

# Capítulo 1

## Introducción

Descripción general del tema y de cómo se tratará todo. Hacer al final



## Capítulo 2

# Análisis descriptivo

Antes de entrar al análisis, se dará una breve explicación de lo que son las roturas del labrum acetabular, para así comprender mejor los resultados.

### 2.1. Contexto médico

La articulación de la cadera está formada por la cabeza femoral (superficie convexa o bola) y por el acetábulo (cavidad articular). El labrum acetabular es un borde de tejido blando, o fibrocartílago, que rodea el acetábulo. El labrum ayuda a dar estabilidad a la cadera y a proteger la unión entre la cabeza del fémur y el acetábulo. (Fuente: US San Diego Health)

El labrum puede sufrir una ruptura debido a lesiones o degeneración. Este tipo de lesiones son comunes en atletas que practican fútbol, fútbol

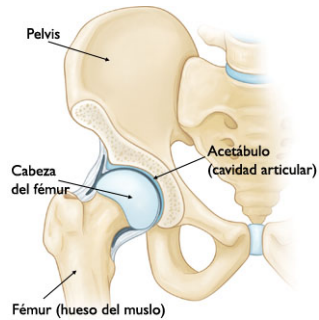


Figura 2.1: Anatomía de la cadera

americano, ballet, gimnasia, hockey y golf, entre otros. (Fuente: MayoClinic)

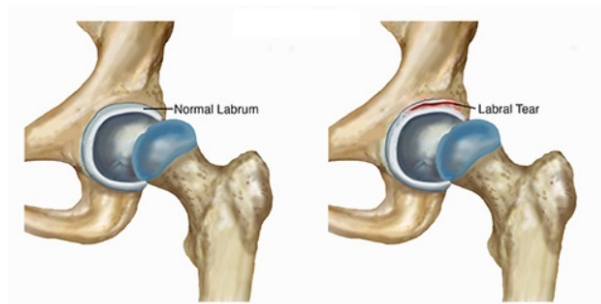


Figura 2.2: Lesión del labrum acetabular

Para diagnosticar una lesión se puede hacer uso de radiografías, pero para obtener mayor información se usa la Resonancia Magnética (RM). En caso de que el paciente necesite intervención quirúrgica se recurre a la artroscopia de cadera, que es un procedimiento cuyo objetivo el reinsertar el

labrum roto y reparar cualquier anomalía ósea que pueda tener la cadera (Fuente: Clínica Meds). — La lectura de la RM se hace en términos de horas de un reloj de manecillas, por ejemplo, 12 a 3. —

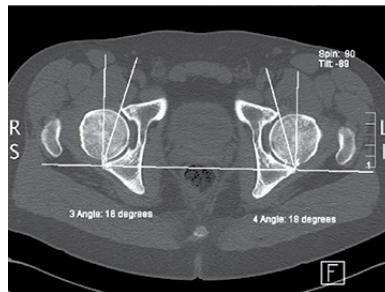


Figura 2.3: Resonancia magnética de cadera

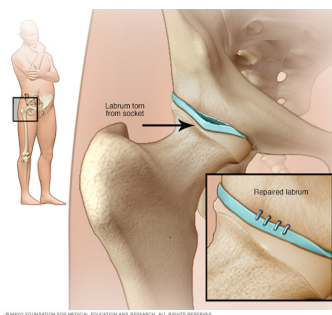


Figura 2.4: Labrum reparado mediante artroscopía

## 2.2. Obtención y descripción de la base de datos

Como se mencionó al inicio del capítulo, los datos usados para el análisis son datos reales, los cuales fueron proporcionados por un médico con el fin de apoyar en el estudio. Para mantener la privacidad de los pacientes y médicos involucrados, no se incluyen nombres o datos personales, mas que la edad y el género. Los pacientes serán identificados con un ID, siendo así *paciente<sub>i</sub>*,  $i=1,\dots,87$ , mientras que los radiólogos serán identificados como *radiologo<sub>j</sub>*,  $j=1,\dots,4$ , y *cirujano*.

En este proyecto hay cuatro radiólogos leyendo imágenes de resonancia magnética de pacientes que se quejan de dolor y se sospecha un daño en el labrum acetabular, usando el método de secuencia estándar, o SOC, por sus siglas en inglés que significan standard of care, y mediante un una nuevo método, o secuencia, denominado IDEAL. Los radiólogos interpretan la resonancia de cada paciente y, en caso de haber una lesión, la expresan como horas en un reloj de manecillas o carátula del reloj, para así conocer su localización y severidad, o extensión.

Los pacientes que efectivamente hayan sufrido una lesión del labrum son operados por medio de artroscopía, y el cirujano, quien lleve a cabo la intervención quirúrgica, evalúa el daño “real” y da el diagnóstico definitivo.

Lo que se busca conocer es cuál de los dos métodos es el más acertado, es decir, por medio de cuál de los dos métodos de lectura se logra un diagnóstico más preciso de la lesión. De igual manera, determinar cuál de

los cuatro radiólogos es el más acertado es sus lecturas.

Para dar respuesta a dichas interrogantes, se hace un análisis gráfico en el que las lecturas realizadas por cada uno de los radiólogos hechas por ambos métodos, se comparan entre sí, es decir, se compara lo que dice el *radiologo<sub>j</sub>* en la lectura realizada con el método SOC versus la lectura realizada con el método IDEAL. Esto para cada uno de los pacientes. Se hace otro análisis en el que se comparan los resultados de los diagnósticos dados por los radiólogos con un método, contra el diagnóstico final del cirujano. Esto para saber la exactitud que tienen tanto cada radiólogo en su lectura, así como la exactitud de cada método o secuencia.

El análisis gráfico es sustentado por medio de un análisis utilizando regresiones y pruebas de hipótesis. AQUÍ PONER MÁS SHOW SOBRE EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para concluir que un método es más acertado que otro para visualizar la lesión, se evalúa que tan repetibles son las lecturas entre los radiólogos para un mismo paciente, si las lecturas del mismo radiólogo son las mismas con ambos métodos, y si esos resultados son los mismos que los dictados por el cirujano después de intervenir al paciente, o si alguno subestima o sobreestima el daño real.

Los datos fueron proporcionados en una base de Excel, la cual está conformada de la siguiente manera: cada fila corresponde a un paciente diferente; las columnas incluyen la información de cada paciente, es decir, su

ID, edad, género, lado donde se encuentra la lesión, si se realizó o no cirugía, el diagnóstico final del cirujano, y la lectura de la resonancia magnética realizada por cada uno de los cuatro radiólogos utilizando ambos métodos.

Como se explicó anteriormente, las lecturas de las resonancias magnéticas realizadas por cada uno de los radiólogos, así como el diagnóstico del cirujano, están expresadas como horas de un reloj de manecillas.

Al contar con las lecturas de las resonancias magnéticas de cuatro diferentes radiólogos, por dos diferentes métodos, más el diagnóstico que el cirujano da una vez concluida la intervención quirúrgica, da como resultado que, por paciente, se tienen nueve diferentes datos sobre su lesión en el labrum acetabular. Para poder usar estos datos en el análisis se tuvieron que transformar.

Algunos de los detalles a considerar para poder transformar los datos de tal forma que pudieran ser manipulados, fueron los siguientes:

1. El formato en que vienen las nueve lecturas es formato de texto, expresando la lesión como “12 a 3”. Nótese que para una lectura se dan dos horas: la hora en la que “empieza” la lesión y la hora en la que “termina” la lesión.
2. Hubo algunos casos en los que la lectura señalaba una lesión puntal, por ejemplo, 1200, queriendo decir las 12.
3. En algunos pacientes se contaba con dos lecturas realizadas por el mismo radiólogo usando el mismo método. Con esto se quiere decir



que el radiólogo identificó dos lesiones, o lesiones múltiples, en la misma resonancia magnética, por ejemplo, una lesión comprendida de 12 a 3 y otra de 4 a 5, o de 12 a 3 y otra solo en 400, interpretado como 4.

4. Algunas de las horas estaban expresadas como hh30, o sea, una hora cualquiera con 30 minutos (1230 significa 12:30, por mostrar un ejemplo); lo que esto quiere decir es que la manecilla se ubica entre dos horas consecutivas, ya sea entre 12 y 1, 1 y 2, 2 y 3, etcétera. Por lo que se entiende que 1230 indica que la manecilla estaría entre las 12 y la 1, lo que en un reloj de manecillas sería la hora correspondiente a 12:02:30, o 12 horas con 2 minutos con 30 segundos.
5. En los casos en los que el radiólogo no detectó la existencia de una lesión, se señaló como *NA's*. No se ignoraron estos datos ya que son parte del estudio y de la comparación entre los dos métodos de diagnóstico, así como de las lecturas de las resonancias magnéticas realizadas por los cuatro radiólogos.

Las lecturas que contaban con la característica del punto número 2, no se consideraron para el análisis por ser puntuales. Mientras que las que contaban con dos mediciones, como se explica en el punto 3, solo se tomó la primera lectura, ya que la mayoría de las segundas lecturas eran puntuales, y las que no lo eran mostraban una lesión casi puntual.

Para poder hacer un fácil uso, manipulación y análisis de las ocho lecturas de las resonancias magnéticas y el diagnóstico dado por el cirujano, las horas en texto se convirtieron a radianes haciendo uso del círculo unitario. En este caso, las 12:00 horas es donde comienza el círculo, es decir, las 12:00 corresponde a 0 radianes.

También se definieron dos variables para facilitar el análisis. Como se explicó anteriormente, cada lectura está conformada por dos horas, una que señala el comienzo de la lesión y la otra el fin de la misma.

Entonces cada una de las lecturas expresadas en texto fue dividida en dos variables:  $X = Posicion$  y  $Y = Extension$ , donde

- $X = Posicion$  se refiere a la primera hora de la lectura, y señala el punto donde comienza la lesión
- $Y = Extension$  se refiere a la gravedad de la lesión, es decir, qué tan amplio es el degarre del labrum.

Una vez separada la lectura en dos, cada hora obtenida correspondiente a la *Posicion* y a la *Extension* se convirtió a radianes.

El rango de la variable  $X$ , que corresponde a la *posicion* de la herida, o donde ésta comienza, es de  $(-\pi, \pi)$ , donde las 12 horas equivale a 0 radianes, las horas de 12:30 a 6 corresponden a valores positivos, mientras que las horas de 6:30 a 11 corresponden a valores negativos. (1 aquí poner pie de página señalando que la tabla de equivalencias se encuentra en el Apéndice A o 1)

Para la variable  $Y$ , que representa la extensión o amplitud de la lesión, el rango es de  $(0, 2\pi)$  radianes. (1 aquí poner pie de página señalando que la tabla de equivalencias se encuentra en el Apéndice A o 1)

La división de la lectura en las variables mencionadas, así como la transformación que se hizo de éstas a radianes, se hizo por paciente para cada una de los ocho diagnósticos realizados por los radiólogos, y para el diagnóstico del cirujano.

Tómese el siguiente caso como ejemplo para que quede más claro el procedimiento que se llevó a cabo: el paciente con  $ID = 1$  fue sometido a una artroscopía de cadera debido a que el resultado de su resonancia magnética mostraba una lesión en el labrum acetabular. Los resultados las lecturas de la resonancia fueron los que se muestran a continuación:

ID	Cirujano	Radiólogo 1		Radiólogo 2		Radiólogo 3		Radiólogo 4	
		IDEAL	SOC	IDEAL	SOC	IDEAL	SOC	IDEAL	SOC
1	12 a 3	12 a 3	12 a 3	1 a 3	1 a 3	1 a 2	1 a 2	12 a 230	12 a 230

Cuadro 2.1: Horas

Haciendo la división de cada lectura en *Posicion* y *Extenscion*, se tienen los siguientes datos:

ID	Cirujano		Radiólogo 1			Radiólogo 2			Radiólogo 3			Radiólogo 4			
			IDEAL	SOC		IDEAL	SOC		IDEAL	SOC		IDEAL	SOC		
1	12	3	12	3	12	3	1	3	1	3	1	12	230	12	230

Cuadro 2.2: Dividido

Una vez realizada la división, se procede a la transformación de cada hora

a radianes. La tabla siguiente muestra los resultados:

ID	Cirujano		Radiólogo 1				Radiólogo 2				Radiólogo 3				Radiólogo 4			
			IDEAL		SOC		IDEAL		SOC		IDEAL		SOC		IDEAL		SOC	
1	12	3	12	3	12	3	1	3	1	3	1	2	1	2	12	230	12	230
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
	0	1.57	0	1.57	0	1.57	0.52	1.04	0.52	1.04	0.52	0.52	0.52	0.52	0	1.30	0	1.30

Cuadro 2.3: Radianes

Una vez terminada la separación de las horas y la conversión de estas a radianes, la base se exportó a R para hacer el análisis.

El análisis se divide en dos partes: exactitud y precisión. Para cada una de las partes se utilizarán métodos diferentes.

Para conocer la exactitud, se lleva a cabo un análisis descriptivo, el cual se detalla en el Capítulo 3, donde se muestran de forma gráfica las variables  $X$  y  $Y$  mencionadas anteriormente, así como la distribución de los pacientes por edad y género.

Mientras que en el Capítulo 4 se hace una aproximación teórica, es decir, se sustenta el análisis gráfico con métodos estadísticos más avanzados. Esto para conocer la precisión de los diagnósticos.

## Capítulo 3

# Exactitud

## Análisis gráfico

\*\*\* Aquí se va a analizar la EXACTITUD \*\*\* Mostrar todas las gráficas y decir qué es lo que se ve en cada una \*\*\* La exactitud se refiere a la localización.

El análisis se divide en dos partes: el análisis referente a la exactitud, y el análisis de la precisión.

Este capítulo es sobre exactitud, es decir, qué tan acertada es la lectura hecha por los radiólogos sobre la localización de la herida, comparada contra el diagnóstico final dado por el cirujano después de haber realizado la artroscopía en los pacientes.

Para conocer todos los diagnósticos y las diferencias o igualdades, se

hace uso de diversas gráficas, que ayudan a mostrar la información de forma amigable y fácil de entender, para así llegar a una conclusión sobre qué método es más acertado, así como conocer cuál de los cuatro radiólogos es el más acertado en sus lecturas.

### **3.1. Distribución de datos (definir bien el nombre del capítulo)**

Antes de entrar al análisis de la variable  $X$ , correspondiente a la *Posicion*, se mostrará cómo se distribuyen otras variables importantes, como la edad y el género de los pacientes.

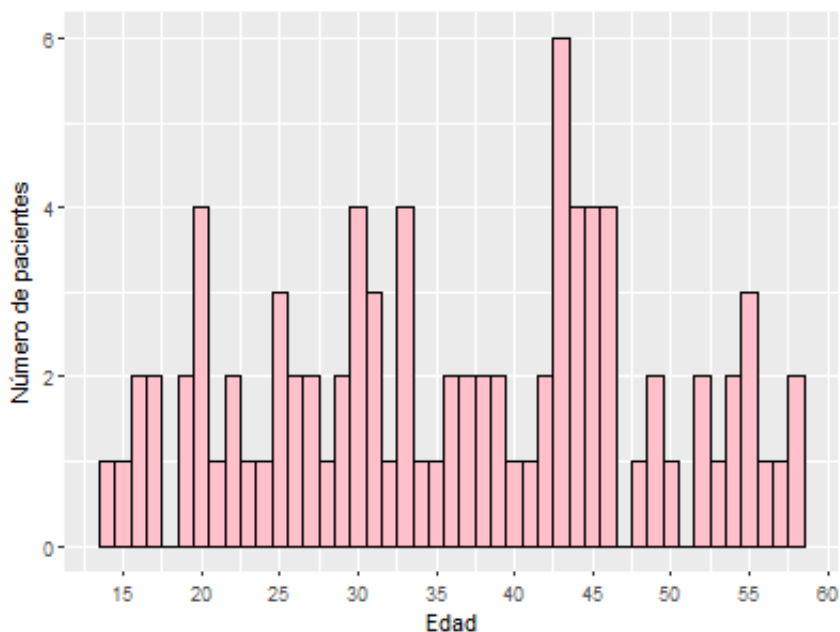


Figura 3.1: Distribución de las edades de los pacientes

## 3.2. Posición

Como se explicó en el capítulo anterior, las lecturas se expresan como horas de un reloj de manecillas. Cada lectura consta de dos horas, por lo que se dividieron las lecturas en dos variables. La primera hora corresponde al punto donde comienza la herida, y la segunda señala dónde termina la lesión. A la primera hora se le denominó *Posicion* y se le asignó la variable  $X$ . Esta variable es el objeto de estudio de este capítulo.

La *Posicion* se refiere a la exactitud que cada radiólogo hace de la resonancia magnética, haciendo uso de ambos métodos: SOC e IDEAL.

- Posición

1. Gráficas para describir la base: género, lado, edad
2. Gráficas en las que comparo los métodos poc cada médico (son 4 por hoja): Ideal vs SOC, Ideal vs Cirujano, SOC vs Cirujano
3. Gráficas por paciente en la que se comparan los cuatro médicos y cirujanos (son 87 gráficas y por página vienen como 20)

- Extensión

1. Gráficas en las que compara los métodos poc cada médico (son 4 por hoja): Ideal vs SOC, Ideal vs Cirujano, SOC vs Cirujano
2. Gráficas por paciente en la que se comparan los cuatro médicos y cirujanos (son 87 gráficas y por página vienen como 20)



## Capítulo 4

# Precisión

## Aproximación teórica

Aquí se va a analizar al PRECISIÓN \*Checar dónde comencé a usar las deltas Poner lo de `jtter.set.seed`, definición del vector de deltas, vector de Métodos (con 0 y 1), y vector de Médicos (con 1, 2, 3 y 4), valores p, pruebas de hipótesis (lo del cociente o ratio – lo tengo en la libreta el día 26 de julio), ANOVA, modelos

- Modelo1: `delta ~ med`
- Modelo2: `delta ~ met`
- Modelo3: `delta ~ med + met`
- Modelo4: `delta ~ med + met + med:met`

Ver lo de garantizar independencia

## Capítulo 5

# Conclusiones

Poner aquí una recapitulación de todo lo que se hizo, y los resultados obtenidos: cuál es el método y médico más acertado, un poco de datos circulares



## Capítulo 6

# Apéndice

- Tabla de equivalencia
- Datos circulares: qué son, la función de densidad, porqué no se usaron, limitaciones por los datos, etc (chechar correos de Barrios con tesis y la tesis que le mandé al inicio)
- Gráfica de pastelitos y una explicación

Reloj	Radianes	
12	0	0
1230	$\frac{1\pi}{12}$	0.2618
1	$\frac{2\pi}{12}$	0.5236
130	$\frac{3\pi}{12}$	0.7854
2	$\frac{4\pi}{12}$	1.0472
230	$\frac{5\pi}{12}$	1.3090
3	$\frac{6\pi}{12}$	1.5708
330	$\frac{7\pi}{12}$	1.8326
4	$\frac{8\pi}{12}$	2.0944
430	$\frac{9\pi}{12}$	2.3562
5	$\frac{10\pi}{12}$	2.6180
530	$\frac{11\pi}{12}$	2.8798
6	$\frac{12\pi}{12}$	3.1416
630	$\frac{13\pi}{12}$	3.4034
7	$\frac{14\pi}{12}$	3.6652
730	$\frac{15\pi}{12}$	3.9270
8	$\frac{16\pi}{12}$	4.1889
830	$\frac{17\pi}{12}$	4.4506
9	$\frac{18\pi}{12}$	4.7124
930	$\frac{19\pi}{12}$	4.9749
10	$\frac{20\pi}{12}$	5.2360
1030	$\frac{21\pi}{12}$	5.4978
11	$\frac{22\pi}{12}$	5.7596
1130	$\frac{23\pi}{12}$	6.0214

Reloj	Radianes	Radianes
6	$12\pi/12$	3.141592654
5:30	$11\pi/12$	2.879793266
5	$10\pi/12$	2.617993878
4:30	$9\pi/12$	2.35619449
4	$8\pi/12$	2.094395102
3:30	$7\pi/12$	1.832595715
3	$6\pi/12$	1.570796327
2:30	$5\pi/12$	1.308996939
2	$4\pi/12$	1.047197551
1:30	$3\pi/12$	0.785398163
1	$2\pi/12$	0.523598776
12:30	$\pi/12$	0.261799388
12	0	0
11:30	$-\pi/12$	-0.261799388
11	$-2\pi/12$	-0.523598776
10:30	$-3\pi/12$	-0.785398163
10	$-4\pi/12$	-1.047197551
9:30	$-5\pi/12$	-1.308996939
9	$-6\pi/12$	-1.570796327
8:30	$-7\pi/12$	-1.832595715
8	$-8\pi/12$	-2.094395102
7:30	$-9\pi/12$	-2.35619449
7	$-10\pi/12$	-2.617993878
6:30	$-11\pi/12$	-2.879793266
6	$12\pi/12$	3.141592654





## Capítulo 7

# Bibliografía

Fuentes, fotos, etc