PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERIA

TERAPIA FISICA

# Análisis del morfotipo raquídeo lumbar en deportistas que practican Crossfit en el centro “La Cueva” durante el periodo de Agosto a Septiembre del 2018

Elaborado por:

Andrea Ojeda

Quito, Enero del 2019

**RESUMEN**

Se realizó un análisis del morfotipo raquídeo lumbar en 30 deportistas hombres y mujeres (20-35años) que practican continuamente Crossfit. Mediante la valoración de las flechas sagitales, se obtuvo el grado de curvatura lumbar y por medio del test de Schober se evaluó el grado de flexibilidad. Los resultados importantes muestran un morfotipo raquídeo lumbar con tendencia a la hiperlordosis (63,33% de los casos), predominando en el género femenino. En cuanto la limitación en la flexibilidad lumbar (63,33% de los casos), siendo el mayor porcentaje en hombres. A partir de los resultados descritos se concluye que existe un cambio en la morfología raquídea al practicar continuamente Crossfit.

**Palabras clave:** Morfotipo lumbar, flexibilidad, Crossfit.

**ABSTRACT**

It was carried out an analysis of lumbar spinal morphotype in 30 male and female athletes (20-35 years old) who practice Crossfit. By means of the sagittal arrows evaluation, was obtained the lumbar curvature and in the other hand, flexibility was evaluated by the Schober test. The results obtained show a lumbar spinal morphotype with a tendency to lumbar hyperlordosis (63.33% of the cases), predominating in the female gender. Refering to limitation in lumbar flexibility (63.33%), the higher percentage was in men. The present investigation offers a starting point to continue with future investigations and that Crosffit has more scientific evidence in its practice.

**Keywords:** Lumbar morphotype, flexibility, Crossfit.

## DEDICATORIA

La presente tesis dedico a una persona que me ha llenado de orgullo cada día con su testimonio, la principal motivación para seguir preparándome profesionalmente. Aquella persona que amo con todo mi corazón y mi alma.

Estuvo a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y siempre que decaía era mi mayor fortaleza y apoyo. Esa persona es mi madre y no solo le dedico este documento sino también mi vida entera para cuidarla y amarla.

Te doy mi más sincero agradecimiento amada madre.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser la base de mi vida y el testigo de grandes logros.
Gracias a mi familia por el apoyo y sacrificio brindado diariamente para cumplir con esta meta.

Agradezco a mi alma gemela, una persona muy especial e incondicional en mi vida la cual me ha motivado y apoyado siempre en las situaciones difíciles. Aquella persona que quiero con todo mi corazón. Te doy mi más sincero agradecimiento Felipe.

Agradezco a mi director de tesis por su guía y conocimiento brindados, más que un profesor ha sido un amigo para mí.

Finalmente agradezco a mis lectores de tesis por sus consejos y grandes ideas.

# TABLA DE CONTENIDOS

Capítulo I: GENERALIDADES ..... 2
1.1 INTRODUCCIÒN ..... 2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... 4
1.2.1 EL PROBLEMA ..... 4
1.2.2 JUSTIFICACIÓN ..... 5
1.3.1 Objetivo General ..... 6
1.3.2 Objetivos Específicos ..... 6
1.4 METODOLOGIA ..... 7
1.4.1 Tipo de estudio ..... 7
1.4.2 Diseño y tamaño de la muestra ..... 7
1.3.4 Instrumentos ..... 8
1.4.5 Plan de Análisis de información ..... 9
Capítulo II: MARCO TEÓRICO ..... 12
2.1 CROSSFIT ..... 12
2.1.1 Definición ..... 12
2.1.2 Historia del Crossfit ..... 12
2.1.3 Metodología ..... 12
2.1.4 Capacidades físicas del Crossfit ..... 15
2.1.5 Ejercicios y rutinas de entrenamiento ..... 16
2.1.7 Nutrición en Crossfit ..... 16
2.1.8 Beneficios del Crossfit ..... 17
2.1.9 ¨La Cueva¨ Fitness Center ..... 17
2.2 RAQUIS LUMBAR ..... 19
2.2.1 Aparición de la curva raquídea lumbar ..... 19
2.2.2 Fisiología de la columna lumbar ..... 19
2.2.3 Ligamentos y músculos de la columna lumbar ..... 20
2.2.4 Inervación de la columna lumbar ..... 21
2.2.5 Biomecánica de la columna lumbar ..... 24
2.2.5.1 Flexo extensión del raquis lumbar ..... 24
2.2.5.2 Rotación del raquis lumbar ..... 25
2.2.5.3 Inflexión lateral del raquis lumbar ..... 25

2.2.5.4 Biomecánica de los gestos motores más frecuentes del Crossfit ..... 25
2.2.6 Morfología Raquídea..... 26
2.3 INTRUMENTOS ..... 28
Capítulo III: ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 29
3.1 Resultados ..... 29
CONCLUSIONES ..... 38
RECOMENDACIONES ..... 38
BIBLIOGRAFÍA..... 39
ANEXOS..... 44

# ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1..... 29
Tabla 2..... 29
Tabla 3..... 30
Tabla 4..... 31
Tabla 5..... 32
Tabla 6..... 32

**TABLA DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1 *Curvaturas de la columna* ..... 45
Ilustración 2 *Composición del disco intervertebral* ..... 45
Ilustración 3 *Ligamentos de la columna vertebral* ..... 45

# Capítulo I: GENERALIDADES

## 1.1 INTRODUCCIÒN

La columna lumbar presenta curvaturas fisiológicas en el plano sagital con ángulos que varían entre estrechos márgenes de normalidad. Dichas curvaturas aumentan o disminuyen por diversos factores considerando un cambio en su morfología.

Diversos estudios han relacionado la práctica de deportes intensos de alto impacto con modificaciones en la morfología raquídea lumbar (Muyor, Alacid, & López, 2013). Uno de estos deportes es el Crossfit, un programa de fuerza de movimiento y acondicionamiento funcional de alta intensidad que posee grandes volúmenes de carga, movimientos bruscos de alta intensidad, lo cual aumenta la probabilidad de padecer lesiones músculo esqueléticas (Claudino, Gabbet, Bourgeois, Mezêncio & Amadio, 2018).

Con lo mencionado anteriormente se deduce que el Crossfit posee una gran implicación funcional en la columna lumbar, sin embargo, son escasos los estudios que han analizado y valorado su morfología en relación con la ejecución de esta disciplina.

Tener el suficiente conocimiento del cambio de la morfología del raquis lumbar en deportistas, con la influencia de la práctica intensa de Crossfit es esencial para realizar medidas preventivas y mejores adaptaciones durante el entrenamiento.

Debido a esto el presente estudio se centra en analizar la morfología de la columna lumbar en deportistas que practican Crossfit continuamente. Dicha investigación es de carácter analítico, descriptivo y transversal. Los datos cuantitativos se obtuvieron por medio de la aplicación del test de Schober y de las flechas sagitales a 30 deportistas pertenecientes al Crossfit “La Cueva”.

Finalmente, en el capítulo I se describe el problema que existe dentro de la ejecución del Crossfit, la justificación por lo cual se llevó a cabo la investigación, los objetivos del estudio y la metodología que se aplicó. Dentro del capítulo II se detalla toda la base teórica de la investigación y en el capítulo III se muestra el análisis de los resultados obtenidos y la respectiva discusión de dichos datos.

# PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.2.1 EL PROBLEMA

El Crossfit es una disciplina de acondicionamiento acompañado de movimientos de alta intensidad y grandes velocidades. Este deporte posee gran popularidad a nivel mundial, sin embargo, existen muchas críticas debido a manifestaciones asociadas con su ejecución. Como consecuencia de ello, se ha convertido mundialmente en uno de los deportes más extremos y peligrosos practicado por los deportistas (Hak, Hodzovic & Hickey, 2013).

En Norteamérica existen más de 6.000 gimnasios que practican Crossfit diariamente, sin embargo, según estudios realizados existen un gran número de personas con patologías lumbares debido a la práctica de esta disciplina (Guerrero, 2016).

En relación a lo mencionado anteriormente, uno de los países donde practican mayormente esta disciplina es Estados Unidos de Norteamérica, en la cual sus intensas rutinas, cargas de peso extremo, errores técnicos, mala ejecución y poco tiempo de descanso son causas principales en cuanto a modificaciones en la morfología raquídea lumbar (Haro & Villanueva ,2017).

En el Ecuador existe evidencia acerca de los beneficios que aporta esta disciplina, a pesar de esto se debe tener mucha precaución en su ejecución. De acuerdo al estudio realizado por Esparza et al., (2015) nos habla acerca del impacto que tiene practicar Crosffit en la columna lumbar, menciona como consecuencia de ello distenciones ligamentarias, cambios en la morfología raquídea, inestabilidad y falta de flexibilidad en dicha zona.

En resumen, estudios previos muestran que los deportes de alto impacto como el Crossfit producen un cambio en la morfología lumbar del deportista lo que conlleva a limitaciones funcionales y lesiones musculo esqueléticas.

### 1.2.2 JUSTIFICACIÓN

A consecuencia de que anualmente se incrementa el número de personas que realizan actividad física, la motivación principal de esta investigación radica en indagar acerca del deporte, siendo el Crossfit un gran propósito de estudio (Rodríguez & Trigo Aza, 2016).

A raíz de dicha necesidad, se justifica desde la perspectiva donde el Crossfit se ha convertido en una actividad predilecta, el número de deportistas que lo practican crece de manera súbita anualmente, siendo de vital importancia el estudio de las patologías y manifestaciones lumbares asociadas a la ejecución continua de esta disciplina (Fisher, Sales, Carlson & Steele, 2016).

En un estudio de meta análisis se menciona que en el Crossfit existe un tiempo de recuperación insuficiente entre grandes volúmenes de carga, repeticiones sin intervalos de descanso adecuados, ejecución insegura del movimiento y malas técnicas. Todo esto conlleva a una fatiga temprana, estrés oxidativo, menos resistencia a la tensión y aumenta el riesgo de padecer lesiones en la columna o sufrir modificaciones en ella (Claudino, Gabbet, Bourgeois, Mezêncio & Amadio, 2018).

En relación a lo mencionado anteriormente, al sufrir una lesión deportiva el deportista tendrá limitación en sus actividades laborales o extradeportivas, cambios de entorno deportivo y sobre todo alteraciones psicológicas (Muyor, Alacid & López, 2011).

La lesión en un deportista afecta a su etapa deportiva y también a su vida personal, siendo de vital importancia el apoyo que brinda la sociedad, control de ansiedad y compromiso terapéutico por parte del paciente. Todo esto causa en el deportista sentimientos negativos, miedo, ira e impotencia de no poder entrenar (González, Estrella & Olmedillo, 2017).

Finalmente, este proyecto aporta mayor información cuantitativa con respecto a la morfología lumbar de Crosffit. Los beneficiarios de la presente investigación son los deportistas y profesionales de salud para poder prevenir futuras lesiones, alteraciones morfológicas y modificar sus rutinas (Claudino, Gabbet, Bourgeois, Mezêncio & Amadio, 2018).

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo General

- Determinar el morfotipo raquídeo lumbar en deportistas que asisten al centro de Crossfit “La Cueva”

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar el grado de flexibilidad de la columna lumbar
- Determinar el grado de curvatura lumbar
- Establecer el morfotipo lumbar de los deportistas de acuerdo a los test realizados

## 1.4 METODOLOGIA

### 1.4.1 Tipo de estudio

La presente investigación es de enfoque cuantitativo, ya que a partir de los test aplicados se obtendrá diferentes mediciones en relación a la flexibilidad y grado de curvatura lumbar.

El nivel de estudio es descriptivo debido a que se realiza un análisis descriptivo de cada una de las variables en relación a la morfología raquídea lumbar en deportistas Crosffit. En relación al tipo de investigación, se trata de un estudio transversal ya que cada sujeto representa un momento en el tiempo y debido a que los datos obtenidos fueron tomados una sola vez en toda la investigación.

### 1.4.2 Diseño y tamaño de la muestra

**Población de estudio**

Se considera como poblacion de estudio a todos los deportistas que practican Crossfit en el Centro “La cueva”.

**Muestra de estudio**

### 1.4.3 Tipo de muestreo

La muestra de estudio corresponde al denominado muestreo no probabilístico por conveniencia debido a que los individuos escogidos en el estudio fueron seleccionados por su disponibilidad y el tiempo de entrenamiento.

**Tamaño de la muestra**

Un total de 30 deportistas entre 20-35 años de edad pertenecientes al Crossfit "La cueva".

**Criterios de inclusión**

- Entrenar al menos 3 días a la semana, con una duración superior a 30 minutos por sesión.
- Haber entrenado Crossfit más de un año de manera continua.
- Deportistas que solamente entrenen Crossfit.
- Deportistas entre 20-35 años de edad
- Participantes que firmaron el consentimiento informado previo a las evaluaciones correspondientes.

**Criterios de exclusión**

- Pacientes sometidos a cirugía en la columna lumbar
- Tener problemas estructurales en las caderas (ante versión pélvica) y columna.
- Personas sedentarias.
- Tener dolor lumbar en los últimos tres meses.

### 1.3.4 Instrumentos

En relación a los instrumentos la medición de la flexibilidad se realizó por medio del test de Schober, con el paciente en bipedestación, se localiza las apófisis espinosas de la primera vertebra sacra (S1) y con ayuda de un metro se marca 10 cm hacia arriba. Se solicita al paciente que realice una flexión anterior y posteriormente se vuelve a medir la distancia entre los dos puntos, lo normal es que deba aumentar 5 cm.

Si los resultados nos indica una medida mayor a 15 cm se trata de algo patológico (Tousignant, Poulin, Marchand & Place, 2015). A su vez el test de Schober tiene un porcentaje de confiabilidad del 96%.



La evaluación de la curva lumbar se realizó mediante el test de flechas sagitales, determinando la distancia existente entre la vertical de la plomada hasta el punto más alejado de la misma. Los resultados se clasifican como hiperlordosis si el valor es mayor a 6 cm, normal entre 4 y 6 cm e hipolordosis si el valor es menor a 4 cm (Yen, Leu, Lu & Wang, 2015).

### 1.4.5 Plan de Análisis de información

Los resultados del presente estudio se reportan por medio de porcentaje de casos según el género y morfotipo de columna. A su vez mediante estadística descriptiva se interpreta las medidas de tendencia central y cálculo de frecuencias (absoluta y relativa).

La frecuencia absoluta nos muestra el número de veces que se repite un valor o dato en el análisis de la tabla y la frecuencia relativa es el número cuya frecuencia se acerca más a la unidad

**Operacionalización de variables**

| Variable | Definición | Tipo | Escala | Indicadores | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| **Flexibilidad lumbar** | Rango absoluto del movimiento en una articulación que se alcanza en un esfuerzo momentáneo. | Cuantitativa | Flexibilidad lumbar normal 15 cm | Grado de flexibilidad lumbar | Test de Schober |
| | | | Flexibilidad lumbar alterada >15 cm | | |
| **Índice lordótico** | Grado de curvatura de la columna lumbar. | Cuantitativa | Normal 20-40 | Grado de curvatura lumbar | Test de flechas sagitales |
| | | | Rectificación lumbar <20 | | |
| | | | Hiperlordosis lumbar >20 | | |
| **Tiempo de entrenamiento** | | Cuantitativa | Un año de entrenamiento | Numero de meses de entrenamiento de Crossfit | Ficha de inscripción |
| | | | Dos años de entrenamiento | | |
| **Edad** | Tiempo transcurrido a partir del nacimiento de un individuo. | Cualitativa | 20- 35 años de edad | Porcentaje de deportistas entre 18 a 25 años de edad | Ficha de inscripción |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sexo** | Característica biológica y fisiológica con las que nace una persona. | Cualitativa | Mujer<br>Hombre | Porcentaje de deportistas. | Ficha de inscripción |

# Capítulo II: MARCO TEÓRICO

## 2.1 CROSSFIT

### 2.1.1 Definición

Crossfit es una disciplina de acondicionamiento acompañado de movimientos de alta intensidad y grandes velocidades. Este deporte fue creado en el año 2000 por Greg Glassman, el cual dio identidad y nombre a esta disciplina gracias a su naturaleza competitiva y aficionada (Hak, Hodzovic & Hickey, 2013).

### 2.1.2 Historia del Crossfit

En el año 1995, Greg Glassman trabajaba entrenando a la policía al sur de California al mismo tiempo que estableció su gimnasio en Santa Cruz donde entrenaba a varias personas en privado. Mientras Greg iba adquiriendo experiencia se dio cuenta de la ineficiencia de las rutinas tradicionales y decidió crear un sistema de entrenamiento garantizando, seguro y eficaz. De esta manera en el año 2001, nació la disciplina Crossfit (Salvatierra, 2014).

### 2.1.3 Metodología

**Principios básicos del Crossfit**

Crossfit es un deporte que incorpora ejercicios de resistencia aeróbica y anaeróbica, el cual consiste en la ejecución de movimientos funcionales, levantamiento de pesas, gimnasia y levantamiento olímpico. Crossfit se basa en un sistema de trabajo resistido de manera global que utiliza principalmente vías anaeróbicas para obtener energía corporal por lo que el tiempo de sesión es corto y sus intensidades muy altas (Manuel, 2014).

**La metodología de Crossfit es empírica y se basa en 4 modelos metodológicos:**

**Primer modelo de fitness de Crosffit:**

Este modelo se basa en las habilidades físicas del deportista que son: resistencia cardiovascular/ respiratoria, la fuerza, flexibilidad, coordinación, la agilidad, velocidad, equilibrio, estamina y potencia.

**Segundo modelo de fitness de Crosffit**

Este modelo se basa en el rendimiento y potencia de las tareas atléticas. Se requiere desarrollar una habilidad en cualquier tarea, motivando al deportista a romper desafíos por mas impredecibles que sean.

**Tercer modelo de fitness de Crosffit:**

Este modelo se basa en las 3 vías metabólicas que proveen energía en todo movimiento y acción humana.

Para la ejecución del Crossfit, el **sistema oxidativo** es el principal sistema energético, sin embargo, necesita la participación de los sistemas energéticos ATP-PCr y glucolítico.

El Sistema ATP-PCr almacena poca cantidad de ATP, las células contienen fosfocreatina. La liberación de energía a partir de la PCr se facilita por la enzima creatina cinasa, donde su actividad aumenta cuando se incrementa concentraciones de ADP.A medida que el ejercicio aumenta, se genera más ATP con la ayuda de los otros sistemas energéticos (glucolítico y oxidativo). Dicho sistema proporciona energía en actividad de muy alta intensidad y corta duración, y también al inicio de cualquier actividad física (Larry Kenneth, Willmore, Costill, 2013).

Por otro lado el sistema glucolítico involucra la glucólisis la cual requiere de 10 a 12 reacciones enzimáticas para degradar el glucógeno en ácido pirúvico que luego es convertido en ácido láctico. La acción combinada del sistema ATP-PCr permiten que los músculos generen mucha fuerza predominando en los primeros minutos (Larry Kennet, Willmore, Costill, 2013).

El sistema oxidativo es un proceso aeróbico, es lento para comenzar, pero tiene una notable capacidad de producción de energía durante los deportes de resistencia como por ejemplo básquet (Larry Kennet, Willmore, Costill, 2012)

**Cuarto modelo de fitness de Crosffit:**

Este modelo se basa en utilizar indicadores de salud como presión sanguínea, grasa, triglicéridos, colesterol, hemoglobina, etc., con el objetivo de ayudar a la salud del individuo tanto mental como física.

**Principios básicos de entrenamiento**

Según Le Moteux, Guillot, Maitrepierre, Pardon & Larry (2017), los principios básicos de entrenamiento son un conjunto de normas generales que ayudan a un adecuado proceso, método y planificación durante el proceso de entrenamiento, entre ellas son:

- Principio de continuidad: Se debe tener una frecuencia adecuada tomando en cuenta la capacidad física de la persona, lo recomendado es entrenar de 2 a 3 veces por semana.
- Principio de individualización: Cada persona responde de forma diferente al entrenamiento por factores de herencia, maduración y nutrición.
- Principio de multilateralidad: Hace referencia al desarrollo de las capacidades físicas y habilidades por medio de la ejecución del deporte trabajan todas las capacidades físicas.
- Principio de adaptación: El ser humano es capaz de habituarse a la práctica deportiva a pesar de los cambios fisiológicos que este provoque.
- Principio del crecimiento paulatino del esfuerzo: Para poder mejorar en ciertos aspectos es necesario aumentar de manera progresiva la calidad y cantidad del trabajo.
- Principio de la unidad funcional: El ser humano es un ente total, si falla alguna estructura va haber un desequilibrio en todo el cuerpo.
- Principio de especificidad: Menciona que un mayor rendimiento deportivo es más efectivo cuando utilizamos un trabajo específico para la actividad que necesitamos y lo que queremos trabajar.

### 2.1.4 Capacidades físicas del Crossfit

**Resistencia cardiovascular/respiratoria:** La capacidad de los sistemas del cuerpo para captar, procesar y liberar el oxígeno.

**Resistencia muscular:** Capacidad de los sistemas del cuerpo para procesar, liberar, almacenar y utilizar la energía.

**Fuerza**: Capacidad para vencer una resistencia a partir de un esfuerzo muscular (Muñoz, 2015).

**Velocidad**: Capacidad de realizar un movimiento o gesto motor en el menor tiempo posible

**Resistencia metabólica**: Capacidad de los sistemas del cuerpo en almacenar y utilizar adecuadamente la energía (Muñoz, 2015).

**Flexibilidad**: Capacidad para ejecutar movimientos en su máxima amplitud de movimiento.

**Coordinación:** Capacidad de combinar varios patrones de movimientos en un acto motor general.

**Equilibrio:** Capacidad para controlar el cuerpo con respecto al centro de gravedad en relación a su base de soporte (Muñoz, 2015).

**Precisión:** Necesidad y obligación de exactitud en cualquier disciplina que se ejecute.

**Agilidad:** La capacidad de minimizar el tiempo de transición de un patrón de movimiento a otro (Muñoz, 2015).

### 2.1.5 Ejercicios y rutinas de entrenamiento

Las rutinas de Crosffit denominadas WOD son muy variantes. El objetivo de esta metodología es imposibilitar al cuerpo a una adaptación manteniéndolo en constante cambio de rutinas (Manuel, 2014).

Las rutinas de Crossfit se basan en 3 grupos de ejercicios funcionales:

1. Mono estructural: Mejora la capacidad cardiorrespiratoria y resistencia. Se basan en el acondicionamiento metabólico. Ej.: Nadar, trotar, correr, saltar, etc.
2. Levantamiento de pesas: Levantamiento del mayor peso posible en una barra. Se deriva de la halterofilia y el powerlifting
3. Gimnasia: Combinaciones de ejercicios que solamente se carga el peso del cuerpo.

El entrenamiento puede incluir 3 categorías unidas o individualizadas. Si se utiliza solamente una categoría se denomina sesión mono estructural, al contrario cuando son mixtas se considera un entrenamiento couplets (Manuel, 2014).

### 2.1.7 Nutrición en Crossfit

De manera general Crossfit entrega ciertos indicadores para una buena dieta, como el consumo de lípidos a un nivel moderado y bajo consumo de hidratos de carbono (Eather, Morgan & Lubans, 2016).

A su vez se recomienda dos tipos de dietas: dieta paleolítica y dieta de la zona.

**Dieta paleolítica**

Exige calidad mas no la cantidad de los alimentos, menciona que el cuerpo necesita sentirse satisfecho por ello recomienda no pasar más de 3 horas sin comer. Entre los alimentos que constituyen esta dieta se encuentran: proteínas, frutos secos, vegetales y grasas de origen animal (Izquierdo, 2014).

En la dieta paleolítica se debe evitar el consumo de carbohidratos, azúcar y productos lácteos ya que producen una respuesta insulinica alta. Según estudios anteriores demostraron que esta dieta mejora el control glucémico y también problemas cardiovasculares (Izquierdo, 2014).

**Dieta de la zona**

Se basa en mantener un equilibrio entre las proteínas, carbohidratos y grasas. Con respecto a las calorías deben ser fijadas de 0,7 a 1,0 gramos de proteína por libra de masa muscular. Se debe consumir el 40% de carbohidratos, 30% de proteínas y 30% de grasas predominando las mono insaturadas (Izquierdo, 2014).
La dieta de la zona recomienda tener 5 comidas al día (Izquierdo, 2014).

La ingesta de estos dos tipos de dietas permite una ingesta calórica reducida y proporciona una amplia nutrición para la actividad física. Sin embargo se recomienda un Dietista de deportes con acreditación para determinar la apropiada ingesta de alimentos basado en el volumen de entrenamiento, talla y peso del individuo (Eather, Morgan & Lubans, 2016).

### 2.1.8 Beneficios del Crossfit

Esta disciplina proporciona una mejora en la mayoría de las capacidades físicas y composición corporal de las personas que lo ejecutan (Verdu, 2016).

En un estudio realizado a soldados de EEUU menciona que el Crossfit es una disciplina que ayuda a mejorar la condición física de las personas que lo practican. De igual manera en las mujeres ayuda a la perdida de grasa, desarrollo de fuerza, velocidad y ayuda a mantener la calidad ósea (Mármol, Martínez, Llamazares & Marín, 2014).

Santiago Carillo, coach del Centro “La Cueva” nos comenta que uno de los mejores beneficios es la prevención de las enfermedades cardiovasculares y a su vez considera un gran método para lidiar con situaciones de estrés y depresión.

### 2.1.9 ¨La Cueva¨ Fitness Center

¨La Cueva¨ Fitness Center se encuentra ubicado en la ciudad de Sangolquí, Av. Antizana #27, sector La Palma. El horario de atención es de 05:30 am – 09:30 am, 04:30 pm – 09: 30 pm.

La Cueva Fitness Center es un centro de entrenamiento cuya misión es ayudar a las personas a cambiar su estilo de vida a través de un entrenamiento diferente, entretenido, divertido, holístico (de cuerpo y mente) enfocado en la consecución real de objetivos de salud y fitness general.

Juan Simbaña, entrenador de Crossfit la Cueva nos comenta que sus rutinas constan de movimientos funcionales constantemente variados en alta intensidad, las cuales se combinan con disciplinas como levantamiento olímpico, gimnasia olímpica y atletismo.

El centro La Cueva se enfoca en la individualidad y necesidad de cada ser humano, debido a esto no se realiza una rutina de ejercicio de manera general más bien existen niveles y categorías que se van adaptando a cada individuo según su morfología y necesidad.

### 2.1.10 Lesiones más comunes en Crossfit

Según Weisenthal, Maloney, DeHaven & Giordano (2014), sustentan a través de su estudio que el hombro y la espalda baja son las regiones del cuerpo con mayor incidencia de lesión al momento de entrenar Crossfit continuamente. Lo mencionado anteriormente concuerda con un estudio realizado a 213 atletas de Strongman, el cual menciona que el 16% de pacientes sufre lesiones en la rodilla, 17% en bíceps, 31% en hombro y 36% en la zona lumbar. A su vez en un estudio realizado se encontraron lesiones traumáticas con disecciones de la arteria carótida cervical, rabdomiolisis y desprendimiento de la retina.

Finalmente se estima un índice de lesiones de 3,1 por cada 1000 horas de entrenamiento.

## 2.2 RAQUIS LUMBAR

### 2.2.1 Aparición de la curva raquídea lumbar

Durante la evolución humana, el paso de cuadrupedia a bipedestación indujo a la aparición de la lordosis lumbar cóncava hacia atrás. En el primer día de vida de un ser humano el raquis lumbar es cóncavo hacia adelante y permanece hasta los 13 meses donde el raquis lumbar se hace rectilíneo. A partir de los 3 años se aprecia una lordosis lumbar que se consolida a los 8 años y va adoptando hasta los 10 años una curva definitiva (Kapandji, 2012).

La columna en un plano sagital, posee 3 curvaturas naturales: Una curvatura cóncava hacia atrás que se denomina lordosis cervical, en la zona media presenta una curvatura convexa hacia atrás llamada cifosis dorsal , una cóncava hacia atrás que pertenece a la lordosis lumbar y finalmente una curvatura convexa hacia atrás o cifosis sacra (Arenas, 2018).

### 2.2.2 Fisiología de la columna lumbar

El raquis lumbar, aporta protección a la medula espinal y está constituido por 5 vértebras lumbares grandes y resistentes las cuales están diseñadas para soportar la carga de la mayor parte del peso del cuerpo humano. Entre cada vertebra existe un disco intervertebral que tiene función de amortiguamiento ante los impactos, sobrecargas y esfuerzos que se da durante el movimiento entre cada vertebra. Cada disco intervertebral consta de un núcleo pulposo y anillo fibroso (Gonzales, 2014).

El núcleo pulposo está constituido por fibras colágenas, agua y mucopolisacaridos. No contiene vasos ni nervios en su interior, en la zona lumbar sólo ocupa 4/10, es decir, una superficie mayor que corresponde a fuerzas axiales más importantes. Por otro lado, el anillo fibroso tiene capas fibrosas concéntricas y lo más importante contiene al núcleo pulposo (Gonzales, 2014).

Por detrás del cuerpo vertebral, el arco vertebral constituye dos pedículos y dos laminas, a partir de ellas se proyecta las apófisis espinosas, transversas, articulares inferiores y superiores (Gonzales, 2014).

La columna vertebral está protegida por las meninges duramadre, aracnoides y piamadre, las cuales participan en funciones importantes del metabolismo del sistema nervioso central. La duramadre se encuentra vascularizada y se extiende hasta la 2da vertebra sacra, terminando en un saco ciego, la aracnoides es una membrana no vascularizada que termina a nivel de la 2da vertebra sacra y finalmente la piamadre es delgada y vascularizada (Gonzales, 2014)

Es importante saber la función que desempeña la 3ra vértebra lumbar ya que posee un arco posterior más desarrollado y es un relevo muscular entre los haces del musculo longuísimo y espinoso, dicha vertebra representa un punto fijo para la acción de los músculos torácicos. Por otro lado, la duodécima vertebra torácica es un punto de inflexión entre la cifosis torácica y la lordosis (Kapandji, 2014).

### 2.2.3 Ligamentos y músculos de la columna lumbar

En un corte sagital del raquis lumbar se distingue dos sistemas ligamentosos:

1. Ligamentos longitudinales anterior y posterior.
2. Sistema de ligamentos segmentarios entre los arcos posteriores.

En la parte anterior de cada vertebra se encuentra el ligamento longitudinal anterior, que se extiende desde la apófisis bacilar del occipital al sacro en la cara anterior del disco intervertebral. Hacia posterior se encuentra el ligamento longitudinal posterior que se extiende desde la apófisis bacilar hasta el canal del sacro. Todos los ligamentos mencionados proveen elasticidad y estabilidad al raquis lumbar (Ortiz, 2016).

En el medio de las apófisis espinosas se encuentra el ligamento interespinoso que se prolonga hacia atrás mediante el ligamento supra espinoso que se inserta en el vértice de las apófisis espinosas. Entre los tubérculos de las apófisis transversas se extiende a cada lado un ligamento intertransverso (Ortiz, 2016).

Los ligamentos iliolumbares cumplen una función importante en el movimiento de la charnela lumbosacra, las 4ta y 5ta vértebras lumbares están unidas directamente al hueso iliaco por los ligamentos iliolumbares, los cuales se tensan o distienden dependiendo del movimiento de la charnela. Es decir, durante una inclinación lateral los ligamentos iliolumbares se tensan del lado de la convexidad. Al contrario, en el movimiento de

flexión se tensa el haz superior del ligamento iliolumbar y se distiende el haz inferior (Kapandji, 2012).

Con respecto a la miología del tronco en un corte horizontal los músculos del grupo posterior en un plano profundo corresponden a los músculos tranversoespinosos, longuísimo, iliocostal lumbar y espinoso. Todos estos músculos constituyen una masa voluminosa y se les denomina paravertebrales. En el plano medio se encuentra el musculo serrato posteroinferior y finalmente en un plano superficial corresponde únicamente al musculo dorsal ancho (Kapandji, 2012).

Entre los músculos paravertebrales se encuentra el musculo cuadrado lumbar y el psoas mayor. Los músculos laterales inclinan el tronco hacia el lado de su contracción excepto el musculo cuadrado lumbar que no ejerce acción sobre la lordosis. Por otro lado el musculo psoas determina una hiperlordosis y al mismo tiempo una rotación del tronco hacia el lado opuesto (Kapandji, 2012).

### 2.2.4 Inervación de la columna lumbar

La inervación de la zona lumbar nace por tres ramos nerviosos: ramo dorsal de los nervios espinales lumbares, ramos ventrales de la cadena simpática y nervio sinuvertebral de Luschka.

De cada segmento de la medula se origina dos raíces nerviosas una ventral y dorsal. Posteriormente estas raíces se unen y forman el nervio raquídeo el cual termina en dos ramas una anterior (motora) y posterior (sensitiva).

Con respecto a la inervación del disco intervertebral el núcleo pulposo no posee inervación y los demás nervios se ubican en la parte más externa del anillo fibroso. La parte central de los platillos cartilaginosos es donde existe mayor densidad de inervación, los nervios correspondientes a esta zona se derivan de varios ramos y de dos plexos nerviosos (Gómez & Gonzales, 2015).

Gómez & Gonzales (2015) afirman: “El plexo anterior está formado por ramas de los troncos simpáticos y de los ramos comunicantes grises y el plexo posterior deriva del nervio sinuvertebral” (p.3).

El ligamento amarillo esta inervado por nervios que se encuentran en el espacio epidural posterior y por fibras de los músculos supra yacentes. Los ligamentos interespinosos y supra espinosos están inervados por terminaciones del ramo primario dorsal (Gómez & Gonzales, 2015).

Finalmente, el ligamento longitudinal posterior está inervado por el nervio sinuvertebral y el ligamento anterior está inervado por ramas del sistema simpático (Gómez & Gonzales, 2015).

**Nervio sinuvertebral de Luschka**

Este nervio pasa a través del agujero intervertebral, cursando inferolateral por debajo del pedículo para llegar así al canal raquídeo, se divide en una rama ascendente, descendente y transversa. El nervio sinuvertebral suple la inervación de la parte posterior del anillo fibroso, ligamento longitudinal posterior, parte ventral de la duramadre y el plexo interno (Gómez & Gonzales, 2015)

**Nervio ciático**

Es la prolongación de las raíces lumbares cuarta, quinta, primera, segunda y tercera sacra, cuyo entrelazamiento forma el plexo sacro. Dicho nervio abandona la pelvis, entre la tuberosidad isquiática y el trocánter mayor, y desciende al compartimiento posterior del muslo, entre el músculo semimembranoso y semitendinoso. A nivel del hueco poplíteo se divide en ciático poplíteo interno y externo (Gómez & Gonzales, 2015).

El ciático poplíteo interno atraviesa el anillo del musculo soleo para formar el nervio tibial posterior, que cruza verticalmente la pierna y contornea el maléolo interno, inervando los músculos de la cara posterior de la pierna. Por otro lado el ciático poplíteo externo se separa del interno en el ángulo superior del hueco poplíteo y rodea el cuello del peroné para bifurcarse en el espesor del musculo peroneo lateral largo, formando el nervio músculo cutáneo y el tibial anterior (Gómez & Gonzales, 2015).

**Plexo lumbosacro**

El plexo lumbosacro está formado por los nervios espinales de L1 a S4:

La base del plexo lumbar se localiza en la EIAS, ligamento inguinal y espina del pubis. La rama del 1er nervio lumbar se divide en el nervio abdominogenital mayor y menor. El 2do nervio lumbar origina a los nervios genitocrural y femorocutáneo para luego formar el nervio obturador y crural. Con respecto al tercer nervio lumbar recibe una anastomosis del 3er nervio y el 5to nervio lumbar (Cejas, Escobar, Serra & Barroso, 2015).

El plexo lumbar origina ramas colaterales que se destinan a inervar el musculo psoas mayor y menor y cuadrado lumbar. La parte inferior de la rama ventral de L4 se une con la rama de L5 para formar el tronco lumbosacro (Cejas, Escobar, Serra & Barroso, 2015).

Con respecto al plexo lumbosacro, sus divisiones (L4, L5, S1 y S2) forman el nervio peróneo común, mientras que las divisiones ventrales (L4, L5, S1, S2 y S3) se unen para originar el nervio tibial. El nervio pudendo emerge de las raíces S1, S2, S3 y S4 y el nervio cutáneo femoral emerge de las ramas ventrales S1, S2 y S3 (Cejas, Escobar, Serra & Barroso, 2015).

**Variantes anatómicas de la columna vertebral**

**Vertebra en limbo:** Se produce por un desplazamiento del disco intervertebral que da como consecuencia una osificación secundaria. La localización más frecuente es la región lumbar en un margen anterosuperior, comúnmente es confundida por fracturas en esta zona.

**Lumbarización de S1:** Esta anomalía ocurre cuando S1 no queda adherida en la osificación de las vértebras sacras, a consecuencia de ello, aparecen seis vértebras "lumbares" separadas y cuatro fusionadas en el sacro (Kovacs & Arana, 2016).

**Nódulo de Schmorl:** Protrusión del disco intervertebral hacia el interior del cuerpo de la vértebra, provoca dolor y alteraciones de la postura.

**Hemisacralizacion y sacralización de la vértebra L5:** Incorporación de L5 al sacro.

**Discopatía:** Es el desgaste progresivo de los discos intervertebrales acompañado de una alteración del núcleo pulposo, menor vascularización y deshidratación del disco. Esta patología puede provocar compresión de las raíces nerviosas y dolor (Kovacs & Arana, 2016).

### 2.2.5 Biomecánica de la columna lumbar

#### 2.2.5.1 Flexo extensión del raquis lumbar

En el movimiento de flexión el cuerpo vertebral se dirige hacia delante, el núcleo pulposo se dirige hacia posterior, la capsula y los ligamentos de la articulación interapofisiaria se tensan al igual que todos los ligamentos del arco posterior. Por otro lado durante el movimiento de extensión el núcleo pulposo se desplaza hacia delante, el cuerpo vertebral de la vértebra suprayacente se inclina hacia posterior, el ligamento anterior se tensa y el posterior se distiende, de esta forma el movimiento de extensión es limitado por los topes óseos del arco posterior y la tensión del ligamento vertebral común anterior (Kapandji, 2012).

La amplitud de la flexo extensión varía según la edad y el individuo, sin embargo, según estudios previos se asume lo siguiente:

- ✓ Movimiento de extensión: acompañado de una hiperlordosis lumbar posee una amplitud de 30°.

- ✓ Movimiento de flexión: acompañado de un enderezamiento de la lordosis lumbar tiene una amplitud de 40°.

Entre L4 y L5 se encuentra la amplitud máxima de flexo extensión, siendo el raquis lumbar inferior el más móvil en este plano (Kapandji, 2012).

**2.2.5.2 Rotación del raquis lumbar**

Con respecto a la rotación en la columna lumbar el movimiento se da en relación de la vértebra superior con la subyacente, el disco vertebral solicita una torsión en cizallamiento dando limitación al movimiento en cada nivel. La rotación entre L1 y S1 es de 10 ° (Kapandji, 2012).

**2.2.5.3 Inflexión lateral del raquis lumbar**

Durante este movimiento el cuerpo de la vértebra suprayacente se dirige hacia el lado cóncavo de la inflexión y el disco es más grueso en el lado convexo, mientras que el núcleo pulposo se desplaza al lado convexo. El ligamento intertransverso del lado convexo se tensa y los ligamentos amarillos del lado cóncavo se distienden. La amplitud de inflexión lateral es de 20° a 30° a cada lado (Kapandji, 2012).

**2.2.5.4 Biomecánica de los gestos motores más frecuentes del Crossfit**

Durante la ejecución de la sentadilla, se produce efectos biomecánicos y se desarrolla fuerzas en las articulaciones. Se produce una fuerza de cizallamiento en dirección posterior y una fuerza de compresión en dirección del eje longitudinal de la tibia.

El deportista debe mantener la espalda erguida en todo el acto motor, realiza un descenso con flexión de caderas y de rodillas hasta los 90º, más flexión dorsal del tobillo, a través de contracciones excéntricas de los extensores de cadera, de rodilla y de los flexores plantares del tobillo. Posteriormente, el ascenso se hace con extensión de caderas y rodillas, y flexión plantar de tobillo, a través de contracciones concéntricas de los músculos agonistas respectivos (Gonzales, 2014).

Finalmente en la ejecución de la sentadilla los isquiotibiales se contraen, estabilizando la cadera y ayudando a contrarrestar la tendencia del cuádriceps a causar un traslado tibial anterior. Se debe tomar en cuenta el ángulo de flexión de tronco, ángulo de adelantamiento de la rodilla y el ángulo final de flexión de piernas (Gonzales, 2014).

### 2.2.6 Morfología Raquídea

La morfología raquídea se define como las curvaturas fisiológicas de la columna que permite una adecuada postura. Cuando existe una alteración de la morfología aparece deformidades las cuales modifican la función de los discos intervertebrales y ligamentos. Todo esto produce compensaciones de las regiones móviles del raquis provocando un mayor estrés vertebral (Moteux, Guillot, Maitrepierre, Pardon & Lardry, 2017).

Entre las características de la lordosis lumbar se describe los siguientes ángulos:

- ✓ **Ángulo sacro:** Constituido por la meseta de la 1era vertebra sacra sobre la horizontal, su valor es de 30°.
- ✓ **Ángulo lumbosacro:** Formado entre la 5ta vértebra lumbar y el eje del sacro, su valor es de 140°.
- ✓ **Ángulo de inclinación de la pelvis:** Constituido por la inclinación sobre la horizontal de la línea desde el promontorio y el borde superior de la sínfisis púbica, su valor es de 60°.

### 2.2.7 Patologías de la columna lumbar

**Espina bífida oculta (EPO)**

Es una patología asintomática que se localiza comúnmente en la zona lumbosacro, consiste en el cierre incompleto del arco vertebral posterior. En esta patología la complicación más común es la medula espinal anclada (Sanhueza, Vargas & Bustos, 2017).

**Hiperlordosis lumbar**

Se denomina hiperlordosis al aumento de la curvatura lumbar en el individuo, superior a 70º de angulación (medido entre L1 Y S1). Existen muchas causas al padecimiento de dicha patología, las más comunes son: acortamiento de la musculatura flexora de la cadera, mujeres embarazadas, ante versión de pelvis, acortamiento de la musculatura paravertebral, iliocostal, dorsal largo y cuadrado lumbar (Kovacs & Arana, 2016).

Desde el punto de vista fisiológico al padecer de hiperlordosis se incrementa la intensidad de las cargas en las articulaciones interapofisiarias y existe una compresión de

los cartílagos articulares. Por otro lado, el diámetro del agujero de conjunción se reduce, aumentando el riesgo de padecer pinzamientos de las raíces nerviosas.

**Hipolordosis lumbar (Rectificación lumbar)**

Se denomina también rectificación lumbar y es la disminución de la curvatura lumbar en un individuo, sus causas principales son acortamiento de la musculatura isquiotibial y malas posturas. Desde el punto de vista fisiológico al tener una hipolordosis las cargas se transfieren a los discos, los cuales van a perder su grosor y pueden protruirse o herniarse (Kovacs & Arana, 2016).

**Flexibilidad lumbar**

Se define como la capacidad de ejecutar movimientos con una gran amplitud articular en la zona lumbar. Otros autores la definen como la capacidad fundamental para la ejecución correcta de determinados movimientos humanos y deportivos. Entre los factores que influyen la flexibilidad son la movilidad articular, elasticidad muscular, edad, genética, género y estructura corporal (Osorio, Rossi, Hidalgo & Lizana, 2013).

La flexibilidad posee 3 componentes esenciales que son:

- ✓ Movilidad articular
- ✓ Extensibilidad
- ✓ Elasticidad

Hasta los 10 años de edad tenemos un alto nivel de flexibilidad y a partir de los 30 años empieza a disminuir dicha capacidad por factores intrínsecos y extrínsecos. La flexibilidad es una capacidad involutiva ya que al pasar el tiempo aumenta las adherencias en los huesos, existe cambio en la estructura química de los tejidos y el colágeno es sustituido por grasa (Osorio, Rossi, Hidalgo & Lizana, 2013).

El ejercicio es una manera muy efectiva que puede retrasar la perdida de flexibilidad debido a que ayuda a disminuir el riesgo de padecer lesiones, aumenta las amplitudes articulares y disminuye el estrés diario (Osorio, Rossi, Hidalgo & Lizana,2013).

## 2.3 INTRUMENTOS

### Test de Schober

El test de Schober fue descrito por primera vez por el médico alemán Paul Schober en el año de 1937, es un examen específico de la movilidad del raquis lumbar, tiene un coeficiente de correlación de 0.90. A su vez la confiabilidad interclase es de (r = 0.90) e intraclase (r = 0.96), lo que significa que se encuentra en un nivel muy alto de confiabilidad.

### Test de las flechas sagitales

El test se realiza con el paciente en bipedestación relajado, mirada al frente, piernas extendidas, hombros y brazos relajados. El fisioterapeuta se sitúa lateralmente al deportista y coloca la plomada posterior al individuo. Luego se procede a obtener el punto de contacto y medir la zona donde existe máxima concavidad lumbar obteniendo el índice lordótico del deportista.

# Capítulo III: ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 3.1 Resultados

En la Tabla I, se describe los resultados de la evaluación de la curva lumbar mediante el test de flechas sagitales, donde se observa que él 63,33% de los participantes se clasifica dentro de la categoría de hiperlordosis (> 6 cm). El resto de los sujetos presentó hipolordosis (< a 4 cm) durante la evaluación.

**Tabla 1**

*Categorización de los sujetos según el Test de flechas sagitales*

| Curva lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Hipolordosis | % 13,33 | 4 | 0.13 |
| Normal | % 23,33 | 7 | 0.23 |
| Hiperlordosis | % 63,33 | 19 | 0.63 |
| Total | %100 | 30 | |

La Tabla II muestra que él 66,66 % corresponde a mujeres que presentan hiperlordosis y solo el 13,33% se clasificó dentro de la categoría de hipolordosis.

**Tabla 2**

*Categorización de los participantes femeninos según el Test de flechas sagitales*

| Curva lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Hipolordosis | % 13,33 | 2 | 0,06 |
| Normal | % 20 | 3 | 0.1 |
| Hiperlordosis | % 66,66 | 10 | 0.33 |
| Total | %100 | 30 | |

Finalmente, en la Tabla III se representa que de todos los sujetos evaluados varones él 60 % presenta hiperlordosis y el 13,33% presenta hipolordosis.

**Tabla 3**

*Categorización de los sujetos masculinos según el Test de flechas sagitales*

| Curva lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Hipolordosis | % 13,33 | 2 | 0,06 |
| Normal | % 26,66 | 4 | 0.13 |
| Hiperlordosis | % 60 | 9 | 0.3 |
| Total | % 100 | 30 | |

Al analizar las medidas de tendencia central en sujetos femeninos según el Test de las flechas sagitales se representa lo siguiente en la Figura1.

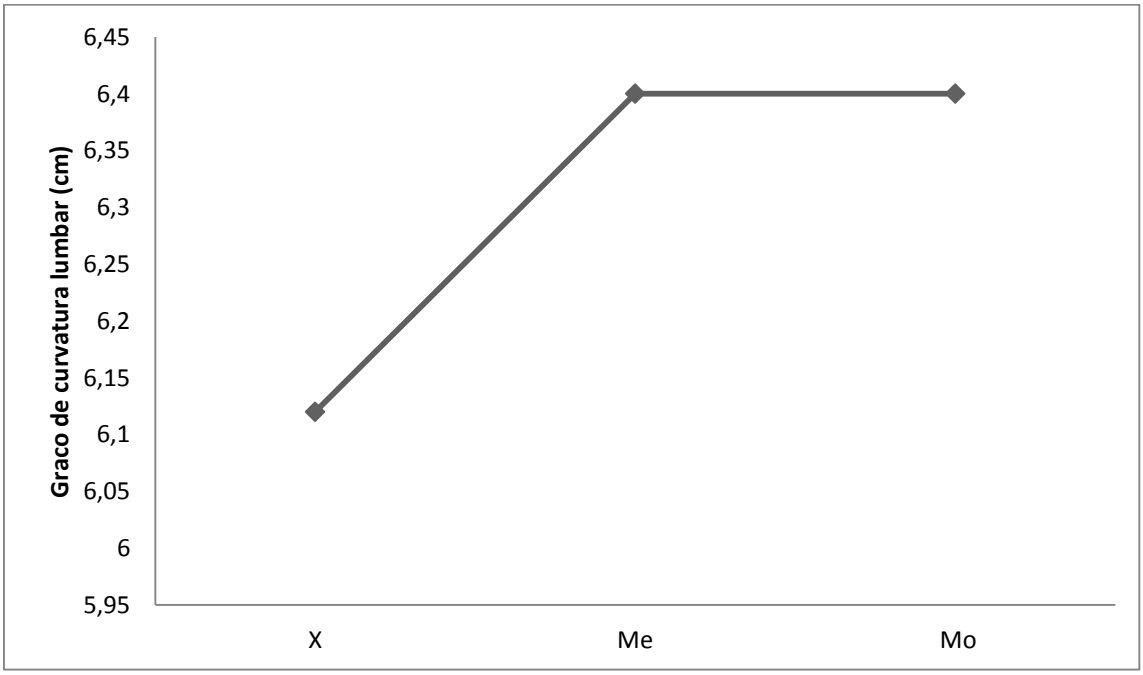



*Figura 1.* Medidas de tendencia central en participantes femeninas según el Test de las flechas sagitales.

Al analizar las medidas de tendencia central en sujetos masculinos según el Test de las flechas sagitales se representa lo siguiente en la Figura2.

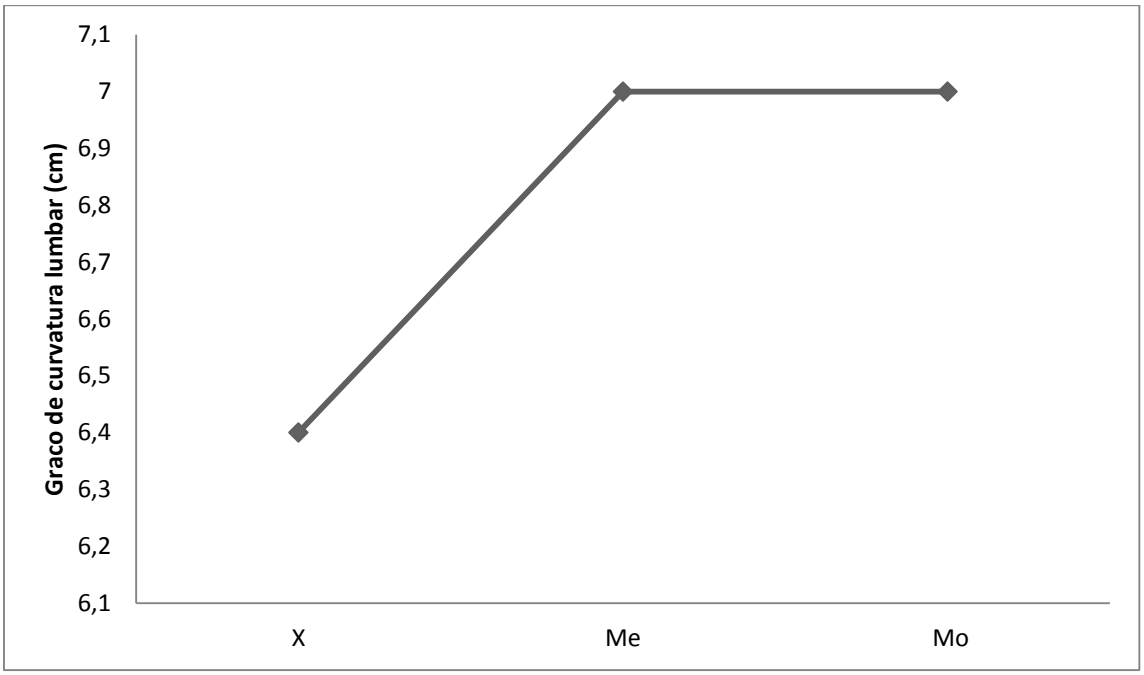



*Figura 2.* Medidas de tendencia central en participantes masculinos según el Test de las flechas sagitales.

La Tabla VI evidencia los resultados de la evaluación de la flexibilidad lumbar mediante el test de Schober, donde se representa que él 63,33 % de los sujetos presenta poca flexibilidad lumbar y él 36,67% se lo clasifica dentro de la categoría normal.

**Tabla 4**

***Categorización de los sujetos según el Test de Schober***

| Flexibilidad lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Poca flexibilidad | % 63.33 | 19 | 0,63 |
| Normal | % 36,67 | 11 | 0,36 |
| Total | % 100 | 30 | |

La Tabla V muestra que el 53,33% pertenece al grupo de mujeres que presenta poca flexibilidad lumbar y el 46,66 % se lo clasifica dentro de la categoría normal.

**Tabla 5**

*Categorización de las participantes femeninas según el Test de Schober*

| Flexibilidad lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Poca flexibilidad | % 53,33 | 8 | 0,53 |
| Normal | % 46,66 | 7 | 0,46 |
| Total | % 100 | 30 | |

Finalmente, en la Tabla VI se evidencia que de todos los sujetos masculinos evaluados el 73,33% padece de poca flexibilidad lumbar y el resto de sujetos se encuentra dentro de un rango normal.

**Tabla 6**

*Categorización de los sujetos masculinos según el Test de Schober*

| Flexibilidad lumbar | Porcentaje | Frecuencia Absoluta | Frecuencia Relativa |
|---|---|---|---|
| Poca flexibilidad | %73.33 | 11 | 0,73 |
| Normal | % 26,66 | 4 | 0,26 |
| Total | % 100 | 30 | |

Al analizar las medidas de tendencia central en los participantes femeninos según el Test de Schober se representa lo siguiente en la Figura 3.

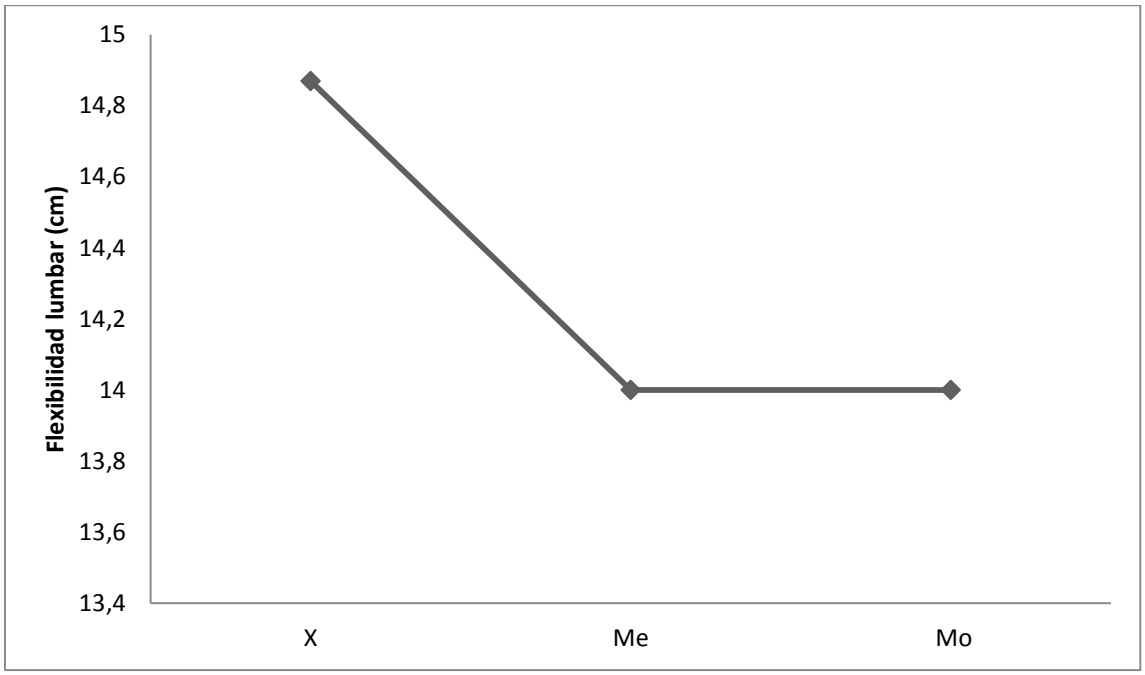



*Figura 3.* Medidas de tendencia central en sujetos femeninos según el Test de Schober.

Al analizar las medidas de tendencia central en los participantes masculinos según el Test de Schober se representa lo siguiente en la Figura 4.

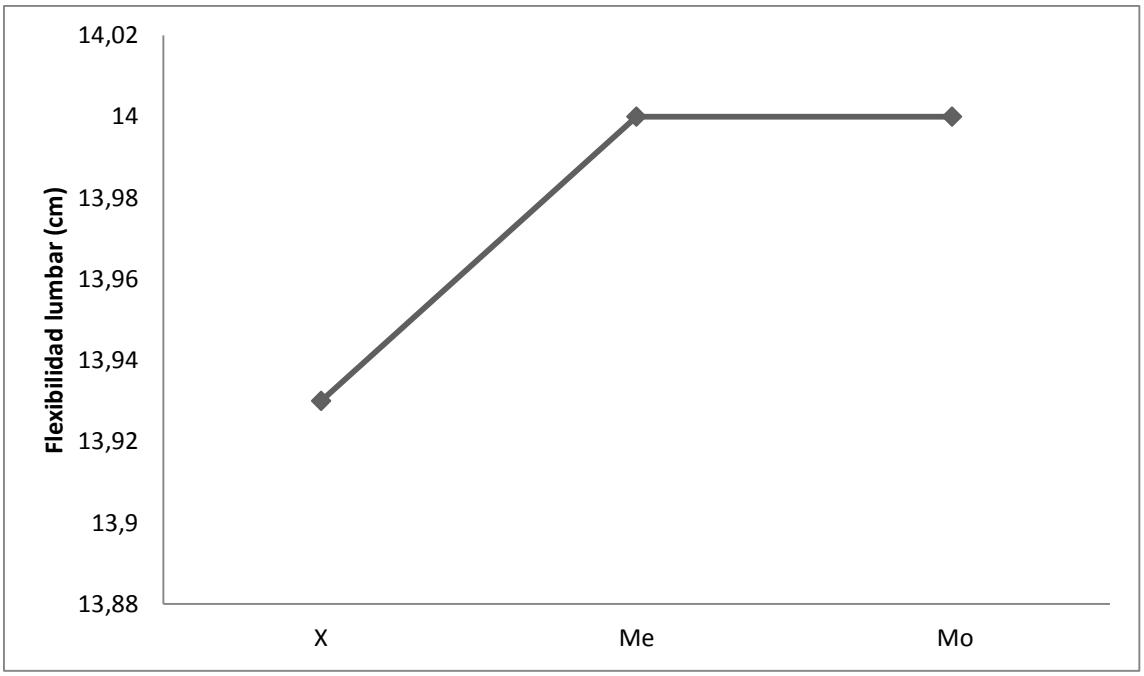



*Figura 4.* Medidas de tendencia central en sujetos masculinos según el Test de Schober.

## 3.2 DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue determinar la morfología lumbar en deportistas Crossfit. Los principales hallazgos de esta investigación fue una alta frecuencia de deportistas con hiperlordosis lumbar (63,33%), prevaleciendo el sexo femenino (TablaII). Los datos mencionados confirman la hipótesis de Morín, (2013) que realizó un estudio de la curvatura lumbar en personas asintomáticas deportistas donde los resultados indicaron que la lordosis lumbar fue 13,2 ° mayor en mujeres que en hombres.

De igual manera Muyor, Alacid & López, (2013) analizaron la morfología sagital del raquis en palistas jóvenes de alto nivel, el cual mostró un rango de lordosis lumbar de (4 a 6cm), donde se encontró también un mayor porcentaje de mujeres en la categoría de hiperlordosis.

Todo esto se relaciona con el estudio realizado por Padilla & Vallejo, (2016) donde evidencian que el mayor grado de curvatura en mujeres se debe a variaciones morfológicas vertebrales, alteraciones lumbares por embarazos anteriores y diferencias en las articulaciones cigapofisiarias.

Según un estudio realizado por Muyor, Alacid & López, (2013) sustenta que un alto volumen de entrenamiento no genera cambios en la disposición sagital del raquis lumbar, sin embargo, la práctica de deportes de alto impacto que no se lo realiza correctamente puede influir en el morfotipo dinámico del raquis lumbar. En deportes de alto impacto donde predomina la ejecución de movimientos funcionales, por ejemplo, levantamiento de pesas, gimnasia y levantamiento olímpico, se ha observado una tendencia a la hiperlordosis, aunque estos hallazgos no diferencian entre hombres y mujeres.

En cuanto a las medidas de tendencia central en el test de las flechas sagitales, el 50% de los sujetos se encuentra por encima de 6,4 cm superando el valor máximo dentro de la normalidad y este valor considerando la moda es que le más se repite en la muestra de mujeres. Además, estos dos valores coinciden con el promedio que fue de 6,12 (Figura 1)

Con respecto al análisis de la flexibilidad lumbar el principal hallazgo fue que el (63,33%) de los sujetos deportistas evaluados presentó poca flexibilidad prevaleciendo el sexo masculino ( Tabla VI ), estos resultados coinciden con un estudio realizado por Caicedo, Barbosa, Cruz, & Sanabria (2013), el cual sustenta que las poblaciones femeninas muestran mayor flexibilidad que las masculinas; dicho estudio aportó valores normativos de poblaciones masculinas y femeninas deportistas, desde 26 a 35 años de edad.

Según el estudio de López, Mansilla, Donoso, Fernández & Palomares, (2013) sustentan que las mujeres poseen mayor flexibilidad debido a factores genéticos y fisiológicos. La mayor producción de estrógenos en las mujeres causa mayor viscosidad de los tejidos lo que provoca un aumento de la elasticidad en ellos, produciendo mayor flexibilidad en el cuerpo. De igual manera las mujeres por su estructura fisiológica poseen menor tono muscular. Los autores en sus estudios mencionan que la flexibilidad según el género depende de la musculatura, estructura ósea y del tejido conectivo que rodea la articulación.

Por otro lado, Hsu, Castillo & Lieberman, (2015) sustentan que la poca flexibilidad lumbar se debe a factores de carácter morfo funcional y biomecánicos, relacionado con alteraciones en los ligamentos, tendones, partes blandas y topes óseos. Según el estudio realizado por Castillo, & Lieberman, (2017) menciona que, al presentar menor flexibilidad lumbar, la distancia entre los puntos de origen e inserción y de los brazos de palanca de la potencia se reducen. Esta alteración va a presentar carencia de adecuados balances musculares, retracciones musculares y disminución del movimiento segmentario en la columna lumbar.

El compromiso de la limitación de la flexibilidad en la columna lumbar va a generar fuerzas de tracción sobre esta, modificando las condiciones normales de su morfotipo e incrementando la curvatura lumbar (Baquero, 2013).

De igual manera Baquero (2013), menciona que la reducción de la flexibilidad lumbar afecta a las situaciones posturales lumbares y pélvicas, incrementando el riesgo de padecimiento de patologías como desgastes articulares y discopatías. Al tener músculos débiles, retraídos y alteración de los antagonistas, en la persona deportista influye en su desempeño físico, haciendo que la persona requiera más gasto energético y trabajo cardiopulmonar.

En cuanto a las medidas de tendencia central en el test de Schober, el 50% de los sujetos se encuentra por encima 14 cm superando el valor máximo dentro de la normalidad y considerando la moda este valor es que le más se repite en la muestra de mujeres. Además, estos dos valores coinciden con el promedio que fue de 13,93 (Figura 4).

Según López, Alacid & Muyor Rodríguez, (2013) existen estudios anteriores que han comparado la disposición del raquis lumbar con diferentes prácticas deportivas en los cuales encontraron un menor caso de hiperlordosis y mayor flexibilidad lumbar en varones futbolistas y nadadores. Al contrario, los sujetos que practicaban levantamiento de pesas tuvieron un porcentaje mayor en la categoría de hiperlordosis y menor flexibilidad lumbar.

Los resultados expuestos anteriormente ofrecen un punto de partida para continuar con futuras investigaciones y que el deporte Crosffit posea mayor evidencia científica en su práctica.

**Limitaciones en el estudio**

Se podría considerar una limitación encontrada en el estudio, el obtener el consentimiento por parte de los participantes para ser incluidos en el estudio.

**Fortaleza del estudio**

La principal fortaleza de esta investigación es su impacto clínico en el ámbito sanitario, debido a que es el primer estudio que analiza la morfología lumbar en relación a la práctica continua de Crossfit. Los resultados de esta investigación ofrecen un punto de partida para poder continuar con futuras investigaciones y que el deporte Crosffit posea mayor evidencia científica en su práctica.

## CONCLUSIONES

Con respecto al grado de curvatura lumbar evaluado con el test de flechas sagitales, se observa que él 63,33% de los participantes se clasifica dentro de la categoría de hiperlordosis y el resto de los sujetos en hipolordosis. Dentro del porcentaje mencionado anteriormente prevalece la hiperlordosis en el género femenino.

Al evaluar la flexibilidad lumbar mediante el test de Schober, se representa que él 63,33 % de los sujetos presenta poca flexibilidad lumbar y él 36,67% se lo clasifica dentro de la categoría normal. Prevaleciendo el número de deportistas de género masculino con poca flexibilidad lumbar.

De igual manera se concluye que la práctica deportiva de Crossfit condiciona la disposición sagital del raquis lumbar, debido a que existe un cambio en su morfotipo, un aumento del grado de curvatura lumbar y disminución de la flexiblidad en los deportistas. Debido a esto es necesario incorporar al entrenamiento un programa de guía correcta ante la ejecución de los actos motores del Crossfit y prevención ante estas alteraciones.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios longitudinales para observar la evolución de los participantes a lo largo de un periodo de tiempo y relacionar si existe un cambio en el morfotipo raquídeo lumbar con la ejecución del Crosffit.

De igual manera es de gran importancia tomar en cuenta los resultados de la presente investigación para la ejecución de programas preventivos, haciendo énfasis en el cuidado de la columna en el deportista.

Finalmente, identificar cuáles son las causas y factores de riesgo que conlleva a tener cambios en la morfología raquídea en deportistas que practican Crossfit.

## BIBLIOGRAFÍA

Arenas, J. P. (2018). Dolor lumbar. *Ars Médica Revista de Ciencias Médicas*, *23*(3) ,34-35.

Baquero, S. (2013). Caracterización de condiciones de flexibilidad muscular y su relación con alteraciones posturales lumbopélvicas. *Revista Científica General José María Córdova*, *10*(10), 319-330.

Bernal-Reyes, F., Peralta., Mendívil, A., Gavotto, H. H., & Camacho, L. (2014). Principios de entrenamiento deportivo para la mejora de las capacidades físicas. *Biotecnia*, *16*(3), 42-49.

Caicedo, I., Barbosa, M., Cruz, W., Gualtero, H., & Sanabria-Chacón, J. (2013). Muscle strength, flexibility and posture in the prevalence of low back pain in helicopter crews of the national army of Colombia. *Revista de la Facultad de Medicina*, *61*(4), 357-363.

Castillo, E. R., Hsu, C., Mair, R. W., & Lieberman, D. (2017). Testing biomechanical models of human lumbar lordosis variability. *American journal of physical anthropology*, *163*(1), 110-121.

Cejas, C., Escobar, I., Serra, M., & Barroso, F. (2015). Neurografía de alta resolución del plexo lumbosacro en resonancia magnética 3 T. *Radiología*, *57*(1), 22-34.

Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H., Miranda, C., Mezêncio & Amadio, A. C. (2018). Cross Fit Overview: Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine-open*, *4*(1), 11.

Hak, P. T., Hodzovic, E., & Hickey, B. (2013). The nature and prevalence of injury during CrossFit training. *Journal of strength and conditioning research*. 35(3), 13-14.

Eather, N., Morgan & Lubans. (2016). Mejora de la condición física relacionada con la salud en adolescentes: el ensayo controlado aleatorizado CrossFit Teens. *Revista de ciencias del deporte, 34* (3), 209-223.

Esparza-Ros, F., Gómez-Durán, R., Martínez-Ruiz, E., Muyor, J. M., Alacid, F., López, P. A. (2015). Morfología de las curvaturas torácica y lumbar en bipedestación, sedestación y máxima flexión del tronco con rodillas extendidas en bailarinas. *Archivos de medicina del deporte, (166)*, 87-93

Fisher, J., Sales, A., Carlson & Steele, J. (2016). A comparison of the motivational factors between CrossFit participants and other resistance exercise modalities: a pilot study. *The Journal of sports medicine and physical fitness*.(1),45-48.

Gallo-Padilla, D., Gallo-Padilla, C., Gallo-Vallejo, F. J., & Gallo-Vallejo, J. L. (2016). Lumbalgia durante el embarazo. Abordaje multidisciplinar. *SEMERGEN-Medicina de Familia*, *42*(6), 59-64.

Gómez Vega, J. C., & Acevedo González, J. C. (2015). Anatomy of the Lumbar Innervation. Universitas Médica, 56(3).

González-Reyes, A. A., Moo Estrella, J., & Olmedilla Zafra, A. (2017). Características psicológicas que influyen en las lesiones deportivas de triatletas amateurs de Yucatán, México. *Revista de psicología del deporte*, *26*, 71-77.

Gonzales, C. (2014). Anatomía quirúrgica de los pedículos vertebrales en la región lumbar en la población mexicana. Universidad complutense de Madrid. Madrid-España.(23),56-67.

Guerrero Tamayo, D. A. (2016). *Análisis del movimiento push press en deportistas que practican crossfit y su relación con dolor de hombro*.

Gutiérrez, R. R., Minor, J. J. R., Lugo, M. S., & León, B. J. (2015). El balance sagital en la columna lumbar degenerativa. *Ortho-tips*, *11*(3), 126-133.

Haro, J. A., & Villanueva, J. R. F. (2017). CrossFit y columna vertebral.*Ortho-tips*, *12*(4), 196-199.

Kovacs, F. M., & Arana, E. (2016). Patología degenerativa en la columna lumbar. *Radiología*, *58*, 26-34.

Kao, F. C., Lai, P. L., Chang, C. H., Tsai, T. T., Fu, T. S., Niu, C. C., ... & Chen, W. J. (2014). Influence of lumbar curvature and rotation on forward flexibility in idiopathic scoliosis. *Biomedical journal*, *37*(2), 78.

Izquierdo, E. (2014). Study of new phenomenon sports Crosffit. Universidad de León. Crossfit Madrid –España

Larry Kennet, Jack H, Costill, D. (2012). Fisiología del deporte. Capítulo 1 pp. 27

Le Moteux, C., Guillot, C., Maitrepierre, M., Pardon, L., & Lardry, J. M. (2017). Interés del estudio de la morfología humana en kinesiterapia. *EMC-Kinesiterapia-Medicina Física*, *38*(4), 1-9.

López-Miñarro, P.A.; Alacid Cárceles, F. y Muyor Rodríguez, J.M. (2013). Comparación del morfotipo raquídeo y extensibilidad isquiosural entre piragüistas y corredores. Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte vol. 9 (36) pp. 379-392

López-Arza, M. V. G., Mansilla, J. R., Donoso, E. V., Fernández, J. M., Sánchez, B. G., & Palomares, M. J. (2013). Qigong y flexibilidad en mujeres jóvenes, según estudio preliminar aleatorizado con grupo control. *Revista Internacional de Acupuntura*, *7*(2), 37-41.

Ortiz-Maldonado, J. K. (2016). Anatomía de la columna vertebral. Actualidades. *Revista Mexicana de Anestesiología*, *39*(S1), 178-179.

Osorio, F., Rossi, S., Hidalgo, N., & Lizana, R. (2013). Relación entre flexibilidad y fuerza muscular en isquiotibiales y su incidencia en lesiones musculares en jóvenes futbolistas. *Kinesiología*, *28*(1), 13-19.

Mármol, A. G., Martínez, B. J. S. A., Llamazares, M. P., & Marín, A. R. (2014). El crossfit en la educación física escolar. *Revista digital de educación física*, (30), 19-34.

Mayorga-Vega, D., Viciana-Ramírez, J., Cocca, A., Becerra-Fernández, C., & Merino-Marbán, R. (2015). Validez de criterio de los tests sit-and-reach para estimar la flexibilidad isquiosural y lumbar en personas mayores: una revisión sistemática. *Journal of Sport and Health Research*, *7*(1), 1-10.

Morín, L.A. (2013).*Estudio de la cifosis torácica y la lordosis lumbar mediante un dispositivo electro-mecánico computarizado no invasivo* (tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada.

Muñoz, D. (2015). Capacidades físicas básicas. Evolución, factores y desarrollo. Sesiones prácticas.

Muyor, J. M., Alacid, F., & López-Miñarro, P. A. (2013). Morfología sagital del raquis en palistas jóvenes de alto nivel. *International Journal of Morphology*, *29*(3), 1047-1053.

Salvatierra, G. *Study of new phenomenon sports CrossFit (tesis de pregrado).* Universidad de Leon. España.

Sanhueza, C. D., Vargas, R. P., & Bustos, P. (2017). Manifestaciones neurológicas asociadas a espina bífida en adultos. *Medicina de Familia*, 67(2).

Tousignant, M., Poulin, L., Marchand, S., Viau, A., & Place, C. (2015). The Modified–Modified Schober Test for range of motion assessment of lumbar flexion in patients with low back pain: A study of criterion validity, intra-and inter-rater reliability and minimum metrically detectable change. *Disability and rehabilitation*, *27*(10), 553-559.

Weisenthal, B. M., Beck, C. A., Maloney, M. D., DeHaven, K. E., & Giordano, B. D. (2014). Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthopedic Journal of Sports Medicine*, *2*(4).

Verdu, S. F. (2016). Análisis de la eficacia del CrossFit como método de entrenamiento para la mejora de la condición física relacionada con la salud.

Yen, Y. R., Luo, J. F., Liu, M. L., Lu, F. J., & Wang, S. R. (2015). The anthropometric measurement of schober's test in normal taiwanese population. *BioMed research international*.

**ANEXOS**

**CONSENTIMIENTO INFORMADO**

Yo _____, con número de identidad -_____ certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad debida respecto a la investigación que el estudiante Evelyn Andrea Ojeda Báez me ha invitado a participar; que actúo consecuente, libre y voluntariamente como colaborador, contribuyendo a este procedimiento de forma activa. Soy conocedor de la autonomía suficiente que poseo para retirarme u oponerme al ejercicio académico, cuando lo estime conveniente y sin justificación alguna.

**Participante**

_____

**Estudiante Responsable**

_____

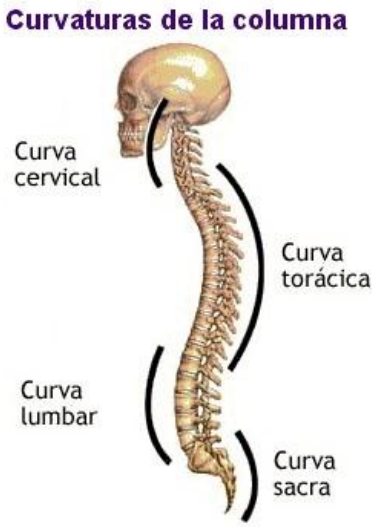



**Ilustración 1** ***Curvaturas de la columna***

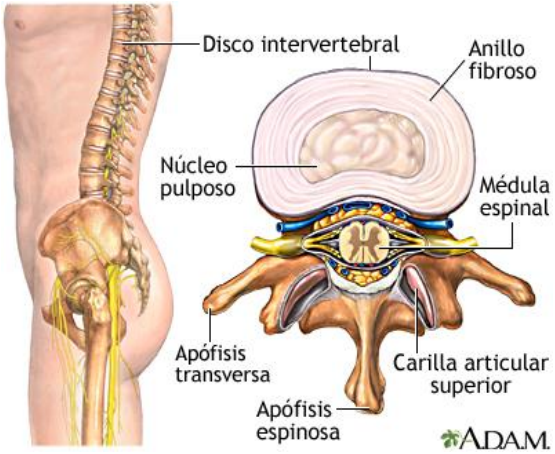



**Ilustración 2 Composición del disco intervertebral**

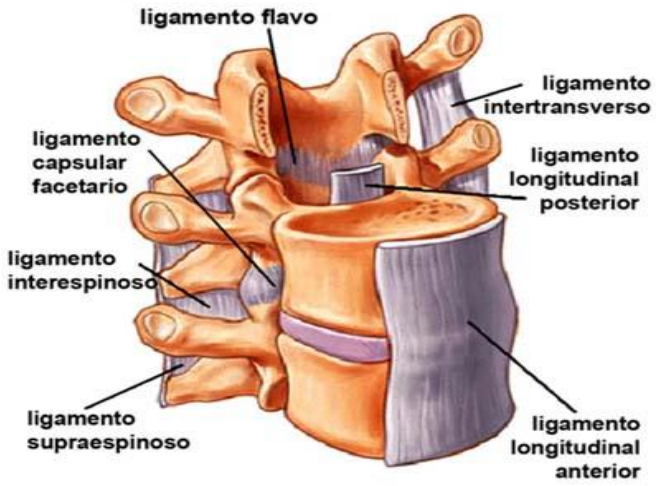



**Ilustración 3 Ligamentos de la columna vertebral**