

Concordancia en la estimación del espacio necesario en ortodoncia: índice de Tanaka vs. Cone Beam

Concordance in the estimation of space requirements in orthodontics: Tanaka Index vs Cone Beam

Abdala, N.^a, Negrete, A. ^b, Correa, J. ^c, Rapu, F. ^d, Navarro, M.^e,

Article info

Recibido 2025-05-15

Revisado 2025-10-06

Aceptado 2025-10-29

Palabras clave:

Espacio necesario

Índice de Tanaka

CBCT

Dentición mixta

Diente no erupcionado.

RESUMEN

Introducción:

En ortodoncia, el diagnóstico inicial es fundamental para una planificación correcta y uno de los puntos clave es el análisis de modelos.

Entre las medidas importantes que se evalúan se encuentra el espacio necesario, definido como el área requerida en el maxilar para la erupción de los dientes permanentes.

Objetivo:

Este estudio tuvo como objetivo determinar la concordancia entre el índice de Tanaka y la tomografía computarizada de Haz Cónico (CBCT) en la estimación del espacio necesario para la erupción de caninos y premolares en el maxilar superior, en pacientes del posgrado de Ortodoncia y ortopedia Dentomaxilar de la Universidad Andrés Bello.

Metodología:

Se evaluaron 22 pacientes que asistieron en el período de 2020 a 2024, observándose diferencias entre ambos métodos.

Resultados:

El índice de Tanaka mostró una tendencia a sobreestimar el espacio necesario, con resultados más homogéneos y menos que se adaptan a las características individuales de cada paciente.

En cambio, el CBCT presentó mayor variabilidad, lo que sugiere que es un método más preciso y personalizado para la planificación ortodóncica. La concordancia entre los métodos fue baja, con valores de 0.29 en el lado derecho y 0.33 en el izquierdo.

Conclusión:

El CBCT es una herramienta más confiable en casos que requieren mayor precisión para evitar intervenciones innecesarias, aunque su mayor costo y la exposición a radiación sugieren un uso cuidadoso según las necesidades de cada paciente.

a. DDS, Docente Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile



b. DDS, Docente Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile



c. DDS, práctica privada, Santiago, Chile



d. DDS, práctica privada, Santiago, Chile



e. DDS, Docente Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile



ABSTRACT

Introduction:

In orthodontics, the initial diagnosis is essential for proper planning, with model analysis being one of the key components. Among the important measurements evaluated is the required space, defined as the area needed in the maxilla for the eruption of permanent teeth.

Objective:

This study aimed to determine the agreement between the Tanaka Index and Cone Beam Computed Tomography (CBCT) in estimating the required space for the eruption of canines and premolars in the upper maxilla, in patients from the Orthodontics and Dentomaxillary Orthopedics postgraduate program at Universidad Andrés Bello.

Methodology:

A total of 22 patients treated between 2020 and 2024 were evaluated, revealing differences between the two methods.

Results:

The Tanaka Index showed a tendency to overestimate the required space, providing more homogeneous results that were less tailored to the individual characteristics of each patient.

In contrast, CBCT exhibited greater variability, suggesting it to be a more accurate and personalized method for orthodontic planning. The agreement between the methods was low, with values of 0.29 on the right side and 0.33 on the left side.

Conclusion:

The CBCT proved to be a more reliable tool in cases requiring greater precision to avoid unnecessary interventions. However, its higher cost and radiation exposure warrant careful consideration based on the specific needs of each patient.

Keywords:

Necessary space, Tanaka index, CBCT, Mixed dentition, unerupted teeth.

INTRODUCCIÓN

En ortodoncia, la planificación de los tratamientos ortodóncicos es fundamental, ya que estos deben ser efectivos y predecibles, especialmente en la fase de dentición mixta, en la que coexisten dientes temporales y permanentes.

Es durante este período cuando se evalúa el espacio necesario, definido como el área requerida en el maxilar para alojar los dientes permanentes de manera óptima (Medina García et al., 2013).

El índice de Tanaka, desarrollado en 1974, se ha utilizado para estimar el espacio necesario

para la erupción de dientes permanentes. Este índice se originó a partir de estudios realizados en la población de Europa del Norte, donde los pacientes de ascendencia europea presentaron un alto grado de correlación lineal entre los incisivos inferiores permanentes y el segmento canino-premolar.

Sin embargo, su precisión ha sido cuestionada debido a las variaciones en la morfología dental entre diferentes poblaciones, especialmente en grupos étnicos no europeos, como el sudamericano.

Por otro lado, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha consolidado como una herramienta avanzada que proporciona

imágenes tridimensionales de alta resolución, lo que permite una evaluación detallada de las estructuras dentales (Canut, 1988).

Aunque el CBCT presenta numerosas ventajas, su uso implica exposición a radiación ionizante. Por lo tanto, se requiere una justificación especial en pacientes pediátricos (Barrachina, 1988).

En la actualidad no existen estudios que comparen directamente la precisión del índice de Tanaka con las mediciones obtenidas mediante CBCT. Esta comparación resulta crucial, ya que la exactitud en la predicción del espacio necesario para la erupción de caninos y premolares es fundamental para un diagnóstico ortodóncico adecuado.

Además, es importante considerar que el índice de Tanaka es muy utilizado en Chile, debido a que constituye un método rápido, sencillo y de bajo costo. Sin embargo, aún no se realizan estudios representativos que validen su aplicabilidad en la población chilena, lo que resalta la necesidad de investigaciones adicionales que corroboren su fiabilidad en este contexto (Kakkar et al., 2023).

Además, investigaciones recientes sugieren que el índice de Tanaka puede no ser adecuado para todas las poblaciones, incluidas las sudamericanas, lo que genera dudas sobre su precisión en contextos específicos como el chileno (Donaire et al., 2023).

Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo abordar esta laguna de conocimiento mediante la evaluación de la concordancia entre el índice de Tanaka y las mediciones de CBCT en una muestra de pacientes chilenos.

Este enfoque busca validar la aplicabilidad del índice de Tanaka en esta población y determinar si el CBCT puede constituir una alternativa más precisa y fiable para la planificación ortodóncica en este contexto específico.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información que se recopiló en este estudio se utilizó de forma anónima, conforme al protocolo de confidencialidad de la Facultad de Odontología de la Universidad Andrés Bello.

Asimismo, se obtuvo la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad Andrés Bello, lo que garantiza que todas las acciones del estudio se realizaron de acuerdo con las normativas y estándares éticos requeridos para iniciar esta investigación.

En este estudio se evaluó a 27 pacientes que asistieron al Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilar de la Universidad Andrés Bello durante el período 2020 a 2024.

La selección de pacientes para este estudio la realizaron las operadoras mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión, seleccionando 25 casos de los cuales solo 22 fueron finalmente incluidos; los 3 casos restantes se excluyeron debido a la ausencia de primer premolar en la CBCT. El tipo de muestreo empleado fue aleatorio estratificado.

La muestra resultante de 22 pacientes proporcionó 44 datos de comparación: 22 correspondientes al índice de Tanaka y 22 que se obtienen mediante CBCT.

Se utilizaron como criterios de inclusión para este estudio:

- Pacientes de ambos sexos.
- Entre los 7 y los 12 años.
- Con modelos de estudio inferiores que presentan la erupción completa de los incisivos inferiores permanentes.
- Sin restauraciones interproximales ni caries detectables en la zona de examen.
- Disponibilidad de radiografías CBCT del maxilar superior.

Como criterios de exclusión se tienen:

- Pacientes que han recibido tratamiento de ortodoncia previamente.
- Agenesia de caninos o premolares.
- Dentición temporal completa. Ausencia de examen CBCT.

Los modelos de estudio fueron proporcionados por el Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Dentomaxilar.

A los modelos de estudio se les realizó la medición manual del ancho mesiodistal de los cuatro incisivos inferiores permanentes mediante el uso de un pie de metro ortodóncico (véase la Figura 2) y utilizando la fórmula de Tanaka, se obtuvo el valor del espacio necesario para el maxilar superior.

Las imágenes de CBCT de los pacientes se obtuvieron en el Centro Radiológico de la Clínica Odontológica UNAB, mediante el sistema CBCT CS 9600.

Las mediciones se realizaron por las operadoras calibradas utilizando el software Blue Sky, donde se ubicó el eje mayor de cada diente. Posteriormente, se identificó en la vista axial el mayor diámetro mesiodistal coronario de cada canino y premolar del maxilar superior, midiendo con la regla digital del programa (véase la Figura 3).

Finalmente, se sumaron los tres datos, por cada lado, para obtener el valor del espacio necesario.

Figura 1.

Fórmula de Tanaka para el maxilar superior (SII: suma incisiva inferior)

$$M. Sup = \frac{SII}{2} + 11$$

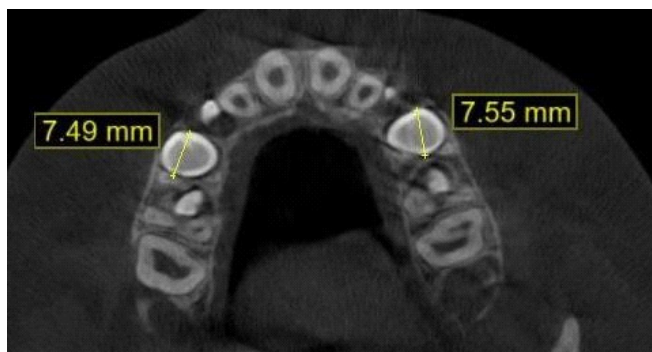
Figura 2.

Medición de los anchos mesiodistales de los incisivos inferiores permanentes



Figura 3.

Medición del ancho mesiodistal de premolares en CBCT



Una vez realizadas las mediciones y que se obtienen los datos, estos fueron tabulados en el programa Microsoft Excel según la edad, el sexo y la tercera variable, en tres columnas: con las medidas del análisis de Tanaka, los modelos de estudio y los valores que se obtienen con el CBCT. Estos resultados se analizaron en el software SPSS, donde se aplicó el índice de correlación intraclase (ICC) y la prueba de Wilcoxon.

RESULTADOS

En este estudio se observaron 22 pacientes, cuyo rango de edad estuvo entre los 7 y 12 años y se incluyeron ambos sexos.

Tabla 1. Mediciones del espacio necesario índice de Tanaka vs. CBCT				
n	Sup-der CBCT	Sup-lzq_CBCT	Sup-Der TANAKA	Sup-lzq_TANAKA
1	20.42	20.90	20_00	20.00
2	22.32	21.61	24.00	24.00
3	22.09	22.20	22.50	22.50
4	25.44	25.30	23.40	23.40
5	23.28	23.37	23.00	23.00
6	22.67	22.93	23.50	23.50
7	20.79	22.93	24.40	24.40

8	21.32	21.26	22.10	22.10
9	21.62	21.60	22.30	22.30
10	22.10	22.30	22.70	22.70
11	22.43	22.29	22.40	22.40
12	19.57	20.23	22.90	22.90
13	18.30	20.82	22.00	22.00
14	23.00	23.20	23.90	23.90
15	19.40	18.20	22.90	22.90
16	21.30	20.70	22.40	22.40
17	21.30	21.70	22.80	22.80
18	19.80	19.10	22.20	22.20
19	23.50	23.10	23.40	23.40
20	23.37	23.11	23.50	23.50
21	23.80	23.60	22.10	22.10
22	23.00	22.34	22.40	22.40

En la Tabla 1 se presenta la comparación entre el índice de Tanaka y la CBCT en los lados derecho e izquierdo.

Tabla 2. Diferencias absolutas entre la medición CBCT y Tanaka		
n	DIFERENCIA ABSOLUTA	
	DER	IZO
1	0.42	0.9
2	1.68	2.39
3	0.41	0.3
4	2.04	1.9
5	0.28	0.37
6	0.83	0.57
7	3.61	1.47
8	0.78	0.84
9	0.68	0.7
10	0.6	0.4

11	0.03	0.11
12	3.33	2.67
13	3.7	1.18
14	0.9	0.7
15	3.5	4.7
16	1.1	1.7
17	1.5	1.1
18	2.4	3.1
19	0.1	0.3
20	0.13	0.39
21	1.7	1.5

En la Tabla 2 se presentan las diferencias absolutas entre las mediciones realizadas con CBCT y Tanaka, con un promedio de 1.38 para el lado derecho y 1.24 para el lado izquierdo; valores mínimos de 0.03 para el lado derecho y 0.06 para el lado izquierdo y valores máximos de 3.7 para el lado derecho y 4.7 para el lado izquierdo.

Tabla 3. Medidas de tendencia						
	n	Media	Mediana	DE	Valor max.	Valor min.
Sup Der Tanaka	22		22.8:	0.92	24.4	20'
Sup Izq Tanaka	22	22.6	22.8	0.92	24,4	20
Sup Der CBCT	22	21.8	22	1.68	25.4	18.3

En la Tabla 3 se presentan las medidas de tendencia central y dispersión para el espacio necesario estimado mediante el índice de Tanaka y CBCT en el maxilar superior.

Se incluyen las medias, medianas, desviaciones estándar, así como los valores máximos y mínimos que se obtienen para ambos métodos en el lado derecho e izquierdo.

Tabla 4. Coeficiente de correlación intraclase							
Coeficiente de correlación intraclase entre ambos métodos							
Lado Derecho	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,29:3 ^b	-,137	,630	1,830	21	21	,087
Medidas promedio	,454 ^a	-,316	,773	1,830	21	21	,087
Lado Izquierdo	Correlación intraclase ^b	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	,332 ^a	-,094	,655	1,994	21	21	,061
Medidas promedio	,498 ^c	-,208	,772	1,994	21	21	,061

Tabla 5. Resultados de la prueba de Wilcoxon

Estadísticos de contraste		
	SupderCBCT - SupDertanaka	SuplqzCBCT - SuplqzTanaka
Z	-2,370 ^b	-2,451 ^b
Sig. asintót. (bilateral)	,018	,014

En la Tabla 4 y la Tabla 5 se presenta la relación entre las mediciones obtenidas mediante el índice de Tanaka y la CBCT en el maxilar superior, tanto para el lado derecho como para el izquierdo.

El índice de correlación intraclase para el lado derecho fue de 0.293 y para el lado izquierdo de 0.332, lo que indica una baja concordancia entre ambos métodos. La prueba de Wilcoxon arrojó un p-valor de 0.018 para el lado derecho y de 0.014 para el lado izquierdo, lo que demuestra una diferencia estadísticamente significativa entre los dos métodos.

DISCUSIÓN

Los resultados en este estudio revelaron una falta de concordancia entre las medidas obtenidas a través del índice de Tanaka y la CBCT para estimar el espacio necesario para la erupción de caninos y premolares. La distribución en los gráficos de dispersión reforzó esta afirmación, ya que ambos métodos no mostraron una relación sólida y coherente.

Debido a que el índice de Tanaka se basa en una fórmula matemática, los resultados son estimaciones para una gran población, lo que implica la pérdida de individualidad y especificidad.

En este estudio se observa que sus resultados fueron más uniformes. Por el contrario, las mediciones realizadas mediante el CBCT presentaron una amplia variabilidad, lo que sugiere que este método es más preciso y adaptable a las particularidades de cada caso. Sin embargo, según el gráfico de dispersión, se observa que el CBCT proporciona valores más variados, ya que son específicos de cada paciente.

En contraste, los valores del índice de Tanaka presentan mayor uniformidad, debido a que se aplica una fórmula generalizada para todos los pacientes. La relevancia de este hallazgo es significativa para la práctica ortodóncica, donde una evaluación detallada resulta fundamental para la planificación del tratamiento.

El CBCT mostró una mayor variabilidad en los resultados, lo que parece reflejar la realidad clínica en mayor medida, esto lo convierte en una herramienta más confiable para predecir el espacio para la erupción dental.

Según el caso en que se utilice, se sugiere su uso complementario, ya que como se muestra en la Tabla 3 la diferencia entre las mediciones de CBCT y Tanaka fue, en promedio, de 1.38 mm en el lado derecho y 1.24 mm en el lado izquierdo.

Los valores mínimos fueron 0.03 mm para el lado derecho y 0.06 mm para el lado izquierdo; los valores máximos fueron 3.7 mm y 4.7 mm para el lado derecho e izquierdo, respectivamente.

Se consideró que una discrepancia superior a 4 mm puede, en ocasiones, comprometer la planificación ortodóncica.

Se ha comparado esta metodología con otros métodos, como en el estudio de Ghasemi et al. (2024) en el que se evaluaron varios métodos de estimación y se sugirió que la fórmula de Tanaka-Johnston sobreestima el área, tanto en el maxilar como en la mandíbula, existiendo diferencias significativas ($p < 0.0001$).

Por otro lado, las tablas de Moyers demostraron ser alternativas confiables para estimar el espacio requerido para la erupción dental, con niveles de confianza del 75 % para el maxilar y del 65 % para la mandíbula, lo que proporciona mejores estimaciones estadísticas (Kakkar et al., 2023). Asimismo, el método de regresión lineal basado en los anchos mesiodistales de los molares e incisivos resultó ser más preciso que los métodos anteriores.

Esto subraya la importancia de emplear múltiples enfoques para considerar la medición del espacio necesario, así como la relevancia de la población específica, un aspecto respaldado por estudios anteriores que afirmaron que las ecuaciones deben adaptarse a diferentes grupos étnicos (Donaire et al., 2023).

No obstante, al comparar la CBCT con los modelos de yeso para el análisis de la dentición mixta, se encontraron diferencias estadísticas en las mediciones observándose valores medios más bajos que los que se obtienen con los modelos de yeso, con variaciones entre 1 y 1.5 mm (Gowd et al., 2017).

A diferencia de Tanaka, que otorga un valor general y puede estar sujeto a errores manuales, la CBCT proporcionó una medición más precisa.

Esto explicó la oscilación en los resultados y la consolidó como una herramienta importante

en la práctica moderna, especialmente en los casos en los que se requiere un diagnóstico preciso para tratamientos planificados.

En cuanto a las implicancias clínicas de este estudio, la baja concordancia entre el índice de Tanaka y el CBCT sugiere que el índice, aunque es muy utilizado por su simplicidad, puede no ser suficientemente preciso en la predicción del espacio necesario en comparación con el CBCT.

Como consecuencia, la planificación ortodóncica basada exclusivamente en el índice de Tanaka puede conducir a errores en el diagnóstico y en la toma de decisiones clínicas.

En casos en los que se requiera mayor exactitud, para evitar extracciones o procedimientos invasivos innecesarios, el CBCT constituye una herramienta más confiable, lo que justifica su uso en situaciones complejas. Sin embargo, debido a la mayor exposición a radiación y al costo asociado al CBCT.

Estos resultados también sugieren evaluar cuidadosamente cuándo es imprescindible su uso, lo que promueve un enfoque más selectivo y racional en la indicación de estudios de imagenología.

Finalmente, complementar ambos métodos puede permitir tomar decisiones más informadas y adecuadas para cada paciente, lo que ayuda a elegir un tratamiento más invasivo o menos invasivo según las necesidades específicas de cada caso.

Esto resulta especialmente relevante en situaciones en las que una evaluación más precisa puede marcar la diferencia en el enfoque del tratamiento ortodóncico, lo que evita intervenciones innecesarias y

asegura una planificación más ajustada a las particularidades anatómicas del paciente.

El hallazgo de una baja concordancia resalta la importancia de continuar investigando y desarrollando métodos más precisos para predecir el espacio necesario para la erupción de caninos y premolares, lo cual puede contribuir a mejorar la eficiencia y personalización de los tratamientos ortodóncicos.

En este contexto, se sugiere que futuras investigaciones incorporen tecnologías digitales, las cuales ofrecen mediciones tridimensionales más precisas y detalladas.

En resumen, aunque el índice de Tanaka y el CBCT son útiles para estimar el espacio necesario, los resultados de los estudios indican que su fiabilidad y precisión pueden ser variables.

Por lo tanto, se requiere mayor investigación que compare directamente el índice de Tanaka, el CBCT y otros métodos digitales, considerando la variación en las distintas poblaciones y las metodologías empleadas (Kakkar et al., 2023; Ghasemi et al., 2024).

LIMITACIONES

Durante el desarrollo de este estudio, se presentaron algunas limitaciones que es necesario señalar:

- En primer lugar, no fue posible realizar las mediciones en el maxilar superior e inferior debido a la falta de exámenes CBCT bimaxilares, ya que se evitó la sobreexposición del paciente a la radiación ionizante.

- En cuanto al tamaño muestral, este fue reajustado debido a la escasa cantidad de pacientes que cumplían con los criterios de inclusión y exclusión.

CONCLUSIÓN

En conclusión, no existe concordancia entre las estimaciones del espacio necesario obtenidas mediante el índice de Tanaka y las obtenidas por CBCT.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existe ningún conflicto de intereses en relación con este trabajo.

Financiación

Este trabajo no ha recibido financiamiento de ninguna fuente externa.

Conceptualización y diseño:

N.A. y A.N.

Revisión de literatura: F.R. y J.C.

Metodología y validación: N.A., A.N., F.R. y J.C.

Análisis formal: N.A., A.N., F.R. y J.C.

Investigación y recopilación de datos: N.A., A.N., F.R., J.C. y M.N.

Recursos: N.A., A.N., F.R., J.C. y M.N.

Análisis e interpretación de datos: N.A., A.N., F.R., J.C. y M.N.

Redacción-preparación del borrador original: N.A., A.N., F.R. y J.C.

Redacción-revisión y edición: N.A., A.N., F.R. y J.C.

Supervisión: N.A., A.N. y M.N.

Administración de proyecto: N.A. y A.N.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrachina, C. M. (1988). Etiopatogenia: Factores Generales [Revisión de Etiopatogenia: Factores Generales]. En Ortodoncia clínica y terapéutica (pp. 369–388). Salvat Editores.
- Canut, J. A. (1988). Mordida Abierta [Revisión de Mordida Abierta]. En Ortodoncia clínica y terapéutica (pp. 369–388). Salvat Editores.
- Donaire, F., Villalón, J., Navarro, P., & Ugalde, A. (2023). Validación y Comparación de un Nuevo Método para Predecir el Ancho Mesiodistal de Caninos y Premolares no Erupcionados en una Población Chilena de la Región de Valparaíso, Chile. *International Journal of Odontostomatology*, 17(4), 470–478. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2023000400470>
- Ghasemi, T., Sabbaghzadeh, M., Mollaei, M., & Mirzaei, M. (2024). Comparison of the different methods of width estimation in unerupted canine and premolars. *BMC Oral Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04053-8>
- Gowd, S., Shankar, T., Dash, S., Sahoo, N., Chatterjee, S., & Mohanty, P. (2017). A comparative evaluation of mixed dentition analysis on reliability of cone beam computed tomography image compared to plaster model. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 0(0), 0. https://doi.org/10.4103/jispcd.jispcd_182_17
- Kakkar, A.; Gupta, K.; Sharma, R. et al. (2019). Applicability of Tanaka–Johnston, Moyers, and Bernabé and Flores–Mir mixed dentition analyses in school-going children of Sri Ganganagar City, Rajasthan (India): A cross-sectional study. *Contemporary Clinical Dentistry*, 10(3), 410. https://doi.org/10.4103/ccd.ccd_654_18
- Medina García, B., & Palma Díaz, E. (2013). Reabsorción radicular del segundo molar temporal causada por erupción del primer molar permanente, en pacientes de 4 a 7 años, Universidad de Talca (Tesis doctoral, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Odontología).

