

Correlación Entre la Sutura Palatina Mediana y Maduración Cervical con Edad Cronológica

Correlation Between Midpalatal Suture and Cervical Maturation with Chronological Age

Felipe Figueroa-Larenas^{1,2,7}; Dylan Mariño-Recabarren¹; Patricio Meléndez-Rojas^{1,2,3}; Sven Niklander-Ebensperger⁴; Wilfredo Cotton-Torres²; Marisol Clavería-Cádiz⁵ & Macarena Rodríguez-Luengo^{1,6}

FIGUEROA-LARENAS, F.; MARIÑO-RECABARREN, D.; MELÉNDEZ-ROJAS, P.; NIKLANDER-EBENSBERGER, S.; COTTON-TORRES, W.; CLAVERÍA-CÁDIZ, M. & RODRÍGUEZ-LUENGO, M. Correlación entre sutura palatina mediana y maduración cervical con edad cronológica. *Int. J. Morphol.*, 43(3):788-795, 2025.

RESUMEN: Las maloclusiones dentomaxilares afectan significativamente la estética y la función de los pacientes, siendo las de tipo transversales las más comunes. Mediante tratamientos ortopédicos podemos expandir el maxilar cuando la sutura palatina mediana (SPM) no está fusionada. La edad y maduración vertebral cervical (MVC) son importantes indicadores de maduración para evaluar si es recomendable realizar expansión ortopédica maxilar. Sin embargo, existen discrepancias al respecto, por lo que es fundamental estudiar la relación entre MVC, SPM y edad. Estudio Descriptivo Transversal. Se analizaron 106 imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) de pacientes entre 5 y 25 años. Se utilizó clasificación de Angelieri y Baccetti para medir SPM y MVC respectivamente. Se aplicó la prueba de Spearman para relacionar MVC con SPM, y en cada etapa la prueba ANOVA. Se aceptó un nivel de significancia $p < 0.05$. Los estadios de maduración de SPM y MVC al ser relacionados por separado con la edad cronológica demostraron tener relaciones estadísticamente significativas ($p=0.04$) y ($p=0.00$) respectivamente. La relación en conjunto entre SPM, MVC y edad cronológica, no demostró significancia estadística ($p=0.99$). En cuanto al coeficiente de correlación de Spearman, se encontró una correlación directa entre MVC y SPM ($P < 0.001$) proyectándose como una asociación positiva moderada. Existe una correlación positiva moderada entre las etapas de maduración de MVC y SPM, sin embargo, la edad cronológica no presenta relación directa con estos indicadores. En cuanto al género, hubo una correlación positiva mayor en hombres en una muestra no homogénea. Si bien, parámetros como edad y el sexo juegan un papel importante en la maduración de SPM, no son confiables para determinar si se encuentra fusionada. La evaluación de la SPM tiene que ser llevada a cabo individualmente antes de elegir el mejor protocolo para la expansión maxilar.

PALABRAS CLAVE: Maduración Esquelética; Sutura Palatina; Maduración Vertebral Cervical; Edad Cronológica.

INTRODUCCIÓN

Las maloclusiones dentomaxilares representan un problema de salud a nivel mundial, afectando significativamente tanto la estética como las funciones orales de los pacientes. Estas alteraciones en la alineación de los dientes y los maxilares también constituyen un importante factor de riesgo para el desarrollo caries dental y enfermedad periodontal (Kolawole & Folayan, 2019). Estas anomalías pueden clasificarse en verticales, sagitales y transversales.

En relación con esta última encontramos las mordidas cruzadas posteriores y mordidas en tijera (Jordan *et al.*, 2023). Estas maloclusiones pueden limitarse a nivel dentoalveolar o extenderse a un nivel esquelético. Además, pueden asociarse a problemas de estabilidad oclusal, disfunciones articulares y desviaciones mandibulares comprometiendo la calidad de vida del paciente (Freitas *et al.*, 2021; Chiba *et al.*, 2022).

¹ Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Viña del Mar, Chile.

² Escuela de Ciencias de la Salud, Odontología, Universidad Viña del Mar, Chile.

³ Centro Interdisciplinario de Investigaciones Biomédicas e Ingeniería para la Salud-MEDING, Facultades de Medicina e Ingeniería, Universidad de Valparaíso, Chile.

⁴ Unidad de Medicina y Patología Oral, Facultad de Odontología, Universidad Andres Bello, Viña del Mar, Chile.

⁵ Escuela Salud Pública, Universidad de Chile, Chile.

⁶ Departamento de Morfología, Facultad de Medicina, Universidad Andres Bello, Viña del Mar, Chile.

⁷ Facultad de Medicina, Escuela de Odontología, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Entre las estructuras óseas del complejo craneofacial, el maxilar es el más susceptible a la adaptación mediante tratamientos mecánicos tempranos. Esto se logra mediante la estimulación de la sutura palatina mediana (SPM), que puede ser activada para promover la separación transversal de los procesos maxilares. El complejo nasomaxilar y las estructuras circundantes responden de manera rápida y eficaz a diversos protocolos de expansión ortopédica del maxilar, los que pueden emplear tornillos intraorales asociados aparatología fija o removible, las cuales pueden estar soportados tanto por los dientes, la mucosa o por el tejido óseo (Uribe & Cárdenas, 2014; Brunetto *et al.*, 2017). Si bien la terapéutica suele ser efectiva, su éxito requiere que la SPM no esté completamente fusionada (Dhiman *et al.*, 2015). Para evaluar el potencial éxito de la expansión ortopédica del maxilar, se han utilizado parámetros indirectos como la edad cronológica, la maduración esquelética de la mano y las vértebras, para inferir el estado de maduración de SPM (Bian *et al.*, 2020; Jeon *et al.*, 2022; Pamukcu *et al.*, 2022). Uno de los principales análisis para evaluar la maduración vertebral cervical (MVC) fue propuesto por Baccetti *et al.* (2002), quien describió seis etapas, reportando que la tasa máxima de crecimiento esquelético se alcanza 1 año antes del peak de crecimiento puberal.

Actualmente, con el avance de la tecnología y la incorporación de las tomografías computarizadas de haz cónico (TCHC), se ha comenzado a evaluar el estadio de SPM del maxilar de manera directa. En base a esto, Angelieri *et al.* (2013, 2015) clasificaron la fusión ósea de la SPM mediante TCHC en cinco etapas las cuales fueron relacionadas con la edad cronológica. Si bien encontraron una gran variabilidad entre los resultados concluyeron que los mecanismos de expansión maxilar tendrían éxito si se realiza en etapas donde no hay presencia de fusión de la SPM. Si bien, algunos estudios posteriores han utilizado MVC para intentar predecir la etapa de maduración de SPM, obteniendo una relación estadística entre la etapa de maduración de MVC y SPM (Jang *et al.*, 2016), otros han mostrado que en algunos individuos no ocurre el cierre de la SPM incluso en individuos adultos (Pamukcu *et al.*, 2022; Shayani *et al.*, 2023). Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo determinar la correlación entre MVC y las etapas de maduración de SPM en pacientes de Viña del Mar, Chile.

MATERIAL Y MÉTODO

Estudio descriptivo transversal donde se trabajó con un universo muestral de 1258 TCHC obtenidas de la base de datos del Servicio de Radiología Oral y Maxilofacial de la Facultad de Odontología de la Universidad Andres Bello Viña del Mar entre los años 2014 a 2022. Dentro de los criterios de inclusión se encontraban campos de visión

bimaxilar y de cráneo completo que permitieran la observación de las 4 primeras vértebras cervicales (C1-C4), edad entre 5 y 25 años, imagen con resolución adecuada de las regiones maxilar y cervical, pacientes sin antecedentes de enfermedad sistémica que comprometiera la estructura ósea y alteren la visibilidad de las imágenes. Mientras que en los criterios de exclusión, se eliminaron imágenes con artefacto por movimiento o por objetos extraños que dificulten la observación del maxilar y vértebras cervicales, pacientes con anomalías óseas que afectan el paladar duro y efectos óseos degenerativos. Se utilizó una muestra por conveniencia de 106 imágenes de TCHC.

Adquisición de imágenes y análisis. Las TCHC fueron adquiridas desde el equipo marca GENDEX modelo GXCB500 fabricado en mayo del año 2012 por las empresas Gendex Dental Systems e Imaging Sciences International LLC en Estados Unidos, con 120 kV, 5mA, en el equipo se utilizó un tiempo de exposición que oscila entre 12,6s y 23s y un vóxel de 0,125 mm o 0,2 mm. La toma de las TCHC fue realizada de acuerdo con los parámetros descritos por el fabricante. Se crearon reconstrucciones del conjunto de datos volumétricos utilizando el software ICatVisionQ (Imaging Sciences International, 2004-2008).

Para la visualización y el análisis de los archivos DICOM de cada TCHC se utilizó el software ICatVision (2008, Imaging Sciences International LLC, Estados Unidos).

Variables

Evaluación de la maduración de la SPM. La selección del corte para la evaluación de la maduración de SPM se realizó con cortes axiales de acuerdo con el protocolo descrito por Angelieri *et al.* (2013), y De Oliveira *et al.* (2021). Se corrigió la posición natural de la cabeza en los 3 planos del espacio para que el plano axial se posicionara perpendicular al plano sagital medio tanto en vista coronal como axial a la altura de la sutura palatina mediana (Fig. 1). Las etapas de maduración de la SPM se describen de la siguiente manera.

Etapa A: La sutura palatina mediana es casi una línea de sutura recta de alta densidad con poca o ninguna interdigitación.

Etapa B: La sutura palatina mediana asume una forma irregular y aparece como una línea festoneada de alta densidad. Los pacientes en el estadio II también pueden tener algunas áreas pequeñas donde se ven 2 líneas paralelas, festoneadas y de alta densidad, cercanas entre sí y separadas por pequeños espacios de baja densidad.

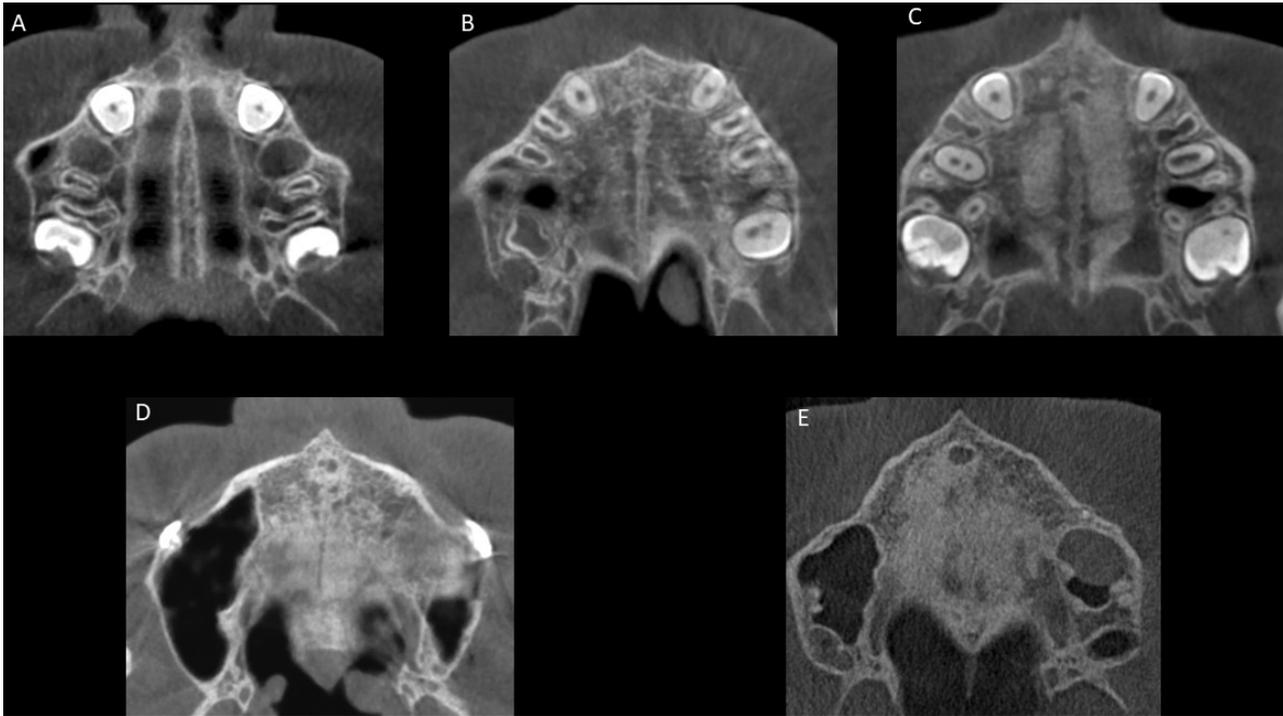


Fig. 1. Etapas de maduración de la sutura palatina mediana: (A) Estado A: Corresponde a la etapa de maduración más temprana de la sutura. En esta etapa la sutura se identifica como una línea relativamente recta, hiperdensa en la línea media que corresponde al borde inferior del tabique nasal. (B) Estado B: La sutura presenta una forma irregular y se identifica como una línea festoneada o escalopada hiperdensa en la línea media. (C) Estado C: La sutura se ve como dos líneas paralelas, festoneadas, hiperdensas, cercanas entre sí. Entre ambas líneas hiperdensas se ve una leve línea hipodensa. (D) Estado D: Se ha producido la fusión completa de la sutura entre las porciones horizontales del hueso palatino. La sutura es identificable en la línea media entre los procesos palatinos del hueso maxilar. (E) Estado E: Corresponde a la etapa de maduración más tardía de la sutura. La fusión de la sutura se ha producido tanto entre los huesos palatinos como maxilares. No es posible identificar sutura palatina mediana, ya que presenta el mismo aspecto que otras partes del paladar.

Etapa C: La sutura palatina mediana aparece como dos líneas paralelas, festoneadas y de alta densidad, cercanas entre sí, separadas por pequeños espacios de baja densidad en los huesos maxilar y palatino (entre el foramen incisivo y la sutura palatino-maxilar y posterior a la sutura palatino-maxilar). La sutura se puede disponer en un patrón recto o irregular.

Etapa D: La fusión de la sutura palatina mediana se ha producido en el hueso palatino, con maduración progresando de posterior a anterior. En el hueso palatino, la sutura palatina mediana no se puede visualizar en esta etapa y la densidad ósea parasutura aumenta (hueso de alta densidad) en comparación con la densidad del hueso parasutura maxilar. En la porción maxilar de la sutura, la fusión aún no se ha producido y la sutura aún puede verse como dos líneas de alta densidad separadas por pequeños espacios de baja densidad.

Etapa E: Se produjo la fusión de la sutura palatina mediana en el maxilar superior. La sutura real no es visible en al menos una parte del maxilar. La densidad ósea es la misma que en otras regiones del paladar.

Evaluación de la MVC

Las etapas de MVC fueron evaluadas a través de TCHC en cortes sagitales utilizando el método de Baccetti *et al.* (2002). Se adoptó el mismo método para los perfiles laterales de las vértebras cervicales C2, C3 y C4. Cualquier inclinación de la cabeza del paciente en la imagen TCHC se corrigió para que el plano sagital medio se posicionara perpendicular a través de la sutura intermaxilar y la espina nasal anterior. Los indicadores de MVC sugeridos por Baccetti se pueden describir de la siguiente manera:

CS 1: Márgenes inferiores de C2, C3 y C4 son planos. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapezoidal. El peak de crecimiento mandibular ocurrirá en promedio 2 años después de esta etapa.

CS 2: Concavidad en los márgenes inferiores de C2. Los cuerpos de C3 y C4 tienen forma trapezoidal. El peak de crecimiento mandibular ocurrirá en promedio 1 año después de esta etapa.

- CS 3: Concavidades en los márgenes inferiores de C2 y C3. Los cuerpos de C3 y C4 pueden ser de forma trapezoidal o rectangular horizontal. El peak de crecimiento mandibular se producirá durante el año posterior a esta etapa.
- CS 4: Concavidades en los márgenes inferiores de C2, C3 y C4. Los cuerpos de C3 y C4 tienen una forma rectangular horizontal. El peak en el crecimiento mandibular se ha producido dentro de 1 o 2 años antes de esta etapa.
- CS 5: Concavidades en los márgenes inferiores de C2, C3 y C4. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tiene forma cuadrada. Si no está al cuadrado, el cuerpo de la otra vértebra cervical sigue siendo rectangular. El peak en el crecimiento mandibular ha terminado al menos 1 año antes de esta etapa.
- CS 6: Concavidades en los márgenes inferiores de C2, C3 y C4. Al menos uno de los cuerpos de C3 y C4 tiene forma rectangular vertical. Si no es rectangular vertical, el cuerpo de la otra vértebra cervical es cuadrado. El peak en el crecimiento mandibular ha terminado al menos 2 años antes de esta etapa.

Las categorizaciones del estadio de MVC con el método de Baccetti y del estadio de maduración de la SPM con el método de Angelieri fueron realizadas por 2 examinadores previamente calibrados, bajo los mismos estándares de iluminación y computador. Además, se permitió realizar cambios de niveles de contraste y magnificación para mejorar la visibilidad de las estructuras anatómicas. La reproducibilidad intra – inter examinador fue medida con test Cohen´s Kappa (0,7) correspondiente a muy buena concordancia.

Registro de datos. Los datos se registraron en una hoja de cálculo del software Microsoft Excel® 2019 para Microsoft 365 MSO (versión 2110 compilación 16.0.14527.20234). Los datos obtenidos de MVC y SPM se ordenaron en tablas independiente con el registro descriptivos de edad, sexo y estado de maduración del indicador óseo correspondiente, donde la clasificación de Angelieri se describió en las tablas reemplazando las letras de la A a la E por la numeración romana desde el I al V respectivamente en orden de las letras.

Análisis de datos. Los datos cuantitativos se analizaron con el software estadístico Stata 17 (StataCorp. 2021. Stata Statistical Software: Release 17. College Station, TX: StataCorp LLC). La relación entre los distintos estadios de maduración esquelética, respecto a la edad cronológica y sexo se determinó mediante la prueba ANOVA para cada variable independiente. Se utilizó el análisis de correlación de Spearman para evaluar la relación entre MVC y SPM y en cada etapa la prueba ANOVA. Para todas las pruebas se aceptó un nivel de significancia <0,05. Este estudio fue aprobado por del comité de investigación y ética de la Facultad De Odontología, Universidad Andrés Bello sede Viña del Mar, Chile.

RESULTADOS

Se analizaron un total de 106 TCHC, de las cuales 74 fueron mujeres (69,81 %) y 32 hombres (30,18 %), con un rango etario entre 5 a 25 años. Respecto a la correlación de Spearman se obtuvo entre MVC y SPM ($Rho = 0,577$, $P < 0,000$) considerándose una asociación positiva y moderada.

Edad Cronológica y Maduración Vertebral Cervical.

El grupo femenino presentó una maduración cervical intermedia (inicio de la etapa CS4) más temprana en comparación con el grupo masculino. Se observó en la etapa CS4 un promedio de edad de 11,0 años en mujeres y 13,2 años en hombres, además en la etapa CS5 de MVC (etapa avanzada de MVC) se aprecia un promedio de edad de 17,2 en mujeres y un 18,7 año en hombres. Sin embargo, en las etapas CS3 donde inicia la etapa de maduración cervical y CS6 donde culmina esta etapa maduración cervical, el grupo masculino presentó un promedio de edad inferior al grupo femenino (Tabla I), resultando en el grupo del sexo masculino un inicio y término de la maduración de MVC antes que el grupo del sexo femenino, sin embargo, en las etapas intermedias y avanzadas de MVC, las mujeres presentaron un desarrollo más rápido de MVC. La relación de MVC junto con la edad cronológica presentó significancia estadística ($p=0,001$) correspondiente a una relación positiva. Los detalles descriptivos sobre la relación de la MVC con relación a sexo, edad cronológica y medias de edades de cada estadio de maduración se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Maduración Vertebral Cervical (MVC) en relación con sexo y edad cronológica.

Etapas	Femenino			Masculino			Total			SD	P			
	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max	n			Mean	Min	Max
CS1	5	7,0	6	9	11	7,8	5	13	16	7,5	5	13	2,0	0,001
CS2	13	8,3	7	11	4	10,0	9	11	17	8,7	7	11	1,4	
CS3	14	9,9	7	11	2	9,5	9	10	16	9,8	7	11	1,0	
CS4	4	11,0	9	13	7	13,2	10	18	11	12,4	9	18	2,4	
CS5	29	17,2	10	25	4	18,7	13	22	33	17,4	10	25	4,3	
CS6	9	20,4	13	25	4	14,0	10	18	13	18,4	10	25	4,6	

Edad Cronológica y maduración de la Sutura Palatina

Media. El grupo masculino presentó una maduración de la SPM en etapa C más temprana en comparación con el grupo femenino. En la etapa E el grupo masculino no presentó ninguna muestra. La relación de SPM junto con la edad cronológica presentó significancia estadística ($p=0,001$), correspondiente a una relación positiva. Los detalles descriptivos sobre la relación de la SPM con relación a sexo, edad cronológica y medias de edades de cada estadio de maduración se presentan en la Tabla II.

Edad cronológica, Maduración Cervical Vertebral y Sutura Palatina Mediana

Relación SPM etapa A con MVC y Edad cronológica. Se reportaron 12 pacientes (11,32 %) con fusión de la SPM etapa A, estos presentaron etapas de MVC correspondientes a CS1, CS2 y CS3, con un rango etario de 5 a 7 años, 7 a 9 años y 0 a 7 años respectivamente. Se evidencian edades repetidas entre las etapas de MVC mencionadas demostrando que no hay relación entre una edad cronológica con las etapas de MVC y SPM etapa A (Tabla III).

Relación SPM etapa B con MVC y Edad cronológica. Se encontraron 41 pacientes (38,6 %) en SPM etapa B (etapa inmadura sin fusión palatina). Solo 25 de los 41 presentaron

etapas inmaduras de MVC correspondiente a CS1, CS2 y CS3, con un rango etario entre 6 a 13 años, demostrando una relación entre las 3 variables, edad cronológica, SPM y MVC. Los otros 16 pacientes presentaron estadios maduros de MVC, correspondientes a etapas CS4, CS5 y CS6, con rango etario entre 10 y 22 años, evidenciando que no hay relación entre las 3 variables mencionadas, presentando una SPM inmadura junto a una maduración MVC alta en un rango etario muy amplio (Tabla III).

Relación SPM etapa C con MVC y Edad cronológica. Se observó que 41 pacientes (38,6 %) se encontraban en etapa C de SPM (inicio de la fusión de la SPM). 12 de los 41 pacientes presentaron etapas inmaduras de MVC (CS1, CS2 y CS3) en un rango etario de 8 a 11 años, se observó repetida la edad 11 años en etapas distintas de MVC (CS2 y CS3) con la misma etapa C de SPM, se evidenció que no existe relación entre SPM, MVC y edad cronológica. 8 de 41 pacientes presentaron una relación positiva entre las variables SPM y MVC, presentando MVC etapa CS4 (inicio de la maduración cervical) junto a una SPM en etapa C (inicio fusión de SPM), en un rango etario entre 9 a 14 años. 21 de 41 pacientes presentaron etapas maduras de MVC, correspondientes a CS5 y CS6 con edades entre 13 a 25 años, evidenciando que no existe relación entre las variables (Tabla III).

Tabla II. Relación de etapas de maduración de sutura palatina mediana con el sexo y edad cronológica.

Etapas	Femenino				Masculino			
	n	Mean	Min	Max	n	Mean	Min	Max
A	8	7.25	6	9	4	5.75	5	7
B	28	12.03	6	23	13	11.46	7	20
C	28	14.57	8	25	13	12.61	9	22
D	9	20.66	12	25	2	16.5	13	20
E	1	21.00	0	21	0	0	0	0

Tabla III. Relación entre la sutura palatina mediana (SPM) con la maduración vertebral cervical (MVC) y la edad cronológica de los pacientes.

Etapa	SP M A				SP M B				SP M C				SP M D				SP M E			
	X	Min	Max	Min	X	Min	Max	Min	X	Min	Max	Min	X	Min	Max	Min	X	Min	Max	
MVC CS1	6	6.0	5	7	9	8.3	6	13	1	10.0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	
MVC CS2	5	7.6	7	9	9	9.1	7	11	3	9.3	8	11	0	0	0	0	0	0	0	
MVC CS3	1	7.0	0	7	7	9.7	9	11	8	10.3	9	11	0	0	0	0	0	0	0	
MVC CS4	0	0	0	0	3	13.3	10	18	8	12.1	9	14	0	0	0	0	0	0	0	
MVC CS5	0	0	0	0	9	16.5	10	23	16	16.6	13	24	7	19.7	12	25	1	20.2	13	23
MVC CS6	0	0	0	0	4	18.0	13	22	5	17.4	10	25	4	20.2	13	23	0	21	0	21

Relación SPM etapa D con MVC y Edad cronológica 11 pacientes (10,37 %) presentaron SPM en etapa D (fusión avanzada). 7 de los 11 pacientes presentaron MVC etapa CS 5 (maduración avanzada) con edades entre 12 a 25 años demostrando relación positiva entre las variables. 4 de 11 pacientes (36,36 %) presentaron MVC etapa CS 6 (maduración final) con edades entre 13 a 23 años, no existe relación directa entre las 3 variables SPM, MVC y edad cronológica (Tabla III).

Los pacientes que presentaron SPM en etapa E fue solo 1 (0,94 %), el cual tenía una MVC CS 5 y una edad cronológica de 21 años, resultando una relación positiva entre MVC y SPM (Tabla III).

DISCUSIÓN

Actualmente no existe una guía clínica para determinar el momento oportuno para tratar la constricción maxilar mediante la expansión rápida del paladar. Por ende, es de suma importancia encontrar un método preciso para la evaluación de SPM con el fin de realizar un correcto diagnóstico y planificación del tratamiento a seguir. El propósito de este estudio fue evaluar la correlación entre la maduración de SPM y la etapa de MVC con la edad cronológica en una población chilena, utilizando el método Angelieri para SPM y Baccetti para MVC.

La constricción maxilar se puede tratar con protocolos de expansión maxilar lenta y expansión maxilar rápida la cual se puede realizar hasta SPM en etapa C, cuando esta sutura no se encuentre fusionada y está en el inicio de etapa de fusión (Angelieri *et al.*, 2013). Mientras que los tratamientos más invasivos como las osteotomías o cirugías están indicados en pacientes con SPM en etapa avanzada o fusionada sobre la etapa D (Estrada *et al.*, 2022). Angelieri *et al.* (2013, 2015), presentó un valioso método para evaluar la maduración y fusión de la SPM. Clasificó en 5 etapas dependiendo del grado de fusión de la SPM, categorizando la etapa A sin signos de fusión y la etapa E con un SPM totalmente fusionada, la cual ha demostrado tener una buena fiabilidad y correlación positiva en sus resultados, al igual que los resultados observados en las imágenes evaluadas mediante el método Angelieri en este estudio.

Algunos autores señalan que la expansión ortodóncica no es efectiva para pacientes mayores de 14 años y se debe considerar el tratamiento quirúrgico para ellos (Angelieri *et al.*, 2013, 2015). Sin embargo, en nuestro estudio se reportó 1 paciente con 23 años con una SPM inmadura no fusionada en etapa B, además de 41 (38,6 %) pacientes en etapa intermedia de fusión de la sutura clasificados con SPM en etapa C con una edad media de

14,5 años para mujeres y 12,6 para hombres, los cuales podrían tener éxito con el procedimiento tradicional de expansión rápida del paladar sin asistencia quirúrgica (Angelieri *et al.*, 2013, 2015). Lo que demuestra la poca fiabilidad que posee la edad cronológica para la planificación de la expansión ortopédica del maxilar (De Oliveira *et al.*, 2021).

En nuestro estudio se relacionaron las 3 variables SPM, MVC y edad cronológica, obteniendo una relación positiva entre las etapas de maduración de MVC y SPM, muy similar a lo obtenido en estudios previos en Brasil y Corea donde obtuvieron una leve correlación entre estas 2 variables (Angelieri *et al.*, 2013; Jang *et al.*, 2016). Esto nos muestra que la fusión de la SPM estaría relacionada con MVC y la edad fisiológica más que con la edad cronológica (Estrada *et al.*, 2022).

Respecto a la relación de la Sutura Palatina Mediana (SPM) con la maduración Vertebral Cervical (MVC), se describe que en la etapa CS3 de MVC se presenta el peak de maduración cervical y se encuentra directamente relacionada con la etapa D de la SPM (Angelieri *et al.*, 2015; Jang *et al.*, 2016). Sin embargo, no concuerda con los resultados obtenidos por un paciente de nuestro estudio quien presentó fusión de la SPM correspondiente a SPM etapa E cuando este iniciaba su peak de maduración cervical correspondiente a la etapa CS3 de la MVC dejando en evidencia la variabilidad de los resultados al evaluar en conjunto estas variables. Se debe destacar la presencia de pacientes con etapas avanzadas de MVC correspondientes a las etapas CS5 y CS6 en pacientes que aún no presentaban fusión de la SPM, o SPM en etapa B y C obteniendo resultados distintos a los reportados por otros autores, quienes mencionaban que en etapas sobre CS4 de MVC se esperaría presentar una fusión total de la SPM (Angelieri *et al.*, 2015; Jang *et al.*, 2016). Estos últimos resultados expuestos fueron en pacientes correspondiente a un rango etario de 8 a 25 años, evidenciando que la fusión de la SPM puede ocurrir en una amplia variedad de edades como lo reportan diversos autores (De Oliveira *et al.*, 2021; Colonna, *et al.*, 2021; Estrada *et al.*, 2022). Por la tanto, la expansión maxilar rápida no quirúrgica podría realizarse antes de esta etapa debido a que los pacientes a pesar de poseer una MVC avanzada aun no presentan una SPM fusionada. El estudio de Kwak *et al.* (2016) en Corea demostró que la fusión de la SPM no ocurrió en todos los casos, reportando que la SPM no se fusionó en el 61,9 % y el 38,2 % de las muestras en MVC en etapas maduras CS5 y CS6 respectivamente. Estos resultados fueron muy similares a los obtenidos en nuestro estudio, donde encontramos 34 pacientes con una maduración cervical avanzada junto a una etapa inmadura de la fusión de SPM, de estos pacientes, 5 fueron clasificados con MVC en etapa

madura CS5 y SPM no fusionada en etapa B, además de 9 pacientes presentaron MVC en etapa madura final CS6 y SPM no fusionada en etapa C, demostrando que a pesar de presentar una MVC madura o incluso en etapa final de maduración, estos aun no presentaban etapas de SPM mínimas para lograr una fusión inicial de SPM, corroborando así lo reportado por el estudio de Kwak *et al.* (2016). Por lo tanto, este porcentaje de pacientes puede recibir tratamiento de expansión ortopédica del maxilar y evitar la cirugía independiente de la etapa avanzada que presentan de MVC.

En cuanto a la edad de los pacientes, los resultados de nuestro estudio mostraron que la fusión de la SPM se inicia a partir de los 12 años en el sexo femenino y los 13 años en el masculino, muy similar a lo descrito por otros autores, quienes reportaron que la fusión de la SPM comenzó a partir de los 11 años (Jang *et al.*, 2016). En cuanto al sexo hubo una correlación positiva mayor en hombres que mujeres lo cual es consistente con lo descrito en la literatura, donde se describe una correlación positiva en sus muestras de mujeres y hombres (Mahdian *et al.*, 2020).

Para reafirmar la variabilidad del análisis de edad cronológica en relación con la maduración de la SPM, Angelieri *et al.* (2015), observaron una fusión de SPM en pacientes de 14 a 18 años, además este mismo estudio reportó que mujeres y hombres de 13 y 11 años respectivamente presentaron SPM en etapa B mientras que el 4,3 % de los pacientes entre las edades de 21 y 25 años también exhibieron la misma SPM en etapa B (Angelier *et al.*, 2015). Estos resultados son similares a los descritos en nuestra investigación, donde podemos observar individuos entre 6 y 23 años en etapa SPM B y pacientes de 12 y 13 años en etapa D, demostrando que la edad cronológica no tiene un índice predictivo en cuanto a la planificación de la expansión ortopédica del maxilar. Teniendo en cuenta los resultados de nuestro estudio, existe una baja correlación entre las etapas de maduración de MVC y SPM. Esto indica que las etapas de maduración de SPM no pudieron determinarse de manera completa y confiable sobre la base de las etapas de MVC y la edad cronológica. Sin embargo, se demostró que antes de CS4, la sutura no se había fusionado y la expansión del paladar se podía realizar sin cirugía, independiente de la edad del paciente. Los clínicos deben considerar que el SPM no es el único determinante de la posibilidad de expansión quirúrgica, ya que existen otras suturas que pueden desempeñar un papel en los efectos del tratamiento, como la cigomaticotemporal, cigomaticofrontal y cigomatico-maxilar (Ghoneima *et al.*, 2011; Cho *et al.*, 2022).

Se sugiere para próximos estudios utilizar una muestra homogénea entre el sexo masculino y femenino y determinar si existe relación histológica de las etapas de

maduración de la SPM y MVC con imágenes de TCHC utilizando la clasificación de Angelieri. Esto permitiría una mayor precisión en el diagnóstico de maduración morfológica de la SPM en TCHC, favoreciendo la indicación adecuada de tratamiento para la expansión palatina de cada paciente.

CONCLUSIÓN

Existe una relación moderada entre las etapas de MVC y SPM cuando son analizadas por separadas de forma individual con la edad cronológica, sin embargo, al relacionar a la vez ambos indicadores de la MVC y la fusión de la SPM con la edad cronológica, no presenta resultados suficientes que afirmen que exista una relación entre estas 3 variables. Si bien, los parámetros como edad y el sexo juegan un papel importante en la maduración de SPM, no son confiables para determinar si se encuentra fusionada. Por lo tanto, la evaluación de SPM siempre tiene que ser llevada a cabo individualmente antes de elegir el mejor protocolo para la expansión maxilar.

FIGUEROA-LARENAS, F.; MARIÑO-RECARRE, D.; MELÉNDEZ-ROJAS, P.; NIKLANDER-EBENSBERGER, S.; COTTON-TORRES, W.; CLAVERÍA-CÁDIZ, M. & RODRÍGUEZ-LUENGO, M. Correlation between midpalatal suture and cervical maturation with chronological age. *Int. J. Morphol.*, 43(3):788-795, 2025.

SUMMARY: Dentomaxillary malocclusions significantly impact patients' aesthetics and function, with transverse malocclusions being the most common. Through orthopedic treatments, it is possible to expand the maxilla when the midpalatal suture (MPS) remains unfused. Age and cervical vertebral maturation (CVM) are important indicators of skeletal maturity to evaluate the feasibility of maxillary orthopedic expansion. However, there are discrepancies in this regard, making it essential to study the relationship between CVM, MPS, and age. This is a cross-sectional descriptive study. A total of 106 cone-beam computed tomography (CBCT) images of patients aged 5 to 25 years were analyzed. The Angelieri classification was used to assess the MPS stage, while the Baccetti classification was applied to measure CVM. The Spearman test was used to assess the correlation between CVM and MPS, and the ANOVA test was performed for each stage. A significance level of $p < 0.05$ was considered. The maturation stages of MPS and CVM, when analyzed separately in relation to chronological age, showed statistically significant relationships ($p = 0.04$ and $p = 0.00$, respectively). However, the combined analysis of MPS, CVM, and chronological age did not demonstrate statistical significance ($p = 0.99$). Regarding the Spearman correlation coefficient, a direct correlation was observed between CVM and MPS ($p < 0.001$), indicating a moderate positive association. There is a moderate positive correlation between the maturation stages of CVM and MPS; however, chronological age does not show a direct relationship with these indicators. Regarding sex, a stronger positive correlation was found in males within a

non-homogeneous sample. Although parameters such as age and sex play a role in MPS maturation, they are unreliable for determining suture fusion. Individual assessment of the MPS is essential before selecting the optimal protocol for maxillary expansion.

KEY WORDS: Skeletal Maturation; Palatine Suture; Cervical Vertebral Maturation; Chronological Age.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelieri, F.; Cevidanes, L. H.; Franchi, L.; Gonçalves, J. R.; Benavides, E. & McNamara Jr., J. A. Midpalatal suture maturation: classification method for individual assessment before rapid maxillary expansion. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 144(5):759-69, 2013.
- Angelieri, F.; Franchi, L.; Cevidanes, L. H. & McNamara Jr., J. A. Diagnostic performance of skeletal maturity for the assessment of midpalatal suture maturation. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 148(6):1010-6, 2015.
- Baccetti, T.; Franchi, L. & McNamara Jr., J. A. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.*, 72(4):316-23, 2002.
- Bian, Z.; Guo, Y.; Lyu, X.; Yang, Z. & Cheung, J. Relationship between hand and wrist bone age assessment methods. *Medicine (Baltimore)*, 99(39):e22392, 2020.
- Brunetto, D. P.; Sant'Anna, E. F.; Machado, A. W. & Moon, W. Non-surgical treatment of transverse deficiency in adults using Microimplant-assisted Rapid Palatal Expansion (MARPE). *Dental Press J. Orthod.*, 22(1):110-25, 2017.
- Chiba, F. Y.; Chiba, E. K.; Moimaz, S. A. S.; Matsushita, D. H.; Garbin, A. J. Í. & Garbin, C. A. S. Malocclusion and its relationship with oral health-related quality of life in patients with eating disorders. *Dental Press J. Orthod.*, 27(2):e2220305, 2022.
- Cho, A. R.; Park, J. H.; Moon, W.; Chae, J. M. & Kang, K. H. Short-term effects of microimplant-assisted rapid palatal expansion on the circummaxillary sutures in skeletally mature patients: A cone-beam computed tomography study. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 161(2):e187-e197, 2022.
- Colonna, A.; Cenedese, S.; Sartorato, F.; Spedicato, G. A.; Siciliani, G. & Lombardo, L. Association of the mid-palatal suture morphology to the age and to its density: A CBCT retrospective comparative observational study. *Int. Orthod.*, 19(2):235-42, 2021.
- De Oliveira, C. B.; Ayub, P.; Ledra, I. M.; Murata, W. H.; Suzuki, S. S.; Ravelli, D. B. & Santos-Pinto, A. Microimplant assisted rapid palatal expansion vs surgically assisted rapid palatal expansion for maxillary transverse discrepancy treatment. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 159(6):733-42, 2021.
- Dhiman, S.; Maheshwari, S. & Verma, S. K. Assessment of maturity in orthodontics: a review. *J. Adv. Clin. Res. Insights*, 2:101e10, 2015.
- Estrada, J. T.; Mattos Vela, M.; Gamarra Contreras, M.; Blanco Victorio, D. J.; Lagravère, M. O.; Cardoso Abdo Quintão, C. & Chávez-Sevillano, M. G. Correlation between cervical vertebrae maturation and midpalatal suture fusion in patients aged between 10 and 20 years: A cross-sectional and 3D study. *Int. Orthod.*, 20(3):100659, 2022.
- Freitas, H. V.; Alves, C. M. C.; Silva, L. F. G. E.; Pereira, A. L. P.; Hugo, F. N. & Thomaz, E. B. A. F. Alterations of oral functions and dental malocclusions in adolescents: a cross-sectional population-based study. *Cien. Saude Colet.*, 26(Suppl. 3):5261-72, 2021.
- Ghoneima, A.; Abdel-Fattah, E.; Hartsfield, J.; El-Bedwehi, A.; Kamel, A. & Kula, K. Effects of rapid maxillary expansion on the cranial and circummaxillary sutures. *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, 140(4):510-9, 2011.
- Jang, H. I.; Kim, S. C.; Chae, J. M.; Kang, K. H.; Cho, J. W.; Chang, N. Y.; Lee, K. Y. & Cho, J. H. Relationship between maturation indices and morphology of the midpalatal suture obtained using cone-beam computed tomography images. *Korean J. Orthod.*, 46(6):345-55, 2016.
- Jeon, J. Y.; Choi, S. H.; Chung, C. J. & Lee, K. J. The success and effectiveness of miniscrew-assisted rapid palatal expansion are age- and sex-dependent. *Clin. Oral Investig.*, 26(3):2993-3003, 2022.
- Jordan, A. R.; Kuhr, K.; Frenzel Baudisch, N. & Kirschneck, C. Prevalence of malocclusions in 8- and 9-year-old children in Germany-Results of the Sixth German Oral Health Study (DMS 6). *J. Orofac. Orthop.*, 84(Suppl. 1):1-9, 2023.
- Kwak, K. H.; Kim, S. S.; Kim, Y. I. & Kim, Y. D. Quantitative evaluation of midpalatal suture maturation via fractal analysis. *Korean J. Orthod.*, 46(5):323-30, 2016.
- Kolawole, K. A. & Folayan, M. O. Association between malocclusion, caries and oral hygiene in children 6 to 12 years old resident in suburban Nigeria. *BMC Oral Health*, 19(1):262, 2019.
- Mahdian, A.; Safi, Y.; Dalaie, K.; Kavosinejad, S. & Behnaz, M. Correlation assessment of cervical vertebrae maturation stage and mid-palatal suture maturation in an Iranian population. *J. World Fed. Orthod.*, 9(3):112-6, 2020.
- Pamukcu, U.; Ispir, N. G.; Akay, G.; Karadag Atas, O.; Gungor, K. & Toraman, M. Evaluation of the compatibility of C2, C3, and C4 fractal dimension values with hand-wrist and cervical vertebra maturation methods in determining skeletal maturation. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 51(7):20220113, 2022.
- Shayani, A.; Merino-Gerlach, M. A.; Garay-Carrasco, I. A.; Navarro-Cáceres, P. E. & Sandoval-Vidal, H. P. Midpalatal suture maturation stage in 10- to 25-year-olds using cone-beam computed tomography- A cross-sectional study. *Diagnostics (Basel)*, 13(8):1449, 2023.
- Uribe, G. & Cárdenas, D. *Fundamentos de Odontología: Temprano No, A Tiempo: Tratamientos De Primera Fase*. Medellín, Fondo Editorial CIB, 2014.

Autor de correspondencia:
Macarena Rodríguez Luengo
Quillota 980 Torre E
Universidad Andres Bello
Viña del Mar
CHILE

E-mail: macarena.rodriguez@unab.cl