

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



RELACIÓN ENTRE VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS,  
RENDIMIENTO EN SALTO Y CAMBIOS DE DIRECCIÓN EN  
ATLETAS UNIVERSITARIOS

Por:  
DULCE CHÁVEZ DE LA ROSA

PRODUCTO INTEGRADOR:  
TESINA

Como requisito parcial para obtener el grado de  
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE  
CON ORIENTACIÓN EN ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO

Nuevo León, junio 2020

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

Los miembros del Comité de Titulación de la Maestría en Actividad Física y Deporte integrado por la Facultad de Organización Deportiva, recomendamos que el Producto Integrador en modalidad de Reporte de Tesina titulado/a “Relación entre variables antropométricas, rendimiento en salto y cambios de dirección en atletas universitarios” realizado por la L.A.E. Dulce Chávez De La Rosa sea aceptado para su defensa como oposición al grado de Maestro en Actividad Física y Deporte con Orientación en Alto Rendimiento Deportivo.

**COMITÉ DE TITULACIÓN**

*V. Zarai  
4/6/20*

\_\_\_\_\_  
Dra. Myriam Zarai García Dávila  
Asesor Principal

*G. Hernández Cruz*

\_\_\_\_\_  
Dr. Germán Hernández Cruz  
Co-asesor

*A. Garrido Esquivel*

\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Garrido Esquivel  
Co-asesor

\_\_\_\_\_  
Dra. Blanca Rocío Rangel Colmenero  
Subdirección de Estudios y Posgrado e Investigación de la FOD

Nuevo León, mayo2020

## FICHA DESCRIPTIVA

Universidad Autónoma De Nuevo León  
Facultad De Organización Deportiva

Fecha de Graduación: **Pendiente**

**L.E.D. DULCE CHÁVEZ DE LA ROSA**

### **Título del Producto Integrador:**

**RELACIÓN ENTRE VARIABLES ANTROPOMETRICAS, RENDIMINETO EN  
SALTO Y CAMBIOS DE DIRECCIÓN EN ATLETAS UNIVERSITARIOS**

**Número de Páginas: **Pendiente****

Candidato para obtener el Grado de Maestría en Actividad Física y Deporte con Orientación  
en Alto Rendimiento Deportivo

### **Resumen**

El cambio de dirección es una acción recurrente en los deportes como el balonmano y baloncesto, un cambio de dirección cuenta con distintos elementos determinantes en su rendimiento (Sheppard & Young, 2006) por lo cual el objetivo de nuestra investigación es conocer si existe diferencia en la velocidad de cambio de dirección (COD) de la pierna dominante y no dominante y su relación con el rendimiento en salto y variables antropométricas en los deportes de balonmano y baloncesto universitario.

Metodología: se evaluaron 19 deportistas de las disciplinas de balonmano (10) y baloncesto (9) de la Universidad Autónoma de Nuevo León, realizaron pruebas antropométricas y de salto, el análisis estadístico se realizó con la prueba de shapiro wilks, prueba de T de muestras relacionadas y la correlación de Pearson.

Resultados: se mostró diferencia significativa entre el rendimiento de COD de ambas piernas en ambos deportes, observando correlaciones con salto vertical en baloncesto y salto drop Jump en Balonmano.

Discusión y conclusión: Existen diferentes estudios que han investigado los componentes determinantes de COD, encontrando diferencias entre su rendimiento en ambas piernas, se sugiere realizar más investigaciones enfocadas en la estructura física de las extremidades inferiores con el fin de conocer más a detalle este aspecto de un COD.

FIRMA DEL ASESOR PRINCIPAL: \_\_\_\_\_

*[Handwritten signature]*  
4/6/20

## Tabla de contenido

<b>Introducción</b> .....	1
<b>Marco Teórico</b> .....	6
Entrenamiento deportivo y su evolución .....	6
Capacidades físicas .....	7
Deportes de invasion.....	10
Agilidad.....	11
Cambios de dirección y sus componentes.....	13
Técnica en un cambio de dirección.....	15
Sprint Lineal.....	16
Antropometría .....	16
Cualidades musculares de las piernas .....	17
Déficit de cambio de dirección .....	22
Estudios relacionados.....	24
<b>Metodología</b> .....	25
Diseño .....	25
Población y muestra .....	25
Criterios de inclusión .....	25
Criterios de exclusión.....	25
Criterios de eliminación .....	25
Consideraciones éticas .....	25
Instrumentos .....	25
Procedimiento .....	26
Análisis estadístico.....	30
<b>Resultados</b> .....	31
<b>Discusión</b> .....	35
<b>Conclusión</b> .....	41
Futuras líneas de investigación .....	41
<b>Referencias</b> .....	42
<b>Anexos</b> .....	53

## **Lista de Figuras**

Figura 1. Componentes de la agilidad (Sheppard & Young, 2006).....	13
Figura 2. Componentes del cambio de dirección (Sheppard & Young, 2006).....	14
Figura 3. Ángulos de cambio de dirección (COD) y sus demandas. ....	16
Figura 4. Curva fuerza-tiempo y curva fuerza-velocidad y sus cambios .....	19
Figura 5. Estructura de la prueba 505 Change of direction (COD) .....	29

## Lista de Tablas

Tabla 1 Variables evaluadas en deportistas de balonmano y baloncesto.....	31
Tabla 2 Diferencias entre el COD 505 y déficit de cambio de dirección de pierna dominante y no dominante y tamaño del efecto, en ambas disciplinas.....	32
Tabla 3 Variables de rendimiento en salto y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en balonmano.....	32
Tabla 4 Variables de rendimiento en salto y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en baloncesto. ....	33
Tabla 5 Variables antropométricas y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en balonmano.....	33
Tabla 6 Variables antropométricas y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en baloncesto.....	34

## Introducción

Los deportes de equipo con características intermitentes y de invasión como el balonmano, baloncesto, fútbol, rugby y fútbol americano entre otros, requieren de una gran demanda física para llevar a cabo movimientos de ataque y contraataque como esquivar al oponente, evitar ataques de los contrarios, entre otros, la correcta y eficaz ejecución de estos gestos es clave en el éxito de un partido (Warren, Brian, & Greg, 2015).

Para poder llevar a cabo las acciones adecuadas que facilitarán el cumplimiento del objetivo, los atletas deben tomar en cuenta la agilidad, la cual se describe como la habilidad física que les permite a los individuos desacelerar con rapidez y eficiencia, cambiar de dirección y acelerar rápidamente, en un esfuerzo por reaccionar de manera apropiada a las señales relevantes para la actividad (Mackala, et al., 2020), otra de las definiciones más populares encontradas la explica como una cualidad compleja que le permite a un atleta reaccionar a un estímulo, comenzar a moverse de forma rápida y eficiente, avanzar en la dirección correcta, y estar dispuestos a cambiar de dirección o detenerse rápidamente para hacer una técnica deportiva de una forma rápida, eficiente y de manera reproducible (Sheppard & Young, 2006).

Desplazarse dentro del área de juego de una manera rápida y precisa es un factor determinante en el éxito del juego, por lo cual, se debe prestar atención a conocer que se necesita y cuáles son los componentes necesarios para llevar a cabo dichos desplazamientos con efectividad. El cambio de dirección, COD por sus siglas en inglés, es uno de los elementos de la agilidad y es la capacidad de desplazar el cuerpo en distintas direcciones a gran velocidad, pero a diferencia de la agilidad, en este factor no interviene la toma de decisiones, dejando de lado el componente cognitivo, ya que este, es un gesto planeado con anticipación (Sheppard y Young, 2006).

Para que se lleve a cabo un cambio de dirección de manera eficiente es necesario que el atleta cuente con algunas características físicas una técnica adecuada y buen control motriz ejecutando de manera óptima una fase de frenado seguida de una propulsión del cuerpo en una dirección diferente (Dos'Santos, Thomas, Jones, & Comfort, 2017), los parámetros antropométricos como la masa grasa y la masa muscular son tomados en

cuenta, ya que el exceso de masa grasa parece ser contraproducente para movimientos rápidos y saltos, reduciendo el rendimiento e incrementando las demandas energéticas durante la ejecución de acciones o gestos deportivos (Toselli & Campa, 2018), por el contrario la masa muscular está estrechamente relacionada con la velocidad, fuerza, potencia y prevención de lesiones (Chalmers, et al., 2017).

Otro de los elementos del cambio de dirección son las cualidades musculares en el tren inferior como la potencia absoluta, relativa (Tramel, Lockie, Lindsay, & Dawes, 2019) y la fuerza reactiva, en esta última, se manifiesta el ciclo de estiramiento-acortamiento que es un tipo natural de función muscular donde la contracción muscular es precedida por un estiramiento del músculo. Este acoplamiento muscular excéntrico-concéntrico produce una contracción muscular más potente que la que resultaría de una de una acción muscular puramente concéntrica (Flanagan & Comyns, 2008). Las fases que se requieren para llevar a cabo la técnica requerida en un cambio de dirección nos indica que existe una importante relevancia del ciclo de estiramiento-acortamiento del músculo (Asadi, Arazi, Young, & Sáez de Villarreal, 2016).

El Índice de fuerza reactiva (IFR) es descrito por Young como la capacidad del individuo para cambiar rápidamente desde una acción excéntrica a una acción concéntrica y ha sido utilizado principalmente en actividades pliométricas tales como el salto con caída (Flanagan & Comyns, 2008) y es un valor de gran utilidad para los preparadores físicos, ya que es considerada como una medida de la capacidad del músculo para de cambiar rápidamente de una acción excéntrica a una concéntrica (Addie, et al., 2019). El índice de fuerza reactiva (IFR) se calcula dividiendo la altura del salto entre el tiempo de contacto con el suelo (McClymont, 2008).

Fueron Nimphius y colaboradores en 2013 quienes presentaron una medida aislada del cambio de dirección denominada déficit de cambio de dirección (DCD) y se define como el efecto o tiempo adicional que un cambio direccional requiere cuando se compara con un sprint lineal sobre una distancia equivalente (Nimphius, Geib, & Carlisle, 2013). Esta medida expresa el cambio de dirección sin la influencia del sprint lineal y es una herramienta de gran utilidad para preparadores físicos y entrenadores (Nimphius, Callaghan, Bezodis, & Lockie, 2018). Una vez que se conozcan las áreas de oportunidad



en las que se tiene que enfocar el entrenador y atleta es importante conocer la mejor forma de entrenar, buscando siempre aplicar el menor estímulo posible con el cual se obtenga una respuesta positiva por parte del atleta, evitando provocar lesiones en el mismo (Rodríguez-Rosell, et al., 2020).

### **Planteamiento del problema**

El deporte universitario cada día es más demandante debido a los avances que han surgido en materia de investigación, como hacer a un deportista, más rápido, más fuerte o más ágil son algunos de los enfoques que se han estudiado (Eler & Eler, 2018; Spiteri, et al., 2019), debido a que la necesidad de cambiar de dirección es fundamental en todo el terreno de juego, es necesario el análisis de cada uno de sus elementos, sprint de déficit de cambio de dirección, con el propósito de entender cuáles son los requerimientos energéticos, musculares, estructurales y biomecánicos que lo componen. En deportes como balonmano y baloncesto tiene una importancia crucial al cambio de dirección debido a la alta demanda que requiere el ritmo de juego (Banda, Beitzel, Kammerer, Salazar, & Lockie, 2019).

Tomando en cuenta que las acciones deportivas son de naturaleza unilateral es importante que se lleve a cabo con igual rapidez y eficiencia en ambas piernas, es aquí donde el desequilibrio muscular es considerado como un elemento del cambio de dirección (Sheppard & Young, 2006), ya que se busca que las características de ambos miembros inferiores no solo sean lo más eficiente posibles sino también lo más parecidas entre ellas, existen varias investigaciones que mencionan las variables antropométricas como la masa muscular y el porcentaje de grasa (Chaouachi, et al., 2012; Nygaard-Falch, Guldteig-Rædergård, & van-den-Tillaar, 2019), dejando de lado factores que probablemente, de igual manera, tendrían una relación con el rendimiento en el cambio de dirección y que por ser de carácter más específico nos podría brindar más elementos para conocer otros determinantes del rendimiento de dicha capacidad, aunque los perímetros corregidos del muslo y pantorrilla, tiene una influencia con el rendimiento en salto (Bahamondes-Avila, Cárcamo-Oyarzún, Aedo-Muñoz, & Rosas-Mancilla, 2018) no se ha tomado en cuenta dentro de las investigaciones de cambios de dirección a pesar de

que ambos gestos cuentan con varias demandas de rendimiento en común (Delaney, et al., 2015).

El rendimiento muscular de los miembros inferiores juega un papel primordial para la realización de un cambio de dirección efectivo (Freitas, et al., 2019) y es esencial para entrenadores y preparadores físicos conocer los factores del rendimiento que tienen relación con gestos deportivos, así como los ejercicios con los que se podrá obtener una mejor transferencia de las acciones deportivas, como la capacidad de cambiar de dirección, optimizando así el rendimiento en el juego. Es por ello que se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Existe diferencia en la velocidad de cambio de dirección de ambas piernas en los deportes de balonmano y baloncesto y cuál es su relación con el rendimiento en salto y variables antropométricas?

### **Justificación**

Tomando en cuenta que los cambios de dirección son uno de los recursos más utilizados en deportes como el balonmano y el baloncesto (Pereira, et al., 2018; Wen, Dalbo, Burgos, Pyne, & Scanlan, 2018), es evidente la importancia de su investigación para conocer otros factores que se asocien con su rendimiento y con ello proporcionar mayor número de herramientas a los entrenadores y preparadores físicos para su evaluación.

Considerando que el salto con caída es un ejercicio bilateral y que los cambios de dirección son de naturaleza unilateral se considera importante evaluar el rendimiento de ambas piernas por separado, tanto en el ámbito de rendimiento físico por medio del salto vertical a una pierna, como la composición estructural de cada extremidad por medio de los perímetros corregidos de muslo y pantorrilla los cuales nos dan información de la masa muscular presente en dichos segmentos sin la influencia del componente de grasa, teniendo en cuenta que las características antropométricas de los atletas pueden influir en el nivel de rendimiento y ayudar a determinar un físico adecuado para un deporte determinado (Bunc, Hráský, & Skalská, 2015), y considerando que, con base, en estas características el programa de entrenamiento puede ser modificado. Es importante conocer

si la estructura de las piernas, dada por medio de los perímetros corregidos de muslo y pantorrilla, se relaciona de igual manera que las variables antropométricas como porcentaje de grasa y masa muscular, entre otras, con el fin de conocer un mayor número de factores que determinan dicho gesto deportivo.

### **Objetivo General**

Conocer si existe diferencia en la velocidad de cambio de dirección de la pierna dominante y no dominante y su relación con el rendimiento en salto y variables antropométricas en los deportes de balonmano y baloncesto universitario.

Para responder el objetivo general se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Conocer las variables de cambio de dirección, déficit de cambio de dirección, Índice de fuerza reactiva, potencia relativa y perímetros corregidos de ambas piernas en jugadores de balonmano y baloncesto.
2. Conocer si existen asimetrías en el rendimiento de pierna dominante y no dominante en el tiempo total de la prueba COD 505 y déficit de cambio de dirección.
3. Analizar la relación entre el tiempo de cambio de dirección COD, DCD, potencia, IFR y perímetros corregidos de manera bilateral.

## **Marco Teórico**

### **Entrenamiento deportivo y su evolución**

El objetivo primordial de cualquier disciplina deportiva, de un nivel competitivo, es realizar las metas propuestas al inicio de la temporada, para lograr dichas metas es necesario llevar a cabo una correcta planificación del entrenamiento, ya que esta es la base de donde se desarrolla todos los aspectos físicos y técnico-tácticos, en la actualidad existen diferentes sistemas de entrenamiento, los cuales distribuyen las cargas de toda la temporada de distintas maneras y concentran su enfoque principal en distintas capacidades (Mirella, 2011).

La primera persona que hablo sobre planificación del entrenamiento fue el ruso Lev Pavlovich Matveev en la década de los sesentas, con su modelo tradicional de periodización, el cual se compone de 3 periodos: periodo preparatorio, el cual se divide en el etapa general y etapa específica, la etapa general que tienen como objetivo la construcción de una base física y el volumen de la carga se encuentra por encima de la intensidad, la etapa específica o especial se componen por gestos físicos con una relación más cercana a la disciplina deportiva en este periodo el volumen baja y la intensidad se incrementa. El segundo periodo se denomina competitivo y de igual manera se divide en dos etapas, la etapa precompetitiva se centra en mantener las ganancias físicas generadas en la etapa anterior, la carga de entrenamiento es muy parecida a la que se expresa en las competencias y es aquí donde se ubican las competencias amistosas y clasificatorias, la etapa competitiva que es donde se encuentra programada la competencia fundamental. El tercer periodo se denomina transitorio y se caracteriza por una baja en la intensidad y volumen de entrenamiento manejándose con un descanso activo donde incluso el atleta puede practicar otros deportes de manera recreacional (Matveyev, 1977).

En la época contemporánea el deporte tomo otro giro cuando capto la atención de los medios de comunicación, aumentando la demanda de los espectadores y con ello el número de competencias al año (Llopis-Goig, 2016), por lo cual fue imposible seguir aplicando los sistemas que hasta esa fecha estaban dando resultados, ante esta necesidad se crearon nuevos sistemas de entrenamiento como el ATR (Issurin & Kaverin, 1985) diseño de las campanas estructurales (Forteza, 1998) y la periodización por bloques

(Verkhonsanski, 1988), entre otros, todos con el objetivo de llevar a los atletas a una óptima forma deportiva varias veces al año.

Uno de los factores primordiales para el éxito de un deportista es la preparación física, un atleta entrenado con base en los requerimientos energéticos que demanda su disciplina aunado a una correcta dosificación de la carga será capaz de ejecutar los deportivos solicitados manera más eficaz, soportar las demandas física de las competencias con una mayor eficiencia, ya que existe una mayor economía de esfuerzo. El volumen, la intensidad y la densidad son factores que determinan la carga de entrenamiento, cambiar cualquiera de estos componentes modificaría los resultados adaptativos del organismo a las diferentes capacidades condicionales (Jeffreis, 2016)

El entrenamiento físico se enfoca, principalmente, en el aumento del rendimiento a través de un entrenamiento de las capacidades físicas condicionales y coordinativas de los atletas apoyándose en los métodos de entrenamiento que ayuden a potencializar los factores fisiológicos determinantes de los atletas, las cualidades físicas y movimientos dominantes y determinantes de la disciplina (Jeffreis, 2016).

### **Capacidades físicas**

La resistencia física es la capacidad del organismo para resistir la fatiga en esfuerzos de larga duración y se caracteriza por la máxima economía de funciones (Mirella, 2011), el tipo de entrenamiento que se aplique con el fin de incrementar la resistencia debe ser acorde a las exigencias del deporte, cuidando siempre el tipo de resistencia predominante en la disciplina y que tan determinante es esta capacidad para la obtención de un resultado favorable en competencia, para la prescripción del entrenamiento de resistencia se toman en cuenta valores como consumo máximo de oxígeno ( $\% \text{VO}_{2 \text{max}}$ ) velocidad aeróbica máxima ( $\% \text{VAM}$ ) concentración de ácido láctico en sangre y/o frecuencia cardiaca máxima ( $\text{FC}_{\text{max}}$ ) (Mirella, 2011).

El entrenamiento de las capacidades aeróbicas y anaeróbicas y los derivados de las mismas son un factor importante a considerar en el entrenamiento de resistencia, debido a que, dependiendo de la naturaleza del deporte derivara la atención y el tiempo de desarrollo y optimización de la capacidad determinante del deporte (Mirella, 2011).

La velocidad está definida como la capacidad de realizar gestos, movimientos o recorridos de manera eficaz, sin ahorro considerable de energía, en el menor tiempo posible (Vinuesa & Vinuesa, 2016). La velocidad está dividida en velocidad de reacción que es el tiempo que se tarda en activarse las fibras musculares para empezar el movimiento. La velocidad de acción que es el tiempo breve de acción donde se ejecuta la acción motriz, para poder obtener mejoras considerables en esta capacidad se debe tener en cuenta que la acción se debe ejecutar con la máxima velocidad y dar un tiempo de descanso óptimo, para que la recuperación sea completa y se pueda seguir rindiendo de manera óptima en cada repetición (Vinuesa & Vinuesa, 2016).

La flexibilidad es considerada una de las capacidades físicas, si bien, el estiramiento se ha utilizado con el fin de aumentar el grado de movilidad alrededor de una articulación (ROM), también tiene influencia en la fuerza máxima, potencia muscular y agilidad (Van Gelder & Bartz, 2011; Pappas, Paradisis, Exell, Smirniotou, & Tsolakis, 2017). Los estiramientos son de tipo estáticos o dinámicos, el estiramiento estático se puede definir como una elongación del músculo de forma lenta gradual y controlada, en la cual, el rango final se mantiene pasivamente por un tiempo determinado (Atler, 2004), puede ser de tipo activo, cuando el estiramiento lo realiza la persona sin ayuda externa o pasivo en el cual existe asistencia de otra persona o algún implemento especial, como bandas, se ha mencionado que este tipo de estiramientos ayudan en la prevención de lesiones, sin embargo no se ha encontrado evidencia científica que avale esta afirmación (Pope, Herbert, Kirwan, & Graham, 2000), el estiramiento dinámico está definido como ejercicios de elongación funcionales que utilizan movimientos específicos del deporte con el fin de preparar el cuerpo para la actividad (Jeffreys, 2008), estos movimientos se llevan a cabo de manera controlada y en un rango de movimiento completo mediante la contracción del músculo agonista dándole a oportunidad al grupo muscular antagonista de alargarse y no existe una posición final sostenida (Oppler & Babault, 2018),

Un papel clave de la flexibilidad es su contribución al movimiento del atleta (Jeffreys, 2016), por lo tanto, el considerar a la flexibilidad de forma aislada puede ser un error, ya que este elemento por sí solo no contribuye directamente al rendimiento del atleta (Oppler & Babault, 2018).

Un elemento que se encuentra relacionado con la flexibilidad y que tiene un papel importante en el rendimiento del atleta es la movilidad, ya que en algunos casos mayor movilidad puede beneficiar a la capacidad de generar potencia en los atletas. Debido a que contar con la aptitud de aplicar fuerza en un rango más amplio de movimiento de la articulación provoca un incremento en el tiempo en el que se aplica la fuerza y con esto aumentar el rendimiento en el atleta (Oppler & Babault, 2018). Gray Cook y Lee Burton en 2012 crearon el Sistema Funcional del Movimiento (FMS) el cual es una batería de 7 pruebas basadas en los patrones de movimiento básicos, y que sirve para detectar asimetrías en el cuerpo además de evaluar el control motor, estabilidad y movilidad.

La fuerza muscular se define como la capacidad del músculo de activarse, producir tensión y con ello garantizar cualquier acción motriz (González-Badillo & Gorostiaga, 1995). La fuerza cuenta con diferentes manifestaciones y en dependencia de las características del deporte se debe prestar mayor atención a ciertos procesos para lograr las mayores ganancias en la expresión de la fuerza que más convenga. La fuerza máxima se puede definir como la cantidad máxima de fuerza que el sujeto puede aplicar ante una determinada carga y en una determinada acción deportiva. Por lo tanto para un mismo sujeto existen infinitos valores de fuerza máxima, tantos como cargas pueda manejar (Balsalobre-Fernández & Jiménez-Reyes, 2014).

La potencia es un término comúnmente mal utilizado, ya que matemáticamente la potencia está determinada por el resultado de la multiplicación de fuerza por velocidad de ejecución ( $P=F \times V$ ) esto significa que un mismo valor de potencia se consigue desplazando cantidades pequeñas de peso a una velocidad elevada o movilizar pesos elevados a una velocidad baja y su curva se encuentra observada como una U invertida expresando que todos los valores de potencia, a excepción de la potencia máxima, se consiguen con cargas muy distintas, teniendo claro lo anterior se determina que la potencia en términos absolutos no es un indicador del rendimiento, ya que la mejora del rendimiento es la movilización de las cargas lo más rápido posible, entonces los entrenamientos están en realidad enfocados a la mejora de la velocidad de ejecución (Balsalobre-Fernández & Jiménez-Reyes, 2014; González-Badillo & Rivas, 2002), o en su caso, en la potencia relativa la cual toma en cuenta las variantes que pueda tener la fuerza aplicada, como lo es el peso que se carga o desplaza.

La fuerza explosiva esta generalmente entendida como la accion de generar fuerza rapidamente, sin embargo, la produccion de fuerza por unidad de tiempo también representa la fuerza explosiva, la cual se podría definir mejor como la mayor fuerza generada en el músculo por unidad de tiempo y esta manifestacion unicamente se puede expresar si la fuerza ejercida supera el 30% de la fuerza isométrica máxima del músculo (González-Badillo & Rivas, 2002). Todas estas capacidades condicionales son determinantes en el rendimiento de los atletas en deportes individuales como de equipo.

### **Deportes de invasion**

Los deportes denominados como “de invasion” o “territoriales” son aquellos en los que involucran equipos opuestos que intentan invadir el territorio de su oponente con el fin de mejorar las oportunidades de puntuacion (Spittle, 2013), obtener y mantener el balon es una de las acciones mas importante ya que con esto se puede lograr evitar que el contrincante anote. Algunas disciplinas que son considerados como deportes de invasion son el futbol soccer, futbol americano, hockey sobre hielo, hockey sobre pasto, lacrosse, balonmano, basquetbol, incluso algunos deportes jugados en medios acuaticos como el water polo (Warren, Brian, & Greg, 2015), para este estudio se explicaran mas a detalles los deportes de baloncesto y balonmano.

El balonmano es un deporte de olimpico desde 1972, conformado por siete jugadores, un portero y seis jugadores, jugado en un espacio de 40 x20 metros. La duracion de un partido consta de dos bloques de juego con una duracion de 30 minutos y un medio tiempo que no puede exceder los 15 minutos, el equipo ganador es el que anota el mayor numero de goles en la porteria de su contrario (Karcher & Buchheit, 2014).

Esta disciplina demanda una gran cantidad de acciones de alta intensidad, como los saltos, sprints, cambios de dirección, entre otros, sin embargo estas actividades intensas se combinan con otras de baja intensidad como estar de pie, el tiempo que ocurre entre una y otra intensidad es, en promedio, 55 segundos, todas estas acciones y tiempos de actividad e inactividad dependen de la posición del jugador y el nivel competitivo al que pertenezca el equipo (Karcher & Buchheit, 2014), sin embargo se ha observado que un jugador puede ejecutar más de treinta tareas de cambio de dirección y recorre un



promedio de 140 a 711 metros en pasos laterales de intensidad moderada (Póvoas, et al., 2012).

El basquetbol por su parte es un deporte de gran popularidad alrededor del mundo, teniendo su primera participación en juegos olímpicos en 1936, conformado por 5 jugadores en cada equipo, el partido tiene una duración de 40 minutos divididos en cuatro periodos de diez minutos cada uno y un medio tiempo, el cual se inicia al final del segundo periodo y tienen una duración de 15 a 20 minutos aproximadamente, la cancha mide 15 metros de ancho por 28 metros de largo y el objetivo es anotar el mayor número de canastas al equipo contrario (Scanlan, Dascombe, & Reaburn, 2011).

El análisis de movimiento de baloncesto indica que es una disciplina altamente intermitente (Scanlan, Dascombe, Reaburn, & Dalbo, 2012), los cambios en las acciones defensivas y ofensivas ocurren cada uno a dos segundos durante un juego (Abdelkrim, et al., 2010) y requiere movimiento multidireccionales demandando a los jugadores cambiar los planos en los que se mueven, los jugadores realizan in promedio de 40 a 50 saltos por juego dados en movimientos de rebote, bloqueo de intentos de tiro al oponente, y tiros a la canasta con salto (Scanlan, Dascombe, & Reaburn, 2011).

### **Agilidad**

Los gestos característicos de los deportes de equipo demandan principalmente un rápido procesamiento visual, un corto tiempo de velocidad de reacción y buena percepción, todo esto con el fin de obtener la habilidad de realizar movimientos rápidos y cambiar de dirección con la mayor eficiencia posible (Eler & Eler, 2018).

En deportes de invasión la agilidad ayuda a los gestos deportivos como la invasión al terreno oponente, al ataque, evasión de los oponentes, la defensa en un territorio limitado o cortar ataques. (Warren, Brian, & Greg, 2015).

Poniendo atención al concepto de agilidad resaltan dos factores importantes, primeramente, el cambio de velocidad el cual indica que en un gesto deportivo en los deportes de invasión se lleva a cabo una desaceleración del atleta para establecer un espacio entre él y su contrincante, el segundo factor que se menciona es el cambio de velocidad o dirección en respuesta a un estímulo dado por las acciones del oponente, esto

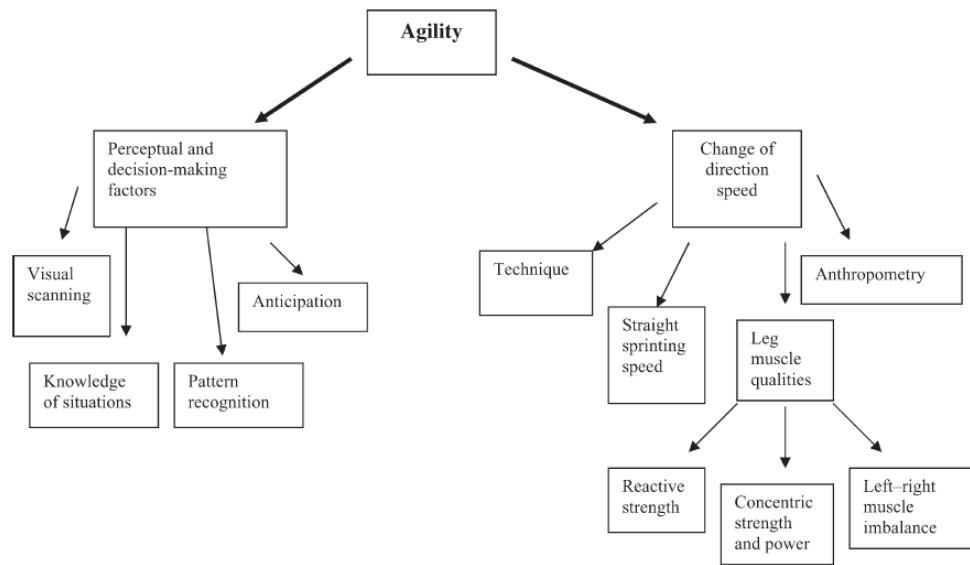
indica que los jugadores no cambian aleatoriamente de dirección, sino que los hacen en respuesta de una situación de juego determinada ya sea para esquivar a un defensor o para ejercer presión en un atacante, estas acciones deben realizarse a un máximo esfuerzo para poder ser consideradas acciones o gestos de agilidad (Warren, Brian, & Greg, 2015).

La agilidad es una de las características más importantes que se desarrolla en los programas de fuerza y acondicionamiento físico, considerando que su aplicación se debe hacer de manera regular (Eler & Eler, 2018).

La agilidad está definida como un movimiento corporal total con cambios de dirección o velocidad en respuesta a un estímulo deportivo específico (Sheppard & Young, 2006). Este estímulo deportivo en muchas ocasiones es dado por el contrincante, es entonces que la agilidad debe incluir el componente perceptual y de toma de decisiones para después llevar a cabo el cambio de dirección que mejor responda a la situación percibida con anterioridad (Warren, Brian, & Greg, 2015), dicho esto se puede observar que el cambio de dirección es un componente de la agilidad y se definen como la habilidad de desacelerar, revertir o cambiar la dirección de movimiento y acelerar de nuevo, todo esto con una planeación previa (Sheppard & Young, 2006), es importante dejar en claro estos dos conceptos y la diferencia entre ellos, ya que la agilidad cuenta con el factor perceptual y de toma de decisión y los cambios de dirección son gestos planeados con anterioridad y son, como ya se mencionó antes, un componente de la agilidad (Warren, Brian, & Greg, 2015).

La frase agilidad reactiva se ha usado para referirse a que la agilidad es de naturaleza reactiva, en este documento no utilizaremos este término debido a que se considera, según la definición de agilidad anteriormente descrita, mencionar la palabra “reactiva” es redundante (Nimphius, 2014).

Sheppard y Young en 2006 crearon modelo (figura 1), en el que se mencionan los componentes y subcomponentes derivados de la agilidad, para su mayor comprensión y ayuda para observar los factores que determinan cada componente.



*Figura 1.* Componentes de la agilidad (Sheppard & Young, 2006)

Debido a que una de las variables principales de nuestro estudio es el cambio de dirección es pertinente enfocarnos únicamente en este componente de agilidad con el fin de poder explicar de mejor manera su naturaleza y elementos.

### **Cambios de dirección y sus componentes**

Los cambios multidireccionales son una de las características en los deportes de invasión, es por ello que los atletas deben contar con gran capacidad para dominar estas, ya que son recurrentes en las competencias, como se mencionó con anterioridad la habilidad de cambiar de dirección es un gesto planeado con anterioridad en una habilidad cerrada. Sin embargo, los cambios de dirección con se han sugerido como la capacidad de cambiar inicialmente de dirección en una ubicación predeterminada en una cancha o campo, por lo tanto, aplicable a situaciones en deportes calificados de habilidad abierta (Dos'Santos, et al., 2017).

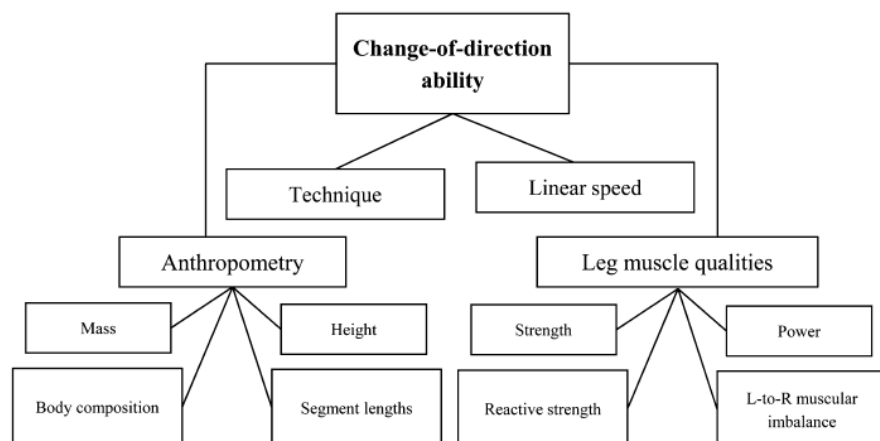
Un ejemplo de una planificación de un cambio de dirección sin que exista la respuesta a un estímulo se encuentra en el fútbol americano, donde un receptor corre hacia delante y después de cierta distancia realiza un cambio de dirección para poder recibir el balón, otro ejemplo de un cambio de dirección en el béisbol sería el correr de base a base,

donde se corre una distancia predeterminada y se realiza un cambio de dirección en un ángulo preestablecido por el diamante (Warren, Brian, & Greg, 2015).

En casi todos los deportes poder moverse de una forma rápida y eficiente para después disminuir la velocidad requiere demandas físicas de la mayoría del cuerpo, ya que con esto se puede lograr llegar a la zona de la cancha donde es necesario defender o atacar al equipo contrario, por lo cual, se considera que poder moverse en diferentes direcciones con velocidades cambiantes es más importante que la velocidad de sprint en línea recta (Eler & Eler, 2018).

La situación de juego como el ataque y contraataque que se caracterizan por ser de corta duración y gran intensidad demandando múltiples cambios de dirección, para que dichas acciones de juego se lleven a cabo de manera eficiente, los deportistas deben contar con una buena capacidad aeróbica y anaeróbica y contar con todos los elementos que provocan que un cambio de dirección sea eficiente en el deporte, y con ello poder obtener una ventaja clara de juego (Karcher & Buchheit, 2014).

Para que un cambio de dirección se efectúe requiere de algunos componentes, los cuales contribuyen a que el cambio de dirección sea de una manera correcta, eficaz y eficientemente.



*Figura 2.* Componentes del cambio de dirección (Sheppard & Young, 2006)

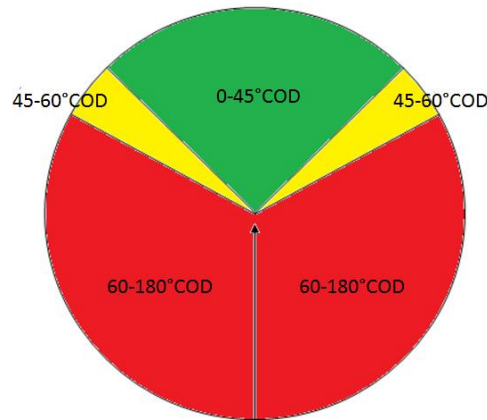
### Técnica en un cambio de dirección

Un componente del cambio de dirección es la técnica, ya que llevar a cabo una técnica eficiente llevará a la ejecución del gesto deportivo de una manera más rápida y eficiente, para poder explicar este componente es necesario, partir desde el conocimiento de las fases de un cambio de dirección, la primera fase es la de entrada o de frenado donde se lleva a cabo una desaceleración del cuerpo y ocurre el penúltimo contacto con el pie y es requerida fuerza excéntrica, la segunda fase que es la denominada “plant” en esta se lleva a cabo un contacto con el pie para después conducir al atleta a la nueva dirección, en esta fase se requiere fuerza isométrica y la tercera fase es la de propulsión o reaceleración, demandando fuerza concéntrica para su ejecución (Dos’ Santos T. , Thomas, Comfort, & Jones, 2018).

En la fase de entrada, es donde ocurre la desaceleración del sujeto para posteriormente poder ejecutar el cambio de dirección, es necesario contar con la capacidad de frenar el cuerpo, permitiendo la desaceleración del centro de la masa para que el cuerpo pueda girar hacia una nueva dirección (Dos'Santos, et al., 2017), los atletas que tienen la capacidad de producir mayor frenado en esta fase, ejecutada con el penúltimo paso, tiende a reducir la carga en las articulaciones cuando se ejecuta el cambio de dirección (Havens & Sigward, 2015), protegiendo con ello a las articulación de la rodilla principalmente (Jones, Herrington, & Graham-Smith, 2015) y con esto tienen una mayor oportunidad de ejercer una fuerza de propulsión a una velocidad más rápida (Dos'Santos, et al., 2017). Hasta ahora existen diversos estudios que han estudiado la fuerza de reacción con el suelo que se realiza en la fase plant del cambio de dirección reportando que, a mayores impulsos, mayores fuerzas de propulsión, mayor fuerza de frenado y menor tiempo de contacto con el suelo son determinantes de un cambio de dirección más rápido (Marshall, et al., 2014; Spiteri, Cochrane, Hart, Haff, & Nimphius, 2013).

Las demandas mecánicas neuromusculares y fisiológicas de los cambios de dirección son angulares (Sigward, Cesar, & Havens, 2015) es por ello que en dependencia del ángulo en el que se ejecuta el cambio de dirección serán los requerimientos físicos que el deportista realice (Cortes, Onate, & Van, 2011), en la figura 3 se muestran los distintos cambios de dirección y su demanda. Otro factor importante es la velocidad con la que se ejecuten dichos cambios de dirección, ya que a mayor velocidad se requerirá mayor fuerza

de frenado para después equilibrar y reacomodar el centro de la masa en la dirección pre prevista (Thomas, Comfort, Chiang, & Jones, 2015), estos dos factores son los que marcan la demanda del gesto deportivo de cambiar de dirección.



*Figura 3. Ángulos de cambio de dirección (COD) y sus demandas. (Dos Santos T., Thomas, Comfort, & Jones, 2018)*

### Sprint Lineal

Otro de los componentes que determinan el cambio de dirección es el sprint lineal, esta es una variable que determina el cambio de dirección debido a que es la acción que precede a dicho cambio, por lo cual, cuando un atleta tiene la capacidad de realizar un sprint a altas velocidades también demandará más fuerza muscular para realizar las fases de cambio de dirección antes mencionadas, existen estudios que han comprobado en deportes como el balonmano (Pereira, et al., 2018), rugby (Freitas, et al., 2018; Freitas, et al., 2019) y fútbol (Loturco, et al., 2018) que los atletas más rápidos en Sprints lineales también son menos eficientes en los cambios de dirección, en relación con su velocidad en el sprint.

### Antropometría

La antropometría es otro de los factores que determinan un cambio de dirección, las variables antropométricas como la masa, el peso, la composición corporal y las longitudes segmentales, son factores que contribuyen a la habilidad de cambiar de dirección propuestas por Delaney et al. (2015). Existen poca evidencia que respalde esta afirmación, sin embargo, en un cambio de dirección se requiere un alto nivel de fuerza excéntrica para lograr que el atleta frene y así poder realizar posteriormente el cambio de

dirección en el ángulo que se requiera (Spiteri, et al., 2014), los atletas que cuenten con una mayor masa corporal tendrán una mayor demanda de fuerza excéntrica para poder realizar una desaceleración y frenado eficiente en un movimiento de cambio de dirección (Delaney, et al., 2015) y ya que las características de estructura física están ligadas al rendimiento, debido a la eficiencia mecánica que conlleva un menor peso en grasa y una mayor masa muscular (Rodríguez, Almagià, & Berral, 2010).

La masa corporal se divide en masa adiposa, muscular, ósea y residual (Drinkwater & Ross, 1980) teniendo en cuenta lo anterior si se cuenta con un porcentaje de masa magra idónea para el deporte que se practica así como porcentaje de grasa con adecuados a la disciplina se puede ejecutar con efectividad los cambios de direcciones que se demanden. (Tramel, et al., 2019) debe entonces reconocerse que la cinética y los requisitos cinemáticos serán influenciados en gran medida por la antropometría y el tipo de ángulo de cambio de dirección (Dos'Santos, et al., 2017), por lo cual es de suma importancia su estudio, ya que la masa muscular de tren inferior ha mostrado una correlación positiva con la potencia en el salto (Bahamondes-Avila, Cárcamo-Oyarzún, Aedo-Muñoz, & Rosas-Mancilla, 2018), considerando que esta manifestación de la fuerza es un componente del cambio de dirección es importante conocer si existe una relación directa en estos los cambios, debido a que como se mencionó anteriormente, es más difícil controlar la desaceleración de un cuerpo con mayor masa corporal, es por ello que el porcentaje general de grasa también juega un papel importante en la efectividad de los cambios de dirección.

#### Cualidades musculares de las piernas

El último de los componentes del cambio de dirección son las cualidades musculares de las piernas, dentro este componente encontramos a la fuerza y algunas de sus manifestaciones, pero antes de entrar de lleno en el tema, se considera pertinente aclarar varios conceptos, ya que en algunos autores manejan distintos términos como la fuerza explosiva, potencia, fuerza inicial, fuerza de velocidad, de aceleración, fuerza rápida, fuerza útil, fuerza aplicada, déficit de fuerza, entre otros (Baker & Newton, 2008; Cometti, 2007; González-Badillo & Gorostiaga, 1995; Naclerio, 2011; Siff & Verkhoshansky, 1996; Verkhoshansky, 2006), los cuales en algunos casos son sinónimos,

es por ello que como primer punto se requiere aclarar y dar significado a los términos que comúnmente se utilizan cuando se habla de fuerza, ya aclarado estos puntos se procederá a hablar de los determinantes de un cambio de dirección.

La fuerza está definida en términos de la física como el producto de la masa por aceleración y su unidad de medida es el Newton (N), sin embargo para propósitos de este estudio se tomara la definición desde el punto de vista fisiológico es la capacidad del músculo de producir tensión cuando se activa (González-Badillo & Rivas, 2002), en la mayoría de los deportes es fundamental tener a capacidad de generar el mayor número de fuerza en el menor tiempo posible ya que las demandas más críticas de fuerza ocurren alrededor de los 250 ms (Stone, Moir, Glaister, & Sanders, 2002), para lograr lo siguiente, una de las características que se requiere es la velocidad de contracción de los músculos. Es por ello que González-Badillo y Gorostiga en 1995 determinaron dos relaciones que hay que tener en cuenta cuando se habla de la fuerza. La relación fuerza tiempo la cual se ve expresada en la curva fuerza-tiempo (C f-t) y se refiere a la relación de la fuerza generada y el tiempo necesario para ello, cuanto mayor es el tiempo, dentro de los límites de 3 a 4 segundos, mayor es la posibilidad para aplicar fuerza (González-Badillo & Rivas, 2002). La otra relación es la fuerza velocidad expresada en la curva fuerza-velocidad (C f-v) la cual nos indica que cuanto más velocidad de acortamiento se le demande al músculo menor fuerza será capaz de producir, y viceversa, por lo cual el valor de la curva de fuerza velocidad se refiere al grado de acortamiento de un músculo con respecto al tiempo que se le dio para hacerlo (González-Badillo & Rivas, 2002), en la figura 4 se muestran los cambios positivos con respecto a la curva fuerza-tiempo y fuerza-velocidad, se puede apreciar que para la curva fuerza-tiempo, se considera un cambio positivo el desplazamiento de la curva hacia arriba y a la izquierda, contrario a la curva fuerza-velocidad donde una adaptación positiva se manifiesta con un desplazamiento hacia arriba y a la derecha (González-Badillo & Rivas, 2002).



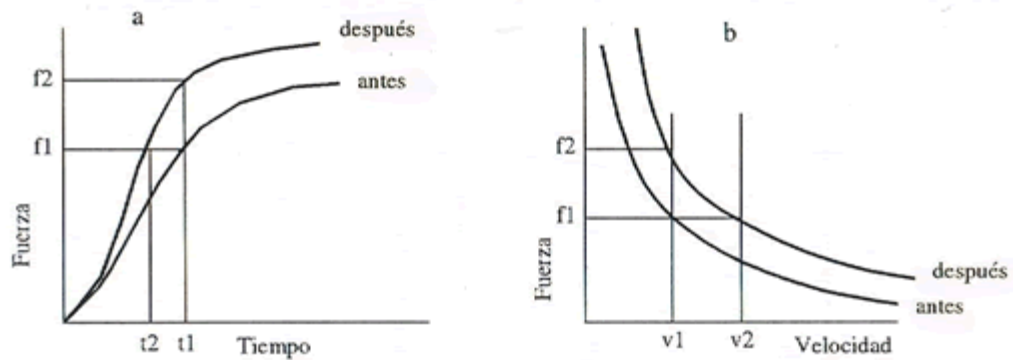


Figura 4. Curva fuerza-tiempo y curva fuerza-velocidad y sus cambios  
(González-Badillo & Rivas, 2002)

Teniendo en cuenta que en la curva fuerza-velocidad se aplica una unidad de fuerza dada para cada velocidad y ya que la potencia es el producto de la fuerza por la velocidad se dice que existe una medida de potencia por cada velocidad dada en el movimiento. (González-Badillo & Gorostiaga, 1995). La potencia muscular relativa es considerada un factor del rendimiento, en gestos deportivos como el salto; la potencia es la capacidad de mover un objeto con un peso determinado a una velocidad también determinada, sin embargo, cuando el peso del objeto que se desea desplazar (en este caso el cuerpo del atleta) es modificado (sube o baja de peso) y esta modificación no se toma en cuenta, se puede pensar, al ver los valores obtenidos que el rendimiento del atleta disminuyó o aumentó, pero lo que en realidad se desconoce es que la masa del cuerpo a desplazar cambió y con él los valores de la potencia, es por esta razón que es importante que cuando se mida en términos de potencia se tome en cuenta de forma relativa a las características de los factores que están interviniendo (Baker & Newton, 2008).

Se ha comprobado que los deportes de equipo requieren de una buena capacidad para cambiar de dirección efectivamente y en varios estudios se ha comprobado que para desarrollar un cambio de dirección eficiente es necesaria la fuerza y potencia del tren inferior (Chaouachi, et al., 2012; McFarland & Lockie, 2016), de igual manera es importante mencionar que la potencia unilateral es una medición válida para relacionarse con el cambio de dirección (Meylan, et al., 2009).

La fuerza reactiva la cual es considerada como la capacidad que tiene un atleta de cambiar de una acción excéntrica a una concéntrica en el menor tiempo posible (Young, 1995), es generada gracias al ciclo de estiramiento acortamiento del músculo esta coordinación de la contracción muscular excéntrica y concéntrica genera más fuerza que una de naturaleza puramente concéntrica. Cuando se grafica la curva fuerza-velocidad en un movimiento donde interviene el ciclo de estiramiento acortamiento como es el salto la fuerza excéntrica que demanda el movimiento produce que la curva se desplace hacia la derecha por lo cual ayuda a que se produzca mayor cantidad de fuerza en una velocidad determinada (Flanagan & Comyns, 2008). El ciclo de estiramiento acortamiento demanda acciones de los propioceptores neuromusculares, cuando existe un cambio en la tensión muscular y existe el riesgo de que se produzca un daño en el complejo músculo tendinoso el órgano tendinoso de Golgi ubicado en las fibras extrafusales e inervado por las motoneuronas Alpha desactiva o desinhibe las motoneuronas del musculo agonista y activa las del musculo antagonista a manera de protección (Riemann & Lephart, 2002).

El uso muscular, ubicado en las fibras intrafusales e inervado por las motoneuronas Beta (Riemann & Lephart, 2002), contribuyen a que se logre el ciclo de estiramiento acortamiento, ya que son mecanorreceptores los cuales se activan cuando existe un estiramiento que pueda afectar al complejo músculo tendinoso, produciendo una estimulación de los músculos antagonista y desencadenando una contracción (Flanagan & Comyns, 2008).

El índice de fuerza reactiva fue un valor que Young en 1995 (IFR) el cual se determina como la relación de la altura del salto en metros y el tiempo de contacto con el piso en segundos existe dos tiempos de IFR el rápido donde el tiempo de contacto con el piso es menor o igual a 0.25s y las flexiones articulares de cadera rodillo y tobillo son leves y el rápido donde el tiempo de contacto con el suelo es mayor a 0.25 y la flexión articular de cadera rodillo y tobillo es mayor (Schmidtbleicher, 1992) cada uno se traduce en características distintas para los atletas, los saltos con IFR lentos se relación con ocasiones donde existe un mayor tiempo para realizar un salto, y el IFR rápido está relacionado más a la mejora de la velocidad de sprint (Flanagan & Comyns, 2008; Walker, Clarke, Robey-Broome, & Jensen, 2016). Existe también un IFR modificado el cual fue

presentado por Ebben y Petushek en 2010, este tipo de IFRmod es una medida que se aplica en saltos como el CMJ el Abalakov, entre otros donde no existe una caída previa del atleta ya que se utiliza el tiempo de despegue, en lugar del tiempo de contacto con el suelo y la altura del salto para determinar en índice de fuerza reactiva, se comprobó la fiabilidad de esta medida al compararlo con tres tipos de saltos de profundidad y no encontrar diferencias significativas (Ebben & Petushek, 2010) y una vez más con cinco saltos pliométricos diferentes.

El salto con caída es uno de los más utilizados para determinar la fuerza reactiva del atleta, conocer la altura de la caída es importante, ya que no se recomienda alturas por encima de los 60cm. Puesto que hay una mayor probabilidad de una lesión (Addie, et al., 2019).

En un estudio realizado por Addie y colaboradores, con hombres y mujeres activos físicamente, encontraron que a medida que la altura de la caída aumentaba también lo hacía el tiempo de contacto, pero la altura del salto no cambiaba, disminuyendo el índice de fuerza reactiva después de los 60cm, y existen otros estudios que encontraron estos mismos resultados (Barr & Nolte, 2014; Markwick, Bird, Tufano, Seitz, & Haff, 2015; Stieg, et al., 2011), determinando que un salto por encima de los 30cm produce una disminución en el ciclo de estiramiento acortamiento debido a que no se pueden superar las exigencias excéntricas y dan como resultado un mayor tiempo de contacto. Sin embargo, este resultado no se da en todas las poblaciones, ya que estudios con sujetos más experimentados no expresan un aumento en el tiempo de contacto conforme la altura aumenta (Beattie, Carson, Lyons, & Kenny, 2017; Deliceoğlu, et al., 2017). Se sugiere que sujetos de estudio más fuertes le es más posible superar la carga excéntrica. (Beattie, Carson, Lyons, & Kenny, 2017).

Estudios previos han demostrado una correlación con el salto con caída y el cambio de dirección (Castillo-Rodríguez, Fernández-García, Chinchilla-Minguet, & Carnero, 2012; Lockie, Schultz, Callaghan, Jeffriess, & Luczo, 2014; Vescovi & Mcguigan, 2008), debido a que las demanda físicas de este salto son parecidas a las de un cambio de dirección, tomando en cuenta en índice de fuerza reactiva y la demanda neuro muscular dada por el ciclo de estiramiento acortamiento, que ya se explicó anteriormente.

Uno de los factores a tomar en cuenta es el desequilibrio muscular, ya que varios de los gestos deportivos, incluyendo el cambio de dirección, son de naturaleza unilateral y que la mayoría de los seres humanos contamos con un lado dominante y no dominante, es importante tomar en cuenta el rendimiento de cada extremidad por separado, porque aunque es de suponerse que existan diferencias entre el rendimiento de cada una, lo más indicado es que estas diferencias sean mínimas, ya que esto provoca desbalances musculares y posibles lesiones (Dos'Santos, et al., 2017), entre las lesiones más comunes están la del ligamento cruzado anterior, producida por la demanda del gesto de producir una desaceleración y re-aceleración en una dirección diferente, provocando una carga excesiva en la articulación de la rodilla debido a la inercia de la velocidad con la que se desplaza el atleta, la cual es muy alta (Fox, 2018), uno de los indicadores del rendimiento de cada pierna es la potencia, explicada anteriormente y los métodos más comunes para evaluar el rendimiento de las piernas son los sats, se han utilizado saltos de distancia, salto vertical a una pierna, salto squat jump, CMJ vertical y salto con caída, entre otros (Brumitt, Heiderscheit, Manske, Niemuth, & Rauh, 2013; Meylan, et al., 2009; Delaney, et al., 2015), tomar en cuenta la evaluación unilateral puede dar herramientas para identificar áreas de oportunidad en los patrones de movimiento, que al corregirse ayuda a incrementar el rendimiento (Meylan, et al., 2009).

### **Déficit de cambio de dirección**

Existen distintas pruebas para medir el cambio de dirección y cada deporte utiliza determinadas pruebas tomando en cuenta los requerimientos que la actividad deportiva demande, sin embargo, no en todos los casos se cumple este criterio con respecto a los patrones de movimiento que se ejercen y ya que algunas pruebas tienen una duración más prolongada que va desde los 7 hasta los 18 segundos (Lockie, Schultz, Callaghan, & Jeffriess, 2014; Sayers, 2015), por lo cual los requerimientos de capacidad anaeróbica y Sprint estarían mejor expresados en los resultados de la misma, en lugar de determinar los cambios de dirección (Nimphius, Callaghan, Spiteri, & Lockie, 2016), una prueba que delimita estas restricciones es la prueba de COD 505 ya que únicamente consta de un sprint de 15 metros con un cambio de dirección de 180 grados, es una prueba la cual ha sido investigada su fiabilidad (Stewart, Turner, & Miller, 2014) y se puede aplicar para

determinar las asimetrías en el rendimiento en pierna dominante y no dominante (Lockie, et al., 2014).

En 2013 Nimphius y colaboradores determinaron una nueva medida en el cambio de dirección, denominándola “déficit de cambio de dirección,” este valor se determina como la medida del cambio de dirección sin la influencia del sprint, creada con la base de observar que en una prueba de cambio de dirección el tiempo total de esta incluye el sprint lineal que antecede al cambio de dirección dando una medida de dos gestos deportivos, el sprint más el cambio de dirección, en lugar de solo uno, el cambio de dirección, esta afirmación fue comprobada por Nimphius y colaboradores (2013) cuando corroboraron que en la prueba de COD 505, solo el 31% de la prueba estaba conformada por el cambio de dirección y el porcentaje restante del tiempo era determinado por el sprint lineal, por lo cual un atleta que sea eficiente en el sprint marcará tiempos aceptables en la prueba de cambio de dirección, pero este resultado será producto de su buen desempeño en la carrera y no necesariamente de un efectivo cambio de dirección, es una de las cuestiones del porqué de la importancia de esta medición.

Para determinar el valor del déficit de cambio de dirección se requiere primero contar con el tiempo del recorrido sin el cambio de dirección para después determinar la diferencia con el mismo recorrido con uno o varios cambios de dirección, como ejemplo pondremos la prueba de COD 505, se sabe que esta prueba requiere un sprint lineal de 15 metros pero únicamente se valida en tiempo en los últimos 10 metros (5 metros de llegada, para después cambiar de dirección y recorrer otros 5 metros de regreso), con esta prueba tenemos el tiempo del recorrido de 10 metros cuando existe un cambio de dirección, es necesario, entonces, que el atleta recorra la misma distancia (10 metros) pero ahora sin la influencia del cambio de dirección, es importante mencionar que esta medida debe ser de manera “lanzada” es decir cuando el cuerpo ya está en aceleración, normalmente se toma de un sprint con un recorrido más largo para suprimir el tiempo que le llevaría al sujeto reaccionar al estímulo de arranque y acelerar. Una vez determinadas los dos valores se procede a restar el tiempo de la prueba COD 505 menos el valor dado en sprint lineal de 10 metros (Nimphius, Geib, & Carlisle, 2013), normalmente en un estudio se realizan

varias repeticiones de la prueba y en este caso las mediciones a tomar en cuenta para la fórmula serían la media de cada prueba.

### **Estudios relacionados**

En 2015 Delaney y colaboradores realizaron un estudio con 31 jugadores profesionales de Rugby ( $24.3 \pm 4$  años), con el fin de determinar los factores que contribuían al cambio de dirección en esta disciplina, se encontró correlación significativa cuando se relacionó el rendimiento en el cambio de dirección con la potencia relativa de los atletas ( $r = -0.65$ ). Se midió el rendimiento de cambio de dirección en ambas piernas y no se determinaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ), se analizó si la longitud de las piernas era uno de los determinantes del rendimiento en los cambios de dirección y no se encontró diferencias significativas entre estos ( $P > 0.05$ ).

En un estudio realizado por Romaratezabala y colaboradores en 2017 con 13 jugadores de balonmano ( $16.5 \pm 0.55$  años) con el objetivo de analizar la relación del salto vertical y salto horizontal a una y dos piernas con y sin manos libres y el cambio de dirección, evaluado con la prueba T-test, los resultados no mostraron relación entre el cambio de dirección y los saltos unilaterales y bilaterales en su ejecución horizontal y tampoco vertical sin embargo, se encontraron una relación negativa entre el déficit de salto vertical bilateral cuando se llevaba a cabo con manos libre y sin manos libres con el cambio de dirección, los autores siguieron prestando más atención en tratar de reducir esta diferencia para poder ayudar con el rendimiento en el cambio de dirección.

En 2019 Freitas y colaboradores realizaron un estudio con 78 atletas de las disciplinas de fútbol soccer y rugby, dividiendo el grupo en dos, en dependencia de sus niveles de fuerza y potencia medidos en 1RM de sentadillas y el pico de fuerza en squat jump, los atletas con mayor fuerza y potencia presentaron mejor rendimiento en sprint de 10 metros en zigzag COD que el grupo de mayor fuerza y potencia, sin embargo, manifestaron mayores grandes déficits de cambio de dirección. Concluyendo que los atletas más fuertes y potentes son más rápidos en un sprint, pero no necesariamente en un cambio de dirección.

## Metodología

### Diseño

El diseño del estudio fue de tipo trasversal, con un enfoque cuantitativo y descriptivo de alcance correlacional.

### Población y muestra

En el estudio participaron 19 atletas hombres ( $19.6 \pm 1.7$  años,  $82.42 \pm 12.4$ kg,  $178.9 \pm 7.5$ cm) de las disciplinas de baloncesto (n=9) y balonmano (n=10) de los equipos representativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

### Criterios de inclusión

- Pertenecer al equipo representativo de balonmano o baloncesto varonil de la Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Mínimo 5 años de experiencia.
- Asistir regularmente a los entrenamientos.

### Criterios de exclusión

- No estar conforme con el acuerdo de colaboración
- Presentar alguna lesión antes del comienzo del protocolo.

### Criterios de eliminación

- No acudir a las mediciones antropométricas  
No concretar las pruebas físicas

### Consideraciones éticas

El estudio se llevó a cabo siguiendo los postulados éticos de la declaración de Helsinki (World Medical Association, 2013). Se proporcionó a todos los atletas un consentimiento informado con la descripción y requerimientos de cada prueba del protocolo.

### Instrumentos

Mediciones Antropometría

**Estadiómetro.** Pieza deslizante con 6cm de anchura y con una amplitud de medida de 60 a 220cm. Con una exactitud de 0.1cm

**Plicómetro.** Marca Slim Guide con una precisión de cierre constante de  $10\text{g}/\text{mm}^2$ , calibrado con 40mm con divisiones cada 0.2mm

**Cinta antropométrica.** Cinta retráctil de acero flexible marca Lufkin modelo w606pm con una anchura de 7mm, 2m de longitud y con aproximadamente 4cm de zona libre de graduación, previamente calibrada.

**Banco antropométrico.** Cajón sólido de madera con dimensiones de 40cm de alto, 50cm de ancho y 30cm de profundidad.

Pruebas físicas

**Barras ópticas.** Barras ópticas receptora y transmisora de movimiento a través de luces infrarrojas ubicadas en la parte lateral de las mismas, marca Opto Jump Next (Microgate), los tiempos de vuelo y de contacto se miden con una precisión de 1/1000 milésimas de segundos, la validez y confianza de este instrumento se encuentra comprobada previamente ( $\text{ICC}=0.99$ ,  $\text{CV}=2.2\%$ ), (Glatthorn, et al., 2011). La información es recibida a través de su software optojump Next en su versión v.1.12.15.0.

**Cajón Pliométrico de altura regulable.** Cajón con un marco de acero resistente y antideslizante, con altura ajustable, marca Estamina.

**Fotocélulas y cronometro.** Fococélulas con un sistema de transmisión inalámbrica que detecta el movimiento y trasfiere los datos a un cronometro con una precisión de  $\pm 0.4$  milésimas de segundos, ambos marca Witty (Microgate), la validez y confianza de estos instrumentos fueron demostrados con anterioridad (Lienhard, Schneider, & Maffiuletti, 2013).

## **Procedimiento**

Se llevo a cabo una reunión con el jefe de equipos representativos de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en donde se explicaron todos los objetivos y se solicitó la autorización para hablar con los entrenadores, una vez obtenida dicha autorización se procedió a contactar a los entrenadores y preparadores físicos de los equipos de balonmano y baloncesto varonil, para explicar el procedimiento de la intervención y objetivo de las pruebas, por último se programó una junta con los atletas con la información necesaria de la intervención.



La totalidad de las pruebas de la investigación fueron llevadas a cabo en dos días, el primer día se realizaron todas las evaluaciones físicas, estas fueron llevadas a cabo en el horario y lugar de entrenamiento habitual de cada deporte, al termino de estas evaluaciones se procedió a realizar la programación de la segunda parte del estudio, esta parte consta de las mediciones antropométricas, las cuales fueron llevadas a cabo por la mañana en los horarios previamente apartados por los atletas.

**Junta Previa.** Se llevo a cabo una junta previa con los atletas y entrenadores para describirles el proceso de la intervención, resolver sus dudas y si se encontraban de acuerdo con todos los puntos mencionados se procedía a la firma de un consentimiento informado.

**Mediciones Antropométricas.** La medición se llevó a cabo en el laboratorio de rendimiento humano de la Facultad de Organización Deportiva en un horario de 7 am a 10 am solicitando a los sujetos presentarse en mínimo 4 horas de ayuno, se les pidió presentarse con ropa ligera con el fin de permitir la medición. todo lo anterior de acuerdo a las normativas descritas por la Internacional Society for the Avancement of Kinanthropometry (ISAK), este procedimiento se llevó a cabo por dos personas acreditadas nivel I y II, las mediciones se llevaron a cabo en ambas piernas, para después proceder a realizar la corrección del perímetro de cada una y con esto obtener las medidas de la pierna dominante como no dominante y poderlas comparar por separado con el rendimiento en el cambio de dirección.

Se utilizo el programa Excel versión 2019. Para el registro de las mediciones y la aplicación de las fórmulas de de Ross y Kerr (1991) con el fin de calcular el perímetro corregido de muslo y pantorrilla.

Perímetro de muslo máximo (cm) – (Pliegue anterior del muslo (cm) x 3.1416)

Perímetro de pantorrilla (cm) – (pliegue de la pierna medial (cm) x 3.1416)

**Pruebas físicas.** Los sujetos no comieron 2 a 3 horas antes de las pruebas físicas y se abstuvieron de consumir algún suplemento 24 horas antes, las pruebas se realizaron en una sola sesión la cual fue llevada a cabo en el lugar y horario de entrenamiento habitual.

Se realizó un calentamiento estandarizado el cual consistió en 5 minutos de trote, Jogging, desplazamientos laterales, cambios de dirección de 180 grados a intensidades bajas, para después terminar con sprints progresivos recorriendo la misma distancia que se llevaban a cabo las pruebas.

Las pruebas utilizadas para este estudio fueron, salto con caída a una altura de 30 cm, salto vertical a una pierna, sprint lanzado de 10m y la prueba COD 505. Se dio un tiempo de descanso de 2 a 3 minutos entre cada repetición del test y de 3 a 5 minutos entre cada prueba.

**Salto con caída.** Para la realización de este salto los atletas fueron instruidos conforme a lo indicado en test de Bosco (Bosco, 1994). Se indicó al atleta colocarse de pie sobre un banco pliométrico previamente ajustado a la medida (30cm), con las manos en la cadera, y el tronco recto, el atleta tenía la instrucción de dejarse caer de pie sobre el suelo en el espacio delimitado por las barras ópticas, para después ejecutar un salto vertical con una rápida flexo-extensión de la rodilla, previamente se mencionó que el contacto con el piso debía ser menor a 0.25 ms y el salto se debía realizar lo más alto posible. Se llevaron a cabo de 3 saltos tomando en cuenta los que cumplieran con el tiempo mínimo de contacto (0.25 ms) y que el salto fuera realizado de manera vertical, se determinó un promedio de los tres saltos, las variables a tomar en cuenta fueron la potencia relativa y el índice de fuerza reactiva.

**Salto vertical unipodal.** El salto se realizó conforme al protocolo descrito por Fort-Vanmeerhaeghe y colaboradores en 2016, donde se le pidió al atleta colocarse en el centro de ambas barras ópticas, se le dio la instrucción de colocar las manos sobre su cadera y ejecutar un salto de pie sobre una sola pierna, llevando a cabo una flexión de rodilla a una profundidad autoseleccionada para posteriormente realizar un salto lo más alto posible, la rodilla de la pierna que no realizaba el salto debía estar flexionada a 90 grados y el aterrizaje del salto se realizó con ambas piernas, la prueba se consideraba válida cuando las manos permanecían en la cadera durante toda la ejecución y se mantuviera el equilibrio 3 segundos después del salto. Se realizaron tres intentos con cada pierna tomándose en cuenta el mejor salto, la variable a considerar fue la potencia relativa.

**10 metros lanzados.** Se delimitó un recorrido de 20 metros marcado por cuatro conos, dos en la línea de inicio y dos en la línea final, se colocaron un par de fotocélulas a los 5 y 15 metros, se le indico al atleta que realizara un sprint lineal de 20 metros. Se tomo en cuenta las mediciones de las fotoceldas las cuales arrojaban el tiempo de sprint lanzado de 10 metros. Los atletas realizaron tres repeticiones de la prueba.

**COD 505.** Originalmente propuesto por Draper y Lancaster en 1985, la estructura de la prueba se muestra en la figura 5, el procedimiento fue el siguiente: el atleta se colocó en la línea de salida y a la indicación del evaluador realizó un sprint de 15 metros para después ejecutar un cambio de dirección de 180 grados sobre una línea marcada y regresar sobre el mismo recorrido lo más rápido posible, se colocaron fotocélulas a los 10 metros, con el fin de obtener el tiempo que se recorrió en los 5 metros previos y posteriores de la ejecución del cambio de dirección. Los atletas se familiarizaron con la prueba para después realizar seis repeticiones, tres donde se realizaba el cambio de dirección con pierna dominante y tres con pierna no dominante, en la línea donde se indicaba el cambio de dirección se encontraban dos evaluadores, los cuales comprobaban que se efectuara el cambio de dirección sobre la línea indicada, con la pierna dominante o no dominante según la indicación dada.

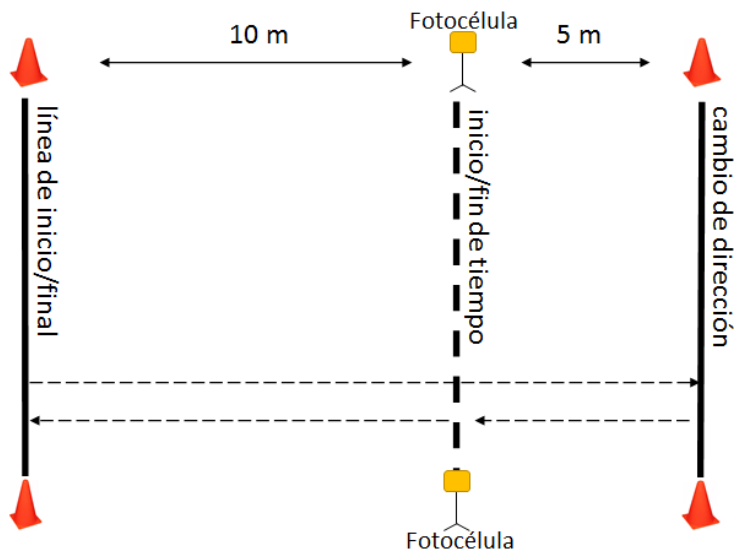


Figura 5. Estructura de la prueba 505 Change of direction (COD)

**Déficit de Cambio de dirección.** Se utilizó el programa Excel versión 2019, para la captura de los tiempos realizados en las pruebas COD 505 y sprint lineal de 10 metros,

una vez completado el vaciado de los datos se determinó el déficit de cambio de dirección, para cada pierna, a través de la fórmula dada por Nimphius (2013):

$$(\text{Media de tiempo de la prueba COD 505}) - (\text{Media de sprint lineal de 10m}).$$

### **Análisis estadístico**

La captura de los datos se realizó en el programa Microsoft Excel versión 2019, el análisis estadístico se llevó a cabo por medio de los programas estadísticos IBM SPSS Statics en su versión 25 y G\* Power en su versión 3.1, se calculó la media y desviación estándar para todas las variables, la normalidad de los datos fue valorada por medio de la prueba de Shapiro Wilk, la magnitud de las diferencias del rendimiento del tiempo total de la prueba COD 505 y el déficit de cambio de dirección, entre jugadores de balonmano y baloncesto se determinó a través de la prueba T para muestras relacionadas, la magnitud del efecto se determinó a través de la prueba *d* de Cohen y finalmente se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para medir el grado de relación entre las variables de cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en pierna dominante (D) y no dominante (ND), así como las variables de potencia e índice de fuerza reactiva, tomadas en cuenta para determinar el rendimiento en el salto vertical a una pierna y salto con caída, como valores antropométricos se tomaron en cuenta las mediciones de los perímetros corregidos de muslo y pantorrilla de ambas piernas. Para todos los análisis estadísticos se consideró un nivel de significancia de  $p < .05$ .

## Resultados

En el presente apartado se muestran las tablas con los resultados arrojados por el análisis estadístico pertinente a cada objetivo específico del estudio.

En la tabla 1 se presentan los datos descriptivos, para dar a conocer los valores correspondientes a la media y desviación estándar de las variables de tiempo total de cambio de dirección de 180 grados, déficit de cambio de dirección, índice de fuerza reactiva, potencia relativa al peso del atleta y perímetros corregidos de ambas piernas en jugadores de baloncesto y balonmano.

Tabla 1

*Variables evaluadas en deportistas de balonmano y baloncesto.*

Variable	Balonmano (n=10)	Baloncesto (n=9)
	M ± DE	M ± DE
COD 505D (s)	2.34 ± 0.14	2.47 ± 0.12
COD 505ND (s)	2.41 ± 0.15	2.58 ± 0.16
DCD D (s)	0.91 ± 0.10	1.08 ± 0.11
DCD ND (s)	0.97 ± 0.12	1.19 ± 0.15
POTENCIA Rel. SC (W/kg)	35.86 ± 10.36	39.65 ± 3.65
IFR SC (ua)	1.25 ± 0.45	1.39 ± 0.13
POTENCIA Rel. D SV(W/kg)	8.09 ± 1.50	8.78 ± 1.57
POTENCIA Rel. ND SV(W/kg)	8.34 ± 1.26	8.47 ± 1.29
PCM D (cm)	57.96 ± 4.30	57.87 ± 3.17
PCM ND (cm)	57.47 ± 4.10	57.85 ± 3.22
PCP D (cm)	34.7 ± 1.40	35.45 ± 1.33
PCP ND (cm)	34.9 ± 1.80	35.56 ± 1.30

Nota. Los valores son presentados en media ± desviación estándar. D= pierna dominante. ND= pierna no dominante COD 505= prueba de cambio de dirección 505. DCD= déficit de cambio de dirección. Rel.= relativa. SC= salto con caída. IFR= índice de fuerza reactiva. SV= salto vertical PCM= perímetro corregido de muslo. PCP= perímetro corregido de pantorrilla.

En la tabla 2 se muestran los resultados del análisis para determinar si existe asimetrías entre el tiempo total de la prueba COD 505 y déficit de cambio de dirección de manera bilateral para los atletas de balonmano y baloncesto universitario, observando que en ambas disciplinas existe una diferencia significativa, se determinó el tamaño del efecto con la  $d$  de Cohen, tomando en cuenta el valor de 0.20 como pequeño, 0.50 como mediano y 0.80 como grande, se observa que en el déficit de cambio de dirección en ambas disciplinas es mediano y en el tiempo total de COD 505 el tamaño del efecto en balonmano es mediano y en baloncesto es pequeño

Tabla 2

*Diferencias entre el COD 505 y déficit de cambio de dirección de pierna dominante y no dominante y tamaño del efecto, en ambas disciplinas.*

	Balonmano		Baloncesto	
	Sig. ( $p$ )	ME ( $d$ )	Sig. ( $p$ )	ME ( $d$ )
COD 505 D (s) - COD 505 ND (s)	0.033*	0.71	0.002*	0.43
DCD D (s) - DCD ND (s)	0.032	0.77	0.003*	0.53

\* $p \leq 0.05$

En la tabla 3, se observa que el tiempo total de la prueba COD 505 en su lado dominante se encuentra relacionado de manera negativa con el salto con caída en la variable de potencia relativa ( $r = -0.703$ ) y el índice de fuerza reactiva ( $r = -0.704$ ), el déficit de cambio de dirección en su lado dominante se encuentra relacionado de igual manera con el salto con caída en su variable de potencia relativa ( $r = -0.704$ ). en cuanto al lado no dominante no se encontró ninguna relación con las variables de rendimiento en salto.

Tabla 3

*Variables de rendimiento en salto y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en balonmano.*

	Balonmano			
	POTENCIA Rel. D SV(W/kg)	POTENCIA Rel. ND SV(W/kg)	POTENCIA Rel. SC (W/kg)	IFR SC
COD 505 D (s)	-0.183	-0.035	<b>-0.703*</b>	<b>-0.704*</b>
COD 505 ND (s)	0.236	0.225	-0.357	-0.292
DCD D (s)	0.042	-0.092	<b>-0.670*</b>	<b>-0.717*</b>

DCD ND (s)	0.422	0.198	-0.300	-0.266
------------	-------	-------	--------	--------

Nota. Los valores son presentados en media  $\pm$  desviación estándar. D= pierna dominante. ND= pierna no dominante COD 505= prueba de cambio de dirección 505. DCD= déficit de cambio de dirección. Rel.= relativa. SC= salto con caída. IFR= índice de fuerza reactiva. SV= salto vertical.

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

La tabla 4 se puede apreciar que existe una relación negativa entre el tiempo total de la prueba COD 505 llevado a cabo con pierna dominante y la potencia relativa del salto vertical con pierna dominante ( $r = -0.867$ ) y no dominante ( $r = -0.690$ ). El tiempo total de la prueba COD 505 en su lado no dominante tiene relación con la potencia relativa del salto con pierna dominante ( $r = -0.881$ ) y no dominante ( $r = -0.673$ ).

Tabla 4

*Variables de rendimiento en salto y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en baloncesto.*

	Baloncesto			
	POTENCIA Rel. D SV(W/kg)	POTENCIA Rel. ND SV(W/kg)	POTENCIA Rel. SC (W/kg)	IFR SC
COD 505 D (s)	<b>-0.867**</b>	<b>-0.690*</b>	-0.414	-0.388
COD 505 ND (s)	<b>-0.881**</b>	<b>-0.673*</b>	-0.480	-0.458
DCD D (s)	-0.543	-0.232	-0.052	-0.050
DCD ND (s)	-0.572	-0.251	-0.177	-0.177

Nota. Los valores son presentados en media  $\pm$  desviación estándar. D= pierna dominante. ND= pierna no dominante COD 505= prueba de cambio de dirección 505. DCD= déficit de cambio de dirección. Rel.= relativa. SC= salto con caída. IFR= índice de fuerza reactiva. SV= salto vertical.

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la tabla 5 se observa que existe una relación significativa con el tiempo total de la prueba COD 505 únicamente cuando el cambio de dirección es realizado con la pierna dominante, esta relación se observa con los perímetros corregidos de muslo dominante ( $r = 0.822$ ) y no dominante ( $r = 0.721$ ), en cuanto al déficit de cambio de dirección de pierna dominante se observa que este tiene una relación significativa con los perímetros corregidos de muslo dominante ( $r = 0.860$ ) y no dominante ( $r = 0.706$ ) así como y pantorrilla dominante ( $r = 0.685$ ) y no dominante ( $r = 0.655$ ).

Tabla 5

*Variables antropométricas y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en balonmano.*

Balonmano				
	PCM D	PCM ND	PCP D	PCP ND
COD 505 D (s)	<b>0.822**</b>	<b>0.721*</b>	0.590	0.577
COD 505 ND (s)	0.376	0.335	0.144	-0.065
DCD D (s)	<b>0.860**</b>	<b>0.706*</b>	<b>0.685*</b>	<b>0.655*</b>
DCD ND (s)	0.367	0.288	0.178	-0.055

Nota. Los valores son presentados en media  $\pm$  desviación estándar. D= pierna dominante. ND= pierna no dominante COD 505= prueba de cambio de dirección 505. DCD= déficit de cambio de dirección. PCM= perímetro corregido de muslo. PCP= perímetro corregido de pantorrilla.

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

En la tabla 6 podemos observar que no existen ninguna relación significativa del tiempo total de la prueba COD 505 como déficit de cambio de dirección en sus lados dominante y no dominante con ninguna de las variables antropométricas.

Tabla 6

*Variables antropométricas y su relación con el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección en baloncesto.*

Baloncesto				
	P CO MD	P CO M ND	PCP D	PCP ND
COD 505 D (s)	0.482	0.346	0.264	0.439
COD 505 ND (s)	0.552	0.428	0.432	0.533
DCD D (s)	0.198	0.107	0.010	0.061
DCD ND (s)	0.313	0.239	0.251	0.225

Nota. Los valores son presentados en media  $\pm$  desviación estándar. D= pierna dominante. ND= pierna no dominante COD 505= prueba de cambio de dirección 505. DCD= déficit de cambio de dirección. PCM= perímetro corregido de muslo. PCP= perímetro corregido de pantorrilla.

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral)

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).



## Discusión

En el presente apartado se procederá a discutir los objetivos específicos que se determinaron para llevar a cabo esta investigación. Para el primer objetivo específico se determinó conocer las variables del cambio de dirección, déficit de cambio de dirección, índice de fuerza reactiva, potencia y perímetros corregidos de ambas piernas en jugadores de baloncesto y balonmano.

La habilidad de cambiar de dirección de manera rápida y efectiva es esencial para el éxito en las acciones deportivas (Keiner, Sander, Wirth, & Schmidtbleicher, 2014) existen diferentes pruebas para determinar distintos cambios de dirección, pero la prueba de COD 505 se considera una buena opción ya que evita que interfieran otros factores como la capacidad anaeróbica del atleta (Nimphius, et al., 2018), esta prueba es muy utilizada en diversas disciplinas.

En un estudio realizado por Dos' Santos y colaboradores en 2018 donde se evaluó el cambio de dirección y déficit de cambio de dirección con el protocolo de la prueba COD 505 a 17 atletas masculinos de las disciplina de baloncesto ( $17.3 \pm 0.6$  años,  $81.6 \pm 10.5$  kg,  $187.1 \pm 9.4$  cm), encontraron valores para el tiempo total de la prueba en su lado dominante de  $2.433 \pm 0.130$  segundos y no dominante  $2.492 \pm 0.158$  segundos y para el déficit de cambio de dirección en su lado dominante  $0.579 \pm 0.143$  segundos y no dominante  $0.638 \pm 0.137$  segundos, coincidiendo con los parámetros COD 505 encontrados en los atletas de este estudio en ambas ramas deportivas los cuales expresaron un tiempo de COD 505 en su lado dominante  $2.34 \pm 0.14$  segundos en baloncesto y  $2.47 \pm 0.12$  segundos en balonmano y en su lado no dominante  $2.41 \pm 0.15$  segundos en baloncesto y  $2.58 \pm 0.16$  segundos en balonmano. En cuanto al déficit de cambio de dirección, si se encuentran diferencias, ya que en el presente estudio se obtuvo un déficit de cambio de dirección en su lado dominante de  $1.08 \pm 0.11$  segundos en baloncesto y de  $0.91 \pm 0.10$  segundos para balonmano, y en su lado no dominante de  $1.19 \pm 0.15$  segundos en baloncesto y  $0.97 \pm 0.12$  segundos en balonmano. Creemos que la coincidencia en el tiempo total de COD 505 y la diferencia en DCD en ambos lados, es debido a que los atletas de nuestro estudio tienen mejor rendimiento en el sprint lineal que en el gesto de

cambio de dirección, por lo cual se expresan tiempos similares en la prueba total y no en los valores de DCD (Nimphius, et al., 2016).

En un estudio realizado por Lockie y colaboradores en 2019, con 21 atletas hombres de diferentes disciplinas ( $23.38 \pm 2.44$  años,  $81.38 \pm 10.09$  kg,  $170 \pm 8$  cm) a los cuales se les aplicó la prueba de COD 505 y se determinaron los tiempos totales de COD 505 y déficit de cambio de dirección, obteniendo los resultados para el tiempo total de cambio de dirección de  $2.53 \pm 0.16$  segundos para la pierna dominante y  $2.54 \pm 0.19$  para la pierna no dominante, con respecto al déficit de cambio de dirección sus resultados fueron  $0.66 \pm 0.16$  segundos para pierna dominante y  $0.67 \pm 0.19$  segundos para pierna no dominante. En esta ocasión también podemos observar que los tiempos totales de la prueba COD 505 son más eficientes en los atletas de nuestro estudio, sin embargo, en los valores de DCD son superados, nuevamente por los atletas del estudio con el que se les compara, reforzando la idea de que se requiere mayor atención en las tareas propias de un cambio de dirección, tomándola en cuenta como una medida aislada.

Para las variables del salto se tomaron en cuenta como determinantes del rendimiento a la potencia relativa, en ambos saltos y al índice de fuerza reactiva (IFR), únicamente en el salto con caída, debido a que existen estudios que mencionan que en la ejecución de un cambio de dirección es necesaria la fuerza y potencia en las piernas (Banda, Beitzel, Kammerer, Salazar, & Lockie, 2019; Chaouachi, et al., 2012; McFarland & Lockie, 2016).

En un estudio realizado por Delaney y colaboradores en 2015 se evaluaron a 31 hombres atletas profesionales de Rugby ( $24.3 \pm 4.4$  años,  $98.1 \pm 9.8$  kg,  $183 \pm 6$  cm) con el fin de encontrar factores que contribuyen al cambio de dirección, los atletas realizaron un salto con caída desde una altura de 30 cm y se les pidió que el tiempo de contacto fuera menor a 0.25 segundos arrojando como resultado valores de Índice de fuerza reactiva de  $1.04 \pm 0.23$ , sin embargo, en los resultados observados en nuestro estudio se observa que los atletas de balonmano generaron un índice de fuerza reactiva de  $1.25 \pm 0.45$  y en baloncesto  $1.39 \pm 0.13$ , la diferencia de los resultados se puede deber a lo específico de las demandas físicas de cada deporte dadas por actividades esenciales de la disciplina, ya que en posiciones como la de los saltadores de rugby se necesita mayor tiempo de contacto

para poder generar la fuerza necesaria para ejecutar un salto con la altura demandada por el deporte y al momento de reducir este tiempo de contacto con el suelo la altura del salto se ve comprometida y con ello el índice de fuerza reactiva, en deportes como el baloncesto y balonmano la velocidad del sprint es esencial y para desarrollarla se necesitan tiempos de contacto menores (Flanagan & Comyns, 2008), es por ello que el índice de fuerza reactiva en tiempos de contacto cortos es una capacidad que se encuentra dominada en nuestros sujetos de estudio en comparación con las de Delaney y colaboradores en 2015.

El salto unipodal es considerado como un indicador de la potencia unilateral (Meylan, et al., 2009), se han realizado estudios en deportes como el balonmano varonil ( $19.6 \pm 0.5$  años,  $83.8 \pm 8.4$  kg,  $182.5 \pm 6.4$  cm) (Dello-Iacono, Martone, & Padulo, 2016), evaluando la potencia de cada pierna por medio del salto con caída, en otros estudios realizados con jugadores de rugby ( $24.3 \pm 4.4$  años,  $98.1 \pm 9.8$  kg,  $183 \pm 6$  cm) (Delaney, et al., 2015), se toma en cuenta el salto horizontal como instrumento para evaluar la potencia unilateral, en el presente estudio se utilizó el salto vertical a una pierna, utilizado en estudios previos con basquetbolistas ( $15.66 \pm 1.34$  años,  $69.69 \pm 10.18$  kg,  $182 \pm 7$  cm) (Fort-Vanmeerhaeghe, Montalvo, Sitjà-Rabert, Kiefer, & Myer, 2015), sin embargo, no es posible comparar resultados de ambos estudios, debido a que las variables de rendimiento que se tomó en cuenta en el estudio de Fort- Vanmeerhaeghe y colaboradores fue la altura en el salto y en el presente estudio se expresa el rendimiento con la potencia relativa.

La medición de perímetros corregidos ha sido estudiada por Bahamondes y colaboradores en 2018 en atletas de distintas disciplinas ( $15.5 \pm 1.7$  años,  $61.4 \pm 11.5$  kg) encontrando resultados de  $49.2 \pm 4.6$  cm para perímetro corregido de muslo y  $32.2 \pm 2.8$  cm para perímetro corregido de pantorrilla, comparándolas con las del presente estudio que tuvo resultados de perímetro corregido de pierna dominante  $57.96 \pm 4.30$  cm para balonmano y  $57.87 \pm 3.17$  cm para baloncesto y pierna no dominante  $57.47 \pm 4.10$  cm para balonmano y  $57.85 \pm 3.22$  para baloncesto, el perímetro corregido de pantorrilla dominante fue  $34.7 \pm 1.40$  cm para balonmano y  $35.45 \pm 1.33$  cm para baloncesto y pantorrilla no dominante fue de  $34.9 \pm 1.80$  cm para balonmano y  $35.56 \pm 1.30$  cm para baloncesto, se encuentra que tanto para muslo como pantorrilla las mediciones de los atletas de balonmano y baloncesto son mayores a las del estudio con el que se comparó,

esto probablemente se deba a la edad de los deportistas estudiados por Baha mondes, ya que estos son adolescentes y su maduración física aún no está concluida.

Observando los resultados que se plantearon en el objetivo número dos, se puede ver que están presentes diferencias significativas en el tiempo total de la prueba COD505 de balonmano ( $p = .33$ ) y baloncesto ( $p = .002$ ) así como en el déficit de cambio de dirección en balonmano ( $p=0.32$ ) y baloncesto ( $p=0.003$ ), los mismos resultados se expresaron en un estudio realizado por Dos Santos y colaboradores en 2018 con 17 atletas hombres jugadores de baloncesto ( $17.3 \pm 0.6$  años,  $81.6 \pm 10.5$  kg,  $187.1 \pm 9.4$  cm), encontrando diferencias en el rendimiento de COD 505 y el déficit de cambio de dirección ( $p < .01$ ), esto muy probablemente se deba a que los gestos deportivos y las actividades de la vida cotidiana son de naturaleza unilateral en su mayoría y que normalmente las personas expresan un lado dominante donde las tareas motrices suelen ser más efectivas en relación con el lado no dominante, existen otras explicaciones como miembros inferiores anatómicamente diferentes, lesiones previas, la repetitiva demanda deportiva de un gesto unilateral, el tiempo de práctica del deporte y la posición. (Fort-Vanmeerhaeghe, et al., 2015). Confirmando lo anterior, en otro estudio realizado con 26 jugadores de balonmano ( $16.2 \pm 0.9$  años  $78.2 \pm 12.4$  kg,  $176 \pm 6$  cm) donde se realizaron cambios de dirección de 180 grados y 90 grados encontrando asimetrías en el rendimiento de ambas piernas en las dos pruebas.

Para el objetivo número tres se ha buscado la relación entre los factores de rendimiento en salto y variables antropométricas con el tiempo total de la prueba COD 505 y el déficit de cambio de dirección.

Se ha determinado que el rendimiento en los cambios de dirección se ve influenciado por varios factores que incluyen la técnica en su ejecución, tomando en cuenta la postura del cuerpo, la inclinación del mismo, la postura de los pies, entre otros, también se encuentra influenciado por el sprint lineal ya que este los precede y por la fuerza de las extremidades inferiores y parámetros de potencia como lo son la fuerza reactiva (Dos'Santos, et al., 2017).

En lo referente a la relación existente en el cambio de dirección en sus piernas dominante y no dominante y el índice de fuerza reactiva en el salto con caída se encontró

que Delenay en 2015 comparo este índice con la prueba de COD 505 en jugadores de Rugby ( $24.3 \pm 4.4$  años,  $98.1 \pm 9.8$  kg,  $183 \pm 6$  cm), encontrando correlaciones negativas en ambos lados ( $r = -0.44$  para pierna dominante y  $r = -0.45$  para pierna no dominante) en cambio en los atletas evaluados en esta investigación únicamente se encontró relación en cambios de dirección en pierna dominante en el deporte de balonmano. En un estudio realizado por Foden en 2015 con 16 jugadores de cricket colegial ( $17 \pm 0.7$  años,  $72.2 \pm 13.2$  kg,  $176.9 \pm 6.2$  cm) no se encontraron correlaciones significativas entre el salto con caída de 30cm y el cambio de dirección, coincidiendo estos resultados con los mostrados con la disciplina de baloncesto.

Se puede observar que una variable no impacta de la misma manera en la pierna dominante y no dominante y estas diferencias pueden ser explicadas debido a las demandas específicas de cada deporte, los de saltos multidireccionales, los de cambios de dirección en diferentes grados, entre otros, implican un desarrollo neuromuscular diferente las extremidades inferiores. (Fort-Vanmeerhaeghe, et al., 2015) lo antes mencionado puede explicar los resultados obtenidos en este estudio, ya que en investigaciones realizadas con sujetos que practican actividad física recreativa los valores resultan similares entre ambas extremidades, como ejemplo se menciona el estudio realizado por Castillo-Rodríguez y colaboradores con 42 sujetos físicamente activos ( $20.1 \pm 3.7$  años,  $73.4 \pm 8.4$  kg,) se encontraron datos homogéneos relacionando significativamente el rendimiento del cambio de dirección de 180 grados y déficit de cambio de dirección con el salto unipodal y el salto con caída bilateral.

En lo pertinente a los perímetros corregidos y su relación con los cambios de dirección realizados en la prueba COD 505 y el déficit de cambio de dirección, no es posible comparar estos valores con los de otros estudios debido a que no se encontró ninguno que incluyera la corrección de los perímetros de miembros inferiores y su relación con el cambio de dirección, es por ello que únicamente se mencionan los valores que impactaron en las variables de cambio de dirección para su posterior análisis basando esto en evidencia científica que avale lo mencionado.

Los resultados encontrados con respecto al perímetro corregido de miembros inferiores y su relación con el cambio de dirección y el DCD, determinan que estas

variables antropométricas no se encuentra relacionada con el cambio de dirección en 180 grados y tampoco en el déficit de cambio de dirección en deportistas de baloncesto y balonmano universitarios, contrario a variables como la masa muscular y el bajo porcentaje de grasa los cuales determinan un menor peso lastre para el atleta y contribuyen a una mayor velocidad del movimiento (Delaney, et al., 2015), la estatura del atleta es otro factor antropométrico determinante ya que los atletas de menor estatura tienen la facilidad de bajar con mayor rapidez y mejor control su centro de masa y con esto tener mayor fuerza de propulsión en un cambio de dirección (Chaouachi, et al., 2012).

En un estudio realizado con jugadores de balonmano (14 a 18 años) con al menos cinco años de experiencia, se encontró existe una relación entre un cambio de dirección de 90 grados, la longitud de los miembros inferiores y la masa corporal de los atletas ) (Hammami, et al., 2019), por otro en la disciplina de baloncesto Pehar y colaboradores en 2018 realizaron un estudio con 88 basquetbolistas de alto nivel ( $21.12 \pm 3.74$  años,  $89.13 \pm 10.81$  kg,  $194.62 \pm 8.09$  cm) encontrando correlaciones significativas entre el rendimiento de la prueba de agilidad reactiva la cual lleva a cabo cambios de dirección de 45 grados y el porcentaje de grasa de los atletas. Con los estudios mencionados anteriormente se puede observar que el componente antropométrico juega un papel importante en los diferentes grados de cambios de dirección en varias disciplinas (Pehar, et al., 2018)

Una limitante de nuestra investigación fue la falta de estudios previos que presenten todas las variables analizadas, por lo cual fue complicada la comparación de algunos resultados.

## **Conclusión**

La mayoría de los deportes son de naturaleza unilateral, ya que demandan actividades como el cambio de dirección, el cual se realiza de manera unipodal y es un factor determinante en el rendimiento del atleta, por lo cual ha sido ampliamente estudiado determinar sus componentes (el déficit de cambio de dirección y sprint lineal) y factores que lo determinan.

Los resultados arrojados en este estudio determinaron que existen diferencias significativas en el rendimiento de cambio de dirección de ambas extremidades inferiores, este resultado se repitió en la medición del déficit de cambio de dirección, demostrando que en los atletas de baloncesto y balonmano universitario existen asimetrías importantes en el desempeño de este gesto deportivo.

La valoración del rendimiento en salto con COD Y DCD determina múltiples diferencias entre los requerimientos de los deportes estudiados, encontrando en balonmano la existencia de una relación con los saltos de naturaleza bilateral, contrario a lo encontrado en baloncesto y su relación con saltos unipodales, cabe mencionar que esta relación no se encontró en ambas extremidades.

Se determinaron los perímetros corregidos de las extremidades inferiores como variable antropométrica a analizar, los resultados arrojados demostraron que este, no es un factor determinante en el cambio de dirección ya que solo se encontró relación en la pierna dominante en atletas de balonmano.

### **Futuras líneas de investigación**

Se sugiere realizar mayor número de estudios en cuanto a variables más específicas como el perímetro corregido del tren inferior con el fin de obtener mayor información sobre los determinantes de un cambio de dirección en lo referente a la antropometría. De la misma manera realizar más estudios con distintas alturas en los saltos con caída, para poder determinar si existe diferencias entre las diferentes medidas de salto con el rendimiento en cambios de dirección y su déficit y cuál es la que se relaciona más con su rendimiento.

## Referencias

- Addie, C. A., Arnett, J. E., Neltner, T. J., Straughn, M. K., Cosio-Lima, L., & Brown, L. E. (2019). Effects of Drop Height on Drop Jump Performance. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, 7(4), 28-32.  
doi:10.7575/aiac.ijkss.v.7n.4p.28
- Asadi, A., Arazi, H., Young, W., & Sáez de Villarreal, E. (2016). The Effects of Plyometric Training on Change of Direction Ability: A Meta Analysis. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 563-573.  
doi:10.1123/ijsp.2015-0694
- Atler, M. (2004). Types and varieties of stretching. In M. Atler, *The Science of Flexibility* (pp. 159-162). Champaign, Illinois : Human Kinetics Publishers.
- Bahamodes, C., Carcamo, J., Aedo, E., & Rosas, M. (2018). Relacion entre indicadores antropometricos regionales de masa muscular y potencia de extremidades inferiores en deportistas juveniles de proyeccion. *Ciencias Do Deporte*, 40(3), 295-301. doi:10.1016/j.rbce.2018.02.002
- Baker, D. G., & Newton, R. U. (2008). Comparison of lower body strength, power, acceleration, speed, agility, and sprint momentum to describe and compare playing rank among professional rugby league players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(1), 135-158. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815f9519.
- Balsalobre-Fernández, C., & Jiménez-Reyes, P. (2014). *Entrenamiento de fuerza nuevas perspectivas metodologicas*.
- Banda, D. S., Beitzel, M. M., Kammerer, J. D., Salazar, I., & Lockie, R. G. (2019). Lower-Body Power Relationships to Linear Speed, Change-of-Direction Speed, and High-Intensity Running Performance in DI Collegiate Women's Basketball Players. *Journal of Human Kinetics*, 68, 223-232. doi:0.2478/hukin-2019-0067
- Barr, M. J., & Nolte, V. W. (2014). The importance of maximal leg strength for female athletes when performing drop jumps. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(2), 373-380. doi:10.1519/JSC.0b013e31829999af
- Beattie, K., Carson, B. P., Lyons, M., & Kenny, I. C. (2017). The relationship between maximal strength and reactive strength. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(4), 548-553. doi:10.1123/ijsp.2016-0216
- Ben Abdelkrim, N., Castagna, C., Jabri, I., Battikh, T., El Faza, S., & Ati, J. E. (2010). Activity Profile and Physiological Requirements of Junior Elite Basketball



- Players in Relation to Aerobic-Anaerobic Fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(9), 2330-2342. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e381c1
- Bosco, C. (1994). *La valoración de la fuerza con el test de Bosco*. Barcelona : Paidotribo.
- Brumitt, J., Heiderscheit, B., Manske, R., Niemuth, P., & Rauh, M. (2013). Lower extremity functional tests and risk of injury in division III collegiate athletes. *Int J Sports Phys Ther*, 8(3), 216-227.
- Bunc, V., Hráský, P., & Skalská, M. (2015). Changes in Body Composition, During the Season, in Highly Trained Soccer Players. *The Open Sports Sciences Journal*, 8(1). doi:10.2174/1875399X01508010018
- Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J., Chinchilla-Minguet, J., & Carnero, E. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(3), 725-732. doi:10.1519/JSC.0b013e31822602db.
- Chalmers, S., Fulle, J. T., Debenedictis, T. A., Townsley, S., Lynagh, M., Gleeson, C., . . . Magarey, M. (2017). Asymmetry during preseason Functional Movement Screen testing is associated with injury during a junior Australian football season. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(7), 653-657. doi:https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.12.076
- Chaouachi, A., Manzi, V., Chaalali, A., Wong, D. P., Chamari, K., & Castagna, C. (2012). Determinants Analysis of Change of Direction Ability in Elite Soccer Player. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2667-2676.
- Clarke, R., Mundy, P., Aspe, R., Sargent, D., & Hughes, J. (2018). Technical models for change of direction: biomechanical principles. *The Professional Body for Strength and Conditioning in the UK*, 50, 17-23.
- Cometti, G. (2007). *Manual de pliometria*. Badalona : Paidotribo .
- Cortes, N., Onate, J., & Van, L. B. (2011). Pivot task increases knee frontal plane loading compared with sidestep and drop-jump. *Journal of sports sciences*, 29(1), 86-92. doi:10.1080/02640414.2010.523087.
- Delaney, J. A., Scott, T. J., Ballard, D. A., Duthie, G. M., Hickmans, J. A., Lockie, R. G., & Dascombe, B. J. (2015). Contributing Factors to Change-of-Direction Ability in Professional Rugby League Players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2688-2696. doi:10.1519/JSC.0000000000000960
- Deliceoğlu, G., Ünlü, G., Coşkun, B., Tortu, E., Kocahan, T., & Koçak, S. (2017). The effect of ground contact time and drop height on work and power outputs for drop jump in youth turkish national volleyball players. *Journal of Physical*

*Education & Sports Science/Beden Egitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(3), 253-258. doi:10.11114/jets.v7i3S.4005

- Dello-Iacono, A., Martone, D., & Padulo, J. (2016). Acute Effects of Drop-Jump Protocols on Explosive Performances of Elite Handball Players. *the Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3122-3133. doi: 10.1519/JSC.0000000000001393
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. (2018). The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off. *Sport Med.*, 48(10), 2235-2253. doi: The Effect of Angle and Velocity on Change of Direction Biomechanics: An Angle-Velocity Trade-Off.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Comfort, P., & Jones, P. A. (2018). Comparison of Change of Direction Speed Performance and Asymmetries between Team-Sport Athletes: Application of Change of Direction Deficit. *Sports*, 6(4), 174. doi:10.3390/sports6040174
- Dos'Santos, T., Thomas, C., Jones, P. A., & Comfort, P. (2017). Mechanical determinants of faster change of direction speed performance in male athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 696-705. doi:10.1519/JSC.0000000000001535
- Draper, J., & Lancaster, M. (1985). The 505 test: A test for agility in the horizontal plane. *Aust J Sci Med Sports*, 17(1), 15-18.
- Drinkwater, D., & Ross, W. (1980). The anthropometric fractionation of body mass. In M. Ostyn, G. Beunen, & J. Simons, *Kinanthropometry II*. (pp. 178-89). Baltimore: University Park Press.
- Ebben, W. P., & Petushek, E. J. (2010). Using the Reactive Strength Index Modified to Evaluate Plyometric Performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 1983-1987. doi:10.1519/JSC.Ob013e3181e7246
- Eler, N., & Eler, S. (2018). The Effect of Agility Exercises on the COD Speed and Speed in Terms of the Frequency of the Training. *Universal Journal of Educational Research*, 6(9), 1909-1915. doi:10.13189/ujer.2018.060908
- Flanagan, E. P., & Comyns, T. M. (2008). The Use of Contact Time and the Reactive Strength Index to Optimize Fast Stretch-Shortening Cycle Training. *Strength and Conditioning Journal*, 30(5), 32-38. doi:10.1519/SSC.0b013e318187e25b
- Forteza, d. I. (1998). *Alta Metodología, carga, estructura y planificacion*. Medellin: Editorial Komeki.
- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gual, G., Romero-Rodriguez, D., & Unnithan, V. (2016). Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *Journal of Human Kinetics*, 50, 135-143. doi: 10.1515/hukin-2015-0150

- Fort-Vanmeerhaeghe, A., Montalvo, A. M., Sitjà-Rabert, M., Kiefer, A. W., & Myer, G. D. (2015). Neuromuscular asymmetries in the lower limbs of elite female youth basketball players and the application of the skillful limb model of comparison. *Physical Therapy in Sport, 16*(4), 317-323. doi:10.1016/j.ptsp.2015.01.003.
- Fox, A. S. (2018). Change-of-Direction Biomechanics: Is What's Best for Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Also Best for Performance? *Sports Med, 8*, 1799-1807. doi:10.1007/s40279-018-0931-3
- Freitas, T. T., Pereira, L. A., Alcaraz, P. E., Arruda, A. F., Guerriero, A., Azevedo, P. H., & Loturco, I. (2019). Influence of Strength and Power Capacity on Change of Direction Speed and Deficit in Elite Team-Sport Athletes. *Journal of Human Kinetics, 68*, 167-176. doi:10.2478/hukin-2019-0069
- Freitas, T., Alcaraz, P., Bishop, C., Calleja-González, J., Arruda, A., Guerriero, A., . . . Loturco, I. (2018). Change of Direction Deficit in National Team Rugby Union Players: Is There an Influence of Playing Position? *Sports, 7*(1). doi: 10.3390/sports7010002
- Glatthorn, J. F., Gouge, S., Nussbaumer, S., Stauffacher, S., Impellizzeri, F. M., & Maffiuletti, N. A. (2011). Validity and reliability of Optojump photoelectric cells for estimating vertical jump height. *J Strength Cond Res, 25*(2), 556-560. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ccb18d
- González-Badillo, J. J., & Gorostiaga, E. G. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona : INDE .
- Gonzalez-Badillo, J. J., & Rivas, S. J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona: INDE.
- Hammami, M., Hermassi, S., Gaamouri, N., Aloui, G., Comfort, P., Shephard, R. J., & Chelly, M. S. (2019). Field Tests of Performance and Their Relationship to Age and Anthropometric Parameters in Adolescent Handball Players. *Frontiers in Physiology, 6*(10), 1124. doi:10.3389/fphys.2019.01124
- Havens, K. L., & Sigward, S. M. (2015). Whole body mechanics differ among running and cutting maneuvers in skilled athletes. *Gait & Posture, 42*(3), 240-245. doi: 10.1016/j.gaitpost.2014.07.022.
- Holmberg, P. (2015). Agility Training for Experienced Athletes: A Dynamical System Approach. *Strength and Conditioning Journal, 37*(3), 93-98. doi:10.1519/SSC.0000000000000145
- Issurin, V. B. (2008). *Block Periodization: Breakthrough in Sport Training*. Ultimate Athlete Concepts.
- Issurin, V., & Kaverin, V. (1985). *Planning and design of annual preparation cycle in canoeing*. Moscu: Fizkultura i Sport,.

- Jeffreys, I. (2016). *Principios del entrenamiento de la fuerza y acondicionamiento físico* (primera ed.). Paidotribo.
- Jeffreys, I. (2008). Warm-up and stretching. In N. S. Association, T. Baechle, & R. Earle (Eds.), *Essentials of Strength and Conditioning* (pp. 296-301). Champaign, Illinois: Human Kinetics Publishers.
- Jones, P., Herrington, L. C., & Graham-Smith, P. (2015). Technique determinants of knee abduction moments during pivoting in female soccer players. *Clinical Biomechanics*, *31*, 107-112. doi:0.1016/j.clinbiomech.2015.09.012
- Karcher, C., & Buchheit, M. (2014). On-Court Demands of Elite Handball, with Special Reference to Playing Positions. *Sports Med*, *44*(6), 797–814 . doi:10.1007/s40279-014-0164-z.
- Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2014). Long-Term Strength Training Effects on Change-of-Direction Sprint Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(1), 223-231. doi:10.1519/JSC.0b013e318295644b
- Kinanthropometry, I. S. (2014). *International Standards for Anthropometric Assessment*. (H. I. Kinanthropometry, Ed.)
- Lienhard, k., Schneider, D., & Maffiuletti, N. (2013). Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters. *Medical Engineering & Physics*, *35*(4), 500-504.
- Llopis-Goig, R. (2016). Deporte, medios de comunicación y sociedad. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, *12*(44), 86-89.
- Lockie, R., Callaghan, S., Berry, S., Cooke, E., Jordan, C., Luczo, T., & Jeffriess, M. (2014). Relationship Between Unilateral Jumping Ability and Asymmetry on Multidirectional Speed in Team-Sport Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(12), 3557-3566. doi:10.1519/JSC.000000000000588
- Lockie, R., Schultz, A., Callaghan, S., & Jeffriess, M. (2014). The effects of traditional and enforced stopping speed and agility training on multidirectional speed and athletic performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, *28*(6), 1538-1551. doi: 10.1519/JSC.000000000000309
- Lockie, R., Schultz, A., Callaghan, S., Jeffriess, M., & Luczo, T. (2014). Contribution of leg power to multidirectional speed in field sport athletes. *Journal of Australian Strength & Conditioning*, *22*(2), 16.
- Loturco, I., Suchomel, T., James, L., Bishop, C., Abad, C., Pereira, L., & McGuigan, M. (2018). Selective Influences of Maximum Dynamic Strength and Bar-Power

- Output on Team Sports Performance: A Comprehensive Study of Four Different Disciplines. *Frontiers in Physiology*, 17(9), 1820. doi:10.3389/fphys.2018.01820
- Mackala, K., Vodičar, J., Žvan, M., Križaj, J., Stodolka, J., Rauter, S., & Čoh, M. (2020). Evaluation of the Pre-Planned and Non-Planned Agility Performance: Comparison between Individual and Team Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 975. doi:10.3390/ijerph17030975
- Madruza-Parera, M., Bishop, C., Beato, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gonzalo-Skok, O., & Romero-Rodríguez, D. (2019). Relationship Between Interlimb Asymmetries and Speed and Change of Direction Speed in Youth Handball Players. *Journal of Strength and Conditioning Research, Publish Ahead of Print*. doi:10.1519/JSC.0000000000003328
- Markwick, W. J., Bird, S. P., Tufano, J. J., Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2015). The intraday reliability of the reactive strength index calculated from a drop jump in professional men's basketball. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(4), 482-488. doi:10.1123/ijsp.2014-0265
- Marshall, B. M., Franklyn-Miller, A. D., King, E. A., Moran, K. A., Strike, S. C., & Falvey, É. C. (2014). Biomechanical Factors Associated With Time to Complete a Change of Direction Cutting Maneuver. *Journal of Strength and Conditioning*, 28(10), 2845-2851. doi:10.1519/JSC.0000000000000463
- Martinez, D. (2017). Consideration for Power and Capacity in Volleyball Vertical Jump Performance. *Strength and Conditioning Journal*, 39(4), 36-48. doi:10.1519/SSC.0000000000000297
- Matveyev, L. P. (1977). *The bases of sport training*. FiS Publisher.
- McClymont, D. (2003). Use of the reactive strength index (RSI) as an indicator of plyometric training conditions. In Routledge (Ed.), *Proceedings of the 5th World Conference on Science and Football*, (pp. 408-417). Lisbon.
- McClymont, D. (2008). The use of the reactive strength index as an indicator of plyometric training conditions. *5th, World congress on science and football;2003: Lisbon*. 5, pp. 408-417. Lisbon: Routledge.
- McFarland, I. T., & Lockie, R. G. (2016). Relationship of Two Vertical Jumping Tests to Sprint and Change of Direction Speed among Male and Female Collegiate Soccer Players. *Sports*, 4(1), 11. doi:10.3390/sports4010011
- Menzel, H., Chagas, M., Szmuchowski, L., Araujo, S., de Andrade, A., & de Jesus-Moraleida, F. (2013). Analysis of lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1370-1377.

- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & deKlerk, M. (2009). Single-Leg Lateral, Horizontal, and Vertical Jump Assessment: Reliability, Interrelationships, and Ability to Predict Sprint and Change-of-Direction Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(4), 1140-1147. doi:10.1519/JSC.0b013e318190f9c2
- Mirella, R. (2011). *las nuevas metodologías del entrenamiento de la fuerza, la resistencia, la velocidad y la flexibilidad* (2da ed.). Badalona, España: Paidotribo.
- Naclerio, F. (2011). *Entrenamiento deportivo. Fundamentos y aplicaciones en diferentes deportes*. Madrid: Panamericana.
- Nimphius, S. (2014). Increasing Agility. In D. Joyce, & D. Lewindon, *High-Performance Training for* (pp. 183-193). Human Kinetics.
- Nimphius, S. P., Callaghan, S. J., Bezodis, N. E., & Lockie, R. G. (2018). Change of Direction and Agility Tests Challenging Our Current Measures of Performance. *Strength & Conditioning Journal*, 40(1), 26-38. doi:10.1519/SSC.0000000000000309
- Nimphius, S., Callaghan, S., Spiteri, T., & Lockie, R. (2016). Change of Direction Deficit: A More Isolated Measure of Change of Direction Performance Than Total 505 Time. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(11), 3024-3032.
- Nimphius, S., Geib, G., & Carlisle, D. (2013). "Change of direction deficit" measurement in division I American football players. *Journal of Australian Strength and Conditioning*, 21(S2), 115-117.
- Nygaard-Falch, H., Guldteig-Rædergård, H., & van-den-Tillaar, R. (2019). Effect of Different Physical Training Forms on Change of Direction Ability: a Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med-Open*, 5(53). doi:https://doi.org/10.1186/s40798-019-0223-y
- Oppler, J., & Babault, N. (2018). Acute Effects of Dynamic Stretching on Muscle Flexibility and Performance: An Analysis of the Current Literature. *Sports Med*, 48, 299-325. doi:10.1007/s40279-017-0797-9
- Pappas, P., Paradisis, G., Exell, T., Smirniotou, A., & Tsolakis, C. (2017). Acute effects of stretching on leg and vertical stiffness during treadmill running. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(12), 3417-3424. doi:10.1519/JSC.0000000000001777.
- Pehar, M., Sisic, N., Sekulic, D., Čoh, M., Uljević, O., Spasic, M., . . . Idrizović, K. (2018). Analyzing the relationship between anthropometric and motor indices with basketball specific pre-planned and non-planned agility performances.

*Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 58(7-8), 1037-1044.  
doi:10.23736/S0022-4707.17.07346-7

- Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A., Orsi, R. C., . . . Loturco, I. (2018). Relationship Between Change of Direction, Speed, and Power in Male and Female National Olympic Team Handball Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2987-2994.  
doi:10.1519/JSC.0000000000002494
- Pope, R., Herbert, R., Kirwan, J., & Graham, B. (2000). A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32, 271-277.
- Póvoas, S. C., Seabra, A. F., Ascensão, A. A., Magalhães, J., Soares, J. M., & Rebelo, A. N. (2012). Physical and Physiological Demands of Elite Team Handball. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(12), 3365-3375.  
doi:10.1519/JSC.0b013e318248aeee
- Riemann, B., & Lephart, S. (2002). The Sensorimotor System, Part I: The Physiologic Basis of Functional Joint Stability. *Journal of athletic training*, 37(1), 71-79.
- Rodríguez, R. F., Almagià, F. A., & Berral, d. I. (2010). Estimación de la Masa Muscular de los Miembros Apendiculares, a Partir de Densitometría Fotónica Dula (DEXA). *International Journal of Morphology*, 28(4), 1205-1210.  
doi:https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022010000400034
- Rodríguez-Rosell, D., Yáñez-García, J. M., Mora-Custodio, R., Pareja-Blanco, F., Ravelo-García, A. G., Ribas-Serna, J., & González-Badillo, J. (2020). Velocity-based resistance training: Impact of velocity loss in the set on neuromuscular performance and hormonal response. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, in press. doi:10.1139/apnm-2019-0829
- Romaratezabala, E., Castillo, D., & Irigoyen, Y. (2017). Influencia de la fuerza muscular en la capacidad de cambiar de dirección en jugadoras jóvenes de Balonmano. *Revista Internacional de Deportes Colectivos*, 5-17.
- Ross, W. D., & Kerr, D. A. (1991). Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apunts Sports Medicine*, 28, 175-188.
- Sayers, M. (2015). Influence of Test Distance on Change of Direction Speed Test Results. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(9), 2412-2416.  
doi:10.1519/JSC.0000000000001045
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341-347.  
doi:10.1016/j.jsams.2011.12.008

- Scanlan, A. T., Madueno, M. C., Guy, J. H., Giamarelos, K., Spiteri, T., & Dalbo, V. J. (2018). Measuring Decrement in Change-of-Direction Speed Across Repeated Sprints in Basketball Novel vs. Traditional Approaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*. doi:10.1519/JSC.0000000000002792
- Scanlan, A., Dascombe, B., & Reaburn, P. (2011). A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, 29(11), 1153-1160. doi:10.1080/02640414.2011.582509
- Schiltz, M., Lehance, C., Maquet, D., Bury, T., Crielaard, J. M., & Croisier, J. L. (2009). Explosive strength imbalances in professional basketball players. *Journal of Athletic Training*, 44(1), 39-47.
- Schmidtbleicher, D. (1992). Strength and Power in sports . In P. Komi, *The Encyclopedia of Sports Medicine* (Vol. 3, pp. 169-179). Oxford: Blackwell.
- Sheppard, J. M., & Young, W. B. (2006). Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, 24(9), 919-932. doi:10.1080/02640410500457109
- Siff, M. C., & Verkhoshansky, Y. (1996). *Superentrenamiento*. Baidalona : Paidotribo .
- Sigward, S. M., Cesar, G. M., & Havens, K. L. (2015). Predictors of Frontal Plane Knee Moments During Side-Step Cutting to 45 and 110 Degrees in Men and Women: Implications for Anterior Cruciate Ligament Injury. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 25(6), 529-534. doi:10.1097/JSM.000000000000155.
- Spiteri, T., Binetti, M., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Dolci, F., & Specos, C. (2019). Physical Determinants of Division 1 Collegiate Basketball, Women's National Basketball League, and Women's National Basketball Association Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 33(1), 159-166. doi:10.1519/JSC.0000000000001905
- Spiteri, T., Cochrane, J., Hart, N., Haff, G., & Nimphius, S. (2013). Effect of strength on plant foot kinetics and kinematics during a change of direction task. *European Journal of Sport Science*, 13(6), 646-652. doi:10.1080/17461391.2013.774053
- Spiteri, T., Nimphius, S., Hart, N. H., Specos, C., Sheppard, J. M., & Newton, R. U. (2014). Contribution of Strength Characteristics to Change of Direction and Agility Performance in Female Basketball Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(9), 2415-2423. doi:10.1519/JSC.0000000000000547
- Spittle, M. (2013). *Motor Learning and Skill Acquisition* (1era. ed.). (P. Macmillan, Ed.) Melbourne: Red Globe Press.
- Stewart, P., Turner, A., & Miller, S. (2014). Reliability, factorial validity, and interrelationships of five commonly used change of direction speed tests.



*Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 24(3), 500-506.  
doi:10.1111/sms.12019

- Stieg, J. L., Faulkinbury, K. J., Tran, T. T., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Judelson, D. A. (2011). Acute effects of depth jump volume on vertical jump performance in collegiate women soccer players. *Kinesiology*(43), 25-30.
- Stone, M. H., Moir, G., Glaister, M., & Sanders, R. (2002). How much strength is necessary? *Physical Therapy in Sport*, 3(2), 88-96. doi:10.1054/ptsp.2001.0102
- Struzik, A., Juras, G., Pietraszewski, B., & Rokita, A. (2016). Effect of drop jump technique on the reactive strength index. *Journal of Human Kinetics*, 52, 157-164. doi:10.1515/hukin-2016-0003
- Thomas, C., Comfort, P., Chiang, C. Y., & Jones, P. (2015). Relationship between isometric mid-thigh pull variables and sprint and change of direction performance in collegiate athletes. *Journal of Trainology*, 4(1), 6-10. doi:10.17338/trainology.4.1\_6
- Toselli, S., & Campa, F. (2018). Anthropometry and Functional Movement Patterns in Elite Male Volleyball Players of Different Competitive Levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2601-2611. doi:10.1519/JSC.0000000000002368
- Tramel, W., Kukić, F., Čvorović, A., Prčić, I., Koropanovski, N., Lockie, R. G., . . . Dawes, J. J. (2019). American Collage of Sport Medicine Annual Meeting. *Relationships between body composition and change of direction speed under two different loading conditions among female police officers*. Denver, Colorado.
- Tramel, W., Lockie, R. G., Lindsay, K. G., & Dawes, J. J. (2019). Associations between Absolute and Relative Lower Body Strength to Measures of Power and Change of Direction Speed in Division II Female Volleyball Players. *sports*, 7. doi:10.3390/sports7070160
- Van Gelder, L., & Bartz, S. (2011). The Effect of Acute Stretching on Agility Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(11), 3014-3021. doi:10.1519/JSC.0b013e318212e42b
- Verkhonsanski, Y. V. (1988). *Bases of special physical preparation of athletes*. Moscu : FiS Pulisher.
- Verkhoshansky, Y. (2006). *Todo sobre el método pliométrico*. Badalona : Paidotribo .
- Vescovi, J., & Mcguigan, M. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of Sports Sciences* , 26(1), 97-107. doi:10.1080/02640410701348644
- Vinuesa, M., & Vinuesa, I. (2016). *Conceptos y metodos para el entrenamiento fisico*. Ministerio de defensa.

- Walker, J., Clarke, S. B., Robey-Broome, A., & Jensen, R. L. (2016). 34th International conference on Biomechanics in sports. *Reactive Strength Index-modified in Different Plyometric Tasks*. 34, pp. 1139-1142. Tsukuba: International Society of Biomechanics Conference Proceedings.
- Warren, Y., Brian, D., & Greg, H. (2015). Agility and Change-of-Direction Speed are Independent Skills: Implications for Agility in Invasion Sports. *International Journal Sports Science and coaching*, 10(1), 159-169. doi:10.1260/1747-9541.10.1.159
- Wen, N., Dalbo, V. J., Burgos, B., Pyne, D. B., & Scanlan, A. T. (2018). Power testing in basketball: Current practice and future recommendations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(9), 2677-2691. doi:10.1519/JSC.0000000000002459
- World Medical Association. (2013). World Medical Association Declaration of Helsinki ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. *Journal of the American Medical Association*, 310(20), 2191-2194.
- Young, W. (1995). Laboratory Strength Assessment of Athletes. *New Studies in Athletics.*, 10, 88-96.

## Anexos

Fecha: 04 Mes noviembre Año 2019

Iniciales: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_



**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Organización Deportiva**  
 Protocolo de Investigación



Investigador principal: Dra. Myriam Zarai García Dávila. Coordinador del Estudio: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

Co-investigador: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

**CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ATLETAS UNIVERSITARIOS**

**TITULO DEL ESTUDIO: "Análisis del déficit de dirección en deportes intermitentes y su relación con la fuerza reactiva"**

CENTRO (SITIO DE INVESTIGACIÓN):	INVESTIGADOR PRINCIPAL:	COMITÉ DE ÉTICA:
FACULTAD DE ORGANIZACIÓN DEPORTIVA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN. Ciudad Universitaria, Av. Alfonso Reyes s/n, San Nicolás de los Garza, N.L., C.P. 66431. Telefax: (81)8332-2356.	Dr. Germán Hernández Cruz -Dirección de la Facultad de Organización Deportiva de la UANL., Campus Ciudad Universitaria, Av. Alfonso Reyes s/n, San Nicolás de los Garza, N.L., C.P. 66431. Telefax: (81)13163403.  german.hernandezcrz@uanl.edu.mx	Comité de ética en Investigación del Centro de Investigación y Desarrollo en Ciencias de la Salud, CIDICS, UANL. Contacto: Telefax: ext. Correo electrónico:

Nombre del Participante (Deportista):

\_\_\_\_\_

Fecha de nacimiento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_/      Sexo: Masculino\_\_ Femenino\_\_  
Día      Mes      Año

Se le extiende una invitación a participar en el proyecto de investigación titulado: "Análisis del cambio de dirección en deportes intermitentes y su relación con la fuerza reactiva" el cual realizara en las áreas de entrenamiento de cada equipo.

El proyecto tiene como finalidad analizar la relación del déficit de cambio de dirección con dos diferentes alturas del salto polimétrico, para ello es necesario la participación de los deportistas en la realización de cuatro pruebas físicas.

**1. Descripción de la intervención:**

Para todo el proceso del estudio, no se realizarán valoraciones invasivas. La intervención comenzara con una la explicación de cada una de las pruebas físicas a realizar, seguido de un calentamiento general de 10 minutos para después proceder a la primera prueba física la cual



**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Organización Deportiva**  
 Protocolo de Investigación



Investigador principal: Dra. Myriam Zarai García Dávila. Coordinador del Estudio: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

Co-investigador: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

consiste en la realización de 3 saltos polimétricos desde una altura de 30 cm y 40 cm y un tiempo de descanso de 1 a 2 minutos entre cada repetición.

La segunda prueba física la cual consiste en 3 saltos verticales consecutivos realizados únicamente con una pierna (izquierda y derecha), el tiempo de descanso entre cada cambio de pierna será de 1 a 2 minutos. Para la realización de estas dos pruebas se utilizarán fotoceldas microgate.

La tercera prueba consiste en un sprint lineal de 20 metros realizando 3 repeticiones con un tiempo de descanso de 1 a 2 minutos entre cada repetición.

La cuarta prueba consiste en la aplicación del test 505 en el cual se realiza un sprint de 13 metros delimitados por una línea donde se debe realizar un cambio de dirección de 180 grados y para después regresar en un sprint hasta el punto de esta prueba se realizarán tres cambios de dirección regidos por la pierna dominante y pierna no dominante del atleta. Estas dos últimas pruebas se llevarán a cabo utilizando fotoceldas microgate.

Se dará un tiempo de descanso de 3 a 5 minutos entre cada prueba para favorecer a la recuperación de los atletas, así como una familiarización antes de cada prueba que consiste en dos repeticiones de la misma.

Se realizará medición de la composición corporal de todos los atletas

**2. Participación**

La participación de los sujetos en esta investigación es totalmente voluntaria y sin remuneración, así mismo, no conllevará ningún costo para el participante. El sujeto tendrá la libertad tanto de rechazar la participación, así como el abandono de la investigación en cualquier momento sin sanción o pérdida de los beneficios a que tendrá derecho antes de iniciar la investigación. Toda información suministrada para los registros es totalmente confidencial. Esta es una investigación financiada con recursos institucionales (UANL).

**3. Enfermedades, lesiones y muerte**

Al ser un estudio totalmente controlado y esperando que dentro de la intervención no se sufra algún daño que pueda repercutir en una enfermedad, lesión o la muerte. En caso de la pérdida de la vida o muerte, los Investigadores quedan deslindados de toda responsabilidad. Así mismo, puede comunicarse con el comité de Bioética en Ciencias de la Salud, COBICIS, UANL. para que esta política aplique. Usted debe seguir las indicaciones del personal encargado de la aplicación de las pruebas físicas, y no realizar acciones que contribuya o cause una lesión. Usted no renuncia a ninguno de sus derechos legales al firmar esta forma.

**4. Confidencialidad / Aviso de Privacidad**

De acuerdo con la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares, los registros obtenidos mientras usted está en este estudio, como los llamados

Fecha: Día 04 Mes diciembre Año 2019

Iniciales: \_\_\_\_\_

Folio: \_\_\_\_\_



**Universidad Autónoma de Nuevo León**  
**Facultad de Organización Deportiva**  
 Protocolo de Investigación



Investigador principal: Dra. Myriam Zarai García Dávila. Coordinador del Estudio: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

Co-investigador: Lic. Dulce Chávez De La Rosa

datos personales y datos sensibles, así como los registros de variables de estudio y de salud relacionados, permanecerán con carácter estrictamente confidencial en todo momento. Su uso será exclusivo para el propósito de esta investigación. No se realizará transferencia de sus datos personales o sensibles a terceros. Queda excluido todo uso de sus datos recabados, con fines comerciales o de mercadotecnia. Al firmar la forma de consentimiento usted acuerda proporcionar el acceso a sus datos para el estudio actual. Se tomarán precauciones necesarias para proteger su información personal, sin incluir su nombre en ningún formato del patrocinador, reportes, publicaciones o en alguna revelación futura.

Si usted se retira del estudio, el Investigador Principal ya no compilará más su información personal, pero se podrán procesar los datos obtenidos. Usted tiene derecho al acceso, rectificación, cancelación u oposición a la divulgación de sus datos. Para ejercer este derecho Ud. deberá contactar al Investigador Principal o al Comité de Bioética quienes le comunicarán los procedimientos, requisitos y plazos, así como, en su momento, por vía telefónica, de cualquier cambio en este Aviso de Privacidad.

**FIRMAS**

Yo he leído o me han leído todas y cada una de las 3 páginas de esta forma de consentimiento y los riesgos descritos. Voluntariamente acepto y me ofrezco para formar parte de este estudio. Firmando esta forma de consentimiento, certifico que toda la información que yo he dado, incluyendo el historial médico, es verdadera y correcta hasta donde es de mi conocimiento. Estoy en el entendido de que recibiré una copia de esta forma de consentimiento firmada.

\_\_\_\_\_  
 Nombre con letras de molde del Atleta.

\_\_\_\_\_  
 Firma  
 (Favor de fechar al momento de la firma)

Día / Mes / Año  
 \_\_\_\_\_  
 Fecha

Día / Mes / Año  
 \_\_\_\_\_  
 Fecha de nacimiento

Masculino / Femenino  
 Sexo

\_\_\_\_\_  
 Testigo 1

\_\_\_\_\_  
 Testigo 2









