

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS  
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA  
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE  
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



**“RELACIÓN ENTRE LA ESTABILIDAD MUSCULAR LUMBOPÉLVICA Y LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL DISPARO DE JUGADORES DE FÚTBOL ASOCIACIÓN”**

**CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE**

**PRESENTA**

**M.C. PAUL OCTAVIO GASPAR FERMÍN**

**DIRECTORA**

**M. EN C.D.E. MARÍA LIZZETH MÁRQUEZ LÓPEZ**

**TUTOR**

**E. EN M.A.F.D. GERARDO ARMENGOL VARGAS**

**REVISORES**

**M. EN C.M D. HECTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ**

**M. EN S. P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ**

**M. EN I. C. GUSTAVO SALAZAR CARMONA**

**E. EN M.A.F.D. AMIR TONATIUH FLORES CASILLAS**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO; 2021**

“RELACIÓN ENTRE LA ESTABILIDAD MUSCULAR LUMBOPÉLVICA Y LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL DISPARO DE JUGADORES DE FÚTBOL ASOCIACIÓN”

## Índice

Resumen.....	6
Abstract.....	7
Marco teórico .....	8
Fútbol .....	8
Historia del fútbol.....	8
Reglas oficiales del fútbol .....	11
Biomecánica del disparo.....	15
Valoración de la estabilidad muscular lumbopélvica .....	19
Control lumbopélvico en fútbol asociación .....	20
Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar.....	22
Control motor del core en deportistas y no deportistas .....	22
Cadenas cinéticas .....	25
Anatomía del CORE .....	26
Planteamiento del problema.....	32
Justificación .....	34
Hipótesis .....	35
Objetivos .....	36
Objetivo general .....	36
Objetivos específicos.....	36
Método .....	37
Tipo de estudio.....	37
Operacionalización de las variables .....	37
Universo de trabajo .....	38
Criterios de inclusión .....	38
Criterios de exclusión .....	39
Criterios de eliminación .....	39
Instrumentos de investigación .....	39
Desarrollo del proyecto.....	40
Medición de la estabilidad muscular lumbopélvica.....	40

Medición de la velocidad de disparo del balón.....	42
Límite de tiempo y espacio .....	42
Análisis estadístico .....	42
Implicaciones éticas .....	43
Organización.....	45
Presupuesto y financiamiento .....	46
Resultados y Discusión .....	47
Conclusiones.....	57
Recomendaciones .....	58
Bibliografía.....	59
Anexos.....	63
Anexo 1 .....	63
Anexo 2 .....	64
Anexo 3.....	65

## Resumen

### **“RELACIÓN ENTRE LA ESTABILIDAD MUSCULAR LUMBOPÉLVICA Y LA VELOCIDAD DEL BALÓN EN EL DISPARO DE JUGADORES DE FÚTBOL ASOCIACIÓN”**

En el fútbol asociación uno de los elementos más importantes es el disparo. En el disparo de balón se requiere la transmisión de fuerzas generadas en la musculatura lumbopélvica, a través del tronco, tren inferior y finalmente al balón. La interrupción en esta cadena cinética se asocia a una disminución de la velocidad de disparo del balón y mayor riesgo de lesiones.

Se realizó un estudio no experimental, transversal, de tipo correlacional el objetivo fue determinar la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol. Se incluyeron 21 futbolistas varoniles sub-15. La relación se estableció entre las variables de estabilidad muscular lumbopélvica y velocidad de balón mediante el protocolo de McGill que es una herramienta que mide la duración de ejercicios isométricos que implican la musculatura lumbopélvica y la cuantificación de velocidades de disparo mediante un radar deportivo.

Resultados: No se obtuvo significancia al 5% en la relación entre las variables por lo cual se acepta la hipótesis nula; no existe relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación; no existe referencias bibliográficas que analicen dichas variables.

Conclusiones: El grupo de porteros demostró mayor duración en el protocolo de estabilidad lumbopélvica de McGill (374.9 segundos), también registró la mayor media de velocidad alcanzada en el disparo (77.7 km/h), se determina que no se obtuvo significancia al 5% en la relación de las variables.

Palabras clave: medicina del deporte, velocidad del disparo fútbol asociación.

## **Abstract**

### **"RELATIONSHIP BETWEEN LUMBOELVIC MUSCULAR STABILITY AND BALL SPEED IN THE SHOOTING OF ASSOCIATION FOOTBALL PLAYERS"**

In association football one of the most important elements is the shot. In shooting the ball, the transmission of forces generated in the lumbopelvic muscles is required, through the trunk, lower body and finally to the ball. Interruption in this kinetic chain is associated with a decrease in the ball's firing speed and an increased risk of injury.

A non-experimental, cross-sectional, correlational study was carried out, the objective was to determine the relationship between lumbopelvic muscle stability and ball speed in soccer players shooting. 21 male under-15 soccer players were included. The relationship was established between the variables of lumbopelvic muscle stability and ball speed using the McGill protocol, which is a tool that measures the duration of isometric exercises that involve the lumbopelvic muscles and the quantification of firing speeds using a sports radar.

Results: No significance was obtained at 5% in the relationship between the variables, therefore the null hypothesis is accepted; There is no relationship between lumbopelvic muscle stability and ball speed in association football players shooting; there are no bibliographic references that analyze these variables.

Conclusions: The group of goalkeepers showed a longer duration in the McGill lumbopelvic stability protocol (374.9 seconds), they also registered the highest average speed achieved in the shot (77.7 km / h), it was determined that no significance was obtained at 5% in the relationship of the variables.

Key words: sports medicine, association soccer shooting speed.

## Marco teórico

### Fútbol

#### *Historia del fútbol*

Se conoce que el rugby y el fútbol se generan del mismo árbol genealógico, sin embargo, son muy diferentes en la actualidad, anteriormente su gesto se desarrollaba por completo con el pie a diferencia del rugby que cambio y en la actualidad casi en su totalidad con la mano. (1; 2)

A lo largo de la historia se tienen registros de inicios en diferentes zonas geográficas por ejemplo en Grecia y Roma su origen fue llamado “Episcyros” y “Harpastum” respectivamente, se realizaba el juego en una superficie rectangular con una línea central y el objetivo del juego era que el equipo contrario no llevara el balón al campo contrario. Tuvo mayor apogeo entre el 700 y 800 (D.C). Algunos autores refieren que fueron los romanos quienes introdujeron el fútbol en Gran Bretaña sin embargo algunos no están de acuerdo por la poca similitud del juego actual. (2)

En el oriente lejano y China se practicó en el ámbito militar en el siglo II y III (D.C.) y fue llamado “Ts’uh Kúh”, se practicaba con una pelota de cuero, plumas o pelo animal y consistía en lanzar la pelota a una red que se encontraba a 30-40 metros delimitadas por dos varas de bambú, el balón era golpeado con el pie y el objetivo del equipo contrario era impedir dicha acción. Sin embargo, en Japón se tiene registro de un juego llamado “Kemari” desde los años 500-600 antes de su antecesor chino. Este consiste en pasar de jugador a jugador el balón sin que caiga utilizando una parte del cuerpo, sin disputar el balón. (1)

Por su parte el origen en la península Helénica fue llamado “Episcyros” que a su vez en Roma fue “Harpastum, se practicaba en un área rectangular con una línea central y el objetivo era que el equipo contrario no llegara a la otra parte del campo. Fue muy popular en los años 700-800 (D.C.) y se cree que el imperio romano fue el

protagonista de insertarlo en la península británica, aunque algunos autores descartan esa opción por las diferencias del juego. (2)

En la gran Bretaña durante la guerra entre Inglaterra y Francia entre los años 1337 y 1453 no se permitía practicar ningún deporte debido a que los militares se distraían de sus responsabilidades bélicas. (3)

En Italia la popularidad del juego llega desde Inglaterra y es en Florencia y Venecia donde se comenzó a practicar el llamado "calcio italiano" en donde destacaba la reglamentación y la distinción por uniformes que denotaban a que equipo pertenecías. (2)

Inglaterra por su parte reclama la autoría del fútbol moderno, aunque en sus orígenes fue considerado un juego rudo, divertido, pero poco elegante. Fue entonces que el pedagogo Richard Mulcaster realizó reglas en las cuales incluyó al juego una tercera persona que se encargaría de mediar el juego y así controlar la violencia de este, fue así entonces cómo surgió la figura del "árbitro". También delimitaron la cantidad de jugadores para cada equipo. A pesar de la popularidad del fútbol tuvo limitaciones y prohibiciones sobre todo en la ciudad de Manchester debido a que consideraban que alteraba el orden público. (2)

El 26 de octubre de 1863, para algunos historiadores es considerado como el nacimiento del fútbol moderno debido a que coincide con la fundación del "The Football Association". La historia moderna del deporte más popular del planeta abarca más de 100 años de existencia. Comenzó en el 1863, cuando en Inglaterra se separaron los caminos del "rugby-football" (rugby) y del "association football" (fútbol), fundándose la asociación más antigua del mundo: la "Football Association" (Asociación de Fútbol de Inglaterra), el primer órgano gubernativo del deporte. (1; 4)



Un poco antes de esta fecha Ebenezer Cobb Morley hizo un llamado a escuelas y clubes de Londres para efectuar una reunión con el objetivo de reglamentar un nuevo código para el fútbol en que estuvieran de acuerdo la gran mayoría. (4)

Se dieron 6 reuniones entre el 26 de octubre y el 8 de diciembre de 1863 en la Taberna Freemason's, los participantes fueron 12 clubes: Barnes, Blacheath, Proprietary School, Charterhouse, Civil Services, Cristal School, Forest of Leytonstone, Kensington, NN Football Club, Perceval House, Surbiton y The Crusaders. 11 de los 12 clubes lograron un concenso y establecieron 14 reglas en el "nuevo código" el cual llamaron "Fútbol Asociación". Solo el Blackheath se negó a dicho acuerdo que posteriormente sería pionero en la creación del Rugby. (4)

Las 14 reglas tuvieron de base el código de Cambrige el cual fue considerado el más apto. El mismo consideraba medidas para el campo, metas, sorteo para el comienzo del encuentro, situaciones en caso de gol, saques de banda, fuera de juego, saques de meta, toque del balón con las manos, faltas, derecho a pasar el balón en caso de faltas y materiales del calzado. (4)

El primer presidente de la asociación fue Arthur Pember y el secretario fue el ya antes mencionado Ebenezer Cobb Morley. A pesar de la conformación del nuevo código las disputas siguieron a finales de los años 1870, y en 1878 se dio la fusión definitiva de Sheffield y Londres (FA). Fue entonces que la creación de la "International Football Association Board" puso fin a las diferencias. En 1880 un estudiante y futbolista Charles Wreford-Brown habría sido el creador del término "soccer". (4)

En 1871 se jugó por primera vez la copa FA, contó con un gran número de equipos y la gran final se jugó en el estadio de Wembley en Londres. En 1885 la Asociación de Fútbol FA reconoció los primeros jugadores profesionales. La primera liga profesional fue conformada por 12 equipos en 1888. (4)

La primera competición de liga llegó en la temporada 1888-1889 con la creación de la Football League con 12 equipos participantes, cada equipo disputó 2 partidos

uno como local y uno como visitante totalizando 22 encuentros por club. El ganador fue North End Football Club, en calidad de invicto. (4)

El fútbol se extendió rápidamente a las islas británicas y surgieron nuevas asociaciones las cuales representaron cuatro regiones del entonces Reino Unido de gran Bretaña e Irlanda: Scottish Football Association en 1873, Football Association of Wales 1875, y la Iris Football Association 1880. (4)

En mayo de 1904 nació la FIFA, que tuvo siete miembros fundadores: Francia, Bélgica, Dinamarca, Holanda, España (representada por el Madrid FC), Suecia y Suiza. La Asociación Alemana declaró, el mismo día, su intención de afiliación vía telegrama. La comunidad internacional de fútbol fue creciendo profusamente, no exenta de obstáculos. En 1912, la Federation Internationale de Football Association (FIFA) contaba ya con 21 asociaciones; en 1925 con 36; en 1930, año de la primera Copa Mundial con 41 asociaciones. (5)

Entre 1937 y 1938, las reglas del juego modernas fueron establecidas por Santley Rous, quien sería más adelante presidente de la FIFA. Rous tomó las reglas originales, creadas en 1886, y las ordenó de manera racional (serían revisadas por segunda vez en 1997). (5)

### ***Reglas oficiales del fútbol***

#### *Objetivos del juego*

El fútbol se define como un juego que incluye dos contrincantes y un árbitro con la capacidad de imponer justicia imparcial. Cada equipo está compuesto por 11 jugadores en el campo de juego, con la opción de incluir jugadores suplentes en el transcurso del partido. El resultado del partido puede ser ganar, perder o empatar en dependencia de los goles anotados con el balón. (6)

#### *El balón*

Deberá ser de forma esférica, de cuero o material adecuado, tendrá una circunferencia no mayor a 70 cm y no inferior a 68 cm; un peso entre 410 y 450 gramos, al iniciar el partido tendrá una presión equivalente a 0.6-1-1 atmosferas a nivel del mar. (6)

### Equipamiento del jugador

Se evitará cualquier objeto peligroso para ellos mismos o los jugadores contrarios (cualquier tipo de joyas). Será de carácter obligatorio una camiseta, ropa interior del mismo color del color principal de la camiseta o pantaloncillo corto. Se debe portar espinilleras y calzado según las necesidades del campo de juego. (6)

### El terreno de juego

La superficie de juego será un rectángulo de una longitud máxima de 110 m y mínima de 90 m, de ancho no superior a 90 m ni inferior a 45 m. La cancha será marcada y/o delimitada por líneas no mayores a 12 centímetros (cm). En cada esquina se colocará un poste no puntiagudo con un banderín con una altura mínima de 1.5 m. El terreno de juego estará dividido en 2 partes por una línea media. El centro del campo será marcado con un punto con una circunferencia de 9.15 metros (m). de radio. (5)

### Superficie de juego

Los factores que determinan la comodidad, funcionalidad y seguridad del terreno de juego son:

- Absorción de impactos: capacidad para reducir las fuerzas de impacto recibida por el usuario durante la práctica deportiva.
- Deformación: capacidad para deformarse ante una fuerza vertical como puede ser en el impacto. No debe ser excesiva porque favorece a inestabilidad y lesión.
- Tracción: capacidad relacionada con el agarre del deportista a la superficie. Entre mayor agarre menor riesgo de lesiones o caídas. Sin embargo, en exceso puede causar bloqueos del pie que provocarán una transmisión de tensiones de mayor magnitud a las articulaciones. La tracción rotacional se refiere al agarre en un giro que de forma excesiva podría ocasionar lesiones graves de rodilla. (7)

Se ha determinado que el césped híbrido observa y arroja mejores resultados en los parámetros antes mencionados que el pasto natural, por lo anterior existen

evidencias científicas que relacionan una menor capacidad de amortiguación de impactos del pavimento con un mayor riesgo de lesión lo que convierte al césped híbrido más seguro respecto al pasto natural desde el punto de vista de amortiguación de impactos. (7)

Aunque las diferencias entre los demás parámetros no resultaron estadísticamente significativas, tanto el valor medio de aceleración en tibia medida tras la fase de caída como de la aceleración en cabeza son menores en el césped híbrido. En los ángulos de rodilla no se apreciaron diferencias entre ambas superficies. (7)

Si bien se ha determinado al césped híbrido como una superficie más segura, es una realidad que la mayoría de las superficies en nuestro medio donde practica fútbol son naturales debido a que resulta más costoso la instalación y mantenimiento de un campo híbrido. (7)

#### Posiciones en el terreno de juego

El fútbol asociación es un deporte donde los jugadores tiene roles bien definidos y para ello son asignadas ciertas posiciones. Las posiciones en el fútbol son tan importantes que pueden definir la calidad y el resultado de un partido es por ello por lo que los directores técnicos buscan que los jugadores se especialicen en cada posición para mejorar los resultados. De forma general las posiciones son: portero, defensa, medio y delanteros. (8)

#### **Porteros**

Es uno de los jugadores más importantes, es el encargado de proteger el arco y dentro de su área está autorizado tocar el balón con las manos. Dentro de sus habilidades podemos mencionar anticipación y velocidad de reacción, además de la potencia de disparo para realizar despejes prácticamente a cualquier parte del terreno del juego. Un portero debe ser líder y coordinador del trabajo defensivo y a balón parado.

## **Defensas**

- Defensor central: encargado de frenar la ofensiva contraria antes de que lleguen a la portería. Normalmente se cuenta con 2 centrales. La complexión del jugador debe ser alto, mesomorfo, buen salto, cabeceo y marca. Es común verlos en los tiros de esquina al ataque. (8)
- Defensor lateral o marcador de punta: tiene un rol defensivo, pero en ocasiones cumple funciones de proyección ofensiva. Trabaja por las bandas y apoya el área central. (8)
- Defensor libre por la banda o carrilero: una posición más libre y participan mucho al ataque, de manera creativa. No se deben confundir con los volantes por las bandas o interiores. Buena conducción del balón, precisión de los pases y potencia de disparo son características solicitadas en esta posición. (8)

## **Mediocampistas o volantes**

- Mediocampista defensivo: sus funciones son contención, recuperación y destrucción del juego oponente. (8)
- Central: elabora y distribuye el juego muchas veces llamado creativo.
- Ofensivo: son conocidos como media punta. Es el más adelantado de su posición justo detrás de los delanteros. Son coordinadores del ataque, normalmente son los más talentosos del equipo, cuentan con gran técnica y visión del juego. Son una de las posiciones más difíciles y relevantes del equipo. (8)

## **Delanteros**

- Media punta o medio centro ofensivo: su tarea principal es anotar goles. Tiene también acciones defensivas, pero sobre todo debe ser capaz de crear y repartir el juego con rapidez y versatilidad. (8)
- Segundo delantero o punta: libres y con técnica depurada, gran agilidad y habilidad para generar ataque.
- Centro punta o centro delantero: orquestador del juego actualmente no se utiliza mucho esta posición. (8)

- Puntero: falso extremo o delantero interior: jugadores muy veloces o capaces de conducción del balón. Son creativos, ágiles y generadores de goles.
- Extremo, alero o delantero exterior: sus funciones correr por las bandas desbordando y mandando centros que resulten en gol
- Delantero centro o clavado: son encargados de anotar la mayoría de los goles. Pasan mayormente el tiempo en el área del rival buscando oportunidades del gol a partir de los pases recibidos. Gran puntería.

### **Biomecánica del disparo**

#### Fases de la técnica de golpeo de balón

El análisis biomecánico del golpeo de balón en el fútbol es el fundamento técnico por excelencia en este deporte, que conlleva a la utilización de varios grupos musculares y articulaciones. (9)

El disparo es el gesto deportivo más importante en el fútbol y se realiza en varias ocasiones durante un partido. Se realiza a máxima potencia normalmente con la intención de hacer un despeje o marcar un gol. Entre los disparos o remates más comunes son el de empeine, cara interna o externa. (9)

Se dice que en la técnica de disparo se pueden identificar 5 movimientos principales de suma importancia para realizar la ejecución del movimiento lo mejor posible pero puntualmente se describen 2 fases completas para esta realización en las que se encuentran: la marcha, impulsión de la pierna que realiza el golpeo desde una posición retrasada con respecto al tronco hasta adelantarse, pierna de golpeo, pierna de apoyo, y traslado de golpe de balón de la pierna metodología en el análisis del gesto deportivo . (9)

**Fase 1 Preparatoria (fase de carrera)**: El deportista debe realizar una zancada muy amplia con el tronco levemente retrasado e inclinado hacia el lado opuesto de la pierna de golpeo, para luego extender y abducir el hombro contrario a la pierna que ejecutara el encuentro con el balón, agregando una extensión amplia de la cadera en el lado de la pierna principal (golpeo). El pie de apoyo se debe colocar a altura

del balón entre unos 25-30cm del mismo, teniendo la pierna de apoyo ligeramente flexionada y la rodilla con la cual se efectuará el golpe del balón se encuentra notablemente flexionada. Concluyendo con una mirada fija hacia el balón por parte del jugador. observaremos flexión del cuello a 35° aproximadamente, flexión de hombro a 45° en mano del lado no dominante, abducción del lado dominante a 45° y extensión a 20°. Flexión de columna a 30°. Rodilla del lado no dominante en flexión de 20°, rodilla dominante a 45° de flexión. La punta del pie de apoyo mantiene contacto con el piso y se encuentra tobillo a 15° de extensión. El tobillo que impactara el balón se encuentra suspendido en el aire y a una extensión de 15°. (9)

***Fase 2 Ejecución (fase principal):*** Se inicia con una rápida flexión de cadera (45° en pierna de apoyo), con la rodilla que realizará el disparo en una flexión de 90°, y comienza extensión de rodilla bruscamente por parte de la pierna de golpeo hasta que hace contacto con el balón rodilla en flexión a 15°, la cadera está levemente flexionada a 30° en el lado de apoyo, al contrario de la fase anterior, ahora habrá una aducción (10°) y extensión (5°) de hombro contraria a la pierna ejecutora, para continuar con la rodilla de la pierna golpeadora levemente flexionada al momento del contacto con el balón, para terminar golpeando el balón en la zona central con en el empeine.

***Fase 3 continuación o final:*** Se prolonga la flexión de cadera (45°) y comienza la extensión de la rodilla (0°), llegando lo más adelante posible para luego de poco ir volviendo hacia atrás de una manera natural, acompañado de los brazos donde observamos el hombro del lado de apoyo con flexión de 45° y abducción de 20°, hombro de lado del contacto al contrario con extensión de 45° y aducción de 10°, los mismos se mueven naturalmente uno yéndose a posterior y otro anterior. El tobillo de apoyo se encuentra en contacto con la superficie con una extensión de 10° y el tobillo de contacto a 25° de extensión al momento del contacto. (9; 10)

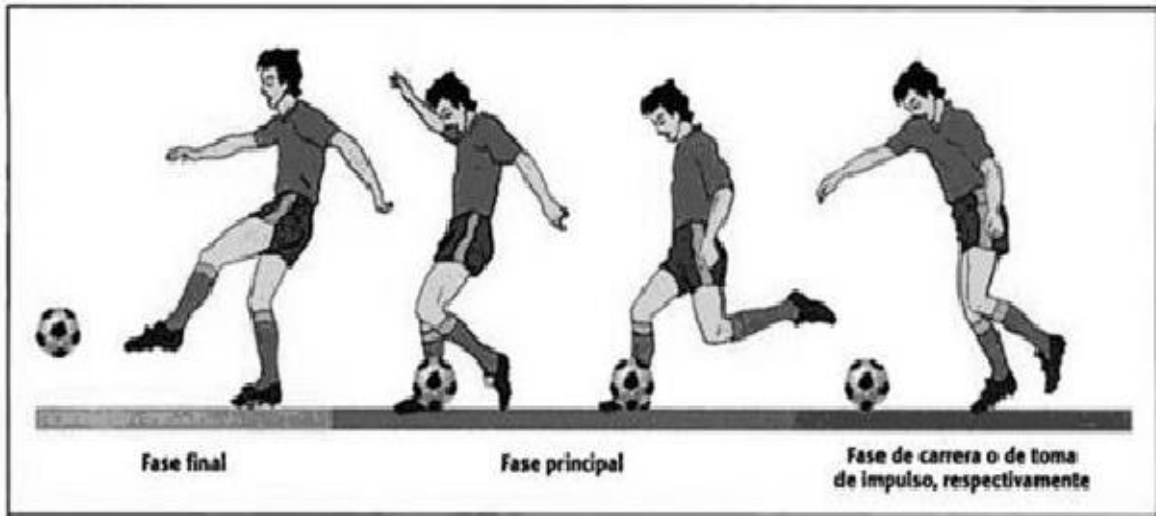


Figura 1. Biomecánica del golpeo de balón (9)

### Disparo desde el punto penal

La velocidad en el golpeo de balón con el empeine para jugadores de fútbol expertos ha sido registrada como 61.2 - 64.8 km/h. Se sugiere que la velocidad del pie justo antes del contacto es hasta 86.4 km/h y si el contacto es bueno el balón puede incrementar hasta 25.2 km su velocidad. (11)

En el campeonato mundial de Italia 90 se indicó que las velocidades desarrolladas por los mejores jugadores profesionales podrían alcanzar la velocidad de 115.2 – 126 km/h. (11)

Se dice que si la velocidad de llegada del balón a la portería desde el disparo en el punto penal es de 70 – 80 km/h es imposible la intervención con éxito del portero. También debe cumplir con la distancia respecto a los postes laterales la cual no debe exceder los 90 cm. La posibilidad de éxito del portero es la anticipación excesiva que sería penada por el árbitro repitiendo el penal. El pateador podría incrementar su porcentaje de efectividad observando la posición inicial del guardameta. (11)

### Método de medición de velocidad

Los radares de velocidad son utilizados en el ámbito deportivo para medir la velocidad de desplazamiento de un objeto (balón, pelota, flecha, jabalina, bala), siendo su desarrollo tecnológico enfocado en el tráfico vial.



Medir esta velocidad es posible al efecto Doppler. La antena del cinemómetro emite una señal de forma continua con una longitud de onda predeterminada. Al chocar un objeto sólido, cambia su frecuencia y se detecta en el sensor. Según la variación de la frecuencia que se produzca, se calcula la velocidad a la que se mueve el objeto. (12)

### *Tipos de radares*

#### ***Radar de microondas***

Emiten energía a altas frecuencia (10,525 GHz), detectan la intensidad y velocidad de los vehículos y el cambio de frecuencia de la señal emitida debido al efecto Doppler. (12)

#### ***Lazo inductivo***

Basan su funcionamiento en la inducción electromagnética. Se realizan cortes en el pavimento de 2 metros de lado y se crea una bobina enterrando el cable en estos cortes. Al pasar el objeto es interceptado y medido el tiempo de duración de la corriente.

#### ***Infrarrojo***

Se basan en la utilización de un sensor de fotones. Cuando un objeto se aproxima entra en zona de detección, debido a que el calor produce un cambio en la energía radiada.

#### ***Visión artificial***

Su funcionamiento se basa en el tratamiento de imágenes capturada por una cámara de televisión, obteniéndose los mismos parámetros que con los detectores de lazo inductivo dobles.

#### ***Ultrasonido***

Se emiten ondas de sonido perpendicularmente. La presencia de un objeto se determina por la diferencia de tiempos en llegar a la onda reflejada. La frecuencia de ondas está situada en el rango de 25 a 50 kHz, por encima de las frecuencias de la banda de frecuencias audible. (12)

## **Sport Radar SKLZ**

### *Funciones generales*

- La medida de velocidad máxima legible es de 150 MPH o 199 km/h.
- La medición de velocidad mínima legible es de 14 MPH o 23 km / h

El funcionamiento se puede optimizar siguiendo las siguientes recomendaciones: colocar lo más cerca posible del vuelo del balón, cuanto más lejos la unidad está del vuelo del balón, la mayor probabilidad de lecturas defectuosas, no obstruir el sensor, el radar deportivo detecta todo movimiento, por lo que eliminar cualquier movimiento que no sea la bola maximizará el rendimiento de la unidad. (13)

Al colocar el Radar deportivo, asegúrese de que esté protegido por una red o a una distancia segura de cualquier posibilidad de impacto. No apunte el radar directamente al sol. El Radar deportivo funciona con la mayoría de los tipos de balones de fútbol, sin embargo, bolas con las cubiertas sintéticas pueden dar lecturas inexactas, o ninguna lectura en absoluto. Para mejores resultados, SKLZ recomienda usar balones oficiales y balones de cuero con el Radar deportivo. El radar deportivo necesita una buena vista de la pelota para obtener lecturas precisas. (13)

En el deporte es importante obtener valores cuantitativos de parámetros que nos permitan medir el avance o mejoramiento respecto al entrenamiento específico de la fuerza muscular; la velocidad del balón es el resultado de la transmisión de fuerzas generadas a nivel de la musculatura central por lo que su medición es importante para relacionarla con la fuerza y resistencia a nivel lumbopélvico. (13; 14)

### **Valoración de la estabilidad muscular lumbopélvica**

La valoración de la estabilidad central es un procedimiento complejo ya que es difícil determinarlos con un único test tomando en consideración que está integrada por distintas partes que trabajan en sinergia para otorgar dicha estabilidad. (14)

En la actualidad no existe un test o prueba que se pueda considerar el estándar de oro para valorar la estabilidad central. La estructura del CORE contiene diferentes componentes susceptibles de ser medidos (fuerza, resistencia muscular, potencia, capacidad propioceptiva). (14)

Cualquier prueba que valore la resistencia muscular mediante una única acción articular del tronco, no representa verdaderamente una valoración global de la estabilidad central, si no la capacidad de unos pocos músculos de resistir la fatiga muscular local en una determinada acción muscular concreta ya sea dinámica o isométrica). (14)

McGuill es el protocolo con una batería de pruebas que se ha utilizado por varios autores para medir la estabilidad muscular lumbopélvica en personas activas y que realizan deporte. Cuando se comenzó a utilizar este protocolo fue desarrollado para pacientes con dolor en zona lumbar y está conformado por 4 pruebas de resistencia muscular de tipo isométrica. Este protocolo se puede realizar con material de fácil acceso y no necesitamos ningún equipo especial. Algunos autores demostraron que es confiable y tiene validez para ser utilizado en un estudio científico. El autor del protocolo de McGill demostró que cada una de las pruebas que lo conforma tiene una fiabilidad alta al repetirlo durante 5 días consecutivos en jóvenes sanos de ambos sexos; .98 para el test de extensores del tronco, .97 para el de flexores de tronco, .99 para el puente lateral a ambos lados. (14)

### ***Control lumbopélvico en fútbol asociación***

El fútbol se considera un deporte acíclico el cual consta de componentes aeróbicos y anaeróbicos, intermitente, de habilidades abiertas y de gran complejidad. La Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) reportó en 2006 que aproximadamente 265 millones de personas lo practican de manera profesional, semiprofesional o amateur. Esto representa un 4% de la población mundial. (15)

Las acciones más representativas en este deporte están representadas por situaciones de alta intensidad como sprints, giros, saltos, golpes de balón,

entradas. Dichos patrones requieren de un alto desarrollo de la fuerza rápida y potencia, donde toma importancia la generación del impulso a nivel de la musculatura central. (15)

El fútbol es considerado un deporte con contacto y genera mayor riesgo de lesiones, a nivel del tobillo (15-56%), rodilla (12-26%) y el tronco (15-25%). En el ámbito profesional y amateur son habituales los programas de entrenamiento de la musculatura lumbopélvica. (15)

Los objetivos en los programas de fortalecimiento lumbopélvico suelen ser la mejora del rendimiento deportivo y la prevención de lesiones, mediante el desarrollo de cualidades musculares del tronco o de musculatura central, tales como la resistencia, la fuerza y la capacidad de estabilización de las estructuras del Core. (15)

El entrenamiento de la fuerza-resistencia del Core puede llegar a ser eficaz para aumentar el rendimiento deportivo y es una herramienta esencial para incrementar la estabilidad del tronco, factor importante en la transmisión de fuerzas y prevención de lesiones. (15)

El deporte donde se han analizado los efectos del entrenamiento del core es sin duda el fútbol por su importancia a nivel global. Varios estudios han demostrado tener beneficios para incrementar el rendimiento entre ellos: fuerza extensora del tronco, velocidad en sprint de 10 a 20 metros, equilibrio estático y dinámico, longitud de salto, y fuerza en el disparo. (16)

Se ha demostrado como el entrenamiento de la estabilidad del CORE es más efectivo que la realización de ejercicios tradicionales de fortalecimiento de la zona media sobre el equilibrio, así como en el rendimiento deportivo en futbolistas juveniles en donde se afirma que tanto el entrenamiento en superficie estable como inestable es eficaz para la mejora del CORE y rendimiento en combinación en el entrenamiento regular en futbolistas. (16)

### ***Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar***

El termino CORE fue usado por primera vez por Richard H. Domínguez, Robert S. Gajda en el libro Total Body Training. Etimológicamente significa núcleo, centro o zona media, se refiere a la zona lumbopélvica que incluye músculos que estabilizan la columna vertebral y región abdominal. La acción conjunta de estas estructuras permite un adecuado control de la estabilidad corporal. Debe ser comprendido como concepto funcional que engloba estructuras musculares, osteo-ligamentosas y de control neural. (17)

#### ***Control motor del core en deportistas y no deportistas***

Es un factor importante en la realización eficiente de habilidades motoras deportivas. Sería ilógico pensar que los deportistas presenten estrategias de activaciones neuromotoras diferentes, o más desarrolladas, que los no deportistas. Poblaciones de mujeres no entrenadas que fueron expuestas a desestabilizaciones súbitas del tronco durante la realización de juegos de fútbol, mejoraban el tiempo de respuesta de los músculos del CORE y el control de desplazamiento en relación con un grupo que realizaba carrera continua y con respecto a un grupo de control. Por lo que la especificidad del deporte puede ser un factor determinante a la hora de generar adaptaciones. (17)

En un interesante estudio realizado con 277 deportistas (140 mujeres y 137 hombres) se valoró, de forma longitudinal (3 años), la capacidad de estabilización raquídea en diferentes planos ante una situación inesperada. En el estudio, se pudo comprobar como un déficit en el control neuromuscular del raquis se relacionaba con un mayor riesgo de lesión en la articulación de la rodilla, especialmente en la muestra de mujeres. (17)

Si la zona media del cuerpo está entrenada equilibradamente entonces, los movimientos y fuerzas de las extremidades se transmitirán de inferiores a superiores y viceversa como cadena muscular teniendo como respaldo a la musculatura de dicha zona, lo que implica una eficiencia en el movimiento, mejor equilibrio y coordinación, mayor beneficio de una postura firme y controlada que además

aumentará la fuerza y flexibilidad en el complejo lumbo-pélvico-cadera (sacro-ilíaco). Para que todos esos últimos aspectos se puedan dar es necesario hablar de la estabilidad de la columna vertebral, pues es esta última a fin de cuentas la que brinda el soporte sobre el cual actúan todas las estructuras que la conforman, para obtener como resultado los movimientos. (18)

La estabilidad de esta estructura depende de un funcionamiento armónico de vértebras, músculos, discos, cápsulas y ligamentos, pero si por alguna razón uno de estos componentes falla en su acción, provoca una alteración en la mecánica de la columna desembocando en un desbalance progresivo de la misma, se propuso que el concepto de la zona neutra era indispensable para comprender la estabilidad de la columna. Este concepto se refiere al rango de desplazamiento próximo a la posición neutral de los segmentos de la columna en donde se requiere de una resistencia mínima de las estructuras osteoligamentarias. (19)

La zona neutral se puede incrementar por lesiones, degeneración de las articulaciones, pérdida de rigidez pasiva, debilidad o inhibición de la musculatura estabilizadora. Cuando se produce el incremento de la zona neutral, la columna se vuelve inestable.

También la estabilidad de la columna vertebral se ve influenciada por la interacción entre tres sistemas:

Sistema de control pasivo: compuesto por vértebras, los discos intervertebrales, las articulaciones cigapofisiarias y los ligamentos. Sistema de control activo: integrado por los músculos y los tendones que rodean y actúan sobre la columna vertebral.

Sistema de control neural: compuesto por los nervios periféricos y el sistema nervioso central que dirige y controla el sistema activo para que proporcione estabilidad dinámica frente a la estabilidad de la columna, se planteó una hipótesis sobre dos sistemas musculares que actúan para mantener la estabilidad de la columna: (20)

El sistema muscular global: compuesto por los músculos productores de fuerzas rotatorias que actúan sobre el tronco y la columna vertebral sin estar directamente insertados a ella. Estos son: recto del abdomen, oblicuo externo y la porción torácica del músculo iliocostal lumbar. Proporcionan estabilización general del tronco, pero no ejercen ninguna influencia segmentaria sobre la columna.

El sistema muscular local: compuesto por músculos que se insertan directamente en las vértebras lumbares, es responsable de proporcionar estabilidad segmentaria, y controla de manera directa los segmentos lumbares. Estos son: multifidos lumbares, el psoas mayor, el cuadrado lumbar, las porciones lumbares del músculo iliocostal lumbar y el longísimo, el transverso del abdomen, el diafragma, las fibras posteriores del oblicuo interno y músculos de menor tamaño como los interespinosos o los intertransversos. Estos dos sistemas mencionados deben trabajar reclutando coordinadamente músculos del tronco del sistema local y global para suplir los constantes cambios que exige la vida diaria en diversas actividades y asegurar así la estabilidad dinámica de la columna.

Al estar en un continuo contacto con el medio exterior, el organismo está recibiendo muchos estímulos a través de estructuras que se encuentran en los ojos, la piel, los oídos, pero a su vez está captando información sobre el medio interno por detectores en los músculos y las articulaciones; estos estímulos sensoriales deben ser enviados al sistema de control central.

La propiocepción es el proceso en el que se aporta información al sistema nervioso central sobre la posición y el movimiento de las diferentes partes del organismo. Esta información la brindan los receptores aferentes que están ubicados en la piel, los músculos, las articulaciones y los tejidos blandos. El término propiocepción fue utilizado por primera vez en 1907 por Sherrington para describir el sentido de la postura, la posición y el movimiento. Schafer describe la propiocepción como “conciencia cinestésica relacionada con postura, posición, movimiento, peso, presión, tensión, modificaciones en el equilibrio, resistencia a los objetos externos y patrones de respuesta estereotipada asociada”. (20; 21)

Los receptores de nuestro interés son:

**Mecanorreceptores:** que detectan la deformación de los tejidos adyacentes. Son excitados por presiones o distorsiones mecánicas, responderían al tacto o al movimiento muscular. Dentro de éstos se encuentran los propioceptores que son: los husos musculares, encargados de detectar la longitud del músculo y por ende el grado de flexión o extensión de una articulación; receptores capsuloligamentosos que se encargan de transmitir información sobre la posición y el movimiento de la articulación hacia la corteza cerebral; y receptores tendinosos de Golgi, que proporcionan información sobre la fuerza de contracción de los músculos. (22; 21)

**Nociorreceptores** que registran el dolor. El sistema propioceptivo es pues todo el proceso mediante el cual se envía la información, a través de las vías aferentes con sus respectivos receptores, de sensaciones interoceptivas que se originan en estructuras somáticas del organismo a la médula y el cerebro para procesarla, el objetivo es una respuesta ajustada y coordinada para conseguir o mantener el movimiento o postura deseada para evitar o detectar lesiones por posturas viciosas o compensatorias. (23)

### ***Cadenas cinéticas***

Cada movimiento se realiza por un engranaje entre las articulaciones sucesivas. La efectividad del movimiento se debe a la suma de los grados cinéticos de dicha cadena, es más efectiva cuando existe mayor coordinación, destreza, correlación y captación. (24)

#### *Tipos*

**Cerradas:** caracterizado por producirse una fijación del segmento distal y el que se desplaza es el segmento proximal.

**Abiertas:** Se produce una fijación de los segmentos proximales y el movimiento se produce a nivel de los segmentos distales. El segmento distal se mueve sobre el proximal. (24)



Se compone de 2 subtipos dependiendo los objetivos:

- Cadena cinética secuencial: busca proyectar un objeto o segmento más distal a gran velocidad en el espacio, esta es la que se utilizará en el presente estudio. Precisa de un perfecto control muscular agonista previo a la contracción concéntrica. Los músculos agonistas tienen acción excéntrica en retroceso y concéntrica en aceleración. En cambio, los antagonistas tienen actividad excéntrica para disminuir la velocidad angular. (24)
- Cadena cinética de empuje: esta busca proyectar un objeto o segmento distal con gran precisión o contra menos resistencia. Todos los segmentos de la cadena se desplazan simultáneamente y el extremo proximal es estabilizador. (24)

### ***Anatomía del CORE***

Core no es un concepto descrito en los tratados clásicos de anatomía, sino un concepto funcional utilizado habitualmente para referirse de forma conjunta a las estructuras musculares y osteoarticulares de la parte central del cuerpo, sobre todo, del raquis lumbo-dorsal, la pelvis y las caderas. Este concepto se ha utilizado especialmente en el ámbito deportivo, ya que las estructuras referidas participan conjuntamente en el mantenimiento de la estabilidad del tronco y en la generación y transferencia de fuerzas desde la parte central del cuerpo hacia las extremidades en actividades tan diversas como correr, lanzar o golpear, siendo el centro de las cadenas cinéticas que participan en estas acciones.

<b>Músculos locales</b> <b>(sistema de., estabilización)</b>		<b>Músculos globales</b> <b>(sistema de movimiento)</b>
Primario	Secundario	
- Transverso abdominal - Multifidos	- Oblicuo interno. - Fibras medias del oblicuo externo. - Cuadrado lumbar. - Diafragma. - Músculos del suelo pélvico. - Iliocostal y longuísimo (porciones lumbares).	- Recto abdominal - Fibras laterales del oblicuo externo - Psoas mayor - Erector espinal - Iliocostal (porción torácica)

**Tabla 1. Musculatura del core (25)**

Se ha establecido una clasificación de la musculatura de la zona central a partir de dos sistemas: el sistema local (estabilización) y el global (movimiento). (25)

*Transverso abdominal*

O: Cara interna de la últimas 5-6 costillas, en el ligamento lumbocostal, en las apófisis costiformes de L1-L5, en la cresta iliaca y en el arco de falopio.

I: Se inserta en la línea media, realizando una curva aponeurótica que es máxima a la altura del ombligo. Llamado arco de Douglas.

N: Nervios espinales torácicos T8-T12, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

F: Constrictor del abdomen, aumenta la presión intraabdominal, contribuye a la micción, defecación, vómitos, tos, partos, espiración forzada. (26)

*Oblicuo interno*

O: Cresta iliaca, en el arco de falopio, apófisis espinosas de L5-S1. (26)

I: Las fibras posteriores se insertan en el borde caudal de las últimas 3 costillas, en el apéndice xifoides, las fibras medias e inferiores en la línea alba.

N: Nervios espinales torácicos T8-T12, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

F: Rotan al mismo lado. De forma bilateral flexionan el tronco.

### Oblicuo externo

O: Cara lateral de las costillas 5-12, interna a las digitalizaciones serradas entremezcladas con los músculos serrato mayor y dorsal.

I: Cresta iliaca a la parte externa de la aponeurosis de los rectos del abdomen. Algunas fibras al llegar a la espina iliaca anterosuperior, saltan hasta las inmediaciones del pubis, forman un orificio llamado arco de Falopio, arco crural o anillo inguinal.

N: Nervios espinales torácicos T8-T12, nervio iliohipogástrico y nervio ilioinguinal.

F: Unilateral: inclinación hacia el mismo lado. Rotación hacia el lado contrario.

Bilateral: flexión del tronco.

### Cuadrado lumbar

O: en el 1/3 medial de la cresta iliaca, en el ligamento iliolumbar superior.

I: Borde caudal de la 12va costilla. Algunas fibras terminan en la apófisis costiformes pero luego vuelven a la 12va costilla.

N: Nervios espinales torácicos T7-T12.

F: Lateralización de caja torácica. Descenso inspiratorio. Elevación de la hemipelvis por el lado de la contracción. (26; 27)

### Diafragma

O: Se origina por fibras musculares o tendinosas, en todos los elementos anatómicos que forman el orificio costal inferior, diferenciándose varias partes:

La más gruesa es la parte vertebral denominada “pilares del diafragma” una a la derecha mucho más ancha y larga y otra más pequeña a la izquierda. El pilar derecho asciende y va a unirse con el izquierdo formando un orificio llamado “orificio aórtico”, encima del cual se limita otro orificio también por los mismos pilares llamado “orificio esofágico”. Otra parte llamada “fibras o pilares lumbares” que vienen desde la 1ª vértebra lumbar a la 12ª costilla.

Otra porción costal que va desde la 12ª costilla a la 7ª. También tiene fibras esternales en la cara inferior del esternón. (26; 28)

I: Todas confluyen en el “centro frénico” que tiene forma de trébol, en cuya parte derecha existe un orificio para la vena cava inferior. Este centro de encuentra a la altura del 5to espacio intercostal y puede ascender hasta 3-5 cm, hasta el 3er espacio intercostal. Normalmente puede subir o bajar de 2 a 3 cm.

N: Nervios frénico, el cual contiene axones de los nervios espinales cervicales (C3-C5).

F: Cuando existe contracción se aplana y aumenta los diámetros cráneo caudal y ensancha el orificio torácico inferior. En la contracción exprime al hígado, vaciándolo de sangre mejorando el retorno venoso. (26)

### Iliocostal

O: Porción lumbar: canal lumbosacro, zona correspondiente al 1/3 posterior de la cresta iliaca, articulación sacroiliaca, cara posterior del sacro hasta S3, L4 y L5 y en la fascia lumbodorsal.

Porción dorsal: en las últimas 6 costillas.

I: Porción lumbar: zona latero inferior de las 6 últimas costillas.

Porción dorsal: zona latero inferior de las primeras 6 costillas.

N: Rama posterior de los nervios espinales.

F: Unilateral: flexión y rotación hacia el mismo lado.

Bilateral: extensión o hiperextensión de la columna. (26; 28)

### Recto abdominal

O: Borde superior del pubis por medio de un pequeño tendón de 2-3 cm.

I: Cara anterior de los 5°, 6° y 7° cartílagos costales y apéndices xifoides.

Están cubiertos por una fascia común, que le da a esta zona una mayor contención y que sirve como vaina para el desplazamiento de los músculos rectos del abdomen. Se trata de un músculo poligástrico formado por 4 vientres musculares separados por 3 bandas tendinosas. La más inferior está a la altura del ombligo, mientras que la más superior a la altura de la 8ª costilla. Cada zona recibe nervios independientes que inervan cada segmento, excepto en la zona intermedia que se queda sin inervación, convirtiéndose en una aponeurosis.

N: Nervios espinales torácicos T7-T12.

F: Posición erecta y sostén visceral. En contracción aumenta la presión abdominal y ayuda a la defecación o micción. Flexión de la columna vertebral. El tono aumentado limita la inspiración máxima y favorece la espiración. (26)

### Psoas mayor

O: En las caras laterales de las vértebras D12-L5.

I: Trocánter menor junto a la parte iliaca.

N: Nervios espinales lumbares L2-L3.

F: Unilateral: Lateralización hacia el mismo lado. Rotación hacia el lado contrario.

Bilateral: Flexión de la columna lumbar (a favor de la gravedad).  
Acentuación de la lordosis lumbar. (26)

## **Planteamiento del problema**

En el fútbol asociación, uno de los elementos más importantes es el disparo del balón ya sea en un despeje por parte del portero o defensas, un pase largo por los mediocampistas o en el disparo a portería desde fuera del área o desde el punto penal por parte de los delanteros, que si bien, todos los jugadores realizan dicho movimiento y entre más precisión, rapidez y potencia con que se haga en cualquier parte del campo se garantiza mejor rendimiento y resultados de todo el equipo.

La velocidad del balón en el disparo es uno de los elementos clave para que el mismo sea efectivo, se han registrado velocidades de hasta 210.8 km/h en un partido oficial; ya que un balón de fútbol requiere la transmisión de fuerzas generadas en la musculatura lumbopélvica, a través del tronco, tren inferior y finalmente a través del balón. Las interrupciones de esta cadena cinética, específicamente en el control lumbopélvico, se ha asociado con una disminución del rendimiento de disparo de balón mayor riesgo de lesiones. (29)

En diferentes deportes está reconocida la importancia de la estabilidad muscular lumbopélvica y el buen desarrollo de la musculatura central para producir movimientos balanceados, poderosos y explosivos. Una base sólida de equilibrio muscular es esencial. Una musculatura débil puede llevar a movimientos menos eficientes o incluso desarrollar movimientos o posturas compensatorias. (30)

Desafortunadamente la importancia dada a la estabilidad muscular lumbopélvica dada en deportes como el atletismo y combate, no se ha dado en el mundo de los deportes de equipo sobre todo a niveles juveniles basado en la importancia del gesto deportivo de disparo del balón para garantizar el mejoramiento de resultados y rendimiento en un equipo de fútbol.

Se propone investigar la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del disparo de balón en jugadores fútbol, teniendo como principio que con una estabilidad mayor se optimizan las cadenas cinéticas de disparo de balón en fútbol, esperando que a mayor estabilidad mayor sea la velocidad de disparo.

Se espera encontrar una relación directamente proporcional entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad de disparo además que se vea reflejado positivamente en la identificación de jugadores con mayor área de oportunidad para fortalecer esta zona anatómica y la optimización de los disparos de balón en su velocidad final dependiendo de la posición de los jugadores, prevenir lesiones y el mejoramiento de los resultados.

Por lo anterior se plantea la pregunta de investigación:

¿Cuál es la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol?



## **Justificación**

El deporte más popular y practicado en el mundo es el fútbol asociación, actualmente se cuenta con dos asociaciones profesionales: la federación mexicana de fútbol asociación y la liga de balompié mexicano (LBM). (1)

El promedio de velocidad para garantizar que un disparo desde el punto penal sea exitoso oscila entre los 70-80 km/h. El brasileño Ronny Heberson posee el record de disparo con 210.8 km/h cabe destacar que este fue desde tiro libre en un partido oficial de la liga portuguesa de primera división en el 2006. (11; 29)

Esto evidencia la importancia de la identificación de la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica para la posterior implementación de trabajo en el fortalecimiento para lograr aumentar la velocidad de disparo en jugadores de fútbol, debido a que el disparo es el gesto deportivo más importante en este deporte incluyendo a los porteros que necesitan hacer disparos potentes y precisos al momento de despejar el balón. La identificación de esta relación permitirá el conocimiento de los jugadores con menor estabilidad lumbopélvica esto con la finalidad de poder mejorar dicha condición mediante el aumento de fuerza muscular lumbopélvica garantizando la transmisión correcta de fuerzas por las cadenas cinéticas que puede ver reflejados además de resultados positivos, menor incidencia de lesiones y optimizando recursos para el tratamiento y rehabilitación de los jugadores esperando incrementar la obtención apoyos que vean reflejada la economía satisfactoriamente.

El presente estudio es viable debido a que se cuenta con la autorización y disposición de la institución deportiva para realizar la medición tanto de estabilidad muscular lumbopélvica como de la velocidad de balón en el disparo en jugadores de fútbol, además de que el investigador tiene acceso a los instrumentos necesarios, así como los consentimientos/asentimientos informados necesarios para realizar este trabajo terminal.

## **Hipótesis**

H<sub>i</sub>: Existe una relación directamente proporcional entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación.

H<sub>0</sub>: No existe relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación.

H<sub>a</sub>: Existe una relación inversamente proporcional entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Determinar la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol.

### **Objetivos específicos**

- Registrar la estabilidad muscular lumbopélvica de jugadores de fútbol por posiciones.
- Medir la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol.
- Clasificar la velocidad del balón en el disparo por posición.
- Establecer el porcentaje de estabilidad muscular lumbopélvica según el tiempo de vida deportiva.
- Identificar la velocidad del balón de acuerdo con el lado dominante de cada jugador.

## Método

### Tipo de estudio

No experimental, transversal, de tipo correlacional.

### Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	CLASIFICACION
<b>VELOCIDAD DE DISPARO</b>	El disparo en fútbol es la aplicación de fuerzas musculares hacia el balón para que este recorra una distancia en un tiempo determinado.	Km/h que recorre un balón de fútbol tras aplicar la sumatoria de fuerzas durante el disparo.	Kilómetros por hora Km/h	Dependiente, cuantitativa, continúa.
<b>ESTABILIDAD MUSCULAR LUMBOPÉLVICA</b>	Capacidad de las estructuras osteoarticulares y musculares	Protocolo de McGill: 1.Decubito prono 2.Decubito lateral 3.Extension del tronco 4.Flexión de cadera	Sumatoria de segundos totales.	Dependiente, cuantitativa, continúa.
<b>POSICIONES DE JUEGO</b>	Función específica que desempeña cada jugador durante el partido.	Portero Defensa Medios Delanteros	Porteros: encargado proteger la portería y evitar el gol. Defensores: defensa central, defensor lateral o marcador de punta, defensor libre por la banda o carrilero. Mediocampistas: medio defensivo, central, ofensivo. Delanteros: Media punta o centro ofensivo, segundo delantero, centro punta o centro	Cualitativo, nominal, policotómica.

VARIABLE	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	CLASIFICACION
			delantero, puntero o falso nueve, delantero exterior y delantero centro clavado.	
<b>VIDA DEPORTIVA</b>	Tiempo que tiene practicando algún deporte con entrenamiento dosificado, controlado y supervisado por un profesional.	Principiantes  No principiantes	Tiempo que lleva de entrenamiento en años cumplidos.  Principiantes: < a 7 años.  No principiantes: ≥ a 7 años.	Cualitativa nominal, dicotómica.
<b>LADO DOMINANTE</b>	Con origen en la palabra francesa "lateralite", el concepto de lateralidad hace referencia a la predilección que nace de manera espontánea en un ser vivo para utilizar con mayor frecuencia los órganos que se encuentran en el lado derecho o izquierdo del cuerpo.	Zurdo  Diestro	Zurdo (lanza con brazo izquierdo)  Diestro (lanza con brazo derecho)	Cualitativo, nominal, dicotómica

Fuente: creación propia

### **Universo de trabajo**

La población de estudio correspondió a un grupo jugadores de fútbol. La población definida participante correspondió a 21 atletas.

La muestra fue no probabilística por conglomerado.

### ***Criterios de inclusión***

Jugadores de fútbol asociación de 14 a 15 años.

Vida deportiva mínima de 12 meses.

Atletas del sexo masculino.

Atletas que contaban con el consentimiento/asentimiento del club.

Consentimiento informado del jefe de servicios médicos del club.

### ***Criterios de exclusión***

Jugadores que no contaron con registro vigente en la institución de estudio.

Jugadores que presentaron alguna patología aguda que les impidió realizar la valoración inicial.

### ***Criterios de eliminación***

Jugadores que presentaron efectos adversos ante las pruebas de medición de estabilidad muscular lumbopélvica.

Jugadores que presentaron eventos adversos (mareos, palpitaciones, temblor, mareo, dolor precordial, dolor musculoesqueletico lumbar y/o abdominal) al realizar los disparos de balón en fútbol.

Quienes no siguieron las indicaciones del protocolo de medición de estabilidad lumbopélvica.

Quienes no siguieron las indicaciones del protocolo de medición de velocidad de disparo de balón.

Quien solicitó abandonar el estudio voluntariamente.

### **Instrumentos de investigación**

- Se utilizó un radar para medir la velocidad de lanzamiento marca y modelo: Sport Radar SKLZ®
- Balón utilizado fue de fútbol oficial avalado por la Federación Mexicana de Fútbol Asociación. Marca Voit®.
- Red deportiva. GoSports® o semejante.
- Hoja de recolección de datos. (Ver anexo 4)
- Lentes de protección solar marca Hawckers.
- Camilla de fisioterapia.
- Cronometro Polar m430®

## **Desarrollo del proyecto**

Previa exposición del objetivo de estudio ante los directivos de la institución deportiva, fue obtenido su consentimiento informado (anexo 1), el estudio incluyó a pacientes aparentemente sanos, sin antecedentes de lesiones músculo esqueléticas que les impidiera realizar las pruebas de estabilidad lumbopélvica de acuerdo con los criterios establecidos para todos aquellos que quisieron participar en el presente trabajo, misma que se registró (anexo 2). No se requirió consentimiento informado por parte de padre o tutor debido a que el club ya cuenta con contratos en donde autorizan la realización de pruebas físicas con el objetivo de conocer el estado de salud y el rendimiento físico deportivo de los jugadores. Posterior a la firma del consentimiento/asentimiento informado por parte de los directivos de la institución (anexo 1) se realizó un calentamiento poliarticular de 10 minutos previo a la medición de estabilidad muscular lumbopélvica y de velocidad de disparo de balón, que se realizó en el campo de juego en el siguiente orden porteros, defensas, mediocampistas y delanteros, realizaron 3 disparos consecutivos cada uno y se vació la información correspondiente en el concentrado (anexo 3) y posterior a ello se realizó la medición al siguiente grupo asignado.

### ***Medición de la estabilidad muscular lumbopélvica***

Al grupo de 21 futbolistas se sometió a la medición de la estabilidad lumbopélvica y fue registrado en formato de valoración de la resistencia muscular central propuesta por McGill y sus datos fueron vaciados a la hoja de recopilación de datos (anexo 3).

Se describe a continuación las pruebas que constituyeron en el protocolo propuesto por McGill:

1. Test modificado de Biering-Sorensen: se evalúan los músculos principales extensores del tronco, el longuísimo y el multifido. El sujeto debe tumbarse en decúbito prono con el tren inferior sujeto a la camilla por los tobillos, rodillas y caderas y el tren superior extendido y suspendido sobre el borde de la camilla. Al comienzo los brazos deben estar cruzados por delante del pecho y las manos en contacto con los

hombros opuestos, y el tronco perfectamente horizontal/ paralelo al suelo. El test se da por finalizado cuando se pierde la posición inicial.

2. Test de puente lateral derecho e izquierdo: se requiere la activación de la musculatura lateral del CORE, básicamente el cuadrado lumbar y la musculatura oblicua interna y externa, con baja compresión discal. Se coloca al sujeto en decúbito lateral apoyando el peso corporal sobre uno de los codos y sobre la extremidad inferior del mismo lado. La extremidad inferior contraria se coloca apoyada en total extensión. El brazo contrario se queda flexionado por delante del tronco y contactando con la mano el hombro opuesto. El sujeto debe mantener la posición con cero grados de flexión de cadera y el raquis en alineación lumbopélvica. La prueba concluye cuando el sujeto no mantenga la postura inicial. Se repitió la prueba del lado contrario.
3. Test de resistencia de flexores del tronco: este test implica los principales flexores del tronco (recto abdominal). El sujeto se posiciona sentado en el piso con 60° de flexión de columna respecto al suelo, glúteos pegados al piso y rodillas flexionadas a 90°, los pies quedan fijados al suelo por un asistente o el mismo evaluador. Debe mantener una angulación de 60° determinada por la espalda y el suelo. Los brazos se mantendrán cruzados por delante del pecho y en contacto con los hombros opuestos. Se da por finalizado cuando el sujeto no puede mantener la posición inicial. (14)



VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA MUSCULAR CENTRAL		
NOMBRE:		APELLIDOS:
FECHA NACIMIENTO:		EDAD:
DECÚBITO PRONO (E STABILIZACIÓN ISOMÉTRICA)		TIEMPO (s)
		56
DECÚBITO LATERAL (E STABILIZACIÓN ISOMÉTRICA)		TIEMPO (s)
		DRCHA. 44
		IZQUIERDA 46
EXTENSIÓN DE TRONCO (E STABILIZACIÓN ISOMÉTRICA)		TIEMPO (s)
		32
FLEXIÓN DE CADERA (E STABILIZACIÓN ISOMÉTRICA)		TIEMPO (s)
		56
TOTAL:		234

**Figura 1. Valoración de la resistencia muscular central McGill. (14)**

### ***Medición de la velocidad de disparo del balón***

Una vez medido la estabilidad lumbopélvica se tomó un descanso de por lo menos 30 min y entonces el grupo de 21 futbolistas se sometió a la medición de la velocidad de disparo de balón mediante la realización de 3 disparos con su lado dominante tomando el valor más alto para establecer la relación. Esta velocidad fue registrada en la hoja de concentrado (anexo 3).

### **Límite de tiempo y espacio**

El estudio se realizó durante el segundo periodo lectivo del año 2020, en un lapso no mayor a una semana. En la ciudad de Guadalajara, en el estado de Jalisco, México.

### **Análisis estadístico**

Se realizó un análisis bivariado con estadística descriptiva: Medidas de tendencia central y de dispersión; estadística inferencial: paramétrico o no paramétrico según correspondió mediante comparación de medias, expresándolo a través de cuadros y gráficas en hoja de cálculo office Excel, procesándolo a través de paquete

estadístico SPSS 23. Se aplicó un coeficiente de correlación de Spearman entre las dos variables principales para calcular “r” y valorar la significancia estadística.

### **Implicaciones éticas**

Los representantes de la institución donde se realizó el estudio firmaron un consentimiento informado (anexo 1) aceptando la aplicación de la encuesta de antecedentes patológicos personales (anexo 2), así como las mediciones de estabilidad muscular lumbopélvica y velocidad de disparo de balón. No se requirió asentimiento informado por parte de padre o tutor debido a que el club ya cuenta con contratos en donde autorizan la realización de pruebas físicas con el objetivo de conocer el estado de salud y el rendimiento físico deportivo de los jugadores.

Se cumplió con lo estipulado en los artículos 13, 14, 16 al 24 del reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.

En caso de riesgo o daño a algún o algunos participantes derivados del estudio, se pudo dar prioridad a esto suspendiendo temporalmente la investigación sobre el individuo o individuos afectados, proporcionando la atención necesaria para su recuperación.

En toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, prevaleció el respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar. Se realizó una investigación con riesgo mínimo.

Se mantuvo comunicación abierta y monitorización por parte del médico a los sujetos de investigación garantizando la integridad física, así como el respeto de la privacidad de cada participante en el presente estudio.

El diseño de este estudio salvaguardó la integridad de los sujetos de investigación, respetando el principio básico de la práctica médica; la no maleficencia. Siendo así la integridad física y moral lo más importante en cualquier fase de la investigación. La obtención de resultados y el cumplimiento de objetivos de este trabajo se cumplió siempre y cuando no se dañó o se alteró el bienestar de los sujetos de estudio.

En el presente estudio no hubo conflicto de intereses debido a que la única relación que existe entre el investigador e investigados estuvo dada por este estudio.

## **Organización**

La elaboración del estudio, recopilación de datos, análisis y presentación de resultados fue realizada por el M.C. Paul Octavio Gaspar Fermín, residente de la especialidad de medicina de la actividad física y el deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México.

La dirección de tesis E.M.A.F. y D. Gerardo Armengol Vargas y M. en C. D. E. María Lizzeth Márquez López y fueron responsables de dirigir, verificar, corregir y evaluar los datos presentados en esta investigación con el objetivo a que llegue a su culminación satisfactoriamente.

### **Presupuesto y financiamiento**

El presupuesto de la investigación contempló un radar Sklz® \$2,245.00 MN, 1 balón Voit® \$1,200.00 MN, camilla de fisioterapia \$1,500.00 MN, además de la papelería para consentimientos informados \$100.00 MN. Se obtuvo un costo total de \$5,045.00 MN, que fue financiado de la siguiente forma: por el investigador \$2,800.00 MN para el pago del balón, camilla y papelería y por parte del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Autónoma del Estado de México \$2,245.00 MN para el radar Sklz®.

## Resultados y Discusión

La población total de este estudio fue de 24 sujetos sin embargo 3 de esos sujetos fueron eliminados en el análisis debido a que no terminaron las mediciones. Por lo que 21 sujetos se incluyen en los siguientes resultados, pertenecientes a la categoría sub 15 de fuerzas básicas de fútbol. Las mediciones se realizaron en días alternos para garantizar la recuperación de los sujetos.

**Tabla 1. Características generales de la población**

	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Edad (años)	21	14	15	14.6	0.5
Masa corporal (kg)		45.4	74.3	62.3	7.8
Estatura (cm)		150	186	172.3	8.7

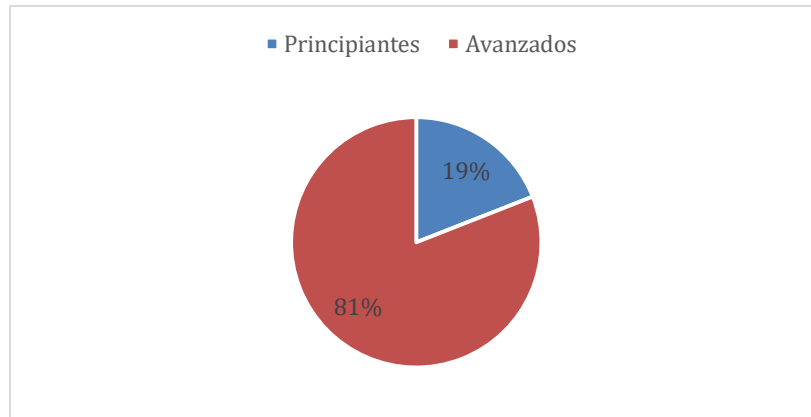
*Fuente: Directa*

Se clasificó a los participantes respecto a la edad deportiva como principiantes a los sujetos que tenían menos de 7 años de experiencia y como avanzados los que tuvieron al menos 7 años o más de experiencia.

**Tabla 2. Vida deportiva**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	< 7 años	4	19.0
	≥ 7 años	17	81.0
	Total	21	100.0

*Fuente: directa*



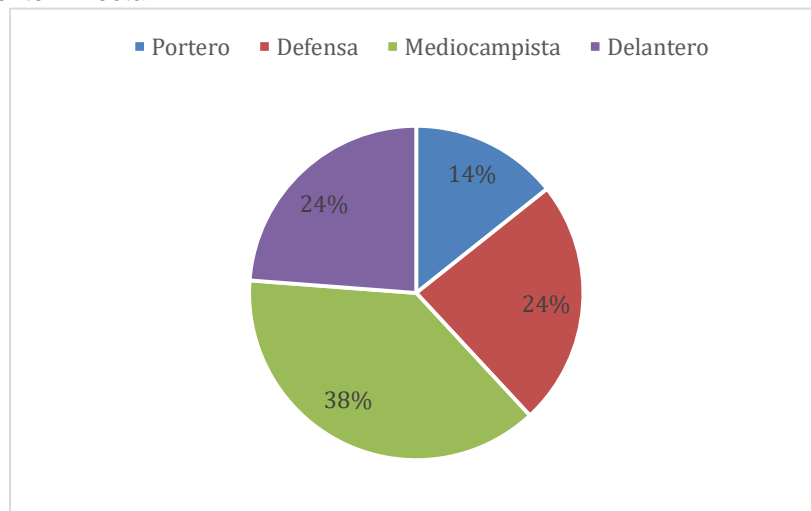
**Gráfica 1. Edad deportiva del grupo de estudio. Fuente tabla 2.**

Se muestran posiciones de terreno de juego.

**Tabla 3. Posiciones en el terreno de juego**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Portero	3	14.3
	Defensa	5	23.8
	Mediocampista	8	38.1
	Delantero	5	23.8
	Total	21	100.0

Fuente: Directa



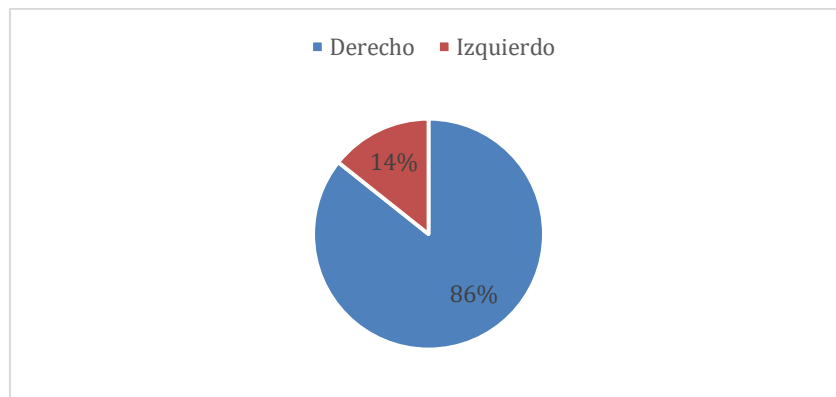
**Gráfica 2. Posiciones en el terreno de juego. Fuente tabla 3**

Se muestra el lado dominante en nuestra población

**Tabla 4. Lado dominante**

		Frecuencia	Porcentaje
Válido	Derecho	18	85.7
	Izquierdo	3	14.3
	Total	21	100.0

*Fuente directa.*



**Grafica 3. Lado dominante. Fuente tabla 4.**

Se analizó la estabilidad muscular lumbopélvica, el valor obtenido se refleja en segundos totales que corresponden a la sumatoria de ejercicios isométricos (puente prono, puente lateral derecho, puente lateral izquierdo, extensión de columna y flexión de cadera) que conforman el protocolo de McGill que fue la herramienta que se utilizó para medir la variable de estabilidad muscular lumbopélvica. La estabilidad muscular lumbopélvica general media fue de 368.8 segundos  $\pm$  50.23 (mínimo 294.2 y máximo 510.9 segundos).

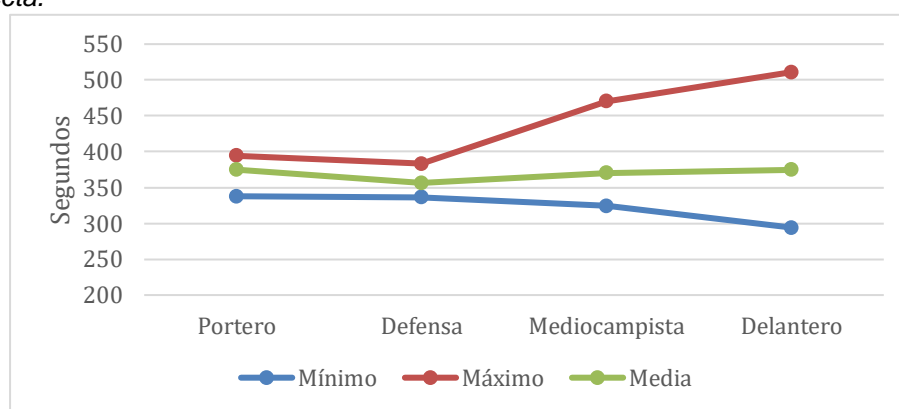
Por posición de juego podemos observar que en el grupo de delanteros registró la menor duración y también la mayor 294.2 y 510.9 segundos respectivamente. La duración media mayor corresponde al grupo de porteros con 374.9 segundos y la menor en defensas con 356.4 segundos.



**Tabla 5. Estabilidad muscular lumbopélvica por posición de juego**

Posición	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Portero	3	337.8	394.5	374.9	32.2
Defensa	5	336.4	383.4	356.4	19.1
Mediocampista	8	324.4	470.1	370.4	45.6
Delantero	5	294.2	510.9	374.8	88.5

Fuente directa.



**Grafico 4. Estabilidad muscular lumbopélvica por posición de juego. Fuente: Tabla 5.**

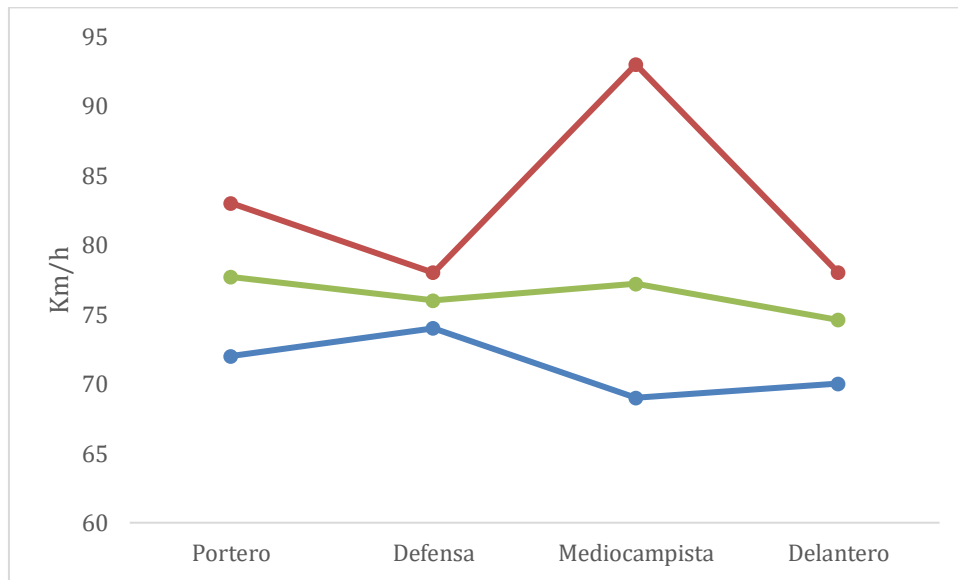
Se analizó la velocidad máxima de disparo de balón por posiciones de juego. El valor obtenido se refleja en kilómetros por hora la cual fue registrada por el radar de velocidad SKLZ® que fue la herramienta que se utilizó para medir esta variable. La velocidad general media fue de 76.4 km/h  $\pm$  5.7 km/h (mínimo de 69 y máximo de 93 km/h).

Por posición de juego podemos observar que en el grupo de mediocampistas registró la menor velocidad que fue 69 km/h, así como el registro de la mayor velocidad de disparo con 93 km/h. Sin embargo, la velocidad media mayor corresponde al grupo de porteros con 77.7 km/h y la menor en delanteros con 74.6 km/h.

**Tabla 5. Velocidad máxima de disparo por posición de juego**

Posición	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Portero	3	72	83	77.7	5.5
Defensa	5	74	78	76.0	1.4
Mediocampista	8	69	93	77.2	8.4
Delantero	5	70	78	74.6	4.2

Fuente directa.



**Gráfico 5. Velocidad de disparo de balón por posición de juego. Fuente: Tabla 6.**

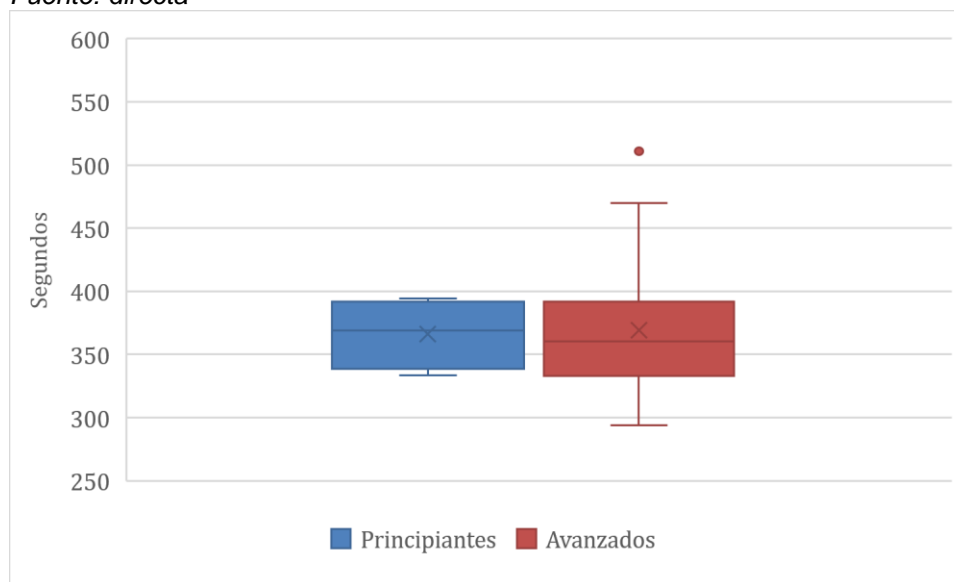
Se analizó la estabilidad muscular lumbopélvica por edad deportiva, podemos observar que en el grupo de avanzados se registró la menor y la mayor duración de los ejercicios que conforman el protocolo de McGill con 294.2 y 510.9 segundos respectivamente. La duración media mayor corresponde también al grupo de avanzados con 369.3 segundos. Cabe resaltar que la muestra a este grupo fue de 19 en contraste de la de principiantes con 4 solamente.

**Tabla 7. Estabilidad muscular lumbopélvica por vida deportiva.**

Vida deportiva	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Principiantes	4	333.7	394.5	366.4	27.7
Avanzados	17	294.2	510.9	369.3	54.8

Medición en segundos.

Fuente: directa



**Gráfica 6. Estabilidad muscular lumbopélvica por vida deportiva**

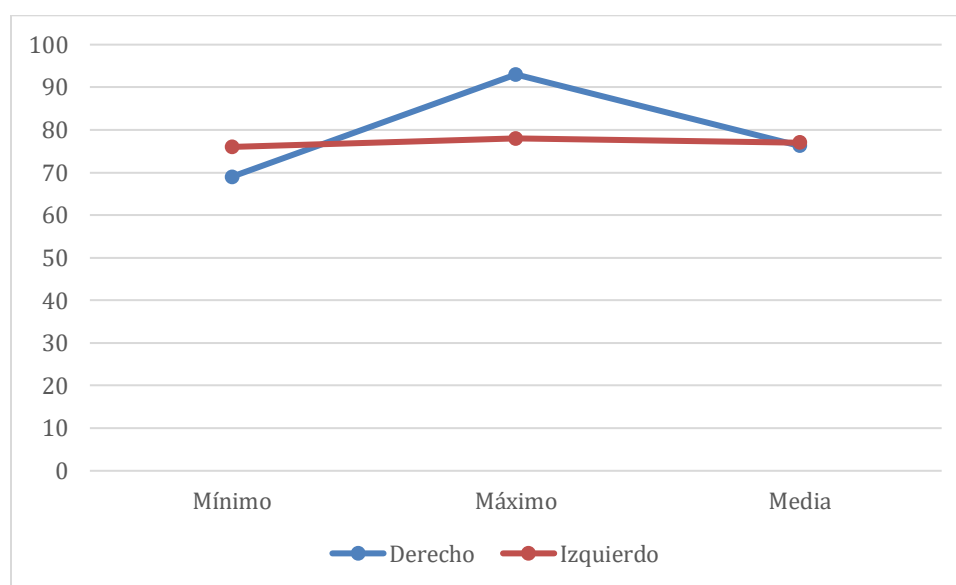
Fuente: Tabla 7

Se analizó la velocidad máxima de disparo de balón por lado dominante. Podemos observar que en el grupo de diestros presentó tanto la velocidad mínima registrada como la máxima 69 y 93 km/h respectivamente. Es importante señalar que a pesar de las muestras de cada grupo difieren considerablemente las velocidades medias de ambos grupos son muy semejantes con tan solo 0.7 km/h de diferencia, siendo el grupo de zurdos quienes presentaron mayor velocidad media de disparo 77 km/h.

**Tabla 8. Velocidad de disparo de balón por lado dominante.**

Lado dominante	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Derecho	18	69	93	76.3	6.2
Izquierdo	3	76	78	77.0	1.0

$p > 0.05$   
Fuente: directa



**Grafico 7. Velocidad de disparo de balón por lado dominante.** Fuente: tabla 8.

**Tabla 9. Relación de estabilidad muscular lumbopélvica y velocidad de disparo.**

Sujeto	Estabilidad lumbopélvica (segundos)	Velocidad máxima (km/h)
1	337.8	72
2	392.6	78
3	394.5	83
4	336.4	76
5	348.7	74
6	383.4	78
7	368.4	76
8	345.1	76
9	324.4	72
10	362.8	93
11	329.9	84
12	354.1	69
13	360.4	74
14	470.1	82
15	371.3	75
16	294.2	78
17	333.7	70
18	510.9	78
19	320.1	70
20	415.1	77
21	390.7	69

$p > 0.05$

Fuente directa.

Las variables que se analizaron, estabilidad muscular lumbopélvica, velocidad de disparo, posiciones de juego, vida deportiva y lado dominante. Se aplicó una correlación de Spearman para correlacionar variables independientes respecto a la velocidad de disparo y la estabilidad muscular lumbopélvica.

No se obtuvo significancia al 5% en la relación entre las variables por lo cual se acepta la hipótesis nula; no existe relación entre la estabilidad muscular

lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación; no existe referencias bibliográficas que analicen dichas variables.

La estabilidad lumbopélvica en personas entrenadas (profesionales) da un promedio de sumatoria de segundos totales en el protocolo de McGill de 446 segundos. (20) Nuestra población es de jóvenes en proceso de desarrollo músculo esquelético y se observó una media máxima de 374.9 en la posición de porteros. Es importante mencionar que los porteros llevan un protocolo de fortalecimiento adicional de la musculatura lumbopélvica al de los jugadores de campo sin embargo la diferencia no fue significativa debido a que el segundo grupo con mejor media fue el de delanteros con 374.8 segundos de estabilidad muscular lumbopélvica.

En el estudio de Ortega se determinó que la velocidad en el golpeo de balón con el empeine para jugadores expertos era de 61.2 - 64.8 km/h y en el campeonato mundial de fútbol de Italia 90 se observó que las velocidades desarrolladas por algunos jugadores oscilaban entre 115.2-126 km/h. (11) Basados en nuestros resultados podemos observar que la mayor media por posición corresponde a la de los porteros (77.7 km/h) y la menor de los delanteros (74.6 km/h), lo cual evidencia que las medias de velocidad alcanzadas en la década de los 90s eran menores a las actuales, resaltando que los jugadores incluidos por Ortega eran profesionales y los jugadores del presente estudio son de fuerzas básicas en la categoría Sub-15.

Los participantes fueron clasificados como principiantes si tenían una vida deportiva < 7 años y como avanzados si contaban con al menos 7 años o más. Es importante señalar que la Federación Internacional de Fútbol Asociación (FIFA) clasifica este grupo etario aun en vías de aprendizaje y resalta que durante este periodo de preparación (13-15 años) es cuando se habrá de realizar un importante trabajo básico en el desarrollo físico y la educación del deporte (etapa de desarrollo de la formación). En el presente estudio se observa que la diferencia entre la estabilidad lumbopélvica entre principiantes (366.4 segundos) y avanzados (369.3 segundos) no es significativa, destacando que aún se encuentran en la etapa de desarrollo de la formación determinada por la FIFA. (31)

En el fútbol el lado dominante juega un papel importante respecto a las capacidades específicas del deporte siendo destacados varios jugadores a nivel mundial que eran zurdos. Se menciona que el 66% de los jugadores en el fútbol son derechos, el 23% zurdos y los demás ambidextros. En este estudio se asemeja dicha distribución al incluir 85.7 % de sujetos derechos y 14.3% zurdos, teniendo en cuenta que ninguno se clasificó como ambidextro. (32)

Se puede observar que en la relación de velocidad de disparo por lado dominante la media de los zurdos estuvo por encima de los sujetos derechos, 77 km/h y 76.3 km/h respectivamente. Si bien la diferencia no fue significativa se cumple con lo establecido en los resultados de las ligas profesionales antes mencionadas. Algunas estadísticas del de fútbol concluye que un jugador zurdo es sistemáticamente más eficiente en aspectos anteriores, concordando con la velocidad alcanzada entre zurdos y diestros.

Teniendo en cuenta que nuestra población fue categoría Sub-15 es importante señalar que, según los resultados obtenidos, se registraron velocidades superiores a las informadas en la bibliografía referida y que los tiempos registrados en la estabilidad lumbopélvica fueron cercanas a las referencias en los profesionales. (20) Esto puede explicarse debido a la escasa bibliografía que aborde las variables del estudio y que las que se encontraron son de los años 90's pudiendo ser adjudicadas a los cambios en la metodología del entrenamiento y las exigencias del fútbol actual era de esperarse que los valores fueran superados por los jóvenes en formación.

## **Conclusiones**

Este estudio buscó relacionar las variables de estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad de disparo del balón en jugadores de fútbol asociación, teniendo en cuenta que es uno de los gestos principales en este deporte que entre más control y velocidad se tenga del balón se refleja en disparos más potentes y precisos que pueden dar mejores resultados en la obtención de pases y goles. Se concluye que no existe relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación.

El grupo de porteros demostró mayor duración en el protocolo de estabilidad lumbopélvica de McGill (374.9 segundos), también registró la mayor media de velocidad alcanzada en el disparo (77.7 km/h), se determina que no se obtuvo significancia al 5% en la relación de las variables.



## **Recomendaciones**

Fue interesante analizar la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad de disparo de balón teniendo en cuenta que este último junto con el trote y carrera son los gestos principales del fútbol asociación y que la identificación de deficiencia de la estabilidad muscular lumbopélvica puede predecir la aparición de lesiones debido a que las cadenas cinéticas no están optimizadas. Se sugiere realizar un estudio subsecuente donde se integre la incidencia de lesiones tomando en cuenta los valores obtenidos en este estudio.

Se observó relación directa en el grupo de porteros con mayor estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad de disparo sin embargo esta no fue significativa, por lo que se recomienda replicar el estudio con una muestra mayor con al menos 30 sujetos de cada posición (120 en total) para que la potencia del estudio se incremente.

El promedio de edad incluido en el estudio fue de 14.6 años lo cual puede influir en la comparación de datos en las referencias bibliográficas debido a que los sujetos se encuentran en proceso de desarrollo físico por lo cual se sugiere replicar el estudio en población  $\geq 18$  años donde su proceso de desarrollo muscular esquelético se vea finalizado y los resultados puedan ser significativos.

Si bien el gesto deportivo utilizado en este estudio fue el disparo de balón; en el fútbol asociación el sprint de 10 o 20 metros es sin duda uno de los gestos principales que más se utiliza, además de ser cuantificable en tiempo y de haber variada bibliografía al respecto, por lo que se recomienda replicar el estudio buscando la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y el sprint de 10-20 metros.

## Bibliografía

1. González J. Historia del fútbol. Bases científicas para un óptimo rendimiento. 2004; 1(1): 1-4.
2. Paredes J. Historia del fútbol: evolución cultural. 2007 marzo; 11(106): 2-16.
3. Alabarces P. Crónicas del aguante: Fútbol, violencia y política. Horizontes Antropológicos. 2004;113-136.
4. FMF. Fútbol moderno [Internet]. FMF. 2012. [Consultado el: 20 Feb 2019]. Disponible en: [http://www.fmf.com.mx/fútbol\\_moderno.htm](http://www.fmf.com.mx/fútbol_moderno.htm)
5. FIFA. FIFA Rules of futbol Soccer. In FIFA, editor. Rules of futbol Soccer. 10th ed. Zurich: FIFA; 2016. 1-117.
6. FEMEXFUT. Reglamento general de competencia Federación Mexicana de Fútbol Asociación [Internet]. FEMEXFUT. 2010. [Consultado el 24 Feb 2020]. Disponible en: <https://fmf.mx/#/reglamentos/Generales>
7. Dialnet. Césped natural vs césped híbrido [Internet]. 2019. [Consultado 04 Mar 2020]. Disponible en: <file:///C:/Users/UsuarioX/Downloads/Dialnet-CespedNaturalVersusCespedHibrido-6263320.pdf>
8. Playtomic. Posiciones del fútbol: guía completa [Internet]. Playtomic Blog 2018. [Consultado 10 Mar 2020]. Disponible en: <https://blog.playtomic.io/posiciones-en-el-fútbol-guia-completa/>
9. Milanca A, Montiel J. Análisis biomecánico de la técnica del golpe de balón en el fútbol [Internet]. Efdeportes 2017. [Consultado 01 Abr 2020]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd224/analisis-biomecanico-del-golpe-de-balon-n-fútbol.htm#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20biomec%C3%A1nico%20del%20remate,del%20remate%20es%20netamente%20individual.>

10. Sánchez J. Estudio biomecánico del tiro penal: comparación en futbolistas juveniles y de iniciación [Internet]. Rev Cub Inv Biomed 2018. [Consultado 04 Abr 2020]. Disponible en: <http://www.revibiomedica.sld.cu/index.php/ibi/article/view/205/html>
11. Ortega J, Olcina G, Selva F. Análisis cinemático del penalti en fútbol. Educación física y deportes. 2015; 62): 34-40.
12. Huidobro, J. Radares para el control del tráfico. ACUA. [Internet] 2016. [Consultado el: 19 Jul 2019]. Disponible en: [https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias\\_y\\_tecnologia/039001.pdf](https://www.acta.es/medios/articulos/ciencias_y_tecnologia/039001.pdf)
13. SLKZ. Sport Radar SLKZ Use instructions. [Internet] 2018. [Consultado el: 15 Ene 2019]. Disponible en: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/916As9J-2eS.pdf>
14. Heredia J, Donate F, Mata F, Moral S, Peña G. Revisión de los métodos de valoración de estabilidad central [Internet]. Publice; 2012. [Consultado el 15 sep 2019]. Disponible en: <http://publice.info/articulo/revision-de-los-metodos-de-valoracion-de-la-estabilidad-central-core-1426-sa-g57cfb2720c148>
15. Vidal A. Entrenamiento del core: selección de ejercicios seguros y eficaces. EFDEPORTES.COM. [Internet] 2015. [Consultado el: 05 Jul 2019] Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd210/entrenamiento-del-core-seleccion-de-ejercicios.htm>. 210.
16. Villaquiran A, Portilla E, Lara M, Morillo T, Portilla D. Fuerza-resistencia del core en futbolistas de categoría juvenil. Rev Col Salud Libre. 2016; 11(2): 142-148.
17. Asurmendi I, Maroto-Izquierdo S. Efectos del entrenamiento de la estabilidad muscular lumbopélvica sobre el rendimiento y la prevención de lesiones; una revisión [Internet]. efDeportes. 2016. [Consultado el 20 Sep 2019]. Disponible en: <https://www.efdeportes.com/efd217/entrenamiento-de-la-estabilidad-lumbo-pelvica.htm>

18. Vera-García F.J, Barbado D, Moreno V, Hernández S, Juan C, Elvira J. Core stability. Concepto y aportaciones al entrenamiento y la prevención de lesiones. ELSEVIER. 2015; 8(2): 1-6.
19. Segarra V, Heredia J, Peña G, Sampietro M, Moyano M, Mata F, et al. Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. Rev Bras Educ Fis Esporte. 2013; 28(3): 1-8.
20. Zapata L. Ejercicios básicos para la zona central del cuerpo (core) que favorecen una correcta activación tónico postural equilibrada [Internet]. Viref. 2009. [Consultado el: 15 Mar 2019] Disponible en: <http://viref.udea.edu.co/contenido/pdf/182-ejercicios.pdf>
21. Kolber, M, Beezkhuisen K- Estabilización lumbar: una aproximación basada en evidencias científicas para el atleta con dolor lumbar [Internet]. PubliCE. 2008. [Consultado el 17/01/2019] Disponible en: <http://www.sobrentrenamiento.com/publico/Articulo.asp?Ida=1066&tp=s>.
22. Cosío H. Sentidos generales y especializados [Internet]. Monografías .com. 2019. [Consultado el: 30 May 2019]. Disponible en: <https://www.monografias.com/trabajos90/sentidos-generales-y-especializados/sentidos-generales-y-especializados.shtml>
23. Vega J. Propioceptores articulares y musculares. Biomecánica. 1999; 7(13): 79-90.
24. INFOMED. Concepto y clasificación de las cadenas cinéticas. Circuitos de acción muscular [Internet]. Infome de especialidades. 2019. [Consultado el: 09 Oct 2019]. Disponible en: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18716>.
25. MUSCULOS.ORG. Anatomía [Internet]. Anatomiamusculos.org. 2019. [Consultado el: 17 Jul 2019]. Disponible en: <https://www.musculos.org/>.
26. Netter, F. H. Atlas de anatomía humana. 4ta Ed. Barcelona: Elsevier Doyma; 2007. p. 436-451.

27. Kapandji, I. A. Fisiología articular. 6ta Ed. Madrid: Panamericana; 2010. p. 76-102.
28. McArdle W, Katch F, Katch V. Fisiología del ejercicio. 8va Ed. Barcelona:Wolters Kluwer Health; 2015. p. 383-400.
29. García A. ¿En qué deporte la pelota alcanza más velocidad? [Internet]. MARCA. 2019. [Consultado el 15 Sep 2020]. Disponible en: <https://www.marca.com/otros-deportes/2019/10/11/5da039a1e2704e3b188b4636.html>
30. Fredericson M, Moore T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle and long distance runners. ELSEVIERS SAUNDERS. 2005; 16: 669-689.
31. FIFA. Futbol juvenil [internet]. FIFA. 2020. [Consultado 17 Sep 2020]. Disponible en: <https://resources.fifa.com/image/upload/youth-football-training-manual-2866317-2866318.pdf?cloudid=dfy8m3wrgr1bdxxju2c>
32. Futbol Lab. La magia del zurdo [Internet]. Gol y futbol. 2016. [Consultado 21 Sep 2020]. Disponible en: <https://golyfutbol.com/2016/09/18/la-magia-del-zurdo/>

## Anexos

### Anexo 1

#### Anexo 1 Consentimiento informado de intervención

Fecha: 01 Diciembre 2020

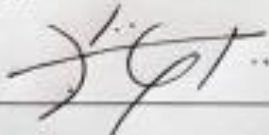
Por medio de la presente yo Luis Fernando Alcocer Diaz con el cargo de Jefe de Servicios Médicos dentro de la institución Atlas FC autorizo se realice la investigación cuyo título es "Relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad del balón en el disparo de jugadores de fútbol asociación". No se autoriza el uso del nombre de la institución deportiva; así como No autorizo la toma de fotografías para uso como evidencia de la presente investigación, respetando el anonimato. Que para obtener el diploma de especialista en medicina de la actividad física y el deporte realiza el médico Paul Octavio Gaspar Fermín con cédula profesional 8699686.

Esta investigación tiene por objetivo establecer la relación entre la estabilidad muscular lumbopélvica y la velocidad en el disparo de jugadores de fútbol asociación.

El jugador que acepte participar firmará el consentimiento/asentimiento y contestará el interrogatorio de antecedentes personales; se le realizará un protocolo de medición tanto de estabilidad muscular lumbopélvica como el registro de 3 disparos de balón y se estará en constante monitorización para garantizar la integridad del participante.

Su participación es libre y voluntaria pudiendo retirarse en el momento que así lo decida, la información que de aquí surja será usada en investigación y se mantendrá su confidencialidad, firmando un consentimiento/asentimiento informado para poder llevar a cabo la investigación que se clasifica de riesgo mínimo. Los riesgos pueden ser: lesión muscular, ligamentaria o tendinosa.

**Nota:** No se requerirá consentimiento informado por parte de padre o tutor debido a que el club ya cuenta con contratos en donde autorizan la realización de pruebas físicas con el objetivo de conocer el estado de salud y el rendimiento físico deportivo de los jugadores.



Dr. Paul Octavio Gaspar Fermín

R3 M. A. F. y D

UAE Mex



Dr. Luis Fernando Alcocer Diaz

Jefe de servicios médico

Atlas F. C.

## Anexo 2

### Anexo 2: Antecedentes personales

Nombre del paciente: [REDACTED] Fecha: 02/12/20  
 Lugar y fecha de nacimiento: Carrollton del Norte, USA.  
 Edad: 15 Estado civil: Soltero  
 Ocupación: Estudiante / portero Lado dominante: Derecho

#### Antecedentes personales no patológicos

Alcoholismo	Tabaquismo	Drogadicción	Inmunizaciones	Higiene
<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>completas</u>	<u>Diariz</u>

Observaciones: Ninguna

#### Antecedentes personales patológicos

H.A.S	D.M	I.A.M	Cáncer	Obesidad	Alergias	Lipemia	Convulsiones	Asma	Anemia
<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>
Venéreas	Hemorrágicos	Quirúrgicos	Hepatitis	Transfusiones	Ectoparásitos	Otras			
<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>Parásitos</u>	<u>No</u>			

Observaciones: Ninguna

#### Antecedentes traumatológicos

Fracturas	Luxaciones	Esguinces	Contracturas	Desgarros	Contusiones	T.C.E.
<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>	<u>No</u>

Observaciones: Ninguna.

### ANTECEDENTES DEPORTIVOS

Deportes anteriores y tiempo de entrenamiento:

Practicó Fútbol desde los 7 años

Posición: Portero Categoría: Sub-15

Tiempo que lleva entrenando (a, m, d): 7 años

Etapa del entrenamiento actual: Temporada

Alteraciones antes, durante o después del entrenamiento:

No Detiene

### Anexo 3 Hoja de concentrado

Sujeto	Edad	Peso	Talla	McGuill Test (segundos totales)	Posición	Vida deportiva	Lado dominante	VL 1	VL2	VL3	VLmejor
1	14	57.3	1.71	337.8	1	7	1	72	65	66	72
2	15	65.4	1.77	392.6	1	7	1	70	78	67	78
3	15	73.4	1.86	394.5	1	5	1	83	66	71	83
4	14	54.5	1.67	336.4	2	10	2	46	56	76	76
5	15	69.7	1.75	348.7	2	8	1	69	74	66	74
6	15	63.3	1.78	383.4	2	6	2	78	72	69	78
7	15	64.8	1.71	368.4	2	7	1	58	76	72	76
8	14	64.1	1.84	345.1	2	9	1	76	72	67	76
9	15	70.1	1.80	324.4	3	10	1	69	72	66	72
10	14	74.3	1.82	362.8	3	10	1	93	88	71	93
11	15	68.9	1.65	329.9	3	11	1	77	81	84	84
12	14	45.4	1.50	354.1	3	6	1	69	68	62	69
13	15	63.6	1.76	360.4	3	11	1	74	66	67	74
14	15	64.4	1.73	470.1	3	9	1	75	82	72	82
15	14	50.8	1.67	371.3	3	10	1	75	61	65	75
16	14	51.2	1.60	294.2	4	8	1	78	73	74	78
17	15	70.5	1.83	333.7	4	5	1	51	70	67	70
18	15	56.4	1.65	510.9	4	9	1	77	69	71	78
19	14	58.3	1.67	320.1	4	8	1	69	66	65	70
20	15	58.5	1.69	415.1	4	10	2	80	72	73	77
21	15	63.9	1.73	390.7	3	9	1	77	69	70	69

VL= velocidad lanzamiento