

Análisis de las curvaturas radicales de las premolares mandibulares

Analysis of root curvatures in mandibular premolars

Luis Roberto López Valdez ^{1a}, Miguel Villegas Vivanco ^{1ab}, Jaime Fabián Gutiérrez-Rojo ^{1ac}

¹ Universidad Autónoma de Nayarit, Tepic, Nayarit, México.

^a Cirujano Dentista

^b Especialista en Endodoncia

^c Magister en Salud Pública

RESUMEN

Objetivos: Analizar la morfología de las curvaturas radicales en premolares mandibulares mediante un método de trazado digital aplicado a radiografías panorámicas. **Materiales y Métodos:** Se realizó un estudio descriptivo, observacional y transversal. Se analizaron 120 radiografías panorámicas obtenidas de la base de datos del departamento de imagenología de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, evaluando un total de 480 premolares mandibulares. La medición de las curvaturas radicales se realizó mediante trazado digital utilizando el programa ImageJ. Se evaluaron la angulación, localización anatómica y orientación de las curvaturas radicales. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, prueba t de Student, ANOVA y prueba post hoc de Tukey. **Resultados:** El 50,2% de los premolares presentaron raíces rectas, mientras que el 49,8% presentó algún grado de curvatura. Las curvaturas distales fueron las más frecuentes (43,5%), seguidas de las mesiales (6,3%). La mayoría de las curvaturas se localizaron en el tercio apical. Las curvaturas moderadas representaron el 64.4% de los casos, seguidas de las leves (31,8%) y severas (3,8%). Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tercios radicales evaluados, principalmente entre el tercio apical y los tercios medio y cervical ($p < 0,01$). **Conclusiones:** Los premolares mandibulares presentan alta variabilidad en sus curvaturas radicales, predominando las curvaturas moderadas, de orientación distal y localizadas en el tercio apical. Estos hallazgos resaltan la importancia de una adecuada evaluación diagnóstica para optimizar la planificación del tratamiento endodóntico y reducir complicaciones operatorias.

Palabras clave: Raíz del Diente; Premolar; Radiografía Panorámica; Endodoncia. (Fuente: DeCS BIREME)

ABSTRACT

Objectives: To analyze root curvature morphology in mandibular premolars using a digital tracing method applied to panoramic radiographs. **Materials and Methods:** A descriptive, observational, and cross-sectional study was conducted. A total of 480 mandibular premolars were evaluated from 120 panoramic radiographs obtained from the imaging department database at the Academic Unit of Dentistry of the Universidad Autónoma de Nayarit. Root curvature measurements were performed via digital tracing using ImageJ software. Angulation, anatomical location, and orientation of the root curvatures were evaluated. Data were analyzed using descriptive statistics, Student's t-test, ANOVA, and Tukey's post hoc test. **Results:** Straight roots were observed in 50.2% of the premolars, while 49.8% exhibited some degree of curvature. Distal curvatures were the most frequent (43.5%), followed by mesial curvatures (6.3%). Most curvatures were located in the apical third. Moderate curvatures accounted for 64.4% of the cases, followed by mild (31.8%) and severe (3.8%) curvatures. Statistically significant differences were found among the evaluated root thirds, primarily between the apical third and both the middle and cervical thirds ($p < 0.01$). **Conclusions:** Mandibular premolars exhibit high variability in root curvature, with a predominance of moderate curvatures that are distally oriented and located in the apical third. These findings highlight the importance of proper diagnostic evaluation to optimize endodontic treatment planning and reduce operative complications.

Keywords: Tooth Root; Premolar; Panoramic Radiograph; Endodontics. (Source: MeSH NLM)

Citar como: López Valdez LR, Gutiérrez-Rojo JF, Villegas Vivanco M. Análisis de las curvaturas radicales de las premolares mandibulares. Kiru.2026;23(4):257-262. <https://doi.org/10.24265/kiru.2026.v23n4.04>

Recibido: 04/06/2026

Revisado por pares

Aceptado: 12/08/2026

En línea: 01/10/2026

Correspondencia: Luis Roberto López Valdez
17008017@uan.edu.mx

© Los autores, 2026.
Publicado por la Universidad de San Martín de Porres (Lima, Perú)



Artículo de acceso abierto, distribuido bajo la licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

INTRODUCCIÓN

La complejidad anatómica del sistema de conductos radiculares representa uno de los principales desafíos en la práctica endodóntica, particularmente en lo que respecta a la variabilidad de las curvaturas radiculares, las cuales pueden influir significativamente en la instrumentación y obturación del sistema de conductos, condicionando el pronóstico del tratamiento ^(1,2).

Dentro de estas variaciones, las curvaturas radiculares de mayor magnitud, denominadas dilaceraciones, han sido ampliamente estudiadas debido a su implicación clínica. Estas alteraciones, caracterizadas por desviaciones pronunciadas del eje longitudinal del diente, pueden incrementar la dificultad técnica del tratamiento endodóntico y favorecer la aparición de complicaciones iatrogénicas, como la formación de escalones, perforaciones o fractura de instrumentos ^(3,4).

La evaluación de estas curvaturas ha sido abordada mediante diversos métodos, destacando el propuesto por Schneider, el cual permite estimar la angulación del conducto radicular. No obstante, este enfoque presenta limitaciones relacionadas con la estandarización del eje longitudinal y la reproducibilidad de las mediciones. En este sentido, se ha planteado la necesidad de incorporar parámetros adicionales que permitan una caracterización más integral de la curvatura, tales como el radio y la longitud de la misma ^(1,2).

En relación con los métodos de imagen, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ha demostrado una alta precisión en el análisis tridimensional de la anatomía radicular, permitiendo una evaluación más detallada de las curvaturas en distintos planos del espacio y superando las limitaciones inherentes de las técnicas bidimensionales ⁽⁵⁻⁷⁾.

Diversos estudios han señalado que la CBCT proporciona mediciones más exactas del grado y dirección de las curvaturas radiculares, lo que resulta de especial utilidad en la planificación de procedimientos endodónticos complejos ^(5,7).

Sin embargo, factores como el costo, la disponibilidad limitada y la exposición a radiación restringen su uso rutinario en la práctica clínica diaria, lo que mantiene vigente la utilización de métodos bidimensionales como la radiografía panorámica digital, a pesar de sus limitaciones en la representación de estructuras tridimensionales ^(4,5).

En este contexto, la incorporación de herramientas digitales para el análisis morfométrico representa una alternativa metodológica emergente, al permitir una mayor precisión en el trazado de estructuras anatómicas y una reducción del sesgo asociado a la medición manual ^(2,5). A pesar de estos avances, la evidencia respecto a la aplicación de trazado digital en la evaluación de curvaturas radiculares continúa siendo limitada, especialmente en estudios basados en radiografía panorámica.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo analizar la morfología de las curvaturas radiculares en premolares mandibulares mediante un método de trazado digital aplicado a imágenes radiográficas, con el propósito de aportar evidencia que contribuya a mejorar la precisión diagnóstica y la planificación del tratamiento endodóntico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo descriptivo, observacional y transversal. El universo de estudio estuvo constituido por la base de datos del Departamento de Imagenología de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit, la cual incluye 1220 radiografías panorámicas obtenidas con un equipo VATECH PAX. Mediante un muestreo con un nivel de confianza del 95% y una precisión del 3%, se determinó un tamaño muestral de 120 radiografías. A partir de estas, se analizaron 480 premolares distribuidos equitativamente ($n = 120$) en cuatro grupos: primeros premolares derechos, primeros premolares izquierdas, segundos premolares derechos y segundos premolares izquierdos.

Se incluyeron las radiografías panorámicas que presentaran dentición permanente natural. Por el contrario, se excluyeron aquellas imágenes con calidad deficiente o presencia de artefactos. Asimismo, se descartaron los casos con dientes supernumerarios, agenesias múltiples, apiñamiento severo en la zona de evaluación o premolares birradiculares. Finalmente, se omitieron las piezas con caries avanzadas, reabsorciones radiculares, fracturas, dientes retenidos o impactados, y lesiones patológicas que alteraran la morfología y posición de la raíz.

Para determinar la angulación de la curvatura radicular, se implementó el siguiente protocolo morfométrico:

- **Establecimiento del eje longitudinal.** Se definió un punto inicial "A" en el centro de la corona,

coincidente con el techo de la cámara pulpar. Posteriormente, se trazó la línea "L1" uniendo los

límites amelocementarios mesial y distal.

- **Referenciación del canal.** Se ubicó un punto "B" en el centro del conducto radicular, a una distancia de 5 mm hacia apical de L1. La unión de los puntos A y B conformó la recta "L2", la cual representa el eje longitudinal proyectado del diente (Figura 1).

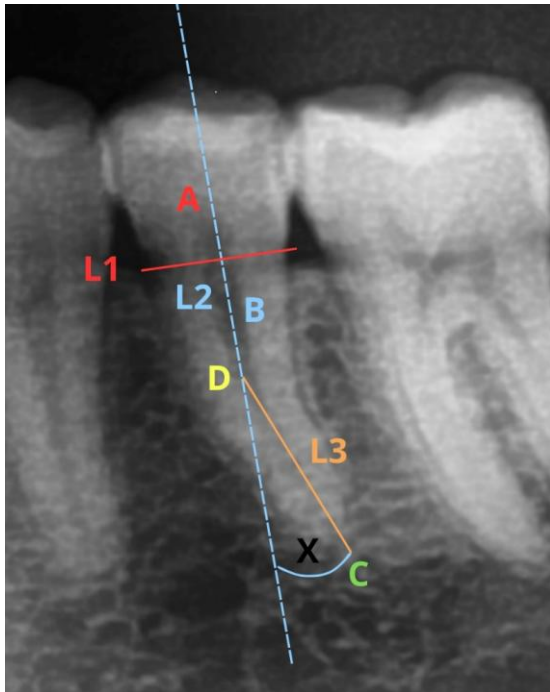


Figura 1. Radiografía con el trazado para obtener la angulación

- **Definición de la curvatura.** Se identificó el punto "C" en el ápice radicular y el punto "D" en el sitio exacto donde el eje longitudinal diverge del conducto (Figura 1).
- **Medición final.** Se trazó la recta "L3" entre los puntos C y D. El grado de curvatura se obtuvo midiendo el ángulo inferior resultante de la intersección entre la recta L3 y la proyección apical de la recta L2 (Figura 1).

Todas las radiografías fueron evaluadas por un solo investigador, se utilizó el programa ImageJ para realizar el trazado de las raíces. Se evaluaron tres variables: la angulación de las curvaturas (recta: a 0°, leve: de 0,1° a 15°, moderada: de 16° a 30°, severa: mayor a 30°), su ubicación anatómica (tercio coronal, medio o apical) y la orientación radicular (mesial o distal).

Los datos obtenidos se registraron en una hoja electrónica de Excel, en donde se realizó también la estadística descriptiva. Las pruebas de t de Student se hicieron en el programa StatCalc, la prueba de ANOVA y Post Hoc de Tukey se realizaron en una calculadora digital en https://astatsa.com/OneWay_Anova_with_TukeyHSD/. Las pruebas se trabajaron con un nivel de significancia de 0,05.

Consideraciones éticas

Para la investigación y análisis de las radiografías panorámicas utilizadas se solicitó previamente autorización al Departamento de Investigación de la Unidad Académica de Odontología de la Universidad Autónoma de Nayarit. En dicha instancia se revisó que los datos obtenidos no contuvieran información personal que permitiera identificar a los pacientes y se estableció el uso de las radiografías exclusivamente con fines de investigación.

Asimismo, las radiografías panorámicas corresponden a pacientes de ortodoncia mismos que son vistos en el área de posgrado de ortodoncia, de los cuales se cuenta con consentimiento informado para el uso de las radiografías y modelos de estudio con fines de investigación.

RESULTADOS

La media del ángulo de curvatura radicular en los premolares evaluados fue de $19,2^\circ \pm 7,3^\circ$. Predominaron las raíces rectas con un 50,2%, seguidas por aquellas con deflexión distal (43,5%) y mesial (6,3%). Los premolares que presentaban curvatura distal, el 85% la presentaba en el tercio apical, el 10% en el tercio medio y el 5% en cervical. Para los premolares con curvatura mesial, el 48% presentaba su curvatura en apical, el 22,5% en cervical y el 29% en el tercio medio. De acuerdo con el grado de severidad, el 64,4% de las curvaturas se clasificó como moderada, el 31,8% como leve y el 3,8% como severa.

Respecto a la angulación según el tercio radicular, las raíces con curvatura mesial registraron una media de $6,5^\circ \pm 6,3^\circ$ en el tercio cervical, $5,5^\circ \pm 1,8^\circ$ en el medio y $20,7^\circ \pm 5,9^\circ$ en el apical. Por su parte, las raíces con dirección distal presentaron valores de $7,5^\circ \pm 0,71^\circ$ en el tercio cervical, $15,5^\circ \pm 6,3^\circ$ en el tercio medio y $20,3^\circ \pm 6,6^\circ$ en el apical. El resto de la estadística descriptiva se encuentra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estadística descriptiva de los grados de angulación según el tercio de la raíz

Curvatura	Tercio	n	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
Distal	Cervical	10	7,5	0,8	9	7
	Medio	20	15,4	7,7	38	5
	Apical	179	20,3	6,5	42	3
Mesial	Cervical	7	6,5	6,3	11	2
	Medio	9	5,5	1,8	8	3
	Apical	15	20,7	5,9	30	7

Se realizaron pruebas de ANOVA y post hoc de Tukey en las premolares con curvaturas distales, se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre las angulaciones de los tercios evaluados ($F = 8,28$; $p = 0,0003$). El análisis de post hoc de Tukey localizó estas diferencias exclusivamente al comparar el tercio apical con el medio ($p < 0,01$) y con el cervical ($p < 0,01$). Un comportamiento homólogo se observó en las curvaturas mesiales ($F = 30,3$; $p = 0,0001$) donde el tercio apical exhibió una angulación significativamente mayor en comparación con los tercios medio y cervical ($p < 0,01$ en ambos casos).

significancia estadística en los tercios cervical ($t = 0,22$; $p = 0,846$) ni apical ($t = 0,25$; $p = 0,806$). Sin embargo, se detectaron diferencias significativas en el tercio medio ($t = 3,77$; $p = 0,0008$).

Al evaluar cada una de las premolares se encontró que la mayoría no presentaron curvaturas (Tabla 2). Cuando las raíces presentaban curvaturas, predominó la condición moderada, mientras que la categoría severa registró la menor frecuencia. La estadística descriptiva de los grados de curvatura de los premolares se presenta en la Tabla 3.

La comparación de las angulaciones entre las raíces distales y mesiales mediante la prueba t de Student no mostró

Tabla 2. Porcentaje de dientes clasificados según el grado de curvatura

Diente	Recta		Leve		Moderada		Severa	
	n	%	n	%	n	%	n	%
34	82	68	7	6	29	24	2	2
35	58	48	13	11	45	37	4	4
44	66	55	23	19	31	26	0	0
45	52	43	27	22	38	32	3	3

Tabla 3. Estadística descriptiva según el premolar y la dirección de la angulación de la raíz

Diente	Curvatura	n	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo
34	Distal	37	22,1	6,9	42	10
	Mesial	11	14,6	6,2	22	4
35	Distal	54	21,8	7,0	41	3
	Mesial	7	12,7	11,7	28	2
44	Distal	52	18,4	5,9	28	9
	Mesial	7	17,3	10,4	30	7
45	Distal	66	17,8	6,8	38	5
	Mesial	6	20,0	7,5	28	12

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio evidencian una alta variabilidad en la morfología radicular de los premolares mandibulares, particularmente en la magnitud, orientación y localización de las curvaturas. En la muestra analizada ($n = 480$ premolares), se observó que el mayor porcentaje de las raíces rectas, seguido de las raíces con curvatura distal. Estos hallazgos coinciden con lo reportado en la literatura, donde se describe que los premolares mandibulares presentan una anatomía altamente variable, con predominio de curvaturas en dirección distal ^(1,5).

En cuanto a la severidad de la curvatura, se encontró que las curvaturas moderadas fueron las más frecuentes. Estos resultados difieren parcialmente de lo descrito por Schneider ⁽²⁾, quien reporta una mayor prevalencia de curvaturas leves; sin embargo, pueden explicarse por diferencias metodológicas, particularmente en el uso de herramientas digitales para el trazado y medición, lo cual podría incrementar la precisión en la detección de curvaturas de mayor magnitud. Desde el punto de vista clínico, la alta proporción de curvaturas moderadas implica un riesgo significativo durante la instrumentación, ya que este tipo de anatomía se asocia con mayor probabilidad de transporte apical y errores iatrogénicos ^(3,4).

Respecto a la localización de las curvaturas, se observó un claro predominio en el tercio apical. En las raíces con curvatura distal predominó la localización en el tercio apical. De manera similar, en las curvaturas mesiales. Estos hallazgos concuerdan con lo descrito en estudios previos, donde el tercio apical es considerado la región de mayor complejidad anatómica y, por ende, de mayor dificultad clínica ^(5,7).

El análisis de las angulaciones por tercio mostró que los mayores valores se concentran en el tercio apical, tanto para curvaturas mesiales ($20,7^\circ \pm 5,9^\circ$) como distales ($20,4^\circ \pm 6,6^\circ$), en comparación con los tercios medio y cervical. Estos resultados fueron confirmados mediante análisis estadístico, donde se encontraron diferencias significativas entre los tercios evaluados en ambas orientaciones. El análisis post hoc de Tukey indicó que dichas diferencias se localizan principalmente entre el tercio apical y los tercios medio y cervical, lo cual refuerza la relevancia clínica del tercio apical como zona crítica en la preparación biomecánica.

Al comparar las curvaturas mesiales y distales, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tercios cervical ni apical; sin embargo, sí se identificaron diferencias en el tercio medio. Este hallazgo sugiere que, aunque la orientación de la curvatura no influye significativamente en la región apical, puede tener implicaciones en la morfología del tercio medio, lo cual podría impactar la estrategia de instrumentación en esta zona.

Desde una perspectiva clínica, los resultados obtenidos en este estudio refuerzan la importancia de una evaluación preoperatoria detallada. La alta prevalencia de curvaturas en el tercio apical y su predominio en dirección distal subrayan la necesidad de utilizar técnicas de instrumentación que respeten la anatomía original del conducto. Asimismo, estos hallazgos respaldan el uso de sistemas de limas con alta flexibilidad, especialmente en casos con curvaturas moderadas a severas, con el fin de reducir el riesgo de complicaciones como transporte apical o fractura de instrumentos ^(3,4).

Es importante destacar que, aunque el método de Schneider continúa siendo una herramienta ampliamente utilizada para la medición de curvaturas radiculares, presenta limitaciones al tratarse de un análisis bidimensional. En este estudio, la implementación de un método de trazado digital permitió una evaluación más precisa de la morfología radicular; sin embargo, no sustituye completamente las ventajas del análisis tridimensional mediante CBCT, el cual ha demostrado una mayor exactitud en la caracterización de las curvaturas ^(5,7).

Entre las limitaciones del presente estudio se encuentra el uso de radiografías panorámicas, las cuales pueden subestimar la complejidad tridimensional de las curvaturas radiculares. Asimismo, el diseño observacional limita la posibilidad de establecer relaciones causales. No obstante, el tamaño de muestra y la estandarización del método de medición fortalecen la validez de los resultados.

En conclusión, los premolares mandibulares presentan una alta variabilidad en sus curvaturas radiculares, con predominio de curvaturas moderadas, orientación distal y localización en el tercio apical. Estos hallazgos destacan la importancia de un enfoque clínico individualizado, basado en una adecuada evaluación diagnóstica, con el objetivo de

optimizar los resultados del tratamiento endodóntico y minimizar la incidencia de complicaciones.

Roles de contribuciones según CRediT

Conceptualización: LRLV, JFG-R. Metodología: LRLV, JFG-R. Investigación: LRLV, MVV. Recursos: LRLV, MVV. Redacción – Borrador original: LRLV. Redacción – Revisión y edición: LRLV, JFG-R.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schäfer E, Diez C, Hoppe W, Tepel J. Roentgenographic investigation of frequency and degree of canal curvatures in human permanent teeth. *J Endod.* 2002;28(3):211–216. doi: 10.1097/00004770-200203000-00017.
- Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(2):271–275. doi: 10.1016/0030-4220(71)90230-1.
- Jafarzadeh H, Abbott PV. Dilaceration: review of an endodontic challenge. *J Endod.* 2007;33(9):1025–1030. doi: 10.1016/j.joen.2007.04.013.
- Hamasha AA, Al-Khateeb T, Darwazeh A. Prevalence of dilaceration in Jordanian adults. *Int Endod J.* 2002;35(11):910–912. doi: 10.1046/j.1365-2591.2002.00593.x.
- Estrela C, Bueno MR, Sousa-Neto MD, Pécora JD. Method for determination of root curvature radius using cone-beam computed tomography images. *Braz Dent J.* 2008;19(2):114–118. doi: 10.1590/s0103-64402008000200005.
- Hong X, Zhang R, Pan H, Zhang W, Hu T. Lingual radicular groove in a mandibular premolar: case report and literature review. *Int J Morphol.* 2013;31(1):338–344. doi: 10.4067/S0717-95022013000100052.
- Patel S, Durack C, Abella F, Shemesh H, Roig M, Lemberg K. Cone beam computed tomography in endodontics – a review. *Int Endod J.* 2015;48(1):3–15. doi: 10.1111/iej.12270.