

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**VALIDACIÓN DE LOS CRITERIOS RADIOLÓGICOS DE INESTABILIDAD EN
LAS FRACTURAS DISTALES DE RADIO**

AUTORA:
MARÍA CABRERA GONZÁLEZ

TUTORES:
DR. LUIS ENRIQUE REBOSO MORALES
DR. RAYCO GARCÍA GUTIÉRREZ

HOSPITAL UNIVERSITARIO NUESTRA SEÑORA DE CANDELARIA (HUNSC)
SERVICIO DE TRAUMATOLOGÍA Y CIRUGÍA ORTOPÉDICA



**UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
GRADO EN MEDICINA
CURSO ACADÉMICO 2022-2023**

ÍNDICE

	Página
1. Resumen	2
2. Abstract	2
3. Palabras clave	2
4. Introducción	2
5. Hipótesis de trabajo y objetivos	3
6. Material y métodos	3
7. Resultados	6
8. Discusión	19
9. Conclusiones	22
10. ¿Qué he aprendido durante este TFG?	23
11. Bibliografía	23

1. RESUMEN

Las fracturas distales de radio son lesiones traumáticas comunes en las que la evaluación radiológica de la inestabilidad es clave para la indicación de tratamiento. La evaluación de estas fracturas sigue siendo objeto de debate debido a la diversidad de clasificaciones existentes y a la falta de validación en los métodos de medición. En nuestro estudio, dos traumatólogos especializados en cirugía de mano y una estudiante de medicina analizaron imágenes radiológicas de fracturas distales de radio en dos períodos de tiempo separados por un mes. Se evaluaron una serie de variables en cada caso y se clasificaron como estables o inestables. Se encontró una alta concordancia intraobservador entre los expertos en todas las variables evaluadas, mientras que la estudiante mostró una concordancia menor. En el análisis interobservador, se observó una concordancia moderada en la mayoría de las variables, aunque hubo algunos casos de falta de acuerdo. Por lo tanto, los hallazgos sugieren que la medición de estos criterios presenta dificultad, ya que se encontraron algunas diferencias entre los observadores y también discrepancias entre los dos expertos. Estos hallazgos resaltan la importancia de la formación y la estandarización en la toma de medidas radiológicas para una evaluación precisa de las fracturas distales de radio.

2. ABSTRACT

Distal radius fractures are common traumatic injuries in which radiological assessment of instability is crucial for treatment indication. The evaluation of these fractures remains controversial due to the diversity of classifications and the lack of validation in measurement methods. In our study, two orthopedic surgeons specialized in hand surgery and a medical student analyzed radiological images of distal radius fractures in two separate time periods, with a one-month interval. A series of variables were evaluated in each case and classified as stable or unstable. High intraobserver agreement was found among the experts for all evaluated variables, while the student demonstrated lower agreement. In the interobserver analysis, moderate agreement was observed for most variables, although there were some cases of disagreement. Therefore, the findings suggest that the measurement of these criteria presents difficulty, as some differences were found among the observers and also discrepancies between the two experts. These findings highlight the importance of training and standardization in radiological measurements for accurate evaluation of distal radius fractures.

3. PALABRAS CLAVE: fractura, radio distal, criterios de inestabilidad.

4. INTRODUCCIÓN

Las fracturas distales del radio son lesiones traumáticas frecuentes que suelen ocurrir tras una caída sobre la mano, con traumatismos de alto impacto en jóvenes y de bajo impacto en pacientes mayores con osteoporosis. Aunque la mayoría de estas fracturas consolidan por sí solas, algunas pueden ser inestables, lo que depende de una serie de factores, como las características de la fractura y la densidad ósea.

Anteriormente, se creía que el tratamiento ortopédico era la opción más efectiva para tratar estas fracturas. Sin embargo, en la actualidad, la indicación quirúrgica ha aumentado debido a la limitación funcional encontrada en pacientes con reducciones inadecuadas. Se ha demostrado que las reducciones más anatómicas ofrecen mejores resultados funcionales.

El tratamiento de estas fracturas sigue siendo controvertido debido a las diversas clasificaciones y patrones de fractura, la variedad de técnicas de tratamiento disponibles, las

características individuales de los pacientes y las posibles complicaciones quirúrgicas asociadas.

El diagnóstico se realiza mediante la clínica y las pruebas de imagen, con radiografías simples en anteroposterior y lateral de la muñeca. La radiología es una prueba esencial ya que, además de diagnosticar la lesión, interviene en la indicación de tratamiento, en la valoración posterior a la reducción y en el seguimiento de la misma. En base a mediciones radiológicas, se puede determinar el patrón de inestabilidad, lo que a su vez puede afectar la indicación quirúrgica. La inestabilidad determina la posibilidad de desplazamiento secundario de la fractura y de su posibilidad de mala consolidación con la consiguiente repercusión funcional. Es crucial que las radiografías se realicen adecuadamente para garantizar el correcto estudio de la lesión, lo que no siempre ocurre en la práctica habitual de los servicios de urgencias.

Diversos parámetros radiológicos son útiles para evaluar el grado de desplazamiento y reducción de fracturas distales de radio. Los más comúnmente utilizados incluyen la altura radial, la inclinación radial y dorsal/palmar, la congruencia articular, el desplazamiento dorsal, el desplazamiento radial y la varianza cubital. Aunque puede haber variaciones individuales, la falta de estandarización en los métodos de medición y la ausencia de radiografías contralaterales de rutina dificultan la comparación de resultados. Algunas mediciones ya han sido validadas, pero existen diferencias en los métodos de medición.

Se han establecido criterios para determinar si una fractura es estable o inestable, los cuales se basan en los criterios acuñados por Lafontaine (1). Estos criterios incluyen la conminución dorsal, la angulación mayor de 20°, la fractura intra-articular radiocarpiana, la fractura asociada del cúbito y la edad por encima de los 60 años. No obstante, se han añadido criterios adicionales y aún no se ha evaluado completamente la confiabilidad total de estos criterios.

El objetivo de este trabajo es validar los parámetros radiológicos que indican inestabilidad, analizar si los estudios radiológicos realizados en urgencias se llevaron a cabo en las proyecciones adecuadas para una evaluación radiológica precisa de los criterios de inestabilidad y determinar su confiabilidad intra e interobservador.

5. HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

HIPÓTESIS: Las mediciones radiológicas de los criterios de inestabilidad de las fracturas distales de radio son confiables, reproducibles intraobservador e interobservador y son válidas para la toma de decisiones terapéuticas.

OBJETIVOS: Validar los criterios radiológicos de inestabilidad más empleados en la actualidad, para determinar si los mismos pueden ser usados en la toma de decisiones de tratamiento de las fracturas distales de radio.

- **Objetivos Operativos:** Estimar los Indicadores Radiográficos especificados en el apartado de variables y determinar criterio de Estabilidad /Inestabilidad para cada uno de ellos.
- **Objetivo secundario:** Analizar si los estudios radiológicos realizados en urgencias se realizaron en proyecciones adecuadas que permiten una correcta evaluación de los criterios de inestabilidad radiológica.

6. MATERIAL Y MÉTODO

Población de estudio: la población objeto de estudio fue una muestra de imágenes radiológicas de 52 pacientes adultos mayores de 18 años con fracturas de radio distal que fueron atendidos por el servicio de Traumatología y Cirugía Ortopédica del Hospital Universitario Nuestra Señora de Candelaria, Tenerife, entre enero de 2020 y junio de 2022.

Como criterio de inclusión se usó la disponibilidad de imágenes radiológicas en la historia clínica informatizada del paciente en el momento de la fractura e inmediatamente tras la primera reducción e inmovilización de la fractura. Se excluyeron aquellos pacientes menores de 18 años, los casos donde no se disponía de imágenes radiológicas en ambas proyecciones (anteroposterior y lateral) previas a la reducción de la fractura o tras la primera reducción e inmovilización, aquellos con antecedentes de fracturas previas en la misma muñeca y las fracturas patológicas.

Diseño clínico: Estudio Observacional Descriptivo Trasversal. La información se extrajo de la consulta de las historias clínicas informatizadas, recogida únicamente por el investigador principal, y para su análisis se estableció una base de datos anónima dissociada de cualquier dato identificativo de la identidad de los pacientes.

Las imágenes radiológicas fueron analizadas por tres observadores de manera independiente y en dos ocasiones. Los observadores llevaron a cabo dos mediciones de las mismas radiografías con un intervalo de al menos un mes entre ellas y en distinto orden, para garantizar que no hubiera sesgo de memoria. Los evaluadores fueron una estudiante de sexto curso de medicina y dos traumatólogos con experiencia en cirugía de mano de más de 15 años. La estudiante recibió una sesión de formación de una hora y media en la recolección de datos por parte de uno de los investigadores y tuvo acceso a materiales bibliográficos para consultar durante las mediciones. Para la evaluación de las radiografías de los pacientes, se utilizó un mismo visor de imágenes por los tres observadores, que permitía la medición de distancias y ángulos, con el fin de obtener los datos necesarios, habiendo previamente consensuado el método de medición entre la estudiante y el observador experimentado de referencia. No se consensuó el método de medición entre los dos observadores experimentados. Seguidamente los datos se volcaron en una hoja de datos Excel con todos los requerimientos de anonimato para su posterior exploración y análisis con software estadísticos y epidemiológicos.

Las variables medidas en este estudio fueron datos epidemiológicos de edad y sexo y las mediciones radiológicas más usadas como criterios de inestabilidad en la bibliografía actual (Tabla 1). Se revisaron los siguientes indicadores de inestabilidad radiológicos basándonos en los propuestos por Margalot en su metaanálisis (2):

- Desplazamiento radial en milímetros: la distancia entre la cortical del fragmento distal desplazado y la cortical anatómica del radio. Se asignó a los desplazamientos menores o iguales a 2 mm el valor de estabilidad y a los mayores el valor de inestabilidad.
- Inclinação radial en grados: el ángulo de la fractura con respecto a la línea que une la punta de la apófisis estiloides del radio con la del cúbito (punto pivote determinado por la esquina volar cubital del radio). Se asignó a la angulación mayor o igual a 15° el valor de estabilidad y a los menores el valor de inestabilidad.
- Angulación dorsal o volar en grados: el ángulo entre la superficie articular del radio distal y el eje longitudinal del radio. Se asignó a la angulación menor o igual a 10° el valor de estabilidad y a los mayores el valor de inestabilidad para la angulación dorsal y para la angulación volar se asignó a la angulación menor o igual a 15° el valor de estabilidad y a los mayores el valor inestabilidad.
- Acortamiento radial en milímetros: la reducción de la longitud del radio distal. Se asignó a los acortamientos mayores o iguales a 9 mm el valor de estabilidad y a los menores el valor de inestabilidad.
- Varianza ulnar positiva, neutra o negativa: la diferencia de longitud entre el radio y el cúbito. La varianza ulnar puede ser positiva cuando el cúbito sobrepasa al radio, negativa cuando no lo sobrepasa y neutra cuando ambos están alineados. Se asignó valor de inestabilidad a la positiva y valor estabilidad a la negativa y neutra.

- Conminución dorsal: presencia o ausencia. Separación de pequeños fragmentos óseos en la superficie dorsal del radio distal. Se asignó el valor de estabilidad a la ausencia y el valor inestabilidad a la presencia.
- Pérdida de continuidad cortical volar: presencia o ausencia. Ruptura de la superficie ósea en la cara anterior del radio. Este parámetro se midió después de la reducción de la fractura. Se asignó el valor estabilidad a la ausencia de pérdida de alineación de la cortical volar en la zona de fractura y el valor inestabilidad a la falta de contacto en la cortical volar en la zona de fractura.
- Fractura de cúbito asociada: presencia o ausencia. Fractura concomitante de radio y cúbito. Se asignó el valor estabilidad a la ausencia de fractura de cúbito y el valor inestabilidad a la presencia de la misma.

Criterio de inestabilidad	Inestable	Estable
Desplazamiento radial	>2 mm	<ó = 2 mm
Inclinación radial	<15°	>ó = 15°
Angulación del radio	>10 ° en angulación dorsal ó >15 ° en angulación volar	<ó = 10° en angulación dorsal ó <ó = 15° en angulación volar
Acortamiento radial	<9 mm	>ó = 9mm
Varianza ulnar	positiva	negativa o neutra
Conminución dorsal	presencia	ausencia
Pérdida de continuidad cortical volar	presencia	ausencia
Fractura de cúbito	presencia	ausencia

Tabla 1: Variables medidas en el estudio.



Ilustración 1: valoración radiológica de los criterios de inestabilidad

Legenda ilustración 1:

A: Medición de la varianza ulnar,
 B: Medición del acortamiento radial.
 C: Medición de la inclinación radial.
 D: Medición del desplazamiento radial.
 E: Determinación de fractura de cúbito.

F: Determinación de conminución dorsal.
 G: Determinación de pérdida de continuidad de la cortical volar.
 H: Medición de la angulación dorsal o volar.

Para el análisis estadístico se realizó una asignación de patrón de inestabilidad o estabilidad a cada variable. Si se consideró patrón de inestabilidad se codificó como 1 y si se consideró patrón de estabilidad como 2. Finalmente se procedió a realizar un análisis de la fiabilidad analizando la variabilidad intraobservador e interobservador entre ambos expertos y entre la alumna y el experto de referencia, con el índice Kappa. Todos los análisis fueron realizados usando IBM SPSS statistical program (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS)

Todos los procedimientos relacionados con este estudio cumplieron con los estándares éticos establecidos por el Comité de Investigación Institucional y Nacional del Hospital Universitario de Nuestra Señora de la Candelaria y de la Universidad de La Laguna. El estudio fue aprobado por el comité ético CHUNSC_2022_118.

5. RESULTADOS

Se analizaron 52 estudios radiológicos de fracturas distales de radio correspondientes a 18 varones y 34 mujeres adultos con edades comprendidas entre 19 y 76 años de edad por tres observadores independientes. Dos expertos en cirugía de mano (exploradores 1 y 2), con más de 15 años de experiencia y una alumna en formación que recibió orientación sobre la realización de las mediciones. Los dos expertos no consensuaron el método de medición. Los

tres observadores realizaron las mediciones en dos periodos de tiempo separados un mes sobre las mismas radiografías modificando el orden de las mismas. Todos los parámetros, excepto uno, fueron medidos en las radiografías iniciales de las fracturas, antes de la reducción de las mismas. El parámetro restante, la pérdida de continuidad de la cortical volar, fue medido en las radiografías posteriores a la primera reducción. Uno de los expertos, el de más edad (explorador 1), impartió la formación a la estudiante y se consideró como “Gold Standard” para la valoración respecto a la estudiante.

Se codificaron las mediciones de las diferentes variables como patrones de inestabilidad o estabilidad. En todos los casos se logró establecer la codificación correspondiente de inestabilidad o estabilidad, aunque en algunas ocasiones los observadores no pudieron obtener una medición de referencia debido a proyecciones radiológicas inadecuadas o patrones de fracturas complejos. El análisis estadístico se realizó en base a las codificaciones de patrón de inestabilidad o estabilidad de cada parámetro.

Utilizando los datos obtenidos, se realizó un análisis estadístico comparando los resultados de las dos mediciones realizadas por cada observador consigo mismo (análisis intraobservador), entre los dos exploradores expertos (análisis interobservador), y entre la alumna y el explorador de referencia.

ANÁLISIS INTRAOBSERVADOR:

En el caso del explorador 1 (Tabla 2), considerado como el "Gold Standard", el análisis intraobservador reveló una alta concordancia en todas las variables, para una significancia estadística de $p < 0.001$. Para las variables desplazamiento radial, acortamiento radial, pérdida de continuidad de la cortical volar y fractura de cúbito asociada, la concordancia fue igual o mayor a 0.90, mientras que para las variables inclinación radial, varianza cubital y conminución dorsal, la concordancia fue ligeramente menor, pero siempre igual o superior a 0.85.

En el explorador 2 (Tabla 3), también se observó una alta correlación intraobservador, que fue estadísticamente significativa para $p < 0.001$. Todas las variables mostraron una concordancia mayor o igual a 0.85. En particular, las variables de angulación, desplazamiento radial, varianza ulnar, conminución dorsal y fractura de cúbito mostraron una concordancia igual o superior a 0.90.

En el análisis de la estudiante (Tabla 4), se encontraron correlaciones que fueron menores que las observadas en los exploradores expertos, aunque siempre superiores a la proporción esperada por azar. Específicamente, la variable de fractura cubital mostró una correlación más cercana al valor esperado al azar. Por otro lado, las variables de inclinación radial, desplazamiento radial, angulación y varianza ulnar exhibieron una concordancia de 0.88, 0.87, 0.88 y 0.94 respectivamente. Estas variables presentaron las correlaciones más altas, todas por encima de 0.87. En contraste, las variables de acortamiento radial, conminución, pérdida de continuidad cortical volar y fractura de cúbito asociada mostraron correlaciones menores y más cercanas a la proporción esperada por azar.

El experto 1 no consideró posible realizar algunas mediciones. En la inclinación radial, no pudo realizar la medición en dos casos tanto en la primera como en la segunda valoración. En la angulación radial, no pudo evaluar dos casos en la primera toma y uno en la segunda toma. En

cuanto al acortamiento radial, no pudo medir en dos casos en ambas tomas. En la varianza ulnar, un caso en ambas tomas. En la conminución dorsal, dos casos en la primera toma y ninguno en la segunda. En cuanto a la pérdida de continuidad cortical volar, cuatro casos en la primera toma y dos casos en la segunda toma.

En el análisis realizado del experto 1, se evaluaron las diferencias de las mediciones en las variables de inclinación radial, angulación y acortamiento. Se encontró que, en la inclinación radial, había una diferencia media de 3,12 grados, con una variación de hasta 10 grados. En la angulación, las diferencias de las mediciones mostraron una media de 4,2 grados, con un rango entre 0 y 12 grados. En cuanto al acortamiento, se encontró una media de 1, con un intervalo entre 0 y 5. Es importante tener en cuenta que debido a la variación observada, es posible que haya resultados cercanos al límite establecido de estabilidad e inestabilidad que impliquen un cambio de categoría.

Por otro lado, el explorador 2 presenta menos casos en los cuales no pudo realizar las mediciones. Hubo un caso en ambas mediciones para la inclinación radial, un caso en acortamiento, un caso en la primera medición de pérdida de continuidad cortical volar y un caso en la primera medición de fractura de cúbito.

Por otro lado, la estudiante mostró una mayor inseguridad al realizar las mediciones. En aproximadamente el 8% de los casos de inclinación radial, no pudo realizar la medición en ninguna de las dos tomas. En la angulación, este porcentaje fue del 4% en la primera toma y del 8% en la segunda toma. En cuanto al acortamiento, se encontró un 6% de casos en ambas tomas. En la pérdida de continuidad cortical volar, se registró un 4% en la primera toma. Esto sugiere una mayor inseguridad en la medición de estas variables. Sin embargo, pudo realizar las mediciones en el resto de las variables, lo que indica que algunas variables presentan más dificultad en la toma e interpretación de las mediciones.

CONCORDANCIA INTRAOBSERVADOR EXPERTO 1							
INCLINACIÓN RADIAL				ANGULACIÓN			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	27	1		Prueba 1+	43	1	
Prueba 1-	7	17		Prueba 1-	1	7	
Proporción total de concordancia observada			0,85	Proporción total de concordancia observada			0,96
Proporción esperada por azar			0,51	Proporción esperada por azar			0,74
DESPLAZAMIENTO RADIAL				ACORTAMIENTO RADIAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	24	2		Prueba 1+	39	0	
Prueba 1-	2	24		Prueba 1-	5	8	
Proporción total de concordancia observada			0,92	Proporción total de concordancia observada			0,9

Proporción esperada por azar			0,5	Proporción esperada por azar			0,67
VARIANZA ULNAR				CONMINUCIÓN DORSAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	28	2		Prueba 1+	37	0	
Prueba 1-	5	17		Prueba 1-	8	7	
Proporción total de concordancia observada			0,87	Proporción total de concordancia observada			0,85
Proporción esperada por azar			0,52	Proporción esperada por azar			0,65
CORTICAL VOLAR				FRACTURA CÚBITO			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	36	4		Prueba 1+	4	0	
Prueba 1-	0	13		Prueba 1-	2	46	
Proporción total de concordancia observada			0,92	Proporción total de concordancia observada			0,96
Proporción esperada por azar			0,59	Proporción esperada por azar			0,83

Tabla 2: Concordancia intraobservador Experto1

CONCORDANCIA INTRA OBSERVADOR EXPERTO 2							
INCLINACIÓN RADIAL				ANGULACIÓN			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	23	5		Prueba 1+	39	0	
Prueba 1-	3	21		Prueba 1-	2	11	
Proporción total de concordancia observada			0,85	Proporción total de concordancia observada			0,96
Proporción esperada por azar			0,5	Proporción esperada por azar			0,64
DESPLAZAMIENTO RADIAL				ACORTAMIENTO RADIAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	18	2		Prueba 1+	32	5	
Prueba 1-	3	29		Prueba 1-	1	14	
Proporción total de concordancia observada			0,9	Proporción total de concordancia observada			0,88
Proporción esperada por azar			0,52	Proporción esperada por azar			0,56
VARIANZA ULNAR				CONMINUCIÓN DORSAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	

Prueba 1+	39	1		Prueba 1+	31	1	
Prueba 1-	3	12		Prueba 1-	3	13	
Proporción total de concordancia observada			0,98	Proporción total de concordancia observada			0,92
Proporción esperada por azar			0,63	Proporción esperada por azar			0,57
CORTICAL VOLAR				FRACTURA CÚBITO			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	26	5		Prueba 1+	23	1	
Prueba 1-	1	20		Prueba 1-	0	28	
Proporción total de concordancia observada			0,88	Proporción total de concordancia observada			0,98
Proporción esperada por azar			0,5	Proporción esperada por azar			0,19

Tabla 3: Concordancia intraobservador Experto 2

CONCORDANCIA INTRA OBSERVADOR ALUMNA							
INCLINACIÓN RADIAL				ANGULACIÓN			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	19	2		Prueba 1+	42	2	
Prueba 1-	4	27		Prueba 1-	4	4	
Proporción total de concordancia observada			0,88	Proporción total de concordancia observada			0,88
Proporción esperada por azar			0,51	Proporción esperada por azar			0,77
DESPLAZAMIENTO RADIAL				ACORTAMIENTO RADIAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	26	4		Prueba 1+	26	5	
Prueba 1-	3	19		Prueba 1-	8	13	
Proporción total de concordancia observada			0,87	Proporción total de concordancia observada			0,75
Proporción esperada por azar			0,51	Proporción esperada por azar			0,53
VARIANZA ULNAR				CONMINUCIÓN DORSAL			
	Prueba 2+	Prueba 2-			Prueba 2+	Prueba 2-	
Prueba 1+	38	3		Prueba 1+	35	4	
Prueba 1-	0	11		Prueba 1-	9	4	

Proporción total de concordancia observada	0,94		Proporción total de concordancia observada	0,75	
Proporción esperada por azar	0,63		Proporción esperada por azar	0,67	
CORTICAL VOLAR			FRACTURA CÚBITO		
	Prueba 2+	Prueba 2-		Prueba 2+	Prueba 2-
Prueba 1+	38	3	Prueba 1+	1	1
Prueba 1-	7	4	Prueba 1-	14	37
Proporción total de concordancia observada	0,81		Proporción total de concordancia observada	0,72	
Proporción esperada por azar	0,71		Proporción esperada por azar	0,7	

Tabla 4: Concordancia intraobservador Alumna

ANÁLISIS INTEROBSERVADOR:

En el análisis comparativo entre los dos expertos (Tabla 5), se obtuvieron los siguientes resultados para las distintas variables. En cuanto a la inclinación radial, se encontró una concordancia moderada (Kappa (k)=0,538) con un 23,1% de los casos sin acuerdo entre los observadores. De igual forma, en la desviación radial también se observó una concordancia moderada (k = 0,538) para una $p < 0,001$. En el caso de la angulación, se registró poca concordancia (k moderado=0,424). Por otro lado, el acortamiento cubital mostró una mejor concordancia, con un 87% de acuerdo entre ambos expertos y un índice de concordancia (k) de 0,619, para una $p < 0,001$. La varianza ulnar presentó una concordancia moderada (k=0,5) para una $p < 0,01$. En el caso de la conminución dorsal, se obtuvo un índice de acuerdo muy bajo (k=0,134), indicando poca concordancia, y no se pudo asumir la hipótesis nula. Por otro lado, en la pérdida de continuidad cortical volar, se observó una buena concordancia (k=0,688). En cuanto a la presencia de fractura de cúbito, uno de los expertos incluyó la fractura de la estiloides como criterio de inestabilidad, mientras que el otro no lo hizo, lo que resultó en una concordancia pobre (k=0,198).

En cuanto a la comparación de la estudiante con el experto 1 (Tabla 6), se encontraron los siguientes resultados. En la inclinación radial, la estudiante coincidió con el criterio de inestabilidad del experto en un 64,7% de los casos, mientras que en un 35,3% de los casos no hubo acuerdo. Por otro lado, cuando se determinó estabilidad, el porcentaje de acuerdo fue mayor, con un 94% de coincidencia y un 5,6% de fallos. El índice de concordancia fue bajo (k=0,517). En el desplazamiento radial, la estudiante mostró un mayor grado de acuerdo, diagnosticando inestabilidad correctamente en un 92% de los casos y estabilidad en un 82%. El índice de concordancia (k) fue de 0,731 ($p < 0,001$). Para la angulación, la estudiante diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 95,5% de los casos y la estabilidad en un 50%, con un índice de concordancia (k) de 0,506 ($p < 0,001$). En el caso del acortamiento, la estudiante diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 72,7% de los casos y la estabilidad en un 75%, con un índice de concordancia (k) de 0,316 ($p=0,009$). Para la varianza ulnar, la estudiante diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 97% de los casos y la estabilidad

en un 69%, con un índice de concordancia moderada (k) de 0,693 (p<0,001). En la conminución dorsal, se diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 87% de los casos y la estabilidad en un 29%, con un índice de concordancia (k) de 0,144 (p=0,299). En la pérdida de continuidad cortical volar, se diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 97% de los casos y la estabilidad en un 35%, con un índice de concordancia (k) de 0,392 (p=0,001). En el caso de la fractura de cúbito, se diagnosticó correctamente la inestabilidad en un 33% de los casos y la estabilidad en un 72%, con un índice de concordancia (k) de 0,031 (p=0,796). Por lo tanto, las únicas variables que mostraron buena correlación entre la estudiante y el experto 1 fueron la varianza ulnar y el desplazamiento radial, y hubo correlación moderada en inclinación radial y angulación radial. El resto de variables presentaron correlaciones débiles o pobres.

CONCORDANCIA INTEROBSERVADOR EXPERTO 1 Y EXPERTO 2					
VARIABLE INCLINACION RADIAL					
			IR 2 LR		Total
			1	2	
IR 2 RG	1	Recuento	25	3	28
		% del total	48,10%	5,80%	53,80%
	2	Recuento	9	15	24
		% del total	17,30%	28,80%	46,20%
Total		Recuento	34	18	52
		% del total	65,40%	34,60%	100,00%
KAPPA=0 p<0.001					
VARIABLE DESPLAZAMIENTO					
			DR 2 LR		Total
			1	2	
DR 2 RG	1	Recuento	17	3	20
		% del total	32,70%	5,80%	38,50%
	2	Recuento	9	23	32
		% del total	17,30%	44,20%	61,50%
Total		Recuento	26	26	52

	% del total		50,00%	50,00%	100,00%
KAPPA=0.538 p<0.001					
VARIABLE ANGULACIÓN					
		A 2 LR		Total	
				1	2
A 2 RG	1	Recuento	38	3	41
		% del total	73,10%	5,80%	78,80%
	2	Recuento	6	5	11
% del total		11,50%	9,60%	21,20%	
Total		Recuento	44	8	52
		% del total	84,60%	15,40%	100,00%
Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida acuerdo	de Kappa	0,424	0,158	3,113	0,002
N de casos válidos		52			
a. No se presupone la hipótesis nula.					
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.					
VARIABLE ACORTAMIENTO					
		AC 2 LR		Total	
				1	2
AC 2 RG	1	Recuento	37	0	37
		% del total	71,20%	0,00%	71,20%
	2	Recuento	7	8	15
% del total		13,50%	15,40%	28,80%	
Total		Recuento	44	8	52
		% del total	84,60%	15,40%	100,00%
Medidas simétricas					

		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0,619	0,124	4,829	0
N de casos válidos		52			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

VARIABLE VARIANZA ULNAR

		VU 2 LR		Total	
		1	2		
VU 2 RG	1	Recuento	31	9	40
		% del total	59,60%	17,30%	76,90%
	2	Recuento	2	10	12
% del total		3,80%	19,20%	23,10%	
Total		Recuento	33	19	52
		% del total	63,50%	36,50%	100,00%

Medidas simétricas

		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo	Kappa	0,505	0,124	3,838	0
N de casos válidos		52			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

VARIABLE CONMINUCIÓN

		CM 2 LR		Total	
		1	2		
CM 2 RG	1	Recuento	29	3	32
		% del total	56,90%	5,90%	62,70%
	2	Recuento	15	4	19

% del total		29,40%	7,80%	37,30%	
Total	Recuento		44	7	51
	% del total		86,30%	13,70%	100,00%

Medidas simétricas

		Valor	Error estándar asintóticoa	T aproximadab	Significación aproximada
Medida de acuerdo	de Kappa	0,134	0,122	1,172	0,241
N de casos válidos		51			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

VARIABLE CORTICAL VOLAR

		CV 2 LR		Total	
		1	2		
CV 2 RG	1	Recuento	27	0	27
		% del total	51,90%	0,00%	51,90%
	2	Recuento	8	17	25
% del total		15,40%	32,70%	48,10%	
Total	Recuento	35	17	52	
	% del total	67,30%	32,70%	100,00%	

Medidas simétricas

		Valor	Error estándar asintóticoa	T aproximadab	Significación aproximada
Medida de acuerdo	de Kappa	0,688	0,096	5,223	0
N de casos válidos		52			

a. No se presupone la hipótesis nula.

b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.

VARIABLE FRACTURA DE CÚBITO

		FC 2 LR		Total
		1	2	
FC 2 RG				

	1	Recuento	5	18	23
		% del total	9,60%	34,60%	44,20%
% del total	2	Recuento	1	28	29
		1,90%	53,80%	55,80%	
Total		Recuento	6	46	52
		% del total	11,50%	88,50%	100,00%
Medidas simétricas					
		Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Medida de acuerdo	de Kappa	0,198	0,1	2,05	0,04
N de casos válidos		52			
a. No se presupone la hipótesis nula.					
b. Utilización del error estándar asintótico que presupone la hipótesis nula.					

Tabla 5: concordancia interobservador entre experto 1 y 2

CONCORDANCIA INTEROBSERVADOR EXPERTO 1 Y ALUMNA					
VARIABLE INCLINACION RADIAL					
			IR 2 LR		Total
			1	2	
IR 2 MC	1	Recuento	22	1	23
		% dentro de IR 2 LR	64,70%	5,60%	44,20%
% dentro de IR 2 LR	2	Recuento	12	17	29
		35,30%	94,40%	55,80%	
Total		Recuento	34	18	52
		% dentro de IR 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%
KAPPA=0.517 p<0.001					
VARIABLE DESPLAZAMIENTO					
			DR 2 LR		Total

			1	2	
DR 2 MC	1	Recuento	24	5	29
		% dentro de DR 2 LR	92,30%	19,20%	55,80%
	2	Recuento	2	21	23
		% dentro de DR 2 LR	7,70%	80,80%	44,20%
Total		Recuento	26	26	52
		% dentro de DR 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%

KAPPA=0.731 p<0.001

VARIABLE ANGULACIÓN

			A 2 LR		Total
			1	2	
A 2 MC	1	Recuento	42	4	46
		% dentro de A 2 LR	95,50%	50,00%	88,50%
	2	Recuento	2	4	6
		% dentro de A 2 LR	4,50%	50,00%	11,50%
Total		Recuento	44	8	52
		% dentro de A 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%

KAPPA=0.506 p<0.001

VARIABLE ACORTAMIENTO

			AC 2 LR		Total
			1	2	
AC 2 MC	1	Recuento	32	2	34
		% dentro de AC 2 LR	72,70%	25,00%	65,40%

	2	Recuento	12	6	18
% dentro de AC 2 LR			27,30%	75,00%	34,60%
Total		Recuento	44	8	52
		% dentro de AC 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%

KAPPA=0.316 p=0.009

VARIABLE VARIANZA ULNAR

			VU 2 LR		Total
			1	2	
VU 2 MC	1	Recuento	32	6	38
		% dentro de VU 2 LR	97,00%	31,60%	73,10%
%	2	Recuento	1	13	14
		% dentro de VU 2 LR	3,00%	68,40%	26,90%
Total		Recuento	33	19	52
		% dentro de VU 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%

KAPPA=0.693 p<0.001

VARIABLE CONMINUCIÓN DORSAL

			CM 2 LR		Total
			1	2	
CM 2 MC	1	Recuento	39	5	44
		% dentro de CM 2 LR	86,70%	71,40%	84,60%
%	2	Recuento	6	2	8
		% dentro de CM 2 LR	13,30%	28,60%	15,40%
Total		Recuento	45	7	52
		% dentro de CM 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%

KAPPA=0.144 p=0.299					
VARIABLE CORTICAL VOLAR					
			CV 2 LR		Total
			1	2	
CV 2 MC	1	Recuento	34	11	45
		% dentro de CV 2 LR	97,10%	64,70%	86,50%
	2	Recuento	1	6	7
		% dentro de CV 2 LR	2,90%	35,30%	13,50%
Total		Recuento	35	17	52
		% dentro de CV 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%
KAPPA=0.392 p=0.001					
VARIABLE FRACTURA CÚBITO					
			FC 2 LR		Total
			1	2	
FC 2 MC	1	Recuento	2	13	15
		% dentro de FC 2 LR	33,30%	28,30%	28,80%
	2	Recuento	4	33	37
		% dentro de FC 2 LR	66,70%	71,70%	71,20%
Total		Recuento	6	46	52
		% dentro de FC 2 LR	100,00%	100,00%	100,00%
KAPPA=0.031 p=0.796					

Tabla 6: concordancia interobservador entre experto 1 y alumna

6. DISCUSIÓN

El objetivo del tratamiento de las fracturas distales de radio es lograr una reducción anatómica y una restauración óptima de la función de la muñeca. Su tratamiento actual todavía sigue siendo controvertido en algunos casos. Existen numerosas clasificaciones disponibles, que en

teoría deberían proporcionar un diagnóstico reproducible, una consideración pronóstica y sugerir el tratamiento más adecuado. A pesar de esto, algunas de estas clasificaciones han demostrado tener un bajo grado de concordancia inter e intraobservador, lo que limita su utilidad como medio de orientación de tratamiento o comparación de resultados (3). Algunas de las clasificaciones más usadas emplean para la toma de decisiones el concepto de estabilidad o inestabilidad de la fractura, los cuales se basan igualmente en el análisis de las imágenes radiológicas. A pesar de la frecuencia de estas fracturas y de la importancia de las valoraciones radiológicas para la toma de decisiones, no existe un método estándar de medición recomendado para su uso y además, no se sabe qué tan reproducibles son los métodos utilizados actualmente. Algunas de estas medidas han sido estudiadas en cuanto a su confiabilidad y reproducibilidad pero no todos los autores emplean los mismos criterios de valoración de estas mediciones (4). Así, la guía de la Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos de 2011 recomendó, con fuerza de convicción moderada, la fijación quirúrgica en fracturas con acortamiento radial mayor de 3 mm, inclinación dorsal mayor de 10° o desplazamiento intraarticular mayor de 2 mm tras la reducción (5). Boszotta también recomienda el mismo grado de acortamiento e inclinación dorsal como indicador para el tratamiento quirúrgico (6). Sin embargo, otros autores como Nana y colegas consideraron una reducción aceptable acortamientos radiales menores de 5 mm, inclinación radial mayor de 15° e inclinación sagital en proyección lateral entre 15° de inclinación dorsal y volar de 20° (7). En nuestro estudio usamos los propuestos por Margaliot en su metaanálisis (2) como punto de medición para considerar criterio de inestabilidad o estabilidad para los distintos observadores.

Además de los criterios radiológicos, se consideran otros factores como la edad o el sexo en la evaluación de la inestabilidad. Aunque la importancia de los criterios de inestabilidad es destacada por todos los autores, no existe un consenso sobre cuáles son los más relevantes para predecir desplazamientos secundarios, sobre los valores de las mediciones que son determinantes para hacer estas predicciones, ni sobre qué asociación de criterios es la más importante. En 1989, Lafontaine et al. identificó cinco factores predictivos de la inestabilidad de la fractura: angulación dorsal superior a 20° en la presentación; conminución dorsal; extensión de la fractura a la articulación radiocarpiana; una fractura cubital asociada; y edad mayor de 60 años. Según Lafontaine et al. (1989), una fractura puede considerarse potencialmente inestable si están presentes tres o más factores (1). Desde entonces se han indicado diversos parámetros sugestivos de inestabilidad. Algunos son comúnmente aceptados y en otros su evidencia es limitada. La revisión sistemática de Walenkamp mostró que parámetros como la edad, el acortamiento radial, la conminución volar, pérdida de inclinación radial y algunos tipos de fracturas podrían ser predictores significativos de desplazamientos secundarios (8). No todos los criterios de inestabilidad han sido evaluados para su fiabilidad. En nuestro estudio, se consideraron ocho criterios radiológicos mencionados por diversos autores, los cuales sugieren inestabilidad. La evaluación de estos criterios se llevó a cabo utilizando las imágenes radiológicas previas a la reducción, a excepción de la pérdida de continuidad de la cortical volar, la cual debe ser evaluada después de la reducción de la fractura.

Stirling (9) evaluó algunas de estas medidas y reportó que la evaluación radiográfica del ángulo radial, la inclinación radial y la inclinación dorsal/palmar es un método fiable para determinar

el grado de desplazamiento de una fractura del radio distal. Jafari también indicó que las radiografías estándar de la muñeca se pueden utilizar para la evaluación de índices radiográficos con buena o fiabilidad interobservador e intraobservador moderada, pero su estudio fue en muñecas sanas (10). Kreder reportó medidas en el radio distal sobre fracturas con consolidación defectuosa encontrando dificultades en la medición de algunos parámetros, siendo los de más acuerdo, la varianza cubital, la inclinación lateral y el desplazamiento radial. (11). Consideramos que las mediciones en fracturas, en ocasiones con proyecciones no estándar presentan dificultades de medición diferentes a la muñeca sana o en muñecas con fracturas consolidadas por las que los estudios de Jafari y Kreder podrían no ser equiparables. En nuestro estudio, observamos que en algunos casos no fue posible realizar la medición de los parámetros radiológicos, aunque se pudo estimar la presencia de inestabilidad. Además de esta dificultad, el observador experto de referencia mostró un alto acuerdo intraobservador en sus mediciones, pero se evidenció que existe un margen de variabilidad en algunos parámetros, específicamente en la inclinación, la angulación y el acortamiento radial, entre la primera y segunda medición. Consideramos que estas diferencias pueden afectar la precisión de las medidas y la consideración de inestabilidad o estabilidad, especialmente cuando las mediciones están cerca del punto de corte. Esta podría ser una explicación de la baja concordancia interobservador entre los dos expertos en nuestro estudio.

Otra consideración importante es la variabilidad que puede existir en el método de medición radiológica. En nuestro estudio, los dos expertos no consensuaron la metodología de medición, lo cual también puede ser una causa determinante de la baja concordancia interobservador. Por ejemplo, en la evaluación de la fractura de cúbito, hubo diferencias entre ellos, ya que uno consideró la fractura de apófisis estiloides como criterio de inestabilidad, mientras que el otro no lo hizo.

Thomason en su estudio de mediciones radiológicas de fracturas distales de radio con varios observadores, encontró que la fiabilidad es operador dependiente, independientemente de la tecnología empleada para la medición. Los límites de reducciones recomendados en estos parámetros no pueden medirse de forma fiable: <10 grados angulación lateral, <2 mm de acortamiento, < 5 grados de ángulo radial y escalones articulares de < de 1 a 2 mm. Lo que plantea dudas de la capacidad de los médicos de adecuarse a las pautas recomendadas de reducción radiológica (2).

La conminución metafisaria es un parámetro subjetivo observador dependiente ya que no se dispone de ningún método de cuantificación objetivo de la misma. Rhee propone un método para cuantificar la conminución metafisaria en las imágenes post reducción de las fracturas reportando una buena fiabilidad inter e intraobservador pero no concluye que medidas indican inestabilidad (13). En nuestros resultados, encontramos un pobre acuerdo interobservador para esta variable (k: 0,13, p=0,421), aunque el acuerdo intraobservador de ambos observadores fue muy alto, lo que sugiere que se trata de una variable subjetiva y dependiente del observador. Los resultados de nuestro estudio sugieren la dificultad de realizar mediciones en radiografías de fracturas distales de radio. La deformidad y la utilización de proyecciones radiológicas no estándar dificultan la realización de las mediciones, y la falta de un patrón estándar para

realizarlas, junto con el criterio subjetivo en algunas de ellas (por ejemplo, la conminución), plantea dificultades en la toma de decisiones.

El análisis intraobservador de la alumna mostró una concordancia menor, lo que sugiere una mayor inseguridad en la toma de decisiones y añade dificultad a las propias mediciones de los parámetros, que de por sí ya son difíciles. Por otro lado, la concordancia intraobservador entre los expertos fue alta, lo que indica que la experiencia y la formación adecuada son factores necesarios para mejorar la fiabilidad.

En este sentido, nuestros resultados concuerdan con los reportados por otros autores, que indican que los tutoriales formativos son importantes para mejorar la confiabilidad, más que los métodos de medición en sí.

Fox estudió los parámetros de inclinación radial, varianza cubital y angulación del radio y concluyó que el empleo de un tutorial formativo para la realización de las mismas mejoraba la precisión de estas medidas (2).

Watson estudió la confiabilidad de las mediciones de inclinación dorsal, el espacio intraarticular, el escalón intraarticular, la inclinación palmar, el ángulo radial, la altura radial, el desplazamiento radial y la varianza cubital tras la realización de un tutorial con instrucciones de las técnicas de medición y concluyó que la inclinación palmar, la varianza cubital y las mediciones del ángulo radial pueden ser útiles, pero el espacio intraarticular y el escalón parecen poco fiables (14).

Bozentka estudia la fiabilidad de las mediciones de la inclinación radial, la angulación radial, la altura del radio y la presencia de escalón articular entre mediciones convencionales con goniómetros y digitales encontrando resultados similares (15).

Este estudio presenta ciertas limitaciones, como el tamaño de la muestra y la falta de estandarización en las mediciones entre los observadores expertos. Consideramos crucial enfatizar la necesidad de contar con imágenes radiológicas en proyecciones estandarizadas que permitan una buena medición, así como consensuar los criterios de inestabilidad y sus mediciones, y destacar la importancia de la formación en su utilización.

Sería necesario llevar a cabo más estudios con el fin de unificar los criterios de evaluación de estabilidad e inestabilidad en cada una de las variables, y determinar qué variables o combinaciones de ellas son relevantes para establecer un criterio de inestabilidad que proporcione un diagnóstico y un enfoque terapéutico adecuados.

7. CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio sugiere que la medición de los criterios radiológicos de inestabilidad en fracturas distales de radio es difícil de realizar con precisión. Para garantizar una buena fiabilidad interobservador y mejorar la precisión de las mediciones, es imprescindible establecer un consenso en los criterios y en la forma de valorarlos. Además, se

hace necesario brindar formación adecuada al personal no experto para mejorar la toma de decisiones en este ámbito. Estas acciones son fundamentales para asegurar resultados más confiables y contribuir al avance en el diagnóstico y tratamiento de las fracturas distales de radio.

8. ¿QUÉ HE APRENDIDO DURANTE ESTE TFG?

Durante la realización de este TFG he tenido la oportunidad de adquirir habilidades y conocimientos que han mejorado mi formación académica.

En primer lugar, he profundizado mis conocimientos sobre anatomía ósea de la muñeca, que me ha permitido mejorar mis habilidades para analizar radiografías de fracturas. A través del uso de un programa informático visor de radiografías, he aprendido a evaluar los criterios más utilizados en la valoración de la inestabilidad en las fracturas distales de radio. He comprendido la relevancia de la precisión en estas mediciones, ya que estas tienen implicaciones directas en el tratamiento de los pacientes.

También he adquirido habilidades para buscar y analizar información relevante en la literatura científica. A lo largo de la investigación, he aprendido a seleccionar fuentes de calidad, extraer datos relevantes y sintetizar información.

Por último, he comprendido la importancia de la formación de los estudiantes y los profesionales para la mejora de la toma de decisiones y la necesidad de seguir realizando estudios científicos para ampliar los conocimientos en el campo y obtener conclusiones que beneficien a los pacientes.

9. BIBLIOGRAFÍA

- 1) Lafontaine M, Hardy D, Delince P. Stability assessment of distal radius fractures. *Injury*. 1989 Jul;20(4):208-10.
- 2) Margaliot Z, Haase SC, Kotsis SV, Kim HM and Chung KC. A meta-analysis of outcomes of external fixation versus plate osteosynthesis for unstable distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 2005;30(6):1185
- 3) Andersen DJ, Blair WF, Steyers Jr CM, Adams BD, El-Khoury GY, Brandser EA. Classification of distal radius fractures: an analysis of interobserver reliability and intraobserver reproducibility. *J Hand Surg Am*. 1996;21(4):574-82.
- 4) Fox Sh, Johnston G and Stewart S. Improved precision of radiographic measurements for distal radius fractures after a technique-teaching tutorial. *Can J Surg/J Can chir*. 2020;63(3).
- 5) Lichtman DM, Bindra RR, Boyer MI, et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on: the treatment of distal radius fractures. *J BoneJointSurg Am*. 2011;93:775-8.
- 6) Boszotta H, Helperstorfer W, Sauer G. Indications of surgery in distal radius fractures. *Unfallchirurg*. 1991;94:417-23.
- 7) Nana AD, Joshi A, Lichtman DM. Plating of the distal radius. *J Am Acad Orthop Surg*. 2005;13:159-71.

- 8) Walenkamp MM, Aydin S, Mulders MA, Goslings JC, Schep NW. Predictors of unstable distal radius fractures: a systematic review and meta-analysis. *J Hand Surg Eur* Vol. 2016;41(5):501-15.
- 9) Stirling E, Jeffrey J, Johnson N, et al. Are radiographic measurements of the displacement of a distal radial fracture reliable and reproducible? *BoneJoint J*. 2016;98-B:1069-73.
- 10) Jafari D, Mazhar FN, Jalili A, et al. The inter and intraobserver reliability of measurements of the distal radius radiographic indices. *ShafaOrthop J*. 2013;1:22-5.
- 11) Kreder HJ, Hanel DP, McKee M, et al. X-ray film measurements for healed distal radius fractures. *J Hand Surg Am*. 1996;21:31-9.
- 12) Thomason K, Smith KL. The reliability of measurements taken from computer-stored digitalised x-rays of acute distal radius fractures. *J Hand Surg Eur* Vol. 2008;33(3):369-72.
- 13) Rhee SH, Kim J. Distal radius fracture metaphyseal comminution: a new radiographic parameter for quantifying the metaphyseal collapse ratio (MCR). *Orthop Traumatol Surg Res*. 2013;99(6):713-8.
- 14) Watson N, Asadollahi S, Parris F, Ridgway J, Tran Ph and Keating JL. Reliability of radiographic measurements for acute distal radius fractures. *BMC Medical Imaging*. 2016;16:44.
- 15) Bozentka DJ, Beredjikian PK, Westawski D, Steinberg DR. Digital radiographs in the assessment of distal radius fracture parameters. *Clin OrthopRelat Res*. 2002;(397):409-13.