

Evaluación de la exactitud de métodos de Tanaka-Johnston y Moyers en pacientes chilenos del Postgrado de Ortodoncia UNAB Santiago, Chile

Evaluation of precision of Tanaka-Johnston and Moyers methods of chilenan patients of the Graduate School Orthodontics of UNAB in Santiago, Chile.

Gabriela Cañas Quezada, Universidad Andrés Bello, Chile, Gabi.ccq@gmail.com
Susana Carreño Lozano, Universidad de Chile, Chile, Susitocl@gmail.com
Pamela Araya Díaz, Universidad de Chile, Chile, Payleen@gmail.com
Patricia Díaz Vargas, Universidad Andrés Bello, Chile, Javiera.diazv@gmail.com

RESUMEN

Objetivo: Determinar la exactitud del Índice de Tanaka-Johnston e Índice de Moyers mediante el análisis de modelos de estudio iniciales con dentición definitiva de pacientes chilenos del Postgrado de Ortodoncia de la Universidad Andrés Bello sede Santiago. **Materiales y métodos:** Se seleccionaron por conveniencia 100 pares de modelos según los criterios de inclusión y exclusión establecidos, correspondientes 50 al género femenino y 50 al masculino, y se realizó medición directa con un pie de metro manual, de la suma incisiva inferior y suma de segmentos canino-premolar. La medición fue realizada por dos examinadores previamente calibrados.

Se determinó la exactitud de cada uno de los métodos y presencia de diferencias estadísticas significativas.

Resultados: Para mujeres, Moyers 65% en maxilar superior y Moyers 50% en maxilar inferior presentan mayor exactitud en predicción de tamaño mesiodistal de caninos y premolares permanentes no erupcionados; en cambio, para hombres, Moyers 75% en maxilar superior y Moyers 65% en maxilar inferior son más exactos. El método de Tanaka-Johnston a pesar que solo presenta diferencias estadísticamente significativas en maxilar inferior en el género femenino ($p < 0,05$), es menos exacto tendiendo a sobrestimar valores reales en mujeres, y a subestimar en hombres. **Conclusión:** Método de Moyers es más exacto en la predicción del espacio necesario en pacientes chilenos, su nivel de confianza varía según género y maxilar. Diferencias son explicadas por dimorfismo sexual y variaciones étnicas con respecto a la población de origen de métodos de predicción.

PALABRAS CLAVE

Análisis de Tanaka y Johnston, análisis dentición mixta Moyers, dientes no erupcionados, ancho mesiodistal.

ABSTRACT

Objective: Determine the accuracy of Tanaka-Johnston and Moyers indexes through the initial analysis of study models with permanent teeth of Chilean patients of the Graduate School Orthodontics of University Andres Bello in Santiago. **Materials and Methods:** 100 pairs of models were selected by convenience as the inclusion and exclusion criteria established, corresponding to 50 female and 50 male. Direct measurement was performed with a manual caliper gauge by two examiners previously calibrated. The sum of permanent mandibular incisors and sum of segments canine-premolar were measured. The accuracy of each of the present methods and statistical differences were determined. **Results:** In females, the prediction of width of unerupted canines and premolars is more accurate on maxilla with Moyers 65% and mandible with Moyers 50%. For males, Moyers 75% on maxilla and Moyers 65% in mandible are more accurate. Tanaka-Johnston method although only presented statistically significant differences in mandible of female gender ($p < 0.05$), is less accurate tending to overestimate actual

values in women as in men underestimated. Conclusion: Moyers method is more accurate in predicting space required in Chilean patients, the confidence level varies according to gender and jaw. Differences are explained by sexual dimorphism and ethnic variations from the source population of prediction methods.

KEYWORDS

Analysis of Tanaka and Johnston, analysis mixed dentition Moyers, unerupted teeth, mesiodistal width.

Recibido: 12 junio, 2017

Aceptado para publicar: 9 noviembre, 2017

INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos importantes del diagnóstico en dentición mixta es la determinación de la discrepancia del tamaño dentario y la longitud del arco, por lo tanto, la predicción de las dimensiones mesiodistales de caninos y premolares permanentes no erupcionados es de importancia clínica en el diagnóstico y la planificación del tratamiento (Tayyab *et ál*, 2014), debido a que su conocimiento permite efectuar diferentes maniobras clínicas como extracciones seriadas, orientación de erupción, mantención de espacio, recuperación de espacio o simplemente realizar una observación periódica del paciente (Al-Bitar ZB *et ál*, 2008). El uso de un método inadecuado puede obstaculizar todo el plan de tratamiento debido a que tanto la sobrestimación y la subestimación de los diámetros de la corona de caninos y premolares no erupcionados pueden influir en la planificación del tratamiento, especialmente en relación con las decisiones de extracciones (Bulhões *et ál*, 2013).

Por ende, la importancia de llevar a cabo un análisis de dentición mixta preciso, es que si los pacientes que presentan maloclusiones en desarrollo se derivan correctamente al ortodoncista y son tratados a tiempo, la incidencia de apiñamiento dental en dentición adulta probablemente sería reducida (Ibadullah K. *et ál*, 2012).

Existen diferentes tipos de análisis realizados para predecir el tamaño de dientes no erupcionados, y se establecieron tres tipos principales; la medición de dientes en radiografías; tablas de proporcionalidad o ecuaciones de regresión; y la combinación de ambos métodos, radiografías y tablas de proporcionalidad (Proffit WR *et ál*, 2008). De los diferentes métodos de análisis de dentición mixta informados en la literatura, las ecuaciones de regresión basadas en mediciones de dientes permanentes ya erupcionados en dentición mixta temprana son los más ampliamente utilizados (Ibadullah K, *et ál*, 2012), y se trata del Análisis de Tanaka-Johnston basado en una ecuación de regresión, y del Análisis de Moyers basado en tablas de proporcionalidad.

Ambos métodos de predicción fueron propuestos en población de Europa del Norte; por ende, su aplicación a poblaciones diferentes de su origen ha sido cuestionada (Al-Bitar ZB. *et ál*, 2008; Botero P, *et al*, 2014); esto debido a que el tamaño de los dientes varía entre los diferentes grupos raciales, lo que se conoce como dimorfismo racial, y es así como dientes de diversas especies presentan diferencias a nivel de características individuales y tamaño (Butt S. *et ál*, 2012; Nawaz M. *et ál*, 2014).

ANÁLISIS DE MOYERS

Este método divide al arco en segmentos anterior (incisivos per-

manentes) y posterior (caninos, primeros y segundos molares deciduos), a partir de los cuales establece espacios disponibles y necesarios, anteriores y posteriores. El espacio disponible posterior (EDP) corresponde a la medición desde mesial del primer molar permanente hasta mesial del canino deciduo, y el espacio necesario posterior (ENP) se obtiene a partir de la tabla propuesta por Moyers (Vellini Ferreira F. 2004).

Para determinar el valor del ENP, correspondiente a caninos y premolares permanentes no erupcionados, se realiza la suma de los anchos mesiodistales de los incisivos inferiores (ENA), y se relaciona en la tabla propuesta el valor obtenido dentro de un rango de suma incisiva definido, que va de 19,5 mm a 29 mm, esto se correlaciona según nivel de confianza a partir de porcentajes que varían del 5% al 95%, siendo el 75% el más práctico clínicamente (Vellini Ferreira F. 2004).

El problema clínico más grande es cuando, al 75% los valores previstos subestiman los valores reales, en cuyo caso no habrá espacio suficiente para alinear los dientes adecuadamente. Cuando los valores sobrestiman el verdadero valor, significa que habrá más espacio para acomodar los dientes posteriores, que no se considera un problema clínico real (Bulhões *et ál*, 2013).

ANÁLISIS DE TANAKA-JOHNSTON

Método propuesto en pacientes de ascendencia europea, debido al moderadamente alto grado de correlación lineal de incisivos inferiores permanentes con respecto al segmento canino-premolar, $r=0,625$ en segmento maxilar y $r=0,648$ en mandibular (Tanaka MM, Johnston LE. 1974).

Se basa en la sumatoria de las anchuras mesiodistales de los incisivos inferiores (ENA) para calcular el espacio necesario posterior (ENP), a partir de la siguiente ecuación (Vellini Ferreira F. 2004):

$$X = \left(\frac{Y}{2} + A + B \right) \times 2$$

A la mitad del ancho mesiodistal de incisivos inferiores (Y), se suma 10,5 mm para predecir la suma del ancho de caninos y premolares inferiores (A), u 11 mm para predecir la suma del ancho de caninos y premolares superiores (B). Al multiplicar por dos el resultado se obtiene la suma del ancho de caninos y premolares no erupcionados (X) de ambos lados de la arcada dentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio de tipo descriptivo transversal de comparación de métodos diagnósticos en pacientes del Postgrado de Ortodoncia y Ortopedia de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello sede Santiago, Chile. Se estableció mediante un muestreo por conveniencia, un total de 100 pares de modelos iniciales de estudio, que cumplieran con los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos; de los cuales 50 modelos correspondían al género masculino y 50 al femenino.

Criterios de inclusión:

- Modelos iniciales de estudio superior e inferior con erupción completa de incisivos inferiores, caninos y premolares permanentes, o con un grado de evolución eruptiva que permitiese medir la zona de mayor longitud mesiodistal del diente.
- Ausencia de exodoncias, agenesias y fracturas dentarias que afecten la zona de examen.
- Ausencia de prótesis fija, restauraciones proximales o caries detectables en la zona de examen.
- Modelos dentales conservados en buen estado, con ausencia de burbujas, poros o fracturas que afecten zona de examen.

Criterios de exclusión:

- Modelos de estudio de pacientes que presenten tratamiento de ortodoncia previo, ya que estos podrían haber sido sometidos a stripping dental o reducción interproximal, lo que haría variar los resultados.
- Modelos de estudio de pacientes que presenten algún tipo de malformación dentaria o síndrome que afecte la anatomía dentaria.
- Modelos de estudio que presenten erupción incompleta o no erupción de caninos o premolares.

DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Suma incisiva inferior (SII):

Medición de la mayor dimensión mesiodistal de la corona de los cuatro incisivos inferiores permanentes individualmente entre sus puntos de contacto, utilizando un pie de metro manual marca ODIN; ubicado paralelo a superficies ves-



Fotografía 1. Pie de metro manual marca ODIN

tibulares y perpendicular al eje mayor del diente.

Suma de anchos mesiodistales de caninos y premolares superiores e inferiores:

Medición de la mayor dimensión mesiodistal de la corona de caninos y premolares permanentes superiores e inferiores individualmente entre sus puntos de contacto, utilizando un pie de metro manual marca ODIN; ubicado paralelo a superficies oclusales y perpendicular al eje mayor del diente. Para la obtención del ancho mesiodistal de caninos y premolares maxilares y mandibulares, se efectuó un promedio de los lados derecho e izquierdo de cada arcada.

Espacio necesario según Moyers:

Se realizó la obtención del espacio necesario según Moyers para cada nivel de confianza propuesto, según género femenino o masculino.

Los valores de suma incisiva inferior en la tabla de Moyers van en intervalos de 0,5 mm en un rango de 19,5 y 29 mm, se aproximó al valor más cercano superior e inferior en los casos que correspondían y se excluyeron de los análisis estadísticos los modelos cuya suma de incisivos inferiores no estuvo comprendida en dicho rango.

Espacio necesario según Tanaka-Johnston:

Se efectuó la obtención del espacio necesario mediante la fórmula propuesta a partir de la suma incisiva inferior, tanto para género femenino como masculino.

CONFIABILIDAD DE DATOS

Para asegurar la confiabilidad de los datos y reducir el error, se realizó una calibración intraexaminador e interexaminador. Se seleccionaron al azar 10 pares de modelos iniciales de estudio, en los cuales se midió el mayor diá-

metro mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores, caninos y premolares superiores e inferiores en ambos lados de cada arcada, las mediciones fueron realizadas por un experto (gold estándar) en una oportunidad y por otros dos examinadores en otras dos ocasiones, con un intervalo de una semana entre ambas mediciones. Posteriormente se comprobó el nivel de concordancia de cada examinador con las mediciones realizadas por un experto (gold estándar), y entre ambos examinadores.

Para ambas se calculó el nivel de concordancia en los datos obtenidos mediante el Coeficiente de Correlación Intraclass (ICC), obteniendo una concordancia casi perfecta (>0,81 en todas las variables) según la escala propuesta por Landis J y Koch G (1997).

A pesar de lo anterior, se realizó doble chequeo para todas las mediciones de la muestra efectuado por dos examinadores, a partir de lo cual se obtuvo un promedio de cada medición.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Una vez obtenidos los resultados en el total de la muestra, fueron ingresados en formato Excel, y posteriormente sometidos a análisis estadísticos en el programa SPSS 17.0:

Para determinar la exactitud de cada uno de los métodos:

Se calculó el error cuadrático medio del método de Tanaka-Johnston y del método de Moyers respectivamente, según la siguiente fórmula, en que \hat{Y} es el valor obtenido por el método en estudio e Y corresponde a los valores reales obtenidos de la medición directa de los modelos de estudio:

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{Y}_i - Y_i)^2.$$

Además se calculó el porcentaje de error medio absoluto (MAPE) que calcula el error entre el valor real y el obtenido por el método expresado en porcentaje.

Para comparar ambos métodos:

- Se obtuvo la diferencia entre el valor obtenido por el método de Tanaka-Johnston y los valores reales logrados de la medición directa de los modelos de estudio (DifTK).
- Se obtuvo la diferencia entre el valor obtenido por el método de Moyers y los valores reales logrados de la medición directa de los modelos de estudio (DifMo).
- Se analizó la distribución de ambas variables mediante el test de Kolmogorov-Smirnoff para determinar la utilización de test paramétricos o no paramétricos en cada caso.
- Se determinó si existe diferencia estadísticamente significativa entre los valores obtenidos con cada uno de los métodos de predicción y los valores reales logrados.
- Finalmente se determinó si existe diferencia estadísticamente significativa entre las medias de DifTK y DifMo mediante un test T para muestras pareadas o el test de Wilcoxon según la distribución de las variables.

RESULTADOS

Descripción de la muestra

La muestra utilizada corresponde a 100 pares de modelos iniciales de estudio. Fue excluido de los análisis estadísticos para ambos métodos predictivos del espacio necesario solo un modelo correspondiente al género masculino por presentar valor de suma incisiva inferior mayor a 29 mm; por lo cual los análisis fueron realizados sobre 50 modelos iniciales de estudio femeninos y 49 masculinos.

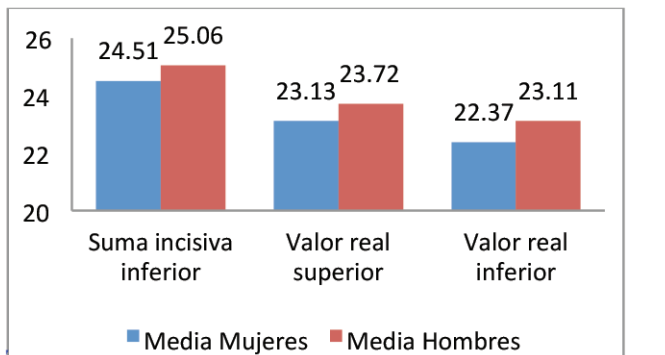
Medias de parámetros reales de la muestra

En el gráfico I se observan las medias de SII y valores reales de caninos y premolares erupcionados, superiores e inferiores según género, obtenidos a partir de la medición directa de modelos iniciales de estudio.

Comparación de medidas predictivas y valores reales según género y maxilar
Género femenino, maxilar superior (Tabla I)

El análisis de test T pareado y Wilcoxon según distribución entre el valor real y el predictivo expresa que el valor de $p < 0,05$ presenta diferencias estadísticamente significativas.

Gráfico I. Parámetros reales de la muestra



No presentan diferencias estadísticamente significativas:

- Tanaka-Johnston (p=0,23)

- Moyers 65 (p=0,55)

Método de Tanaka-Johnston presentan moderado nivel de concordancia con respecto a valores reales, al igual que Moyers 65 con ICC 0,65, además Moyers 65 presenta menor error cuadrático expresado

en porcentaje, 3 MAPE %, y menor diferencia absoluta, 0,7 mm (DS +/- 0,45 mm) respecto al valor real, en comparación con Tanaka-Johnston (0,71 mm con un rango de desviación estándar de +/- 0,42 mm).

Al realizar la comparación de valores y diferencias predictivas del espacio necesario a partir de méto-

dos de Tanaka-Johnston y Moyers se expone que no cumplen con los principios de distribución, presentando diferencias estadísticamente significativas entre sí (p valor < 0,05).

Valor obtenido por Moyers 65 presenta menor promedio de diferencia con respecto al valor real, corresponde a 0,05 mm, con un

Tabla I. Análisis estadísticos en maxilar superior de género femenino,

Superior mujeres												
Real v/s	ICC	Nivel de concordancia	Error cuadrático	MAP E %	Diferencia absoluta	DS	Diferencia (método - real)			p valor real vs	p valor Tanaka/Moyers	p dif Tanaka/Moyers
							Mín	Máx	Pro m			
Tanaka	0,63	Moderada	0,68	5	0,71	0,42	-1,63	1,63	0,125	0,23		
Moyers 95	0,36	Mediocre	2,21	5,7	1,28	0,75	-0,6	2,9	1,23	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 85	0,53	Moderada	1,14	3,9	0,89	0,59	-1,2	2,3	0,67	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 75	0,62	Moderada	0,79	3,3	0,75	0,48	-1,5	2	0,33	0,008	<0,0001	<0,0001
Moyers 65	0,65	Moderada	0,69	3	0,7	0,45	-1,9	1,7	0,05	0,55	<0,0001	0,0001
Moyers 50	0,62	Moderada	0,78	3,1	0,72	0,52	-2,2	1,3	-0,3	0,02	<0,0001	<0,0001
Moyers 35	0,53	Moderada	1,12	3,5	0,82	0,66	-2,5	1	-0,66	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 25	0,45	Mediocre	1,55	4,2	0,99	0,75	-2,8	0,7	-0,92	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 15	0,36	Mediocre	2,27	5,5	1,28	0,8	-3,1	0,4	-1,2	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 5	0,24	Mediocre	4,03	7,8	1,82	0,84	-3,7	-0,2	-1,8	<0,0001	<0,0001	<0,0001

rango de variación entre -1,9 mm y 1,7 mm.

Al evaluar rango de estimaciones de Moyers 65 y Tanaka-Johnston se obtiene que presentan tendencia a la sobrestimación de los resultados, en un rango de 1 mm o menor de diferencia con respecto al valor real, mayor en ambos casos (Tabla II-III).

Género femenino, maxilar inferior (Tabla IV)

Método de Tanaka-Johnston presenta diferencias estadísticas significativas (p=0,0015). No muestra diferencia estadísticamente significativa Moyers 50 (p=0,5061).

Método de Tanaka-Johnston presentan moderado nivel de concordancia con respecto a valores reales, al igual que Moyers 50 con ICC de 0,67. Además el método de Tanaka-Johnston presenta error cuadrático expresado en porcentaje 3,1 MAPE%; sin embargo, Moyers 50 muestra menor error expresado en porcentaje, 2,9 MAPE %.

Valor inferior obtenido por Moyers 50 presenta menor diferencia absoluta, 0,65 mm con un rango de variación de +/- 0,51 mm, en comparación con método de Tanaka-Johnston con 0,7 mm respecto al valor real, con un rango de variación de +/- 0,54 mm.

Al realizar la comparación de valores predictivos del espacio necesario a partir de métodos de Tanaka-Johnston y Moyers se observa que presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí (p valor < 0,05). Al realizar la comparación de la diferencia entre los valores predictivos del método de Tanaka-Johnston y Moyers 65, 50, 35 se expone que no presentan diferencias estadísticamente significativas (p valor > 0,05).

Valor obtenido por Moyers 50 presenta promedio de 0,09 mm de di-

Tabla II. Estimaciones de métodos de predicción

Diferencia Método/Valor real	Moyers 65%	Tanaka-Johnston
Subestimación	48,0%	44,0%
Exacto	0,0%	2,0%
Sobrestimación	52,0%	54,0%

Tabla III. Porcentajes de sub y sobrestimaciones de métodos de predicción de Moyers 65 y Tanaka-Johnston

Método Diferencia valor real	Moyers 65 Subestima	Moyers 65 Subestima	Tanaka-Johnston Subestima	Tanaka-Johnston Subestima
2 a 1 mm	25,0%	23,1%	18,2%	18,5%
1 mm	0,0%	7,7%	4,5%	14,8%
- 1 mm	75,0%	69,2%	77,3%	66,7%

ferencia con respecto al valor real, con un rango de variación entre -2,2 mm y 1,8 mm.

Al evaluar rango de estimaciones de métodos de Moyers 50 y Tanaka-Johnston se obtiene que presentan tendencia a la sobrestimación de los valores reales, siendo mayor para método de Tanaka-Johnston; en un rango de 1 mm o menor de diferencia respecto al valor real, mayor en ambos métodos (Tabla V-VI).

Género masculino, maxilar superior (Tabla VII)

No presentan diferencias estadísticamente significativas:

- Tanaka-Johnston (p=0,32)
- Moyers 75 (p=0,47)
- Moyers 65 (p=0,21)

Método de Tanaka - Johnston muestran moderado nivel de concordancia respecto a valores reales, al igual que Moyers 75 y Moyers 65 que presentan ICC de 0,6. Menor error cuadrático y expresión en

Tabla IV. Análisis estadísticos en maxilar inferior de género femenino

Inferior mujeres												
Real v/s	ICC	nivel de concordancia	Error cuadrático	MAP E %	Diferencia absoluta	DS	Diferencia (método - real)			p valor real vs	p valor Tanaka/Moyers	p dif Tanaka/Moyers
							Mín	Máx	Prom			
Tanaka	0,61	Moderada	0,78	3,1	0,7	0,54	-1,5	2	0,39	0,0015		
Moyers 95	0,27	Nula	3,87	8,1	1,81	0,78	-0,5	3,5	1,79	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 85	0,41	Mediocre	2	5,5	1,22	0,72	-1,1	2,9	1,15	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 75	0,52	Moderada	1,29	4,2	0,92	0,67	-1,5	2,5	0,78	<0,0001	<0,0001	0,0003
Moyers 65	0,61	Moderada	0,9	3,3	0,73	0,61	-1,8	2,2	0,48	0,0002	<0,0001	0,2169
Moyers 50	0,67	Moderada	0,68	2,9	0,65	0,51	-2,2	1,8	0,09	0,5061	<0,0001	0,1776
Moyers 35	0,64	Moderada	0,77	3,1	0,71	0,52	-2,6	1,4	-0,31	0,007	<0,0001	0,9841
Moyers 25	0,57	Moderada	1,04	3,6	0,82	0,61	-2,9	1,1	-0,6	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 15	0,45	Mediocre	1,68	4,8	1,1	0,69	-3,2	0,7	-1,01	<0,0001	<0,0001	0,0085
Moyers 5	0,3	Nula	3,26	7,1	1,62	0,81	-3,9	0,1	-1,61	<0,0001	<0,0001	<0,0001

porcentaje corresponden a método de Tanaka-Johnston 3,1 MAPE% y Moyers 75 3,2 MAPE%.

Moyers 75 presenta diferencia absoluta de 0,77 mm, con desviación estándar de +/- 0,64 mm, menor en comparación a Moyers 65 (+/- 0,69 mm), y similar a lo obtenido por método de Tanaka-Johnston.

Al realizar la comparación de valores y diferencias predictivas del espacio necesario a partir de métodos de Tanaka-Johnston y Moyers se expone que presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí (p valor < 0,05).

El valor obtenido por Moyers 75 presenta promedio de 0,03 mm de diferencia con respecto al valor real, con un rango de variación entre -3,1 mm y 2,1 mm.

El promedio de la diferencia entre el valor real y valores de métodos de Tanaka-Johnston y Moyers 65 tienden a subestimar los resultados reales.

Respecto a la diferencia de Moyers 75 con el valor real, presenta tendencia a la sobrestimación de los resultados, mayor en el rango de 1 mm o menor (Tabla VIII-IX).

Género masculino, Maxilar inferior (Tabla X)

No presentan diferencias estadísticamente significativas:
 - Tanaka-Johnston (p=0,884)
 - Moyers 65 (p=0,42)
 - Moyers 50 (p=0,101)

Método de Tanaka-Johnston presentan moderado nivel de concordancia respecto a valores reales, al igual que valor obtenido por Moyers 65 con ICC de 0,58. Moyers 65 y Tanaka-Johnston muestran menor error cuadrático, 1,25 y 1,22, respectivamente.

Tabla V. Estimaciones de métodos de predicción

Diferencia Método/Valor real	Moyers 50%	Tanaka-Johnston
Subestimación	46,0%	32,0%
Exacto	6,0%	6,0%
Sobrestimación	48,0%	62,0%

Tabla VI. Porcentajes de sub y sobrestimaciones de métodos de predicción de Moyers 50 y Tanaka-Johnston

Método / Diferencia valor real	Moyers 50 Sobrestima	Moyers 50 Sobrestima	Tanaka-Johnston Sobrestima	Tanaka-Johnston Sobrestima
+ 2 mm	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%
2 a 1 mm	8,7%	29,2%	12,5%	25,8%
1 mm	0%	0,0%	0,0%	19,4%
-1 mm	87,0%	70,8%	87,5%	54,8%

Tabla VII. Análisis estadísticos en maxilar superior de género masculino

Superior hombres												
Real v/s	ICC	Nivel de concordancia	Error cuadrático	MAP E %	Diferencia absoluta	DS	Diferencia (método - real)			p valor real vs	p valor Tanaka/Moyers	p dif Tanaka/Moyers
							Mín	Máx	Prom			
Tanaka	0,58	Moderada	1	3,1	0,75	0,66	-3,38	2	-0,18	0,32		
Moyers 95	0,45	Mediocre	1,88	5,1	1,17	0,71	-2,28	3,05	0,94	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 85	0,58	Moderada	1,14	3,7	0,87	0,61	-2,7	2,4	0,37	0,004	<0,0001	<0,0001
Moyers 75	0,6	Moderada	1	3,2	0,77	0,64	-3,1	2,1	0,03	0,47	<0,0001	<0,0001
Moyers 65	0,6	Moderada	1,05	3,2	0,76	0,69	-3,3	1,8	-0,23	0,21	0,013	0,011
Moyers 50	0,53	Moderada	1,35	3,5	0,85	0,79	-3,7	1,4	-0,6	0,0002	<0,0001	<0,0001
Moyers 35	0,45	Mediocre	1,9	4,4	1,06	0,9	-4,1	1,15	-0,96	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 25	0,38	Mediocre	2,49	5,3	1,27	0,94	-4,3	0,85	-1,22	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 15	0,31	Mediocre	3,45	6,6	1,59	0,97	-4,7	0,55	-1,5	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Moyers 5	0,22	Nula	5,5	8,8	2,12	1,01	-5,28	-0,05	-2,12	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Valor obtenido por Moyers 65 presenta diferencia de 0,88 mm, con un rango de variación de +/- 0,71 mm, menor en comparación a Moyers 50 (+/- 0,79 mm), y levemente mayor en comparación con el método de Tanaka-Johnston.

Al realizar la comparación de valores predictivos del espacio necesario a partir de métodos de Tanaka-Johnston y Moyers se observa que presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí (p valor < 0,05). Al realizar la comparación de la diferencia entre los valores predictivos del método de Tanaka-Johnston y Moyers 65, 50, 35 se expone que no muestrandiferencias estadísticamente significativas (p valor > 0,05).

Valor obtenido por Moyers 65 presenta promedio de 0,069 mm de diferencia, con un rango de variación entre -3,3 mm y 2,2 mm.

Promedios de valores obtenidos por método de Tanaka-Johnston y Moyers 50 tienden a subestimar los valores reales inferiores.

Al evaluar rango de estimación de Moyers 65, se obtiene que presenta tendencia a la sobrestimación de los resultados, mayor en el rango menor a 1 mm (Tabla XI-XII).

DISCUSIÓN

El análisis de dentición mixta, forma parte de los registros diagnósticos en ortodoncia, de ahí su importancia e influencia en la obtención de un diagnóstico certero, que conlleve a un plan de tratamiento adecuado.

El estudio realizado por Moyers recomienda el uso del nivel de confianza 75%, por ser más práctico clínicamente (Vellini Ferreira F. 2004), pero según un estudio que realiza una revisión sistemática concluye que la mayoría de los

Tabla VIII. Estimaciones de métodos de predicción

Diferencia Método/Valor real	Moyers 75%	Tanaka-Johnston
Subestimación	40,8%	48,9%
Exacto	4,1%	8,2%
Sobrestimación	55,1%	42,9%

Tabla IX. Porcentajes de sub y sobrestimaciones de métodos de predicción de Moyers 75 y Tanaka-Johnston

Método	Moyers 75 Sobrestima	Moyers 75 Sobrestima	Tanaka-Johnston Sobrestima	Tanaka-Johnston Sobrestima
+3 mm	5,0%	0,0%	4,2%	0,0%
+ 2 mm	5,0%	3,7%	4,2%	0,0%
2 a 1 mm	25,0%	18,5%	29,1%	14,3%
1 mm	0,0%	3,7%	8,3%	4,7%
- 1 mm	65,0%	74,1%	54,2%	81,0%

Tabla X. Análisis estadísticos en maxilar inferior de género masculino

Inferior hombres												
Real v/s	ICC	Nivel de concordancia	Error cuadrático	MAP E %	Diferencia absoluta	DS	Diferencia (método - real)			p valor real vs	p valor Tanaka/Moyers	p dif Tanaka/Moyers
							Mín	Máx	Prom			
Tanaka	0,55	Moderada	1,22	3,5	0,83	0,74	-3,5	2	-0,083	0,884		
Moyers 95	0,36	Mediocre	3,1	6,9	1,57	0,82	-2	3,5	1,3	<0,0001	<0,0001	0,0001
Moyers 85	0,49	Mediocre	1,78	4,9	1,14	0,71	-2,7	2,8	0,73	0,0001	<0,0001	0,0021
Moyers 75	0,55	Moderada	1,38	4,1	0,96	0,69	-3	2,5	0,36	0,0145	<0,0001	0,0231
Moyers 65	0,58	Moderada	1,25	3,7	0,88	0,71	-3,3	2,2	0,069	0,42	<0,0001	0,1798
Moyers 50	0,56	Moderada	1,36	3,6	0,87	0,79	-3,7	1,8	-0,33	0,101	<0,0001	0,4564
Moyers 35	0,49	Mediocre	1,79	4,2	1,01	0,88	-4,1	1,4	-0,7	<0,0001	<0,0001	0,0643
Moyers 25	0,43	Mediocre	2,31	4,9	1,18	0,97	-4,4	1,1	-1,03	<0,0001	<0,0001	0,0059
Moyers 15	0,34	Mediocre	3,29	6,1	1,47	1,08	-4,8	0,6	-1,44	<0,0001	<0,0001	0,0002
Moyers 5	0,24	Nula	5,36	8,6	2,04	1,13	-5,4	0,1	-2,03	<0,0001	<0,0001	<0,0001

artículos analizados muestra que Moyers 75% no es preciso, lo cual conduce a la necesidad de adaptar los niveles de confianza de Moyers según la población en estudio (Bulhões *et ál*, 2013), lo anterior se puede explicar por la variabilidad entre diferentes poblaciones, ya que tanto el método de Moyers como el de Tanaka-Johnston fueron propuestos en población de Europa del Norte (Ferreiro A. *et ál*, 2010; Gutiérrez J. *et ál*, 2011).

Los valores de segmentos canino-premolar de ambas arcadas fueron obtenidos a partir de un promedio entre los lados derecho e izquierdo, de la misma forma que fue realizado en varios estudios (Avninder K. *et ál*, 2014; Aquino C. *et ál*, 2006), debido a que se ha informado que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí (Burhan AS., Nawaya FR. 2014).

Al analizar los resultados, de acuerdo con la media efectuada en este estudio, se expone que los tamaños dentarios en el género masculino son mayores al femenino, expuesto por Nawaz M. *et ál* (2014), Vasconcellos O. *et ál* (2012). Según Bernabé E. *et ál* (2005) presentan diferencias estadísticamente significativas entre géneros ($p < 0,001$) y arcada dentaria ($p < 0,001$). Paredes V. *et ál* (2015) y Bishara SE. *et ál* (1989), no encontraron diferencias estadísticamente significativas en el tamaño de los incisivos inferiores entre ambos géneros. Debido a la información disponible, los resultados de este estudio fueron analizados respecto al género.

Con respecto a los resultados, en el género femenino, maxilar superior, Moyers 65 no presenta diferencias estadísticamente significativas con respecto al valor real ($p = 0,55$), al igual que método de Tanaka-Johnston ($p = 0,23$); en el maxilar inferior Moyers 50 no presenta diferencias estadísticamente

Tabla XI. Estimaciones de métodos de predicción

Diferencia Método/Valor real	Moyers 65%	Tanaka- Johnston
Subestimación	38,8%	46,9%
Exacto	2,0%	12,3%
Sobrestimación	59,2%	40,8%

Tabla XII. Porcentajes de sub y sobrestimaciones de métodos de predicción de Moyers 65 y Tanaka-Johnston

Método	Moyers 65 Subestima	Moyers 65 Sobrestima	Tanaka- Johnston Subestima	Tanaka- Johnston Sobrestima
+ 3 mm	5,3%	0,0%	4,3%	0,0%
+ 2 mm	10,5%	3,5%	8,7%	0,0%
2 a 1 mm	26,3%	31,0%	21,8%	30,0%
1 mm	0,0%	0,0%	4,3%	15,0%
- 1 mm	57,9%	65,5%	60,9%	55,0%

significativas ($p=0,5061$), en cambio, método de Tanaka-Johnston si muestra ($p=0,0015$).

En el género masculino, maxilar superior, Tanaka-Johnston no presenta diferencias estadísticamente significativas ($p=0,32$), al igual que Moyers 75 ($p=0,47$) y 65 ($p=0,21$); en el maxilar inferior Tanaka-Johnston no muestra diferencias estadísticas significativas con respecto al valor real ($p=0,884$), al igual que Moyers 65 ($p=0,42$) y 50 ($p=0,101$).

Resultados similares se obtuvieron en una muestra Siria, donde los valores previstos para hombres con Moyers 75 eran comparables con el valor real, careciendo de diferencias estadísticas significativas; Tanaka-Johnston tendía a sobrestimar valores reales de caninos y premolares permanentes superiores e inferiores. En cambio, en mujeres, Moyers 75 y Tanaka-Johnston sobrestimaron valores reales, y Moyers 50 no presentó diferencias estadísticas significativas, por lo cual fue comparable con valores reales superiores e inferiores (Burhan AS, Nawaya FR. 2014).

En el género femenino para el maxilar superior, Moyers 65 presenta menor promedio de diferencia respecto al valor real 0,05 mm, en comparación con 0,125 mm de Tanaka-Johnston, ambos con tendencia a la sobrestimación, en un rango de 1 mm o menor de, 76,9% y 81,5%, respectivamente. Además en el maxilar inferior, Moyers 50 presenta menor promedio de diferencia respecto al valor real 0,09 mm, en comparación con 0,39 mm de Tanaka-Johnston, ambos con tendencia a la sobrestimación de los resultados, menor en el caso de Moyers 50; en un rango de 1 mm o menor, 74,2% para Tanaka-Johnston y 70,8% para Moyers 50.

Lo anterior es similar a los resultados obtenidos por Sarwat M. *et*

ál (2010), que obtuvo sobrestimación de caninos y premolares para la muestra femenina con el método de Tanaka-Johnston ($p=0,51$), y subestimación con Moyers 50, no estadísticamente significativa ($p=0,36$).

Para el género masculino, en el maxilar superior se obtuvo que Moyers 75 presenta promedio de 0,03 mm de diferencia con respecto al valor real, con tendencia a la sobrestimación de los resultados, en un rango de 1 mm o menor de 77,8%; en cambio, Tanaka-Johnston tiende a subestimar los valores reales al igual que Moyers 65. En el maxilar inferior Moyers 65 muestra promedio de 0,069 mm de diferencia, con tendencia a la sobrestimación, en un rango de 1 mm o menor de diferencia de 65,5%; en cambio Tanaka-Johnston y Moyers 50 tienden a subestimar valores reales.

Contrario a los resultados obtenidos por Sarwat M. *et ál* (2010), que obtuvo sobrestimación de caninos y premolares con método de Tanaka-Johnston ($p=0,47$) y Moyers 75 ($p=0,01$) en el género masculino.

Entonces, al realizar la comparación de los promedios de los resultados obtenidos, según el método de Tanaka-Johnston y los valores reales, para el género femenino, se concluye que este tiende a sobrestimar los valores reales, al igual que un estudio realizado en una población de Jordania (Al-Bitar ZB. *et ál*, 2008). En cambio, en el género masculino, tienden a subestimar los valores reales superiores e inferiores. Resultados similares se encontraron en una población de Pakistán, a pesar que en esta se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en el arco superior para hombres ($p=0,032$) y mujeres ($p=0,001$), y en el arco inferior no se encontraron diferencias estadísticas significativas,

$p=0,278$ y $p=0,908$, respectivamente (Ibadullah K. *et ál*, 2012).

Bernabé E. *et ál* (2005), expone que sobrestimación de caninos y premolares permanentes de más de 1 mm en cada lado del arco, es de importancia clínica menor. Al igual que Proffit WR. *et ál* (2008), expresa que una discrepancia inferior a 1,5 mm rara vez resulta significativa; según Bishara SE. *et ál* (1989), un máximo de 1 mm podría no influir seriamente la decisión de extracción en un análisis del tamaño dental y longitud de arcada en dentición mixta.

Othman S. *et ál* (2007), al igual que Luu NS. *et ál* (2011), recomiendan que 2 mm de discrepancia de tamaño dentario, es un adecuado límite de significación clínica. Debido a que 1 mm por lado en cada arcada, es razonable para un mínimo de intervención por motivos de ajuste oclusal.

Debido a lo anteriormente expuesto, se considera como límite de significación clínica hasta 1 mm por lado en cada arcada dentaria.

Según una revisión sistemática de artículos, cualquier enfoque de análisis de dentición mixta conducirá a sobrestimación o subestimación de caninos y premolares no erupcionados en menos de 2 mm por cuadrante, con coeficientes de correlación que tienden a ser superiores a 0,6 (Luu NS. *et ál*, 2011).

Lo anterior coincide con los resultados expuestos, donde para el género femenino, métodos de Tanaka-Johnston y Moyers 65 presentan en el maxilar superior niveles de concordancia moderados; en el maxilar inferior Moyers 50 muestra mayor grado de concordancia (0,67 ICC). En el género masculino, maxilar superior presenta ICC mayor para Moyers 75; en el maxilar inferior, Moyers 65 muestra mayor

ICC, y ambos son de concordancia moderada.

El método de Moyers presenta menor error cuadrático en diferencia de predicción con respecto al valor real en ambos géneros y arcadas.

Las diferencias expuestas por este estudio, en comparación con lo obtenido en otras poblaciones, son explicadas por la diversidad racial y étnica que presentan las diferentes poblaciones, tal como lo propone Bishara SE. *et ál* (1986), que establece que hay una considerable variación en el tamaño dental, edad de erupción, dientes congénitamente faltantes, y morfología coronal entre y dentro de las poblaciones. Por lo cual, diversos estudios proponen modificaciones de las ecuaciones aplicables a su población, con la finalidad de disminuir el error (Cattaneo C. *et ál*, 2010; Paredes V. *et ál*, 2015).

CONCLUSIÓN

El método de predicción de caninos y premolares no erupcionados propuesto por Moyers, es más exacto en la estimación del espacio necesario posterior en pacientes chilenos. El nivel de confianza varía según género y maxilar, pero para el género femenino, Moyers 65 en maxilar superior y Moyers 50 en maxilar inferior son más exactos estadísticamente con respecto a valores reales de caninos y premolares permanentes. En el género masculino, Moyers 75 para maxilar superior y Moyers 65 en maxilar inferior, corresponden a niveles de confianza con mayor exactitud estadística. ■■■

Autores:

Gabriela Cañas Quezada, Facultad de Odontología, Universidad Andrés Bello, Chile. Gabi.cq@gmail.com

Susana Carreño Lozano, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Susitocl@gmail.com

Pamela Araya Díaz, Facultad de Odontología, Universidad de Chile. Payleen@gmail.com

Patricia Díaz Vargas, Facultad de Odontología, Universidad Andrés Bello, Chile. Javiera.diazv@gmail.com

País: Chile

BIBLIOGRAFÍA

Al-Bitar, ZB, Al-Omari IK, Sonbol HN, Al-Ahmad HT, Hamdan AM., (2008). *Mixed dentition analysis in a Jordanian population. Angle Orthod.* 78(4): 670-675.

Aquino C., Tirre M., Oliveira AC., (2006). *Applicability of three tooth size prediction methods for White Brazilians. Angle Orthod.* 77(4): 668-674.

Avninder K., Reetu S., Sudhir M., Sunila S., Aditi B., Surabhi A., (2014). *Evaluation and applicability of Moyers mixed dentition arch analysis in himachal population. Dent J Adv Stud.* 2(II): 96-104.

Bernabé E., Flores-Mir C., (2005) *Are the lower incisors the best predictors for the unerupted canine and premolars sums?. An analysis of a Peruvian sample. Angle Orthod.* 75(2): 202-207.

Bishara SE., Fernández A., Jakobsen JR., Fahl JA., (1986). *Mesiodistal crown dimensions in Mexico and the United States. Angle Orthod.* 56(4): 315-323.

Bishara SE., Jakobsen JR., Abdallah EM., Fernández A., (1989). *Comparisons of mesiodistal and bucolingual crown dimensions of the permanent teeth in three populations from Egypt, Mexico, and the United States. Am J Orthod Dentofac Orthop.* 96(5): 416-422.

Botero P., Cuesta D., Agudelo S., Hincapié C., Ramírez C., (2014). *Valoración de los métodos de análisis de dentición mixta de Moyers y Tanaka-Johnston, en la predicción del diámetro mesiodistal de caninos y premolares no erupcionados. Rev Fac Odont Univ Ant.* 25(2): 359-371.

Bulhões, Domínguez, Tormin, Akamine, Tortamano, Fantini., (2013). *Applicability of Moyers analysis in mixed dentition: A systematic review. Dental Press J Orthod.* 18(6): 100-105.

Burhan AS., Nawaya FR., (2014). *Prediction of unerupted canines and premolars in a Syrian simple. Prog Orthod.* 15(4): 1-8.

Butt S., Chaudhry S., Javed M., Wahid A., Ehsan A., Malik S., et ál. (2012), *Mixed dentition space analysis: A Review. Pak Oral Dental J.* 32(3): 502-507.

Cattaneo C., Butti AC., Bernini S., Biagi R., Salvato A., (2010). *Comparative evaluation of the group of teeth with the best prediction value in the mixed dentition analysis. Eur J Paediatr Dent.* 11(1): 23-26.

Ferreiro A., Marín G., Betancourt N., Massón R., (2010). *Valoración de la ecuación de Tanaka-Johnston en estudiantes cubanos con oclusión normal. Rev Cubana Estomatol.* 47(3): 276-284.

Gutiérrez J., Rojas A., Lemus C., Reyes Y., (2011). *Efectividad del análisis de Tanaka Johnston en una población de Nayarit. Oral.* 39: 795-798.

Ibadullah K., Farhan D., Amjad S., Ulfat B., (2012). *Applicability of Tanaka and Johnston mixed dentition analysis in a contemporary pakistani population. Pak Oral Dental J.* 32(2): 253-259.

Landis J., Koch G., (1977). *The measurement of Observer agreement for categorical data. Biometrics.* 33: 159-74.
Luu NS., Mandich MA., Tieu LD., Kaipatur N., Flores-Mir C., (2011). *The validity and reliability of mixed dentition analysis methods: A systematic review. J Am Dent Assoc.* 142(10): 1143-1153.

Nawaz M., Khursheed A., Fadhli K., Pavan G., (2014). *Racial Dimorphism in Indians and Malaysians Based on Tooth Size. Int Med J.* 21(1): 31-33.

Othman S., Harradine N., (2007). *Tooth size discrepancies in an Orthodontic Population. Angle Orthod.* 77(4): 668-674.

Paredes V, Tarazona B., Zamora N., Cibrian R., Gandia JL., (2015). *New regression equations for predicting human teeth sizes. Head Face Med.* 11(8): 1-8.

Proffit WR., Fields HW., Sarver DM., (2008). *Ortodoncia contemporánea. 4ª ed. Barcelona, España: Elsevier.*

Sarwat M., Mubassar F, (2010). *Comparison of three mixed dentition analysis methods in orthodontic patients at AKUH. J Coll of Physicians Surg Pak.* 20(8): 533-537.

Tanaka MM., Johnston LE., (1974). *The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. J Am Dent Assoc.* 88: 798-801.

Tayyab, Hussain, Ayesha, Sumayya, Ayub., (2014). *Applicability of Tanaka and Johnston mixed dentition analysis in a peshawar sample. Pak Oral Dental J.* 34(4): 322-325.

Vasconcellos O., Assunção PS., Assunção RL., (2012). *The Tanaka-Johnston orthodontic analysis for Brazilian individuals. Rev Odonto Cienc.* 27(1): 16-19.

Vellini Ferreira F, (2004). *Ortodoncia. Diagnóstico y planificación clínica. 2ª ed. Brasil: Artes Médicas Ltda.*