo 2 (a la semana del tiempo 1), tiempo 3 (al mes del tiempo 1). Haciendo un total de 102 diagnósticos por evaluador y un total de 408 diagnósticos entre los 4 evaluadores. Se evaluaron 10 radiografías por día para eliminar el efecto memoria de los observadores hasta terminar con las 34 radiografías.

Resultados: Los resultados de la evaluación de la concordancia del diagnóstico de maduración esquelética entre los cuatro operadores en los tres tiempos evaluados, muestran una correlación de Spearman con valores superiores a 0.8, consideradas correlaciones muy buenas. En la evaluación de la concordancia intra operador en los 3 tiempos evaluados se encontró concordancias buenas y moderadas, y en la evaluación de la concordancia inter operador en los 3 tiempos se encontró concordancias buenas, el valor de concordancia intra operador más alto fue 0.800 y la concordancia inter operador más alta fue de 0.507.

Conclusiones: La concordancia del diagnóstico en el método de maduración esquelética de Fishman evaluado por cuatro clínicos de odontología un mes después de su primer diagnóstico fue moderada a alta.

Palabras clave: *maduración esquelética, Fishman, reproducibilidad.*

ABSTRACT

Objective: To determine the reproducibility in the diagnosis of stages of skeletal maturation according to the Fishman method on radiographs evaluated by trained dentists.

Material and Methods: The study population consisted of assessments of the carpal diagnosis of 34 standardized carpal radiographs performed by 4 trained observers (3 Specialists in Orthodontics and 1 trained student of the last cycle of Dentistry). The measurements were performed in three moments, time 1, time 2 (a week of time 1), time 3 (a month of time 1). Doing a total of 102 diagnoses per evaluator and a total of 408 diagnoses among the 4 evaluators. Ten radiographs per day were used to eliminate the memory effect of the observers until the end of the 34 radiographs.

Results: The results of the evaluation of the concordance of the diagnosis of skeletal maturation among the four operators in the three times evaluated show a Spearman correlation with values above 0.8, considered to be very good correlations. In the evaluation of the intra-operator concordance in the 3 evaluated times, good and moderate concordances were found, and in the evaluation of inter-operator concordance in the 3 times good concordances were found, the highest intra-operator agreement value was 0.800 and The highest inter-operator agreement was 0.507.

Conclusions: Diagnostic concordance in Fishman's method of skeletal maturation assessed by four dental clinics one month after their first diagnosis was moderate to high.

Keywords: *skeletal maturation, Fishman, reproducibility.*

¹Bachiller en Estomatología.

²Mg. Esp. en Ortodoncia. Docente de pre y posgrado. Universidad Científica del Sur. Perú

INTRODUCCIÓN

El estadio de maduración esquelética de una persona en crecimiento constituye un indicador de gran utilidad para los tratamientos ortopédicos, guiando al clínico a tomar decisiones eficientes en momentos precisos.^{1,2} Durante la maduración del individuo, se pueden observar diferentes etapas o períodos delimitados en el proceso, encontrándose tres picos de aceleración del crecimiento: el primero ocurre aproximadamente desde el nacimiento hasta los tres años de edad; el segundo es observado entre los 6 y 7 años en niñas y de 7 a 9 años en niños y el tercero o circumpuberal, ocurre cercano a la pubertad aproximadamente de 10 a 12 años en mujeres y de 12 a 14 años en varones.

Este último pico es el periodo de máxima aceleración de crecimiento óseo, y se relaciona con la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Entre esos períodos, se encuentran etapas de desaceleración, en las cuales se produce un crecimiento lento.³ El PCP (pico de crecimiento puberal) es la etapa donde el crecimiento llega a su máxima aceleración, seguido a esta etapa se produce la etapa de desaceleración en la cual se produce un crecimiento lento.¹

La edad ósea es el grado de desarrollo y madurez en el cual se encuentra el sistema esquelético de un sujeto y está dado por la comparación entre la edad cronológica del individuo y la existencia de osificación de ciertas estructuras cartilaginosas o epifisarias muy determinadas.⁴ La edad ósea se basa en la evaluación de diversos eventos de maduración y desarrollo, que aparecen de forma regular y secuencial durante la madurez ósea, principalmente en los huesos de la mano y muñeca y en algunas vértebras cervicales, vistos

en la radiografía carpal y en la lateral de cabeza respectivamente, que se comparan con distintos patrones de evaluación establecidos por sexo y edad, para tratar de predecir el crecimiento que tendrá un individuo en el futuro.^{5,6}

Existen varios métodos para determinar el estadio de maduración esquelética como el de Greulich y Pyle⁷ en 1959, Björk⁸ en 1972 modificado por Grave y Brown⁹ en 1976, Fishman¹⁰ en 1982, Tanner y WhiteHouse¹¹ en 1983 y Hassel y Farman¹² en 1995.

La reproducibilidad en el diagnóstico de los estadios de maduración esquelética en radiografías de mano y muñeca no ha sido reportada, más aun teniendo en cuenta que existen diferentes métodos de evaluación cada uno con su protocolo específico, por lo tanto, el conocimiento de esta reproducibilidad en el diagnóstico se hace importante para identificar cuan exacto puede ser un evaluador entrenado permitiéndole al paciente tener un diagnóstico exacto en su fase de crecimiento.^{13,14} Por lo tanto el propósito de esta investigación fue demostrar la reproducibilidad en el diagnóstico de la maduración esquelética según el método de Fishman de odontólogos entrenados en el diagnóstico de radiografías cárpales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación fue de tipo observacional, descriptiva, longitudinal y de correlación. La población de estudio estuvo constituida por evaluaciones del diagnóstico carpal de 34 radiografías cárpales estandarizadas, realizadas

por 4 observadores entrenados y en tres momentos establecidos, realizándose un total de 102 diagnósticos por observador, en total 408 diagnósticos. Las radiografías carpales fueron todas las que cumplían los criterios de selección de una clínica privada de ortodoncia. La muestra obtenida fue probabilística de acuerdo a la fórmula de tamaño muestral para comparar dos proporciones.

Los criterios de selección fueron:

- De los evaluadores expertos:

- Odontólogos (Ortodoncistas con experiencia en el diagnóstico carpal) y un estudiante de Odontología, todos capacitados y calibrados para el diagnóstico carpal según el método de Fishman.

- De las radiografías carpales:

- Radiografías en buen estado.
- Radiografías nítidamente visibles.
- Radiografías de mano izquierda.
- Radiografías que hayan sido tomadas en un mismo centro radiográfico.

Para la toma de radiografías se siguieron todas las medidas de protección recomendadas: a cada paciente seleccionado para el estudio se colocó un mandil de plomo y luego se procedió a tomar una radiografía de la mano y muñeca del lado izquierdo, con un equipo convencional marca (Promax®, Planmeca, Finland), mediante la técnica en la que el haz de los rayos X se orienta perpendicular al Cefalostato, el rayo estuvo dirigido al tercer metacarpiano con la mano extendida, distancia del punto focal al

cefalostato 152cm; 60 Kvp; 4 ma; 0,64 segundos de exposición. Las radiografías fueron registradas por un especialista en radiología de más de 10 años de experiencia.

Evaluación de los estadios de maduración Esquelética:

Se evaluaron los estadios de maduración esquelética según el método de Fishman que tiene once estadios (Fig. 1), en las radiografías de mano y muñeca previamente codificadas y se registraron en la ficha de datos.

Las evaluaciones de maduración ósea y calcificación dentaria fueron realizadas sobre un negatoscopio bien iluminado y en un ambiente oscuro, por todos los examinadores.

Previo a esta evaluación los evaluadores pasaron por un proceso de calibración intra e inter observador, se realizaron 10 evaluaciones radiográficas por cada odontólogo en 2 momentos entre los 4 observadores y el valor obtenido fue de 0.75 y 0.70 para la calibración inter observador e intra observador respectivamente (índice de Kappa).

Análisis de los Datos

Los datos fueron analizados utilizando el programa informático estadístico SPSS versión 20.00, el análisis comenzó con la descripción de la variable diagnóstico de maduración esquelética en cada uno de los métodos de diagnóstico, en los tres momentos de evaluación y para cada uno los cuatro evaluadores, que por ser de naturaleza cualitativa describirá las frecuencias, porcentajes y proporciones.

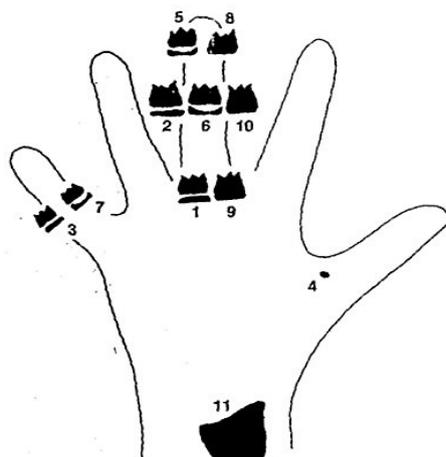


Figura 1. Indicadores de maduración esquelética según el método de Fishman.

Para evaluar el grado de concordancia en el diagnóstico de maduración esquelética se utilizó la prueba estadística de Kappa con un intervalo de confianza de 95% teniendo en cuenta los valores de la clasificación de Altman que son de 0.00 a 0.20 = muy bajo; 0.21 a 0.40 = bajo, 0.41 a 0.60 = aceptable; 0.61 a 0.80 = bueno, y 0.81 a 1.00 = muy bueno.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos luego de la evaluación de las radiografías cárpales fueron divididas en tres tablas.

En la tabla 1 se observan los resultados de la evaluación de la concordancia del diagnóstico de maduración esquelética entre los cuatro operadores en los tres tiempos evaluados, se utilizó la evaluación de correlación de Spearman mostrando el comportamiento de la variable maduración esquelética en los distintos tiempos encontrando las mismas tendencias en todos los tiempos evaluados y entre todos los operadores, con valores superiores a 0.8, lo que significó que fueron correlaciones muy buenas, siendo el más

alto 0.987 entre el operador 2 en el tiempo 2 y el operador 4 en el tiempo 3, y el resultado más bajo de 0.913 entre el operador 1 en el tiempo 3 y el operador 2 en el tiempo 1.

En la tabla 2 se observan los resultados de la evaluación de la concordancia intra operador en los 3 tiempos evaluados, para esta prueba se utilizó el test de Kappa, encontrándose concordancias buenas e incluso algunas muy bajas, siendo el resultado más alto de 0.800 del operador 1 en el tiempo 2 y el tiempo 3, y el resultado más bajo de 0.185 del operador 2 en el tiempo 1 y el tiempo 2, lo que significó que podría haber cambios en el diagnóstico a lo largo del tiempo.

En la tabla 3 se observan los resultados de la evaluación de la concordancia inter operador en los 3 tiempo evaluados, para esta prueba se utilizó el test de Kappa, encontrándose concordancias bajas, siendo el resultado más alto de 0.507 entre el observador 1 y el observador 4 en la evaluación en el tiempo 1 y el resultado más bajo de 0.044 entre el observador 2 y el observador 3 en la evaluación en el tiempo 3.

Tabla 1. Evaluación de la concordancia a través de correlaciones del diagnóstico de maduración esquelética entre los cuatro operadores en los tres tiempos evaluados (inter observador)

CORRELACIONES												
	o1t1	o1t2	o1t3	o2t1	o2t2	o2t3	o3t1	o3t2	o3t3	o4t1	o4t2	o4t3
o1t1	1	0.986**	0.975**	0.933**	0.972**	0.958**	0.955**	0.955**	0.938**	0.972**	0.968**	0.968**
o1t2	0.986**	1	0.978**	0.943**	0.965**	0.948**	0.958**	0.953**	0.939**	0.967**	0.967**	0.963**
o1t3	0.975**	0.978**	1	0.913**	0.965**	0.938**	0.959**	0.954**	0.938**	0.962**	0.966**	0.959**
o2t1	0.933**	0.978**	0.913**	1	0.946**	0.961**	0.953**	0.938**	0.937**	0.953**	0.947**	0.944**
o2t2	0.972**	0.965**	0.965**	0.946**	1	0.985**	0.975**	0.971**	0.959**	0.975**	0.976**	0.987**
o2t3	0.958**	0.948**	0.938**	0.961**	0.985**	1	0.977**	0.971**	0.948**	0.968**	0.960**	0.981**
o3t1	0.955**	0.938**	0.959**	0.953**	0.975**	0.977**	1,000	0.986**	0.963**	0.979**	0.978**	0.978**
o3t2	0.955**	0.958**	0.954**	0.938**	0.971**	0.971**	0.986**	1,000	0.957**	0.966**	0.976**	0.970**
o3t3	0.938**	0.939**	0.938**	0.937**	0.959**	0.948**	0.963**	0.957**	1,000	0.967**	0.959**	0.965**
o4t1	0.972**	0.967**	0.962**	0.953**	0.975**	0.968**	0.979**	0.966**	0.967**	1,000	0.975**	0.975**
o4t2	0.968**	0.967**	0.966**	0.947**	0.976**	0.960**	0.978**	0.976**	0.959**	0.975**	1,000	0.972**
o4t3	0.968**	0.963**	0.959**	0.944**	0.987**	0.981**	0.978**	0.970**	0.965**	0.975**	0.972**	1

** . La correlación es significativa en el nivel 0, O: Operador t: Tiempo Índice de correlación de Spearman

Tabla 2. Valores de concordancia en cada operador en los 3 tiempos evaluados (intra observador)

OPERADOR	TIEMPO	ÍNDICE DE CONCORDANCIA DE KAPPA	
		T2	T3
O1	T1	0.635	0.605
	T2		0.800
O2	T1	0.185	0.244
	T2		0.796
O3	T1	0.758	0.513
	T2		0.543
O4	T1	0.532	0.630
	T2		0.632

O: Operador T: Tiempo

Tabla 3. Valores de concordancia interoperador en cada tiempo evaluado

TIEMPO	OPERADOR	OPERADOR 1	OPERADOR 2	OPERADOR 4
TIEMPO 1	Operador 1	0.469	0.376	0.507
	Operador 2		0.369	0.531
	Operador 3			0.533
TIEMPO 2	Operador 1	0.300	0.466	0.476
	Operador 2		0.215	0.311
	Operador 3			0.627
TIEMPO 3	Operador 1	0.262	0.373	0.386
	Operador 2		0.044	0.217
	Operador 3			0.423

Índice de concordancia de Kappa

DISCUSIÓN

El objetivo del estudio fue determinar la reproducibilidad en el diagnóstico de los estadios de maduración esquelética según el método de Fishman en radiografías cárpales evaluadas por odontólogos entrenados, buscando conocer si hay confiabilidad en el uso del método de medición de Fishman en odontólogos profesionales. Como primera fase para evaluar se utilizó el método de correlación de Spearman entre todos los observadores, analizando la concordancia del diagnóstico entre todos los observadores en los 3 momentos establecidos.

La primera evaluación (tiempo uno), La segunda evaluación (tiempo dos) se realizó a la semana de haberse realizado la primera evaluación, siguiendo los mismos parámetros por los 4 observadores. La tercera evaluación (tiempo 3) se realizó al mes de haberse realizado la primera evaluación siguiendo los mismos parámetros por los cuatro odontólogos. El Test de Kappa se utilizó para evaluar la concordancia intra e inter observador, en el segundo enfoque se utilizó el Test de Kappa para evaluar la reproducibilidad del diagnóstico intra e inter observador en los 3 momentos establecidos.

La aplicación clínica después de comprender esta reproducibilidad, está orientada en poder establecer el diagnóstico del momento de crecimiento en que se encuentra un adolescente a través de la maduración esquelética en radiografías cárpales, y que dichos resultados sean interpretados por distintos profesionales de igual manera sin variación del resultado, por lo tanto fue importante conocer el grado de concordancia que existe entre los odontólogos entrenados en el diagnóstico de radiografías cárpales, para determinar si

el método de diagnóstico de maduración esquelética de Fishman es confiable. Las fortalezas del estudio fueron que se realizó una capacitación entre el investigador y el Gold Standard para determinar el grado de concordancia, dentro de la prueba piloto.

Así mismo se realizó una capacitación de los odontólogos para el diagnóstico de radiografías cárpales, se entrenaron en el método de diagnóstico de maduración esquelética de Fishman para que puedan estar capacitados para realizar las mediciones en este estudio y poder realizarlo lo más exacto posible para tratar de disminuir cualquier tipo de error de interpretación, de esta manera se disminuyó la posibilidad de error en la interpretación del método, además 3 de ellos eran especialistas en Ortodoncia con años de experiencia en el diagnóstico carpal .

Una de las limitaciones del estudio fue que no se evaluó a más especialistas clínicos, por el tiempo de calibración que tomó el mismo, también que el grado de experiencia de los evaluadores no fue tomado en cuenta, ya que siendo el método sencillo cualquier odontólogo general debería tener la capacidad de realizar un correcto diagnóstico, esta limitación podría ser tomadas en cuenta en futuros trabajos de investigación.

En este trabajo se demostró que el método de maduración esquelética de Fishman es muy subjetivo ya que los puntos para determinar el grado de maduración esquelética pueden ser interpretados de manera diferente por distintos profesionales, y hasta por el mismo profesional en distintos tiempos. Los resultados que se encontraron en este estudio, mostraron valores de correlación

de Spearman, el comportamiento de la variable maduración esquelética en los distintos tiempos, encontrando las mismas tendencias en todos los tiempos evaluados y entre todos los observadores, con valores superiores a 0.8 lo que significó que fueron correlaciones muy buenas, sin embargo cuando se analizó las correlaciones con el test de Kappa se observó concordancias aceptables e incluso algunas muy bajas lo que significó que podrían haber cambios en el diagnóstico a lo largo del tiempo, pero estos cambios son entre estadios cercanos, aunque alguna variación en el diagnóstico clínico podría haber.

Esta variación de valores se podría deber a la inclusión del odontólogo general por el grado de experiencia clínica, pero así mismo anulando el resultado de este se sigue observando una tendencia promedio en los resultados de los demás evaluadores, indicando que los cambios de los resultados se debe a una subjetividad del método de evaluación ya que las discrepancias de los resultados se pueden dar en la transición de los estadios, debido a que los estadios de maduración esquelética pueden presentarse en un orden distinto a la teoría.

No hay muchos estudios que evalúen la confiabilidad del diagnóstico carpal, de ningún método de diagnóstico carpal, aunque si hay trabajos que utilicen estos y lo reportan como confiable. Arriola-Guillén et al.¹² investigaron la concordancia entre los estadios de calcificación dentaria de caninos, premolares y segundas molares mandibulares según el método de Demirjian y los estadios de maduración esquelética según el método de Fishman. La muestra estuvo conformada por 182 niños y adolescentes de 9 a 16 años de edad de una localidad peruana, a los cuáles se les tomaron radiografías cárpales y periapicales previo a

la medición de las radiografías dos evaluadores realizaron un proceso de calibración. La calibración intra observador de la calcificación dentaria tuvo un valor de 0.90 y la de maduración esquelética 0.85 y la inter-observador de calcificación dentaria 0.85 y la de maduración esquelética 0.90 (índice de Kappa), valores altos para el diagnóstico carpal. También hay estudios que buscaron determinar la reproducibilidad del método de maduración esquelética, pero lo hacen en vértebras cervicales.

Almada et al.¹¹ se propusieron evaluar la reproducibilidad del método de determinación de la maduración esquelética por medio de las vértebras cervicales con el fin de promover e incorporarlo como un elemento en el diagnóstico y la ayuda en el pronóstico del tratamiento de las maloclusiones. La muestra consistió 100 radiografías cefalométricas laterales de los pacientes seleccionados para el tratamiento de ortodoncia, con la intención de verificar la confiabilidad del análisis de cada examinador se realizó una calibración utilizando diez telerradiografías para familiarizarse y estandarizar el método, luego se realizó la evaluación inicial (T1), luego de un periodo de quince días se reevaluó todas las telerradiografías (T2).

Los resultados intra examinadores demostraron un nivel de concordancia de buena (0.65) a muy buena (0.91), los valores para los resultados inter examinador denotaron un nivel de concordancia buena (0.60, 0.61 y 0.64) para todas las comparaciones. Estas comparaciones son importantes para demostrar que tan precisos son estos métodos diagnósticos. Es importante señalar que un método diagnóstico siempre debe ser evaluado para ver si es válido y confiable. Mediante esta investigación se demostró que

el método de Fishman para el diagnóstico de maduración esquelética en radiografías cárpales es confiable ya que si bien hubo cambios entre los tiempos de los estadios estos se encuentran entre estadios cercanos lo cual no significa una variación muy evidente para el diagnóstico. Finalmente se concluye que la concordancia del diagnóstico en el método de maduración

esquelética de Fishman evaluado por cuatro clínicos de odontología un mes después de su primer diagnóstico fue moderada. Sin embargo, estos cambios de diagnóstico entre los tiempos se encontraron en estadios cercanos de maduración esquelética por lo que la utilización clínica del método sigue siendo aceptable.

CONCLUSIÓN

1. La concordancia del diagnóstico en el método de maduración esquelética de Fishman evaluado por cuatro clínicos de odontología un mes después de su primer diagnóstico fue moderada a

alta. Las variaciones de diagnóstico entre los tiempos se encontraron en estadios cercanos de maduración esquelética por lo que la utilización clínica del método sigue siendo aceptable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vellini – Ferreira F. Ortodoncia: Diagnóstico Y Planificación Clínica. Sao Paulo: Editorial Artes Médicas; 2002.
2. Interlandi S. Ortodoncia: Bases Para La Iniciación. 5th ed. Sao Paulo: Editorial Artes Médicas; 2002.
3. Burstone C. Process of maturation and growth prediction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1963; 49: 907-19.
4. Ceglia A. Indicadores de maduración de la edad ósea, dental y morfológica. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría.* 2005.
5. Lamparski D. Skeletal Age Assessment Utilizing Cervical Vertebrae [Thesis]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.
6. Björk A, Helm S. Prediction of age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967; 37(2): 134-43.
7. Greulich W, Pyle S. Radiographic Atlas of skeletal development of the Hand and Wrist. 2th ed. California: Standford Univ. Press, Standford; 1959.
8. Björk A. Timming of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972; 48: 61-74.
9. Grave K, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1976; 69: 611-16.
10. Fishman L. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation. *The Angle Orthodontist* 1982 Apr; 52(2): 88-112.
11. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). 2nd ed. London: Academic Press; 1983. p. 1, 29- 61.
12. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995; 107: 58-66.
13. Almada E, Bertoz F, De Moraes F, Pizzo P. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2005; 10(2): 66-8.
14. Arriola LE, Peña U, Pardo M. Concordancia entre estadios de calcificación dentaria y maduración esquelética en niños y adolescentes de una localidad peruana. *Rev Estomatol Herediana.* 2011; 21(3):131-136.

Recibido: 28 de Abril 2017

Aceptado: 15 de Mayo 2017

Correspondencia: Victor Cipriano Martínez.

email: vciprianomartinez@gmail.com