



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
SECRETARIA DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN
Luis Guillermo Ibarra
ESPECIALIDAD EN:
Ortopedia

***MEDICIONES RADIOGRÁFICAS DE RADIO DISTAL
EN POBLACIÓN MEXICANA SANA***

T E S I S
PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICO ESPECIALISTA EN:
ORTOPEDIA

P R E S E N T A:
Apolinar González Hernández

PROFESOR TITULAR
Dr. Juan Antonio Madinaveitia Villanueva

DIRECTOR DE TESIS
Dr. Efraín Farías Cisneros



Ciudad de México

Febrero 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

MEDICIONES RADIOGRÁFICAS DE RADIO DISTAL EN POBLACIÓN MEXICANA SANA

DR. JUAN ANTONIO MADINAVEITIA VILLANUEVA
PROFESOR TITULAR

DR. EFRAÍN FARÍAS CISNEROS
DIRECTOR DE TESIS

DR. EFRAÍN FARÍAS CISNEROS
ASESOR DE TESIS

MEDICIONES RADIOGRÁFICAS DE RADIO DISTAL EN POBLACION MEXICANA SANA

**DRA. MATILDE L. ENRÍQUEZ SANDOVAL
DIRECTORA DE EDUCACIÓN EN SALUD**

**DR. HUMBERTO VARGAS FLORES
SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN MÉDICA**

**DR. ROGELIO SANDOVAL VEGA GIL
JEFE DEL SERVICIO DE EDUCACIÓN MÉDICA DE POSGRADO**

DEDICATORIAS

A mis padres, Apolinar y Josefina, los pilares de mi vida, que siempre han creído en mí, con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo y mis logros, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto y el apoyo dado que me permitió llegar a donde hoy estoy.

AGRADECIMIENTOS

Al Doctor Efraín Farias, a quien le debo el interés y la pasión por el radio distal.

Al Doctor Renan, sin cuyo apoyo no hubiera sido posible terminar esta tesis.

A H. Galicia y a una sesión de viernes.

Índice

Resumen.....	7
Introducción	8
Objetivos	9
Hipótesis.....	10
Justificación	14
Planteamiento del problema	15
Identificación de variables	16
Material y Métodos.....	18
Resultados.....	20
Discusión	22
Conclusiones	24
Bibliografía	25
Lista de gráficas.....	29
Lista de tablas.....	30
Lista de figuras	32

Resumen

Antecedentes: la evaluación radiográfica del radio distal es muy importante dada su utilidad para el diagnóstico, tratamiento y evaluación de los resultados obtenidos en el tratamiento de distintas patologías de la muñeca. Dicha evaluación está comprendida por la medición de variables estandarizadas, cuyos valores de referencia utilizados actualmente son los reportados por la literatura internacional, ya que existen pocos estudios realizados en población mexicana. **Objetivo:** definir el estándar de normalidad radiográfica del radio distal de la población mexicana sana. **Materiales y métodos:** se tomaron, con técnica estandarizada, 237 radiografías de muñeca (124 derechas y 113 izquierdas) a pacientes mexicanos sanos (169 mujeres y 68 hombres), posteriormente se realizaron las mediciones (cuáles -enlistarlas aquí) utilizando software imagenológico y se procedió a recopilar los valores para analizarlos y comparar los hallazgos contra la literatura. **Resultados:** Las medias fueron para la inclinación radial de 22.473 ± 2.8584 grados; para la altura radial, de 10.766 ± 1.4460 mm; para la varianza cubital, de -0.4854 ± 0.88923 mm; y para la inclinación volar, de 16.248 ± 3.1053 grados. No se observaron diferencias por género ni por lateralidad entre los valores medios. **Discusión:** No se encontraron diferencias significativas entre los valores de mujeres y de hombres para ninguna variable. No se encontraron diferencias significativas entre los valores para muñecas izquierdas y derechas. No se encontraron diferencias significativas entre los valores por edad. **Conclusiones:** Las mediciones de radio distal podrían considerarse constantes antropométricas del ser humano. Lateralidad y dominancia no influyen y, por tanto, un buen punto de referencia individualizado puede ser la muñeca contralateral de un paciente. Una vez alcanzada la madurez esquelética y en ausencia de patología, la edad no influye.

Palabras clave: valores, mediciones, radio, distal, población, mexicana.

Introducción

La evaluación radiográfica del radio distal es muy importante dada su utilidad para el diagnóstico de distintas patologías de la muñeca, entre las cuales se encuentra la fractura de radio distal y sus secuelas; pero también nos permite tomar decisiones terapéuticas, además de ser una de las bases para la evaluación de los resultados obtenidos por tratamientos quirúrgicos o conservadores, por lo que es de suma importancia que se lleve a cabo correctamente.^{1,2,3,4,5}

Dicha evaluación está comprendida por una fase cualitativa y una cuantitativa. La parte cualitativa se enfoca en la búsqueda de deformidades, luxaciones y trazos de fractura que pueden ser evidentes para unos y no así para otros, razón por la que puede llegar a ser, hasta cierto punto, subjetiva; mientras que la parte cuantitativa, es más de carácter objetivo, ya que comprende la medición de variables estandarizadas, como son la altura radial, la inclinación radial, la varianza cubital y la inclinación volar, permitiendo de esta manera, llevar a cabo una valoración completa e imparcial de este segmento tan importante.^{1,6}

Los valores de referencia con que contamos para llevar a cabo dicha valoración son los reportados por la literatura internacional, ya que existen pocas referencias que hablen de la normalidad radiográfica en población mexicana.

En la literatura nacional e internacional existe solamente un estudio sobre las mediciones radiográficas del radio distal en población mexicana, publicado hace más de quince años, que contó con una muestra de 112 radiografías, de pacientes alrededor de los 30 años, originarios de la zona metropolitana de la Ciudad de México, incluyendo como variable el índice de masa corporal y excluyendo la altura radial y llevando a cabo las mediciones manualmente en radiografías impresas tomadas en un equipo no digital.⁷

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este estudio pretende definir el estándar de normalidad radiográfico del radio distal de la población mexicana mediante el análisis estadístico de los valores obtenidos de la medición por computadora de radiografías obtenidas por medio digital de pacientes mexicanos sanos del Instituto Nacional de Rehabilitación tomadas en el periodo comprendido entre enero de 2020 y marzo de 2022.

Objetivos

Objetivo general:

- Determinar un estándar de normalidad para las mediciones radiográficas de radio distal en pacientes mexicanos sanos.

Objetivos específicos:

- Determinar el rango de valores normales de la varianza cubital en pacientes mexicanos sanos.
- Determinar el rango de valores normales de la inclinación radial en pacientes mexicanos sanos.
- Determinar el rango de valores normales de la altura radial en pacientes mexicanos sanos.
- Determinar el rango de valores normales de la inclinación volar en pacientes mexicanos sanos.
- Determinar si existe relación entre el valor de las mediciones radiográficas y el sexo en pacientes mexicanos sanos.
- Determinar si existe relación entre el valor de las mediciones radiográficas y la edad en pacientes mexicanos sanos.

Hipótesis

Los valores de las mediciones radiográficas del radio distal de la población mexicana sana difieren significativamente de aquellas reportadas en poblaciones norteamericanas en la literatura médica.

Marco Teórico

Las afecciones del complejo radiocubital distal son de las más frecuentes en ortopedia, existiendo una gran variedad de estas, tanto de carácter traumático como patologías crónico-degenerativas. Sin embargo, es la fractura de radio distal, la que más importancia toma, dado el gran número de pacientes que afecta, posicionándose como la fractura más común del cuerpo.^{8,9,10}

En los últimos años la incidencia de este tipo de fractura ha aumentado en general y en todos los grupos de edad, en parte por el aumento en la esperanza de vida, pero también por el cambio en el estilo de vida, cada vez más urbano, que conllevan el aumento en la incidencia de osteoporosis, obesidad y accidentes laborales y domésticos.^{8,11,12}

Así pues, la fractura de la metáfisis distal de radio llega a representar 17.5 % de todas las fracturas atendidas por cirujanos ortopedistas y del 12 % al 20 % del total de fracturas atendidas en salas de urgencias,^{9,11} con 120,000 fracturas por año reportadas en el Reino Unido y 607,000 fracturas por año reportadas en Estado Unidos,^{11,13,14} alcanzando, en este último país, una incidencia de 195 casos por cada 100,000 habitantes por año.^{14,15} En todos los estudios de epidemiología realizados, se encontró que la incidencia es mayor en mujeres que hombres por un factor de dos a tres y que los hombres que presentan una fractura de radio distal, son en promedio, más jóvenes que las mujeres.⁸

La edad promedio de presentación de las fracturas de radio distal en población adulta ha sido estimada alrededor de los 60 años en mujeres y 40 años en hombres.⁸ Es importante mencionar que las lesiones de baja energía representan la mayoría de los mecanismos de generación de esta patología, llegando a ser causantes del 66 % al 77 % de todos los casos.^{16,17,18,19}

La mayoría de las fracturas (57 % a 66 %) son fracturas extraarticulares (AO tipo A), 9 % a 16 % son parcialmente articulares (AO tipo B) y 25 % a 36 % son completamente articulares (AO tipo C).⁸

En México no se dispone de información epidemiológica precisa sin embargo se sabe que representa uno de los cuatro sitios más frecuentes de fractura por fragilidad,²⁰ con un costo promedio de \$551-614 USD para el sector salud.²¹

Es también una de las fracturas que más secuelas genera si no se trata adecuadamente, reportándose numerosas complicaciones en su tratamiento como lo son: acortamiento, mala alineación en los planos sagital y frontal, rotación, incapacidad funcional, inestabilidad, dolor y limitación en los arcos de movilidad, y las cuales pueden llegar a generar un grado no despreciable de discapacidad dado que comprometen en gran manera la capacidad funcional del miembro torácico para llevar a cabo tareas indispensables en el día a día.²²

La medición de ciertas distancias y ángulos de la metáfisis distal del radio han sido utilizadas para el diagnóstico y evaluación de las fracturas de radio distal;² utilizándose también como base para la creación de criterios terapéuticos, así como para la evaluación de la calidad de la reducción de las mismas^{1,3} y de los resultados finales obtenidos.⁵

Además, se han establecido relaciones entre la adecuada funcionalidad de la muñeca y los valores de las mediciones obtenidas posterior al tratamiento de estas patologías, es decir, el grado de restauración de la normalidad radiográfica y el grado de alteración morfológica residual.^{4,22,23} Es por esto que la evaluación correcta de la porción distal del radio es de suma importancia en el tratamiento de esta patología, pero también de muchas otras.

Ciertamente hoy en día existen estudios que nos permiten una mejor comprensión del estado morfológico del complejo radiocubital distal al presentarnos imágenes más detalladas y en tres dimensiones, como la tomografía o la resonancia, sin embargo, la serie radiográfica en dos proyecciones continúa siendo el estudio inicial y muchas veces, el único con el que el cirujano ortopedista cuenta, sin mencionar que su costo es significativamente menor que los estudios previamente mencionados.^{12,24}

Si se logra una completa comprensión de las radiografías simples, estas pueden ser utilizadas para reconocer característica detalladas e identificar variantes anormales de parámetros claves, permitiendo al ortopedista crear una imagen detallada del estado óseo, resultado en un mejor enfoque diagnóstico y, por ende, una mejor decisión terapéutica.^{24,25} Es por esto que la correcta interpretación y utilización de las radiografías de muñeca se convierte una competencia fundamental en la práctica ortopédica diaria.

El método estándar para la obtención de una radiografía anteroposterior de muñeca es con el hombro en 90 grados de abducción, el codo con 90 grados de flexión con el cúbito en posición perpendicular al húmero y el antebrazo en posición neutral. La muñeca debe estar en posición neutra sin flexión, extensión

o desviaciones radial o cubital y la mano debe estar con la palma hacia abajo sobre el chasis radiográfico con los dedos extendidos. Esta posición asegura que no haya rotación entre el radio y el cúbito.^{26,27,28}

Para la vista lateral el hombro deberá estar en aducción, el codo a 90 grados de flexión, con el antebrazo y la muñeca en posición neutra con el borde cubital sobre el chasis.^{26,28,29}

Este protocolo permite un patrón de visualización correcto de las relaciones intercarpianas, radiocarpianas y radiocubitales, ya que una modificación de la pronosupinación del antebrazo o la flexión del codo tienen el potencial de modificar el valor de las diferentes mediciones al aparentar un movimiento entre las estructuras óseas y por tanto modificar la relación entre ellas.^{27,29,30}

Es importante recalcar que para ambas proyecciones la dirección del rayo deberá ser perpendicular al chasis radiográfico, y que, con los equipos digitales, la distancia del rayo al chasis no importa ya que en los metadatos que se generan con los archivos DICOM se guarda esta distancia, lo que permite que los programas de visualización realicen mediciones exactas a través de la extrapolación de la misma.³¹

Justificación

Existen muy pocos antecedentes que se refieran a los valores de las mediciones radiográficas del radio y cúbito distales en la población mexicana, por lo que, en la práctica diaria, nos vemos en la necesidad de utilizar valores de referencia obtenidos de estudios en poblaciones europeas y norteamericanas.

Se han realizado estudios en poblaciones alemanas,³² japonesas,^{33,34} norteamericanas,^{6,35,36} taiwanesas³⁷ y suecas,^{38,39} que han encontrado diferencias entre los valores de normalidad de las mediciones radiográficas entre grupos étnicos, es por esto que es muy importante contar con un estándar de normalidad en las mediciones radio distal que sirva como punto de referencia para el abordaje de las patologías que afectan a dicha región.

Teniendo en cuenta que el Instituto Nacional de Rehabilitación es un centro de referencia nacional ,con un alto volumen de pacientes atendidos y que cuenta con equipos de imagenología modernos , es el lugar ideal para llevar a cabo un estudio de esta naturaleza, con la intención de obtener una muestra más representativa de la población mexicana.

Podremos de esta manera profundizar en nuestro conocimiento de las mediciones radiológicas normales de la muñeca, con el objetivo de entender mejor las patologías que afectan a nuestra población a fin de mejorar el tratamiento que se otorga a los pacientes y, por ende, los resultados que se obtienen.

Planteamiento del problema

Tras una revisión exhaustiva de la literatura médica, se encontró tan solo un antecedente que evalúa los valores normales de las mediciones de radio distal en población mexicana sana y compara los hallazgos contra lo reportado en fuentes bibliográficas internacionales, que representan las referencias que tomamos para nuestra práctica diaria.

En otras poblaciones se han realizado múltiples estudios que han tenido concordancias y discrepancias que han llevado a la realización de más estudios y que al final, han permitido establecer criterios de normales para los grupos étnicos estudiados.

De acuerdo con cifras oficiales, la población mexicana hasta 2020 estaba conformada por 126,014,024 de individuos, de los cuales 92.2 millones, el 74.3 %, han alcanzado la madurez esquelética, con una edad mediana de 29 años y una esperanza de vida promedio de 75 años.⁴⁰ Esto supone que un grupo muy grande de individuos, permanece en su mayoría poco estudiado.

Tomando en cuenta su tamaño considerable, y la heterogeneidad de los distintos grupos étnicos a los que debe su origen, podemos acordar que la población mexicana es por lo menos, especial, y merece una mayor atención por parte de los investigadores en cuanto a la realización de estudios descriptivos se refiere, sobre todo cuando los estudios que actualmente realizamos, donde reportamos resultados terapéuticos, toman como referencia valores de estudios realizados en poblaciones diferentes.

Identificación de variables

Variables independientes:

1. Sexo.

- Definición operacional: Género del paciente según las características fenotípicas.
- Tipo de variable: cualitativa, dicotómica.
- Escala de medición: nominal.
- Unidad de medición: femenino o masculino.

2. Edad.

- Definición operacional: número de años de vida cumplidos al momento del estudio.
- Tipo de variable: cuantitativa, continua.
- Escala de medición: de razón.
- Unidad de medición: años de vida.

3. Lateralidad.

- Definición operacional: lado corporal a ser estudiado.
- Tipo de variable: cualitativa, dicotómica.
- Escala de medición: nominal.
- Unidad de medición: izquierdo o derecho.

Variables dependientes:

4. Altura Radial.

- Definición operacional: medida en la proyección dorsopalmar de la muñeca, se define como la distancia entre dos líneas paralelas entre sí y perpendiculares al eje diafisario del radio, la primera situada a nivel de la punta de la apófisis estiloides del radio y la segunda en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel del punto de referencia central.⁶
- Tipo de variable: cuantitativa, continua.
- Escala de medición: de razón.
- Unidad de medición: milímetros.

5. Inclinación Radial.

- Definición operacional: medida en la proyección dorsopalmar de la muñeca, se define como el ángulo formado por una línea perpendicular al eje diafisario del radio y situada en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel del punto de referencia central y otra línea que tiene como puntos de referencia este último punto y la punta de la apófisis estiloides.^{1,6}
- Tipo de variable: cuantitativa, continua.
- Escala de medición: de razón.
- Unidad de medición: grados.

6. Varianza Cubital.

- Definición operacional: medida en la proyección dorsopalmar de la muñeca, se define como la distancia entre dos líneas paralelas entre sí y perpendiculares al eje diafisario del radio, la primera situada en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel del punto de referencia central y la segunda a nivel del punto más distal del domo del cubito.⁶
- Tipo de variable: cuantitativa, continua.
- Escala de medición: de razón.
- Unidad de medición: milímetros.

7. Inclinación Volar.

- Definición operacional: medida en la proyección lateral de la muñeca, se define como el ángulo formado por una línea perpendicular al eje diafisario del radio (cuya ubicación no importa, aunque para una facilitar la medición se recomienda situarla a nivel de la porción más volar de la superficie articular del radio) y una línea que tiene como puntos de referencia la porción más dorsal y más volar de la superficie articular del radio.^{1,6,38}
- Tipo de variable: cuantitativa, continua.
- Escala de medición: de razón.
- Unidad de medición: grados.

Material y Métodos

Se llevó a cabo un estudio de tipo observacional transversal descriptivo, cuyo universo de trabajo fueron pacientes mexicanos sanos del Instituto Nacional de Rehabilitación seleccionados en el periodo comprendido entre enero de 2020 y marzo de 2022 de la siguiente manera:

- Criterios de Inclusión: Pacientes con madurez esquelética evidenciada radiográficamente, de nacionalidad mexicana de nacimiento.
- Criterios de exclusión: Antecedente de fractura en muñeca, antebrazo o codo de la extremidad estudiada, antecedente de procedimientos quirúrgicos ortopédicos en la muñeca, antebrazo o codo de la extremidad estudiada, malformaciones congénitas, malas proyecciones radiográficas, secuencia de rayos incompleta y enfermedad articular o reumática.
- Criterios de eliminación: al ser un estudio transversal descriptivo, y no realizarse en más de una ocasión la medición de las variables, no amerita este tipo de criterios

A cada paciente seleccionado se le realizó una serie radiográfica compuesta por las proyecciones dorsopalmar y lateral de muñeca utilizando el mismo equipo radiográfico digital mediante la siguiente técnica:

- Para la proyección dorsopalmar se colocó el hombro en abducción a 90 grados, el codo en flexión de 90 grados, el antebrazo en una posición neutral con la superficie palmar sobre el chasis y la muñeca sin flexión palmar, extensión o desviación radial o cubital (figura 1).^{26,27,28}
- Para la proyección lateral se colocó el hombro en aducción, el codo en flexión de 90 grados, el antebrazo en una posición neutral con el borde cubital sobre el chasis y la muñeca sin flexión palmar, extensión o desviación radial o cubital (figura 2).^{26,28,29}

Posteriormente se recopilaron las imágenes radiográficas en formato DICOM de la base de datos institucional y se procedió a realizar la medición de las cuatro variables usando el software de visualización imagenológica RadiAnt en su versión 2021.2 utilizando la siguiente técnica descrita en la literatura:^{1,6}

- Altura radial: en la proyección dorsopalmar de la muñeca se trazó una línea de referencia paralela al eje diafisario del radio, posteriormente se trazaron dos líneas, paralelas entre sí, pero perpendiculares a la línea de referencia, la primera situada al nivel de la punta de la apófisis estiloides del radio y la segunda en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel

del punto de referencia central (figura 3), finalmente se midió la distancia entre estas dos líneas, obteniendo así el valor definitivo (figura 4).

- **Inclinación radial:** en la proyección dorsopalmar de la muñeca se trazó una línea de referencia paralela al eje diafisario del radio, posteriormente se trazaron dos líneas, la primera perpendicular a la línea de referencia y situada en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel del punto de referencia central y la segunda, que tuvo como puntos de referencia el punto de referencia central (figura 3) y la punta de la apófisis estiloides, por último, se midió el ángulo creado entre las dos líneas para así obtener el valor definitivo (figura 5).
- **Varianza cubital:** en la proyección dorsopalmar de la muñeca se trazó una línea de referencia paralela al eje diafisario del radio, posteriormente se trazaron dos líneas, paralelas entre sí, pero perpendiculares a la línea de referencia, la primera situada en la zona más cubital de la superficie articular del radio a nivel del punto de referencia central (figura 1) y la segunda a nivel del punto más distal del domo del cubito, finalmente se midió la distancia entre estas dos líneas, obteniendo así el valor definitivo (figura 6).
- **Inclinación radial:** en la proyección lateral de la muñeca se trazó una línea de referencia paralela al eje diafisario del radio, posteriormente se trazaron dos líneas, la primera perpendicular a la línea de referencia y situada a nivel de la porción más volar de la superficie articular del radio y la segunda, que tuvo como puntos de referencia la porción más dorsal y más volar de la superficie articular del radio, por último, se midió el ángulo creado entre las dos líneas para así obtener el valor definitivo (figura 7).

Las mediciones se realizaron por un observador y fueron revisadas por dos pares, que revisaron la técnica de medición directamente de la literatura, a fin de llegar a un consenso entre los tres individuos.

Se procedió a recopilar los valores obtenidos en una base datos en el programa Excel en su versión 2021 y posteriormente se utilizó el paquete SPSS en inglés para realizar un análisis univariado descriptivo, con medidas de tendencia central y de dispersión en general y de correlación entre variables, para posteriormente comparar los hallazgos contra los valores normales reportados en la literatura.

Resultados

El tamaño de la muestra fue de 237 pacientes, tuvo una edad promedio de 42.1 +/- 18.9 en el rango de 16 a 93 años con una distribución no normal (gráfica 1) de acuerdo al estadístico de Kolmogorov-Smirnov para una muestra ($Z = 2.17$, $p = 0.0001$).

De acuerdo al sexo, 71.3% (169) fueron mujeres y 28.7% (68) hombres. La edad promedio de las mujeres (45.0 +/- 19.1 años) fue significativamente diferente a la de los hombres cuyo promedio fue de 34.9 +/- 16.2 años ($p = 0.0001$, prueba U de Mann-Whitney). Por su lateralidad, Re. Del total de lateralidad derecha 75% eran mujeres y 25.0% hombres; en contraste, del total de izquierdos 67.3% eran de mujeres y 32.7% de hombres (chi cuadrada 1.73, $p = 0.18$).

Los valores descriptivos de las variables (tabla 1) fueron los siguientes:

- La media para la inclinación radial fue de 22.473 grados con un valor mínimo de 18.2 grados y un valor máximo de 28.5 grados.
- La media para la altura radial fue de 10.766 mm con un valor mínimo de 8.3 mm y un valor máximo de 13.4 mm.
- La media para la varianza cubital fue de -0.4854 mm con un valor mínimo de -1.91 mm y un valor máximo de 1.2 mm.
- La media para la inclinación volar fue de 16.248 grados con un valor mínimo de 10.6 mm y un valor máximo de 21.4 grados.

De acuerdo con la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra (tabla 2), la inclinación radial tuvo una franca distribución no normal con $Z = 1.916$ ($p = 0.001$), mientras que altura radial y varianza cubital apenas rebasan el límite de la p para asumir normalidad y, en cambio, la inclinación volar tuvo mayor tendencia a la normalidad con una $Z = 1.08$ ($p = 0.19$).

De acuerdo con las medidas de resumen de tendencia central y de dispersión de las estructuras implicadas (tabla 3) se observó que el 25% (primer cuartil) de los sujetos están por debajo de 20.1 grados en inclinación radial, debajo de 9.45 mm de altura radial, debajo de -1.20 mm de varianza cubital y debajo de 13.6 grados de inclinación volar.

Las distribuciones de valores contrastados con la curva normal están representadas en las gráficas 2, 3, 4 y 5.

No se observaron diferencias por género (tabla 4) ni por lateralidad (tabla 5) entre los valores medios.

Discusión

No se encontraron diferencias significativas entre los valores de mujeres y de hombres para ninguna variable, contrastando con los estudio llevado a cabo por Franco-Valencia⁷ en población mexicana y el estudio realizado por Medoff⁶ en población estadounidense, pero concordando con el estudio de Schuind⁴¹ quien tampoco encontró esta diferencia; lo que significaría que estas mediciones son más bien constantes antropométricas del ser humano, aunque la distribución desigual de la muestra no permite que esta conclusión pueda ser considerada definitiva, el hecho de que nuestro tamaño de la muestra con respecto a estudios anteriores sea más grande es una ventaja, sin embargo sigue siendo una muestra que se considera pequeña con respecto al tamaño de la población que estudia.

Al igual que con estudios anteriores, no se encontraron diferencias significativas entre los valores para muñecas izquierdas y derechas, lo que reforzaría la conclusión a la que han llegado estudios previos, de que la lateralidad no influye, excepto en la varianza cubital donde Schuind encontró diferencias entre la muñeca dominante y la no dominante, y que por tanto un buen punto de referencia individualizado puede ser la muñeca contralateral de un paciente, como lo había propuesto Schuind, claro que el mismo autor también concluyó que la muñeca contralateral no era mejor punto de referencia que los valores obtenidos de la base de datos que analizó, la cual cabe mencionar incluyó a 120 pacientes, una muestra menor a la de este estudio.³⁶

Como se mencionó antes, Schuind encontró diferencias en los valores de la varianza cubital para muñecas izquierdas y derechas, tomando radiografías contralaterales de los mismos pacientes, aunque sólo llevó a cabo esta evaluación en 18 pacientes, obteniendo un valor de p de 0.4 (por lo cual esta relación se consideraría no significativa). Según Schuind esta diferencia puede ser debido a que la actividad física puede ocasionar un cierre prematuro de la fisis resultado en una varianza cubital positiva, como teorizó Tolat⁴², quien observó este fenómeno en gimnastas; claro que es importante resaltar dos puntos importantes, el primero que el presente estudio no se realizó en población deportista y que, en dicho grupo de pacientes, se observan diferencias en múltiples parámetros morfológicos, por lo que no es representativa de la población general.

Este estudio incluyó un análisis de los valores por edad, encontrando al igual que Schuind y Franco-Valencia, que no hay diferencias significativas, lo que permite concluir que una vez alcanzada la madurez

esquelética y en ausencia de patología, esta variable no tendría por qué influir, lo que significa que los parámetros de normalidad podrían aplicarse a toda la población adulta sana. Esto también iría en contra de la creencia popular de que con la edad la varianza cubital aumenta, algo que Chen ya había refutado en su estudio longitudinal prospectivo donde evaluó esta variable en 864 pacientes.⁴³

Los valores individuales de las variables se comparan en la tabla 8, de donde podemos sacar las siguientes conclusiones: encontró un valor de inclinación radial de 22.473 ± 2.8584 grados, números muchos menores a los previamente reportados por Franco-Valencia en población mexicana (36.5 ± 4.62 grados) y parecidos a los reportados por Medoff (23.6 ± 2.5 grados) y Schuind (23.8 ± 2.6 grados).

La altura radial se reportó con un valor de 10.766 ± 1.4460 mm, números un poco menores a los reportados por Medoff (11.6 ± 1.6 mm), cabe señalar que esta variable no fue estudiada por Franco-Valencia o Schuind.

El valor promedio de la varianza cubital fue de -0.4854 ± 0.88923 mm, un valor mayor con una desviación estándar menor a lo reportado por Franco-Valencia (-1.13 ± 2.61 mm) y Schuind (-0.8 ± 1.5 mm), pero valores parecidos a los reportados por Medoff (-0.6 ± 0.9 mm).

Por último, la inclinación volar promedio fue de 16.248 ± 3.1053 grados, un valor parecido a los reportado por Franco-Valencia (17.99 ± 2.25 grados) pero mucho mayor a lo reportado por Medoff (11.2 ± 4.6 grados), Schuind no estudió esta variable. Este último resultado implicaría que la población mexicana tiene en promedio una inclinación volar mayor a la estadounidense y que por tanto el rango para su déficit postratamiento es menor y la necesidad de su restitución lo más cercano a la normalidad, mayor.

Conclusiones

Los resultados que presentamos difieren a los reportados por la literatura nacional y tienden a concordar con los estudios internacionales, excepto en la inclinación volar. Sin embargo, vale la pena mencionar que los estudios han sido realizados con muestras pequeñas cuando se comparan contra el tamaño de la población que estudian. La población mexicana es muy peculiar por los diferentes grupos étnicos que la conforma, por lo que estos estudios deben de centrarse en población mestiza mexicana que cumpla criterios de ancestría, por lo cual valdría la pena llevar a cabo un estudio multicéntrico que nos permita llegar a tener un conocimiento adecuado de nuestra antropometría.

Este tipo de estudios abriría la puerta para que se realicen otros de carácter comparativo que correlacionen los descriptivos con los que evalúan los resultados funcionales, a fin de establecer lineamientos terapéuticos y protocolos de seguimiento personalizados. También se podría tener utilidad en el desarrollo o adaptación de implantes anatómicos premoldeados.

Bibliografía

1. van der Linden W, Ericson R. Colles' fracture. How should its displacement be measured and how should it be immobilized? *J Bone Joint Surg Am.* 1981;63(8):1285-8. PMID: 7287798.
2. Watson NJ, Asadollahi S, Parrish F, Ridgway J, Tran P, Keating JL. Reliability of radiographic measurements for acute distal radius fractures. *BMC Med Imaging.* 2016;16(1):44. doi: 10.1186/s12880-016-0147-7.
3. Stewart HD, Innes AR, Burke FD. Factors affecting the outcome of Colles' fracture: an anatomical and functional study. *Injury.* 1985;16(5):289-95. doi: 10.1016/0020-1383(85)90126-3.
4. Christersson, A. Fractures of the distal radius. Factors related to radiographic evaluation, conservative treatment and fracture healing (PhD dissertation). Uppsala: Acta Universitatis Upsaliensis. 2017. ISBN 978-91-554-9796-5. Retrieved from: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:uu:diva-312931>.
5. Gartland JJ Jr, Werley CW. Evaluation of healed Colles' fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 1951;33-A(4):895-907. PMID: 14880544.
6. Medoff RJ. Essential radiographic evaluation for distal radius fractures. *Hand Clin.* 2005; 21(3):279-88. doi: 10.1016/j.hcl.2005.02.008.
7. Franco-Valencia M, Torres-González R, Fuentes-Figueroa S. Mediciones radiográficas de la articulación de la muñeca en mexicanos sanos. *Cir Ciruj.* 2006;74:335-42.
8. McQueen MM. Fractures of the distal radius and ulna. En: Court-Brown CM, Heckman JD, McQueen MM, Ricci WM, Tornetta P. *Rockwood and Green's Fractures in adults.* 8va ed. Philadelphia, PA: Wolters Kluwer; 2015. p. 1057-120.
9. Díez GMP, Macías HSI, Ramírez PE, Chávez ADD, Soria BMÁ, Granados RR, Ballesteros RF. Características epidemiológicas de pacientes adultos atendidos por fracturas en el Instituto Nacional de Rehabilitación. *Investig en Discap.* 2013;2(2):51-4.
10. Karl JW, Olson PR, Rosenwasser MP. The Epidemiology of Upper Extremity Fractures in the United States, 2009. *J Orthop Trauma.* 2015; 29(8):e242-4. doi: 10.1097/BOT.0000000000000312.
11. Court-Brown CM, Caesar B. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury.* 2006;37:691-7. doi: 10.1016/j.injury.2006.04.130.

12. Porrino JA Jr, Maloney E, Scherer K, Mulcahy H, Ha AS, Allan C. Fracture of the distal radius: epidemiology and premanagement radiographic characterization. *AJR Am J Roentgenol.* 2014;203(3):551-9. doi: 10.2214/AJR.13.12140.
13. Chung KC, Shauver MJ, Yin H, Kim HM, Baser O, Birkmeyer JD. Variations in the use of internal fixation for distal radial fracture in the United States medicare population. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(23):2154-62. doi: 10.2106/JBJS.J.012802.
14. Owen RA, Melton LJ 3rd, Johnson KA, Ilstrup DM, Riggs BL. Incidence of Colles' fracture in a North American community. *Am J Public Health.* 1982;72(6):605-7. doi: 10.2105/ajph.72.6.605.
15. Padedgimas EM, Ilyas AM. Distal radius fractures: emergency department evaluation and management. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(2):259-70. doi: 10.1016/j.ocl.2014.11.010.
16. Brogren E, Petranek M, Atroshi I. Incidence and characteristics of distal radius fractures in a southern Swedish region. *BMC Musculoskelet Disord.* 2007;8:48. doi: 10.1186/1471-2474-8-48.
17. Flinkkilä T, Sirniö K, Hippi M, Hartonen S, Ruuhela R, Ohtonen P, Hyvönen P, Leppilahti J. Epidemiology and seasonal variation of distal radius fractures in Oulu, Finland. *Osteoporos Int.* 2011;22(8):2307-12. doi: 10.1007/s00198-010-1463-3.
18. Robertsson GO, Jonsson GT, Sigurjonsson K. Epidemiology of distal radius fractures in Iceland in 1985. *Acta Orthop Scand.* 1990;61(5):457-9. doi: 10.3109/17453679008993562.
19. Sigurdardottir K, Halldorsson S, Robertsson J. Epidemiology and treatment of distal radius fractures in Reykjavik, Iceland, in 2004. Comparison with an Icelandic study from 1985. *Acta Orthop.* 2011;82(4):494-8. doi: 10.3109/17453674.2011.606074.
20. Espinosa Gutiérrez A. Fracturas de Radio Distal en pacientes con osteoporosis. En: Ibarra LG, Valdes Flores M; *Osteoporosis Prevención, Diagnóstico Tratamiento y Rehabilitación.* 1ª ed, Trillas, México; 2012. p 154-62.
21. Clark P, Carlos F, Vázquez Martínez JL. Epidemiology, costs and burden of osteoporosis in Mexico. *Arch Osteoporos,* 2010;5:9-17. <https://doi.org/10.1007/s11657-010-0042-8>.
22. Grewal R, MacDermid JC. The risk of adverse outcomes in extra-articular distal radius fractures is increased with malalignment in patients of all ages but mitigated in older patients. *J Hand Surg Am.* 2007;32(7):962–970. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2007.05.009>.
23. Porter M, Stockley I. Fractures of the distal radius. Intermediate and end results in relation to radiologic parameters. *Clin Orthop Relat Res.* 1987;(220):241-52. PMID: 3594997.

24. Cole RJ, Bindra RR, Evanoff BA, Gilula LA, Yamaguchi K, Gelberman RH. Radiographic evaluation of osseous displacement following intra-articular fractures of the distal radius: reliability of plain radiography versus computed tomography. *J Hand Surg Am.* 1997;22(5):792–800. [https://doi.org/10.1016/s0363-5023\(97\)80071-8](https://doi.org/10.1016/s0363-5023(97)80071-8).
25. Bhat AK, Kumar B, Acharya A. Radiographic imaging of the wrist. *Indian journal of plastic surgery: official publication of the Association of Plastic Surgeons of India.* 2011;44(2):186-96. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.85339>.
26. Palmer AK, Glisson RR, Werner FW. Ulnar variance determination. *J Hand Surg Am.* 1982;7(4):376-9. doi: 10.1016/s0363-5023(82)80147-0.
27. Hardy DC, Totty WG, Reinus WR, Gilula LA. Posteroanterior wrist radiography: importance of arm positioning. *J Hand Surg Am.* 1987;12(4):504-8. doi: 10.1016/s0363-5023(87)80196-x.
28. Lad P, Varadharajan V, Bhardwaj P. Indian Society for Surgery of the Hand. 2020. Disponible en: https://issh.org/pdf/monthly_updates/2020-8-Understanding-Wrist-X-ray.pdf
29. Zanetti M, Gilula LA, Jacob HA, Hodler J. Palmar tilt of the distal radius: influence of off-lateral projection initial observations. *Radiology.* 2001;220(3):594-600. doi: 10.1148/radiol.2202001699.
30. Capo JT, Accousti K, Jacob G, Tan V. The effect of rotational malalignment on X-rays of the wrist. *J Hand Surg Eur Vol.* 2009;34(2):166-72. doi: 10.1177/1753193408090393.
31. Bozentka DJ, Beredjikian PK, Westawski D, Steinberg DR. Digital radiographs in the assessment of distal radius fracture parameters. *Clin Orthop Relat Res.* 2002;(397):409-13. doi: 10.1097/00003086-200204000-00048.
32. Friberg S, Lundström B. Radiographic measurements of the radio-carpal joint in normal adults. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1976;17(2):249-56. doi: 10.1177/028418517601700212.
33. Tsuge S, Nakamura R. Anatomical risk factors for Kienböck's disease. *J Hand Surg Br.* 1993 Feb;18(1):70-5. doi: 10.1016/0266-7681(93)90201-p. PMID: 8436868.
34. Nakamura R, Linscheid RL, Miura T. *Wrist disorders.* Tokyo: Springer Tokyo; 1992. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-65874-0.7>.
35. Mann FA, Wilson AJ, Gilula LA. Radiographic evaluation of the wrist: what does the hand surgeon want to know? *Radiology.* 1992;184(1):15-24. doi: 10.1148/radiology.184.1.1609073.
36. Schuind FA, Linscheid RL, An KN, Chao EY. A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(9):1418-29. PMID: 1429800.

37. Chen WS, Shih CH. Ulnar variance and Kienböck's disease. An investigation in Taiwan. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;(255):124-7. PMID: 2347145.
38. Kristensen SS, Thomassen E, Christensen F. Ulnar variance determination. *J Hand Surg Br.* 1986;11(2):255-7. doi: 10.1016/0266-7681(86)90274-3.
39. Törnvall AH, af Ekenstam F, Hagert CG, Irstam L. Radiologic examination and measurement of the wrist and distal radio-ulnar joint. New aspects. *Acta Radiol Diagn (Stockh).* 1986;27(5):581-8. doi: 10.1177/028418518602700518.
40. INEGI. Censo de Población y Vivienda 2020. Indicadores de población. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/#Informacion_general.
41. Schuind F, Alemzadeh S, Stallenberg B, Burny F. Does the normal contralateral wrist provide the best reference for X-ray film measurements of the pathologic wrist? *J Hand Surg Am.* 1996;21(1):24-30. doi: 10.1016/s0363-5023(96)80150-x.
42. Tolat AR, Sanderson PL, De Smet L, Stanley JK. The gymnast's wrist: acquired positive ulnar variance following chronic epiphyseal injury. *J Hand Surg Br.* 1992;17(6):678-81. doi: 10.1016/0266-7681(92)90200-l.
43. Chen WS, Wang JW. Ageing does not affect ulnar variance: an investigation in Taiwan. *J Hand Surg Eur Vol.* 2008;33(6):797-9. doi: 10.1177/1753193408096019.g.

Lista de gráficas

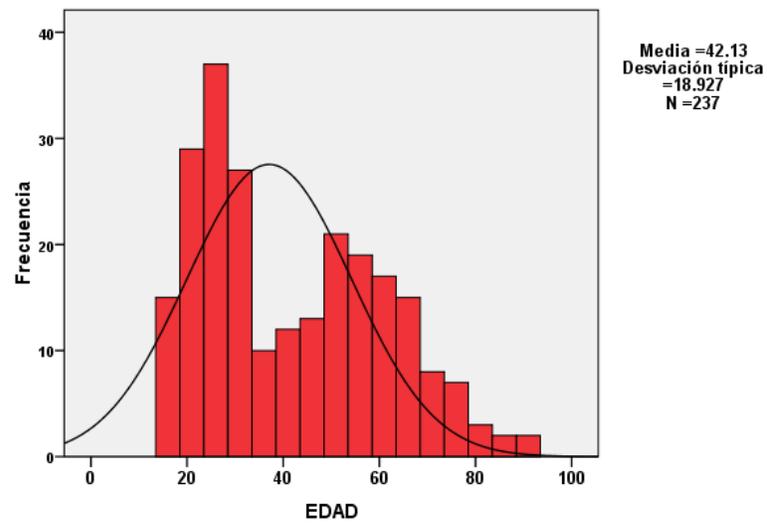


Gráfico 1. Distribución de casos según edad

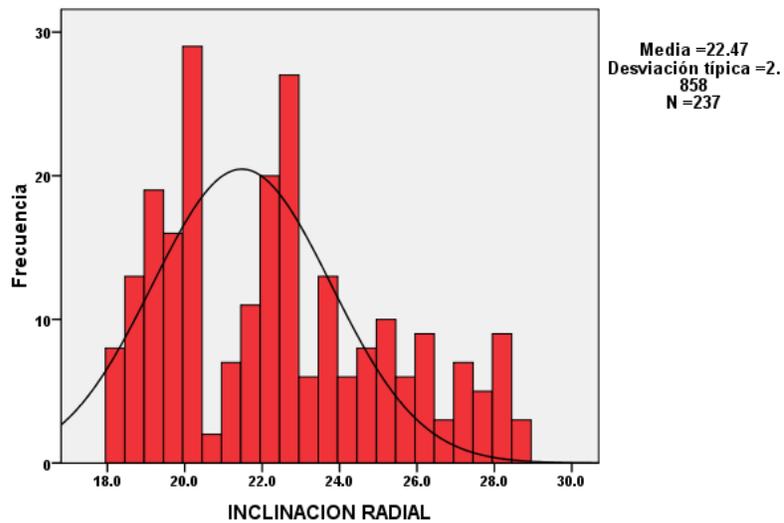


Gráfico 2. Distribución de los valores de la inclinación radial contrastados con la curva normal

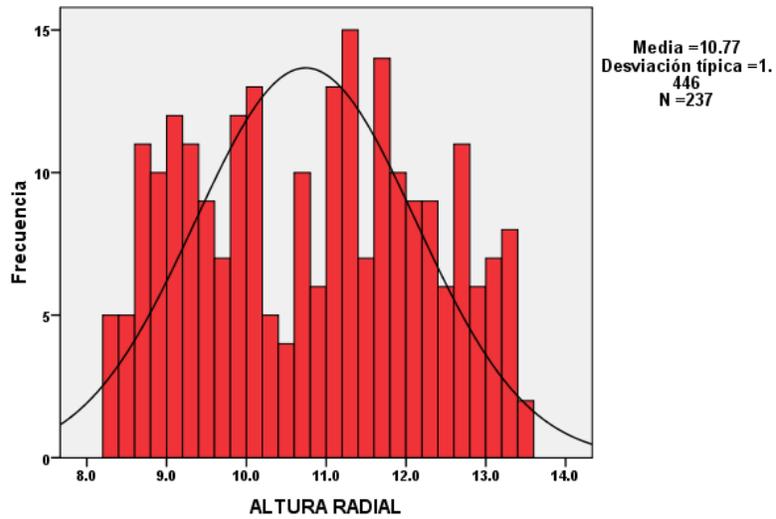


Gráfico 3. Distribución de los valores de la altura radial contrastados con la curva normal

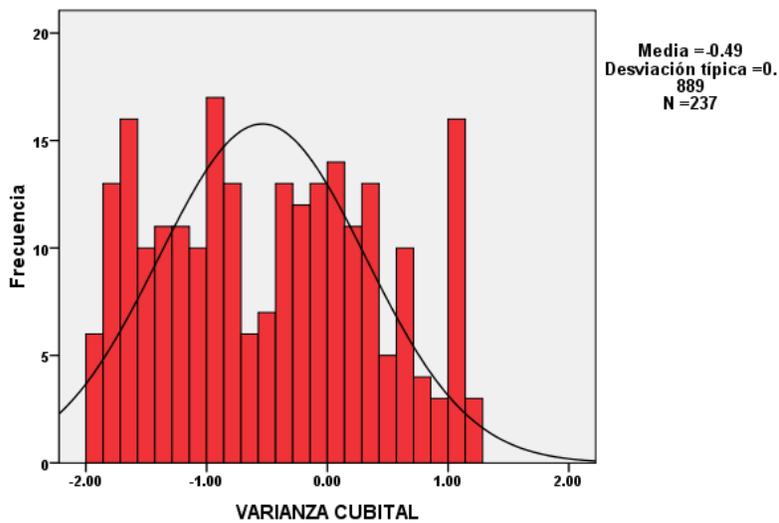


Gráfico 4. Distribución de los valores de la varianza cubital contrastados con la curva normal

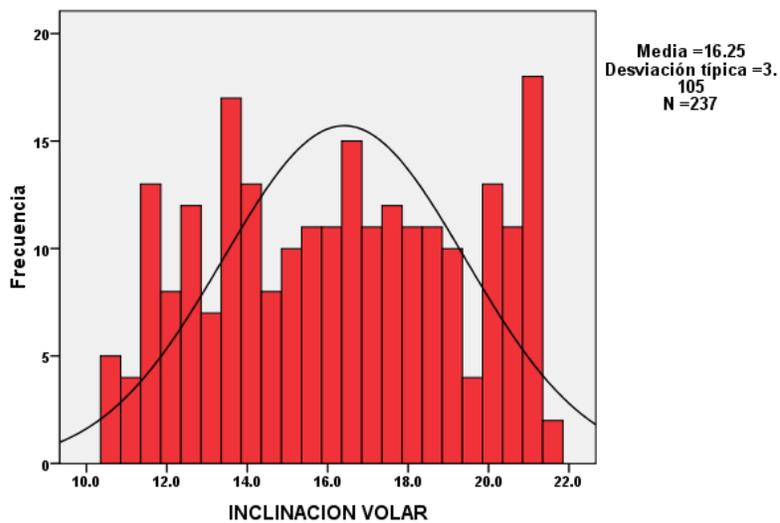


Gráfico 5. Distribución de los valores de la inclinación volar contrastados con la curva normal

Lista de tablas

Tabla 1. Valores descriptivos de las variables

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Inclinación radial	237	18.2	28.5	22.473	2.8584
Altura radial	237	8.3	13.4	10.766	1.4460
Varianza cubital	237	-1.91	1.20	-.4854	.88923
Inclinación volar	237	10.6	21.4	16.248	3.1053

Tabla 2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

		Inclinación radial	Altura radial	Varianza cubital	Inclinación volar
N		237	237	237	237
Parámetros normales^{a,b}	Media	22.473	10.766	-.4854	16.248
	Desviación típica	2.8584	1.4460	.88923	3.1053
Diferencias más extremas	Absoluta	.124	.078	.086	.070
	Positiva	.124	.078	.086	.070
	Negativa	-.068	-.068	-.068	-.066
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.916	1.206	1.317	1.080
Sig. asintót. (bilateral)		.001	.109	.062	.194

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Tabla 3. Medidas de resumen de tendencia central y de dispersión

		Inclinación radial	Altura radial	Varianza cubital	Inclinación volar
N	Válidos	237	237	237	237
	Perdidos	0	0	0	0
Media		22.473	10.766	-.4854	16.248
Mediana		22.400	10.900	-.5000	16.300
Moda		20.4	10.1 ^a	-1.80 ^a	16.2 ^a
	5	18.500	8.600	-1.8000	11.400
	10	19.000	8.800	-1.7000	11.900
	15	19.270	9.000	-1.5300	12.670
	20	19.600	9.200	-1.4000	13.160
	25	20.100	9.450	-1.2000	13.600
	30	20.400	9.800	-1.1000	14.040
Percentiles	40	21.500	10.120	-.8400	15.220
	50	22.400	10.900	-.5000	16.300
	60	22.800	11.300	-.2000	17.200
	70	23.860	11.700	.0000	18.160
	80	25.340	12.200	.4000	19.440
	90	27.020	12.720	.8000	20.800
	99	28.500	13.362	1.2000	21.362

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Tabla 4. Distribución de los valores por sexo

	Sexo	N	Media	Desviación típ.	p
Inclinación radial	Femenino	169	22.414	2.7114	
	Masculino	68	22.618	3.2116	0.88
Altura radial	Femenino	169	10.740	1.4229	
	Masculino	68	10.831	1.5108	0.69
Varianza cubital	Femenino	169	-.5004	.89929	0.63
	Masculino	68	-.4479	.86915	
Inclinación volar	Femenino	169	16.335	3.0116	
	Masculino	68	16.032	3.3402	0.56

Tabla 5. Distribución de los valores por lateralidad

	Lateralidad	N	Media	Desviación típ.	p
Inclinación radial	Derecho	124	22.552	2.8619	
	Izquierdo	113	22.386	2.8647	0.65
Altura radial	Derecho	124	10.738	1.4804	0.75
	Izquierdo	113	10.797	1.4133	
Varianza cubital	Derecho	124	-.4962	.88359	0.38

	Izquierdo	113	-.4735	.89918	
Inclinación volar	Derecho	124	16.416	3.1098	0.84
	Izquierdo	113	16.064	3.1036	

Tabla 6. Prueba no paramétrica de la mediana

		EDAD							
		16-23	24-31	32-39	40-47	48-55	56-63	64-71	72-93
Inclinación radial	> Mediana	16	29	11	6	21	15	7	7
	<= Mediana	28	26	10	13	12	13	12	11
Altura radial	> Mediana	18	32	12	6	16	17	8	8
	<= Mediana	26	23	9	13	17	11	11	10
Varianza cubital	> Mediana	20	29	14	8	16	12	10	8
	<= Mediana	24	26	7	11	17	16	9	10
Inclinación volar	> Mediana	23	29	11	5	12	21	7	10
	<= Mediana	21	26	10	14	21	7	12	8

Tabla 7. Estadísticos de contraste^d

	Inclinación radial	Altura radial	Varianza cubital	Inclinación volar
N	237	237	237	237
Mediana	22.400	10.900	-.5000	16.300
Chi-cuadrado	10.183 ^a	7.910 ^b	4.174 ^b	15.554 ^c
gl	7	7	7	7
Sig. asintót.	.178	.341	.760	.030

a. 0 casillas (.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 8.5.

b. 0 casillas (.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 8.9.

c. 0 casillas (.0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 9.0.

d. Variable de agrupación: EDAD

Tabla 8. Estadísticos de contraste^d

Estudio/ Medición	Schuind	Medoff	Franco- Valencia	Valores de referencia	Presente
Altura Radial		11.6 ± 1.6		8 – 18 (11)	10.766 ± 1.44
Inclinación radial	23.8 ± 2.6	23.6 ± 2.5	36.5 ± 4.62	13 - 30° (23)	22.47 ± 2.85
Varianza Cubital	-0.9 ± 1.5	-0.6 ± 0.9	-1.13 ± 2.61	0 ± 2	-.4854 ± 0.88
Inclinación volar		11.2 ± 4.6	17.99 ± 2.25	0 – 28 (12)	16.248 ± 3.1

Lista de figuras

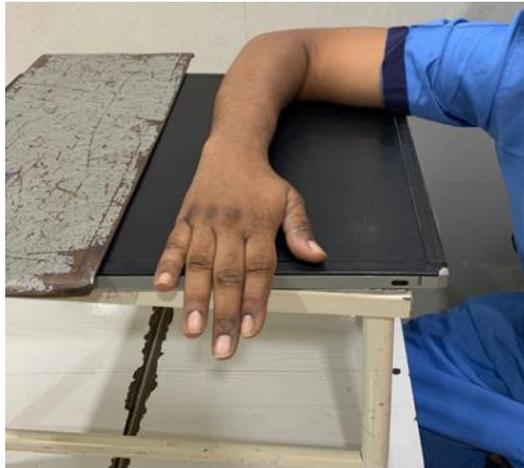


Figura 1. Posicionamiento para la proyección dorsopalmar de muñeca. Tomado de: Lad P, Varadharajan V, Bhardwaj P. Indian Society for Surgery of the Hand. 2020.



Figura 2. Posicionamiento para la proyección lateral de muñeca. Tomado de: Lad P, Varadharajan V, Bhardwaj P. Indian Society for Surgery of the Hand. 2020.

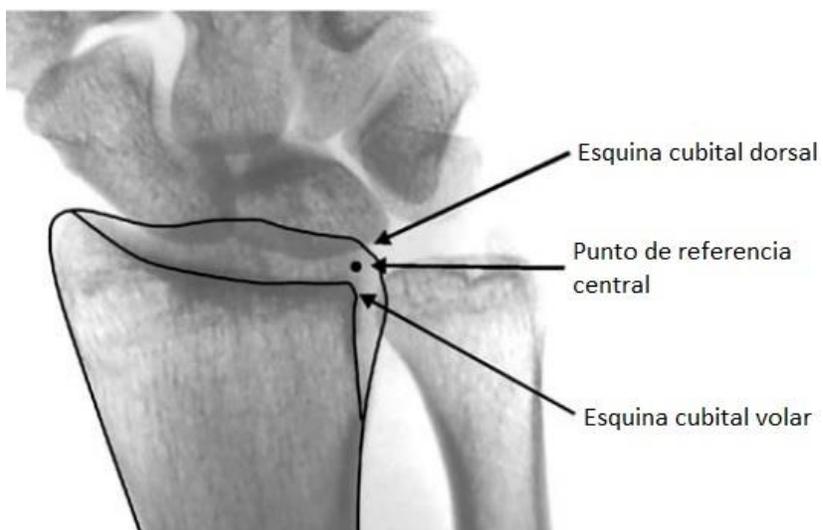


Figura 3. Punto de referencia central radial. Modificado de: *Medoff RJ. Hand Clin. 2005.*

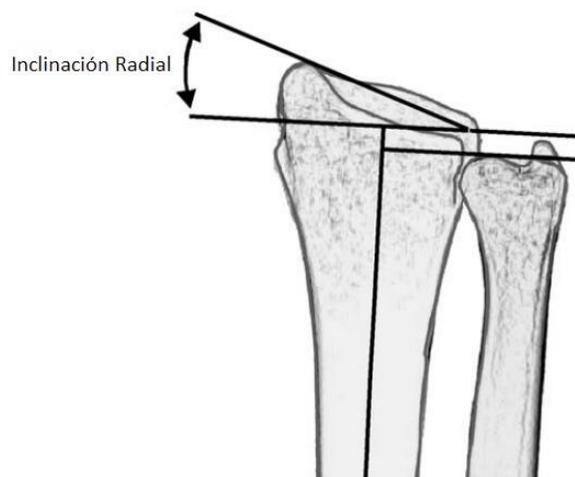


Figura 4. Medición de la inclinación radial. Modificado de: *Medoff RJ. Hand Clin. 2005.*

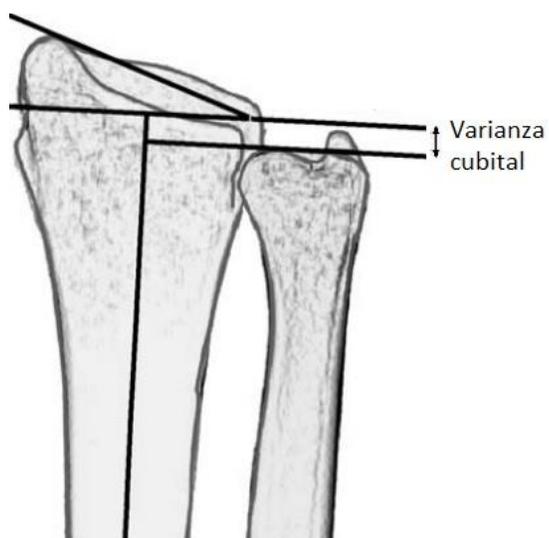


Figura 5. Medición de la varianza cubital. Modificado de: *Medoff RJ. Hand Clin. 2005.*

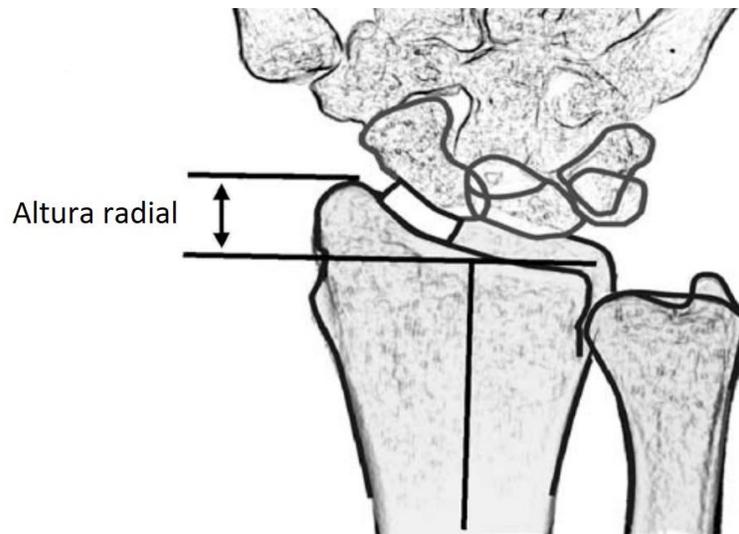


Figura 6. Medición de la altura radial. Modificado de: *Medoff RJ. Hand Clin. 2005.*

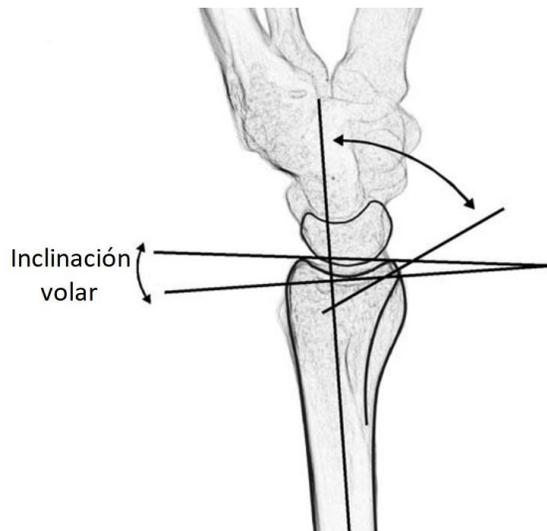


Figura 7. Medición de la inclinación volar. Modificado de: *Medoff RJ. Hand Clin. 2005.*