

Acta de examen por tribunal
MONTEVIDEO

Materia: OSEMD SEMINARIO DEPORTE

No admite examen aprobado sin nota

Período: 202104- MONTEVIDEO - Ordinario

Fecha evaluación: 30/04/2021 Hora: 10:00

Corrección de fecha:

Tribunal: GONZALEZ RAMIREZ ANDRES , Lavarello Carreras Silvia Andrea, ARIAS MALVAREZ SEBASTIAN
RICARDO

Tipo de inscripción: CURRICULAR - NO REGLAMENTADO

Estudiante	Nombre	Curso	Nota	Literal	Fecha
1 4987127 - 8	CURBELO GALLO, MAURICIO	9 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
2 4779757 - 5	DA SILVA DE LOS SANTOS, CRISTIAN DAMIAN	9 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021
3 4788770 - 6	FERNÁNDEZ GARCÍA, LUCAS	9 - 29/04/2021	9	Nueve	3/06/2021

Tot. Gral.	Presentados	No presentados	Aprobados	No aprobados	Otros
3	Tres	Cero	Tres	Cero	

Reglamentados	No reglamentados	Libres

Andrés González

Silvia Lavarello

Sebastián Arias

Escala de notas:

Mínimo: 0; Máximo: 12; Umbral aprob.: 5

(*) El estudiante está en más de un acta

**Universidad de la República
Instituto Superior de Educación Física
Licenciatura en Educación Física
Tesina**

**Relación entre potencia relativa en sentadilla y gestos específicos en
basquetbolistas cadetes y juveniles del club Biguá de Villa Biarritz**

Autores:

Mauricio CURBELO

Cristian DA SILVA

Lucas FERNÁNDEZ

Profesor tutor:

Andrés GONZÁLEZ

Rendimiento Deportivo y Entrenamiento

Montevideo, abril, 2021

Tabla de contenido

1. RESUMEN.....	1
Palabras clave.....	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1. Objetivos	5
2.2. Hipótesis.....	5
3. MARCO TEÓRICO.....	6
4. METODOLOGÍA	12
4.1. Sujetos	12
4.2. Materiales.....	13
4.3. Instrumentos	13
4.4. Procedimiento	14
Evaluación de cargas progresivas.....	15
Evaluación de saltos	15
Evaluación de aceleración	15
Estudio piloto.....	16
5. RESULTADOS.....	17
6. DISCUSIÓN	21
7. CONCLUSIONES	24
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
9. ANEXOS	32

1. RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo general determinar la fluctuación de la relación entre la potencia relativa expresada con diferentes cargas progresivas y los gestos específicos a medida que aumenta la experiencia en el entrenamiento con sobrecarga en basquetbolistas cadetes y juveniles del club Biguá de Villa Biarritz. La muestra estuvo constituida por 23 jugadores masculinos de básquetbol (entre 16 y 18 años), de los cuales 15 son de la categoría cadetes y 8 juveniles; con un peso corporal de $76,18 \pm 9,72$ kg y una altura de $1,83 \pm 0,08$ m. Fueron evaluados en una primera instancia mediante la ejecución de una sentadilla 90° (donde el fémur se encuentra horizontal al piso y las rodillas en flexión de 90°) con barra hexagonal utilizando cargas progresivas (bajas, medias y altas para cada categoría en particular) para hallar los distintos valores de potencia. Se realizaron test de salto con contramovimiento (CMJ, por *countermovement jump*), salto en caída (DJ, por *drop jump*) y aceleración en desplazamiento lineal (evaluada a través de *sprints* lineales de 5, 10 y 15 m). Se presentaron valores de potencia absoluta en cadetes de $1553,41 \pm 323,62$ W, $1396,00 \pm 347,01$ W y $1265,58 \pm 320,19$ W en cargas bajas, medias y altas respectivamente; y en juveniles $1906,84 \pm 321,29$ W, $1801,46 \pm 277,55$ W y $1553,56 \pm 335,12$ W. Los datos obtenidos para los test de velocidad lineal fueron $1,33 \pm 0,09$ s para 5 m, $2,14 \pm 0,11$ s para 10 m y $2,89 \pm 0,14$ s para 15 m. En el CMJ se obtuvo una altura de $37,76 \pm 4,95$ cm y en el DJ $35,00 \pm 4,69$ cm. Se apreciaron diferencias significativas entre cadetes y juveniles ($p < 0,001$) en las tres pruebas de velocidad, así como también en las de saltos, tanto en CMJ ($p < 0,01$) como en DJ ($p < 0,01$). De igual modo en la potencia relativa existieron diferencias importantes entre juveniles con cargas bajas y cadetes con cargas altas ($p < 0,05$). Sin embargo, no se evidencian correlaciones entre las potencias absolutas de las diferentes cargas y los gestos específicos en ninguna de las categorías. Se obtuvo correlación solamente entre los valores de potencias relativas con cargas medias y los tiempos de 5, 10 y 15 m en la categoría juveniles; en la categoría cadetes no se observaron correlaciones entre las variables. Resultó difícil observar y concluir una posible fluctuación de la relación entre potencia relativa y todos los gestos; sin embargo, en los saltos se observa la tendencia de que a menor experiencia mayor correlación.

Palabras clave: Entrenamiento. Fuerza. Potencia relativa. Sentadilla. Sprint. Salto.

2. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el entrenamiento con sobrecarga en los deportes colectivos ha tomado un rol fundamental dentro del proceso complementario de los deportistas. Esto ha sido justificado por la mejora del rendimiento y también por la reducción del riesgo de lesión que conlleva (Hanlon et al., 2020; Hermassi et al., 2017).

Actualmente los preparadores físicos buscan, mediante el entrenamiento de la fuerza, distintas estrategias para mejorar el rendimiento de los deportistas en los gestos específicos (saltos y *sprint*). Este se refleja no solamente en ganar o perder un encuentro, sino en la capacidad de saltar más alto, correr más rápido y soportar durante más tiempo movimientos cíclicos y acíclicos de alta intensidad (como pueden ser los gestos mencionados).

En la investigación de Aagaard et al. (2002) encuentran los gestos específicos del deporte como por ejemplo el *sprint*, golpes y saltos dentro de valores de tiempo entre 0-200 ms, siendo así gestos que se realizan a grandes velocidades con muy poco tiempo de contracción necesitando generar fuerza en un breve intervalo de tiempo.

Por su parte, Zatsiorsky (2002) y Zhelyazkov (2001) en Naclerio (2006) concuerdan con lo planteado por Aagaard ya que clasifican a los saltos y las carreras como gestos de que se realizan a grandes velocidades entre 80 y 180 milésimas de segundo; de esta manera, se puede concluir que el entrenamiento apunta a mejorar el rendimiento de la fuerza aplicada en ese intervalo de tiempo.

Ahora bien, seleccionar la metodología para lograr la mejora en rendimiento es el problema en cuestión. En un principio, el desarrollo de la fuerza máxima aplicada ante una carga que solo se pueda desplazar una vez (RM, por *repetition maximum*) fue el principal método utilizado. Actualmente se pretende aumentar los valores de fuerza aplicada ante distintas cargas submáximas (González-Badillo y Serna, 2002); en otras palabras, mejorar la velocidad a la que se desplazan dichas cargas.

Es a través de este tipo de entrenamiento, del avance de las metodologías de evaluación y el conocimiento de la potencia como capacidad que se busca incidir positivamente en el rendimiento de los gestos específicos antes mencionados (González-Badillo et al., 2015). La potencia, entendida como la relación entre fuerza aplicada y velocidad a la que se mueven determinadas cargas, es considerada un valor mucho más rico que solamente la cantidad máxima de kilogramos que el deportista es capaz de levantar una sola vez.

Más aún, es conveniente analizar la potencia en relación al peso corporal (potencia relativa) ya que nos permitirá obtener valores comparables entre deportistas de diferentes pesos de manera más precisa (por ejemplo, no representan lo mismo dos sujetos con 1000 W con 30 kg en sentadilla, pero con una masa corporal significativamente diferente) (Baker y Nance, 1999).

Se debe agregar que los gestos específicos que se pretenden mejorar con el entrenamiento son los gestos que se realizan en la competencia. Como forma de evaluación los gestos aislados más representativos son el salto (altura) y los *sprints* (tiempo). Estos son comúnmente utilizados como indicadores neuromusculares que dependen en mayor medida del impulso neural, la coordinación intermuscular, el tipo de fibra y en menor medida de factores estructurales como el grado de hipertrofia muscular (Cattuzzo et al., 2016; Markovic y Mikulic, 2010; Söhnlein et al., 2014).

De esta manera se tomará el salto como indicador de la capacidad de generar tensión elástico-explosiva y la capacidad de generar tensión elástico-explosiva-reactiva de los miembros inferiores mediante la ejecución del salto con contramovimiento y el salto en caída, respectivamente.

También los *sprints*, desde el punto de vista fisiológico, pueden tomarse como indicadores de la capacidad de generar tensión elástico-explosiva-reactiva específica de los desplazamientos y, desde la perspectiva mecánica, de la capacidad de aceleración.

Actualmente existe evidencia para afirmar que hay relaciones positivas entre la mejora de la fuerza y la potencia en sentadilla y el tiempo en los *sprints* y la altura en los saltos (González-Badillo et al., 2015). Igualmente, estudios previos encontraron una relación lineal significativa ($p < 0,01$) entre la fuerza relativa en miembros inferiores (RM) y gestos específicos del rendimiento deportivo (Peterson et al., 2006). Investigaciones experimentales como la de Hermassi et al. (2017) concluyen que el entrenamiento de fuerza complementario al entrenamiento propiamente del deporte dos veces a la semana mejora la fuerza máxima de las extremidades inferiores y el rendimiento en saltos o carreras de velocidad repetidas en comparación con el grupo control que solamente entrenaba el deporte propiamente dicho.

De manera semejante, López-Segovia et al. (2011) utilizando cargas progresivas en sentadilla profunda (subiendo de a 10 kg) encuentran que existe correlación entre la potencia en sentadilla y los gestos específicos, aunque trabaja solamente con el valor de potencia y no lo relativiza con el peso corporal.

Sin embargo, Suarez-Arrones et al. (2020) no encontraron relación entre la potencia relativa y los gestos específicos. Se puede suponer que esto sucede porque aquella fue determinada a través de máquinas inerciales: estas generan un patrón de movimiento distinto como también un reclutamiento de fibras diferente al que se produce con los movimientos de pesos libres ya que aumenta en gran medida el trabajo generado en la fase excéntrica.

En cuanto al entrenamiento con sobrecarga, Baker y Nance (1999), Cronin y Hansen (2005) y Stone et al. (2005) determinan (utilizando la fuerza como variable independiente y los saltos y los *sprints* como variable dependiente) que a mayor fuerza en un ejercicio con sobrecarga, menor correlación con el gesto deportivo. Es decir, a medida que mejora la fuerza en sentadillas, menor es la posibilidad de transferencia al salto o *sprint*. Ese beneficio comienza a disminuir debido a la diferencia existente entre el tiempo de aplicación de la fuerza en los gestos específicos y los ejercicios con sobrecarga (González-Badillo y Serna, 2002).

Por consiguiente, parecería ser que la relación entre las variables depende de otros factores como la metodología de evaluación y la experiencia de los deportistas en el entrenamiento con sobrecarga.

Es por ello que nos surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es la fluctuación de la relación entre la variable *potencia relativa* y los gestos específicos conforme aumenta la experiencia en el entrenamiento con sobrecarga en basquetbolistas cadetes y juveniles del club Biguá de Villa Biarritz?

2.1. Objetivos

Se plantea como objetivo general determinar la fluctuación de la relación entre la potencia relativa expresada con diferentes cargas progresivas y los gestos específicos a medida que aumenta la experiencia en el entrenamiento con sobrecarga en basquetbolistas cadetes y juveniles.

Los objetivos específicos son:

- Relacionar la potencia relativa en miembros inferiores con la capacidad de generar tensión elástico-explosiva
- Establecer la relación en miembros inferiores entre la potencia relativa con la capacidad elástico-explosivo-reactiva
- Relacionar la potencia relativa en miembros inferiores con la capacidad de aceleración

2.2. Hipótesis

- La correlación entre la potencia relativa y los gestos específicos disminuye a medida que aumentan los años de experiencia
- A medida que aumenta la intensidad de la carga la correlación entre las diferentes cargas y los gestos específicos disminuye

3. MARCO TEÓRICO

El básquetbol es un deporte de equipo, socio-motriz, de cooperación-oposición y con un muy reducido nivel de incertidumbre con el medio ya que la altura de los aros, el tamaño de la cancha y las reglas siempre se mantienen de igual modo; sin embargo existe incertidumbre entre la interacción de adversarios y compañeros (Parlebas, 2008). Es, a su vez, intermitente, de cancha compartida, e involucra repetidamente transiciones entre momentos de defensa y ataque, al igual que cambios de movimiento en diferentes direcciones e intensidades (Mckeag, 2003).

Abdelkrim et al. (2007) analizaron el básquetbol juvenil y encontraron que hubo variaciones en el juego a partir del cambio de reglas del 2000: aumentó su intensidad como también el número de acciones cada dos segundos que involucran dinámicas multidireccionales. Debido a esto y considerando que las acciones de alta intensidad son las que generalmente marcan la diferencia en el deporte es que se resalta la importancia de la potencia en movimientos como los saltos y los *sprints* (Calahorro Cañada et al., 2012).

Grosser y Neumaier (1986) dan cuenta de que «la meta de todo deportista es alcanzar un rendimiento óptimamente bueno en determinadas situaciones (por ejemplo, en competiciones)» (p. 14). Se entiende el rendimiento deportivo como una unidad entre la realización y el resultado de una determinada acción deportiva o, lo que es igual, la mejora de la calidad y cantidad de los gestos técnicos específicos.

Simultáneamente, existe una serie de componentes que puede incidir en dicho rendimiento. Estos autores plantean que «el complejo del rendimiento deportivo se puede estructurar o bien dividir en un gran número de capacidades (o campos de capacidad)» (p. 14). Para alcanzar un buen rendimiento puede haber más o menos incidencia de cada una de estas (según el deporte), pero todas son imprescindibles en su conjunto. En este caso, nos centraremos en lo que llaman *capacidades de la condición física*; más específicamente, en la velocidad, la fuerza y la potencia.

De la misma manera, para obtener las mejoras esperadas en el rendimiento de la condición física, los entrenadores recurren, entre otras opciones, al entrenamiento de la fuerza con sobrecarga (entrenamiento con peso externo agregado). Este ha tomado cada vez más relevancia en los programas de entrenamiento de los deportes colectivos. Hermassi et al. (2017) concluyen que el entrenamiento de fuerza complementario al entrenamiento propiamente del deporte dos veces a la semana mejora la fuerza máxima

de las extremidades inferiores y el rendimiento en saltos o carreras de velocidad repetidas en comparación con el grupo control que solamente entrenaba el deporte.

Se entiende que la fuerza es un componente esencial para la salud del ser humano en cualquier ámbito de la vida cotidiana, pero especialmente para el rendimiento de los deportistas. Al intentar definir un concepto tan amplio como el de la fuerza pueden encontrarse diferentes acepciones del término.

Siff y Verkhoshansky (2000) la definen como el producto de una acción muscular iniciada y dirigida por procesos eléctricos en el sistema nervioso. Analizada desde el ámbito de la fisiología se la puede entender como la acción en conjunto del sistema nervioso y del músculo para producir tensión al activarse (contraerse) (Verkhoshansky, 2002).

Desde el punto de vista de la mecánica, es la capacidad muscular para acelerar, deformar un cuerpo, mantenerlo inmóvil o frenar su desplazamiento (McGinnis, 1999).

Para la física, la fuerza es una influencia que al actuar sobre un objeto hace que este cambie su estado de movimiento. Se expresa como el producto de la masa por la aceleración ($F = m \times a$) (Gutiérrez Dávila, 1998).

Dentro de la perspectiva de la preparación física y el deporte, Knuttgen y Kraemer (1987) en García Manso et al. (1996) la definen como la capacidad de un músculo o grupo muscular de generar tensión a una velocidad específica de ejecución. La tensión es entendida como la capacidad del sistema neuromuscular de producir fuerza (Bosco, 2000).

De igual modo, Jiménez y Balsalobre (2013) plantean que todas las manifestaciones de fuerza son el resultado de una determinada aplicación de esta ante una determinada carga.

Adentrándonos en el ámbito deportivo nos interesa entender, entrenar y estudiar la fuerza entendida como la máxima tensión manifestada por el músculo a una velocidad determinada; es decir, la rapidez con la que se genera cierta cantidad de fuerza, comúnmente conocida en el ámbito del entrenamiento como *fuerza explosiva* (González-Badillo y Serna, 2002).

Específicamente, dentro de las manifestaciones de la fuerza que plantea González-Badillo y Serna (2002) nos concentraremos en la evaluación de la fuerza dinámica máxima relativa. Esta capacidad es el valor máximo de fuerza obtenido mediante cargas submáximas. De esta derivan la fuerza aplicada (determinada por la interacción entre una fuerza interna —tensión muscular— y otra externa —resistencia externa— y la

fuerza útil (la que se produce a una velocidad específica en el tiempo concreto del gesto en competencia).

Por consiguiente, la mayoría de las acciones realizadas en un encuentro (competencia) como pueden ser saltos, lanzamientos, aceleraciones, cambios de dirección... se sustentan en los gestos técnicos específicos del deporte (García-Pinillos et al., 2014). De igual modo, tienen un tiempo de aplicación de la fuerza de 0-200 m/s (Aagaard et al., 2002). Se deduce, entonces, que la fuerza útil de los deportistas radica en la máxima tensión obtenida dentro de ese lapso, incluyendo las características dinámicas y cinemáticas específicas del deporte como pueden ser el tipo de activación, la posición y el ángulo de las articulaciones al momento de generar tensión.

Desde el punto de vista físico, el rendimiento de los gestos antes mencionados dependen de la fuerza muscular y de la velocidad a la que se desarrollen o, lo que es igual, del nivel de potencia alcanzado (Cronin y Sleivert, 2005; García-Pinillos et al., 2014; Newton et al., 1996; Sleivert y Taingahue, 2004; Young et al., 2005).

Por su parte, la velocidad es entendida como la distancia recorrida por unidad de tiempo ($V = d/t$) (Gutiérrez Dávila, 1998) o por el producto de la fuerza ejercida y el tiempo en que se aplica dividido entre la masa del cuerpo o resistencia a superar ($V = F \times t/m$).

De esta manera, el aumento de la velocidad de los gestos deportivos estará determinado principalmente por el incremento de la fuerza, ya que extender el tiempo de aplicación no mejorará la velocidad. Ya que habitualmente en el deporte se debe superar solamente el propio peso corporal o incluso objetos menos pesados, el tiempo de aplicación de la fuerza está determinado por el gesto y la velocidad del mismo, lo que implica que el punto de contacto para aplicar la fuerza se pierde rápidamente. Asimismo, el peso corporal tiene un pequeño margen de modificación (o nulo en el caso de los objetos de competencia, como puede ser un balón) exigiendo que el deportista genere mayores niveles de fuerza en un mismo período de tiempo o lo que es igual, el mismo valor de fuerza en menor tiempo (González-Badillo y Serna, 2002)

Retomando el análisis del deporte, es sabido que al competir en niveles de juego cercanos a la elite o el alto rendimiento se ejecutarán más aceleraciones, desaceleraciones y cambios de dirección, los que requieren una mayor intensidad. Debido a esto explica la importancia de desarrollar atributos relacionados con la potencia para hacer frente a las demandas de la competencia (Abdelkrim, Castagna, et al., 2010; García-Pinillos et al., 2014; Scanlan et al., 2011).

Es preciso aclarar que la potencia es la relación entre fuerza y velocidad; más precisamente, el producto de la fuerza aplicada y la velocidad del movimiento (Herzog y Ait-Haddou, 2002). Este surge de la ecuación matemática: $potencia = (trabajo \times desplazamiento) / tiempo$. Por ende: $potencia = fuerza \times velocidad$. Asimismo, desde el punto de vista deportivo, este concepto representa la máxima fuerza que es capaz de desarrollar un grupo muscular en el mínimo tiempo (Bompa, 2003).

Entonces, para evaluar la potencia en los gestos específicos del básquetbol se requieren evaluaciones de aceleración y saltos (Abdelkrim, Castagna, et al., 2010; Scanlan et al., 2011; Ziv y Lidor, 2010) debido a su importancia en la actuación de los partidos.

Concretamente, la aceleración se suele evaluar en distancias de 5 a 36 m (Delextrat y Cohen, 2008; Hoffman et al., 1991, 1996; Latin et al., 1994). En nuestra investigación y teniendo en cuenta la bibliografía escogida y el análisis realizado en el marco teórico y sabiendo que la cancha de básquetbol tiene un largo de 28 m creemos conveniente disminuir la distancia evaluada, pero aumentarla en comparación con las investigaciones de Abdelkrim, Chaouachi, et al. (2010) y Scanlan et al. (2014), ya que en las acciones de contraataque se pueden incluir distancias cercanas a 15 m.

Hecha esta salvedad, «la aceleración es entendida como la frecuencia en el cambio de la velocidad. En el deporte de rendimiento el acelerar rápidamente implica que el deportista pueda pasar de su estado de reposo (estacionario o casi estacionario) a su velocidad máxima en poco tiempo. La capacidad de acelerar para conseguir un balón libre o lanzado por un compañero en un contraataque puede ser determinante para la victoria.» (Brown, 2007)

El salto está involucrado en una gran cantidad de acciones como lo son el rebote, los tiros al aro, las finalizaciones y los bloqueos. Por lo tanto, es una evaluación estándar en el deporte (Apostolidis et al., 2004; Ostojic et al., 2006; Ziv y Lidor, 2010).

Habitualmente se analizan la altura del salto con contramovimiento como posible indicador de la capacidad de generar tensión elástico-explosiva de los miembros inferiores y la altura del salto en caída como posible indicador de la capacidad de generar tensión elástico-explosiva-reactiva. De igual manera, en ambos saltos se busca vencer una resistencia pequeña tras una fase de contracción concéntrica precedida por un estiramiento. Particularmente la capacidad de tensión elástico-explosiva-reactiva se caracteriza por una mayor intensidad en el estiramiento previo y una transición aún más rápida entre las fases excéntrica y concéntrica (González-Badillo y Serna, 2002).

El alto rendimiento del salto en caída es un atributo altamente deseable para el deportista, ya que los jugadores deben tolerar altas cargas de estiramiento en los cambios de dirección, la transición entre movimientos de alta intensidad y los saltos múltiples para disputar intentos de tiro o rebotes durante un juego (Young, 1995).

En este tipo de gestos, la mayor activación del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA) toma un rol predominante al momento de ejecutar acciones dinámicas de rápida contracción del deporte. Este ciclo es la habilidad de atravesar de manera rápida entre la fase excéntrica y concéntrica del movimiento, conocida como fuerza reactiva (Young, 1995).

Por otro lado, el test de cargas progresivas se ha utilizado con el fin de estimar el valor de RM, así como también para analizar la relación fuerza-velocidad y potencia-tiempo (Sánchez-Medina et al., 2017; Yáñez-García et al., 2019).

La sentadilla es considerada un ejercicio clave para el entrenamiento de la fuerza (Escamilla, 2001; Schoenfeld, 2010); es debido a esto que la elegimos para evaluar la potencia relativa (que se calcula dividiendo la potencia entre el peso corporal) de miembros inferiores. Es interesante el análisis a partir de la potencia relativa ya que la eficiencia de los movimientos puede verse limitada por el peso corporal (Mayhew et al., 1994).

Al igual que Ramírez et al. (2015) y Requena et al. (2009) utilizamos la media sentadilla (90°) para hallar los valores de potencia relativa en cada una de las cargas progresivas; pero, a diferencia de estos, recurrimos a la barra hexagonal (Anexo 1). De los valores obtenidos en la evaluación seleccionamos los de potencia ya que esta es la capacidad que se encarga de unir la fuerza aplicada y la velocidad de desplazamiento de la carga determinando la eficiencia neuromuscular con que es transferida la energía en los miembros inferiores al realizar el ejercicio (Calahorra Cañada et al., 2012; Cronin et al., 2002).

Estudiando el material que se suele utilizar en las investigaciones encontramos que el codificador lineal es un dispositivo que convierte y expresa atributos físicos (como lo es el desplazamiento) como atributos de otra forma (por ejemplo, voltajes o impulsos). Estos impulsos son transmitidos mediante una interfaz que está conectada a una computadora, proyectando los datos en ella a través de una tarjeta de recepción de datos y un software que indica la posición y el tiempo en que se produce y estima el desplazamiento realizado con alta resolución. Dichos datos permiten al software

calcular los valores medios y los picos de fuerza, potencia y velocidad producidos durante todo el recorrido (Garnacho-Castaño et al. 2015).

Garnacho-Castaño et al. (2015) plantean que los codificadores lineales utilizan las siguientes ecuaciones para identificar los valores de potencia:

- *Velocidad* ($m \times s^{-1}$) = *movimiento vertical de la barra* (m) \times *tiempo* (s^{-1})
- *Aceleración* ($m \times s^{-2}$) = *velocidad vertical de la barra* ($m \times s^{-1}$) \times *tiempo* (s^{-1})
- *Fuerza* (N) = *masa del sistema* (kg) \times *aceleración vertical de la barra* ($m \times s^{-2}$) + *aceleración de la gravedad* ($m \times s^{-2}$)
- *Potencia* (W) = *fuerza vertical* (N) \times *velocidad vertical de la barra* ($m \times s^{-1}$)

Especialmente los valores propulsivos son calculados mediante el promedio de la potencia en su fase propulsiva. Esta consiste en la parte de la fase concéntrica durante la cual la aceleración medida es mayor que la aceleración producida por la gravedad (desde el comienzo del movimiento hasta que la aceleración obtiene valores negativos iguales a la gravedad) (Sánchez-Medina et al., 2010).

Los test de saltos serán evaluados mediante el método basado en el tiempo de vuelo. Espert Bosch (2019) explica que se mide la altura del salto desde que los pies pierden contacto con la plataforma hasta que esta se vuelve a presionar, lo que verifica el tiempo de vuelo (tiempo en que los pies del deportista no se encuentran en contacto con la plataforma). La altura máxima del salto es la que se obtiene mediante la siguiente ecuación

$$h_t = \frac{g(t_v)^2}{8}$$

h_t = altura del salto

t_v = tiempo de vuelo

g = intensidad del campo gravitatorio de la Tierra (gravedad) con un valor de 9,81 m/s^2

4. METODOLOGÍA

La investigación es de corte cuantitativo dado que este tipo de metodologías permite buscar relaciones causales entre elementos de una manera lo más objetiva posible. Utiliza un diseño transversal correlacional causal ya que este nos permite recolectar datos en un momento dado, establecer relaciones entre variables sin precisar sentido de causalidad o pretender analizar relaciones causales, permitiéndonos analizar los cambios a través del tiempo (a medida que aumenta la experiencia con el entrenamiento) en un grupo identificado con características en común (en este caso, de basquetbolistas jóvenes) (Hernández Sampieri, 2014).

El alcance de la investigación pretende ser explicativo en tanto buscamos explicar la relación existente entre la variable *potencia relativa* en miembros inferiores y los gestos específicos en el deporte.

4.1. Sujetos

Los sujetos seleccionados son jugadores de básquetbol (N = 23) entre 16 y 18 años con un año de experiencia, como mínimo, en entrenamiento con sobrecarga. Los deportistas ya han experimentado los ejercicios utilizados en las evaluaciones y se encuentran familiarizados con ellos.

Para la selección de los sujetos del estudio se utilizaron los siguientes criterios de inclusión:

- Presentar ficha médica al día.
- Haber asistido a las dos evaluaciones.
- No padecer al momento del estudio ninguna lesión músculo-esquelética.
- No haber consumido, dos meses antes del estudio, ningún tipo de fármaco que pueda incidir en el rendimiento.
- Estar habituados a las cargas seleccionadas.

Todos los procedimientos fueron detallados claramente mediante un comunicado escrito. Los sujetos que aceptaron formar parte del estudio firmaron un consentimiento informado (Anexo 2). Al tratarse de menores de edad, también se requirió la firma de sus padres o tutores.

Se dividió a los sujetos según su nivel de experiencia en diferentes categorías (cadetes y juveniles) en función de los años de experiencia en entrenamiento con sobrecarga, su nivel de potencia relativa, el peso y la altura.

4.2. Materiales

La masa corporal se determinó mediante balanza digital (Runcobo. *Smart Fitness Scale*. Modelo n.º CS20C) y la altura mediante estadiómetro (Seca 213). En todos los casos se siguió la metodología establecida por ISAK (ISAK, 2016).

Para la medición de los saltos se utilizó una alfombra de contacto Dina Chronojump (DIN-A3, Boscosystem). De igual modo, para medir los *sprints* se utilizó análisis de video con Kinovea ya que es un reproductor de video, normalmente utilizado para el análisis deportivo, que nos permite analizar fotograma por fotograma.

A su vez, para medir la potencia en sentadilla se utilizó un codificador lineal (Linear encoder, Boscosystem). Se utilizaron discos de diferentes pesos y una barra hexagonal para el test de cargas progresivas.

Las pruebas estadísticas fueron realizadas en el programa estadístico JASP; el mismo, es utilizado para análisis estadístico respaldado por la universidad de Amsterdam.

4.3. Instrumentos

Para la evaluación del salto, González-Badillo y Serna (2002) detallan que el salto con contramovimiento (Anexo 3) consiste en la realización de una «flexión-extensión rápida de piernas con la mínima parada entre ambas fases. La flexión debe llegar a un ángulo de aproximadamente 90 grados» (p. 272). Por otra parte,

[...] las manos deben quedar fijas, pegadas a las caderas. El tronco debe estar vertical sin un adelantamiento excesivo, las piernas deben permanecer rectas durante el vuelo. Después de tomar contacto con el suelo se pueden flexionar las piernas hasta un ángulo aproximado de 90 grados en las rodillas. (p. 267)

Asimismo, se utilizó el salto en caída (Anexo 4), que según González-Badillo y Serna (2002) consiste en dejarse caer sobre la plataforma de contacto desde 20 cm:

La caída se hace adelantando una pierna y a continuación la otra, sin efectuar ningún impulso sobre el objeto desde el cual se cae. La intención del sujeto debe ser realizar inmediatamente después de caer, el máximo impulso para elevarse lo más alto posible. (p. 279)

Las manos y el tronco se mantienen en la misma posición del test anterior.

Se eligió una variante de sentadilla ejecutada con barra hexagonal (Anexo 1) debido a que es el ejercicio de empuje de piernas que utilizan los deportistas. La intención del sujeto debía ser realizarlo a la máxima velocidad posible.

La aceleración en desplazamiento lineal se evaluó a través de un *sprint* lineal de 15 metros en el cual se parte de una posición asimétrica de piernas y se intenta correr a la mayor velocidad posible durante 15 m.

4.4. Procedimiento

Con veinticuatro horas de descanso desde el último entrenamiento llegaron los deportistas para corroborar el consentimiento informado firmado y ser medidos en masa y altura.

Cada grupo fue evaluado después de una entrada en calor estandarizada, la cual consistió en las siguientes tres fases:

- Fase de movilidad/estabilidad: ejercicios de movilidad de hombro, tronco, cadera, rodilla y tobillo y ejercicios de estabilidad (plancha lateral, perro de caza y activación de glúteo medio con *miniband*). (8 minutos)
- Fase de activación cardiovascular/neuronal: ejercicios para aumentar la frecuencia cardíaca y una activación con repiqueteo a máxima intensidad de 2 series de 5 segundos. (5 minutos)
- Fase de fuerza (evaluación día 1): ejercicio de sentadilla explosiva con pesos crecientes (15, 20, 25 kg), 3 series de 3 repeticiones en las primeras 2 series y 2 repeticiones en la última serie, con pausas de 2 minutos entre estas.

Mientras un grupo ejecutaba las últimas sentadillas, el siguiente iniciaba el protocolo de entrada en calor. Se dispuso de un estudiante de Licenciatura en Educación Física para dirigir el calentamiento, un segundo para manejar el software y un tercero para dirigir el test.

- Fase de movimiento (evaluación día 2): 2 saltos de cada tipo con una pausa de 2 minutos y 2 *sprints* progresivos de 20 m.

Luego de realizar la entrada en calor estandarizada se realizó el test de cargas progresivas en sentadilla con barra hexagonal.

Evaluación de cargas progresivas:

Luego de realizar la entrada en calor procedieron a realizar la sentadilla con la primera carga progresiva (realizando dos intentos por cada carga). Utilizamos la siguiente tabla para la recolección de datos:

Cargas Progresivas					
Bajas		Medias		Altas	
Potencia	Velocidad	Potencia	Velocidad	Potencia	Velocidad
W	m/s	W	m/s	W	m/s

Una semana después, y con veinticuatro horas de descanso desde el último entrenamiento, se efectuaron el test de saltos con contramovimiento y los *sprints*. Para ambos test, los deportistas fueron separados en grupos de seis personas.

Evaluación de saltos:

Saltos (cm)	
CMJ	DJ

Evaluación de aceleración:

Aceleración (s)		
V 5 m	V 10 m	V 20 m

El orden de los ejercicios fue: entrada en calor, saltos y *sprints*. Mientras un grupo ejecutaba los últimos saltos, el siguiente iniciaba el protocolo de entrada en calor. Se dispuso de un estudiante de Licenciatura en Educación Física para dirigir el calentamiento, un segundo para recabar los datos y dos más para dirigir las pruebas.

Estudio piloto

Para poner a prueba el procedimiento, calcular los tiempos entre sujetos y entrenarnos para la toma de datos de las pruebas, llevamos a cabo un estudio piloto con ocho integrantes de un equipo de fútbol universitario. Realizamos exactamente el mismo procedimiento a aplicar los días de la recolección de datos: comenzamos con la misma entrada en calor planteada en el procedimiento, luego la prueba de cargas progresivas y, finalmente, tras un descanso de sesenta minutos, comenzamos con la entrada en calor de la segunda evaluación y la evaluación en sí.

5. RESULTADOS

La totalidad de la muestra está constituida por 23 sujetos de los cuales 15 son cadetes y 8 juveniles. El peso corporal de estos es de $76,18 \pm 9,72$ kg, la altura de $1,83 \pm 0,079$ m. Los valores de potencia relativa en cada carga progresiva se presentan en la tabla 1.

Los datos obtenidos de todos los sujetos en las evaluaciones de los gestos específicos fueron $1,33 \pm 0,09$, $2,14 \pm 0,11$ y $2,89 \pm 0,14$ s en la prueba de velocidad en 5, 10 y 15 m respectivamente; $37,76 \pm 4,95$ cm en el salto con contramovimiento y $35,00 \pm 4,69$ cm en el salto en caída.

TABLA 1. DATOS DE CADETES Y JUVENILES

Mediciones / Datos	Cadetes (n = 15)		Juveniles (n = 8)	
	Valor medio	Desvío estándar	Valor máximo	Desvío estándar
Altura (m)	1,83	0,09	1,84	0,05
Masa corp. (kg)	71,94	8,21	84,14	7,16
Pot. absoluta bajas (W)	1553,41	323,62	1906,84	321,29
Pot. absoluta medias (W)	1396,00	347,01	1801,46	277,55
Pot. absoluta altas (W)	1265,58	320,19	1553,56	335,12
90 % masa corp. (kg)	64,74	7,39	75,73	6,44
Pot. rel. bajas (W/kg)	24,57	3,83	25,59	2,97
Pot. rel. medias (W/kg)	21,59	3,73	23,76	2,96
Pot. rel. altas (W/kg)	19,41	3,54	20,50	4,21

En las tres pruebas de velocidad lineal los tiempos medios más bajos ($1,25 \pm 0,81$ s en 5 m, $2,03 \pm 0,85$ s en 10 m y $2,75 \pm 0,10$ s en 15 m) fueron los de los juveniles. En las pruebas de salto fueron ellos quienes obtuvieron los valores medios más altos ($40,86 \pm 3,63$ cm en CMJ, $38,92 \pm 4,46$ cm en DJ). Se apreciaron diferencias significativas entre juveniles y cadetes ($p < 0,001$) para las tres pruebas de velocidad, así como también para las pruebas de saltos, tanto en CMJ ($p < 0,003$) como en DJ ($p < 0,002$).

TABLA 2. RESULTADOS DE PRUEBAS DE GESTOS ESPECÍFICOS DEL DEPORTE EN CADETES Y JUVENILES

Prueba	Cadetes (n = 15)		Juveniles (n = 8)		(n = 23)
	Medio	DE	Medio	DE	T-Student
Tiempo 5 m (s)	1,37	0,06	1,25	0,81	P < 0,001
Tiempo 10 m (s)	2,20	0,08	2,03	0,85	P < 0,001
Tiempo 20 m (s)	2,97	0,09	2,75	0,10	P < 0,001
Altura CMJ (cm)	36,11	3,09	40,86	3,63	P < 0,005
Altura DJ (cm)	32,92	3,36	38,92	4,46	P < 0,005

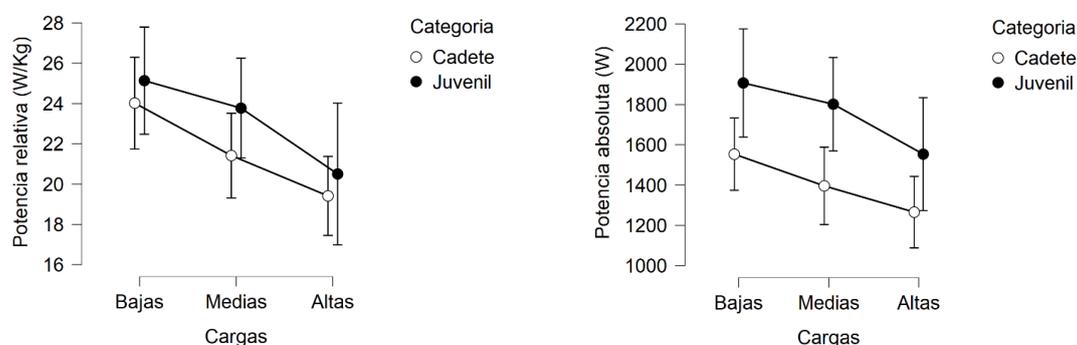
DE = Desvío estándar; T-Student = Distribución de probabilidad

Mediante la prueba de Shapiro-Wilk utilizada generalmente para constatar la normalidad de un conjunto de datos, concluimos que todas las variables presentan un comportamiento normal (Anexo 5). No hay diferencia significativa en la varianza; por lo tanto, se cumplió el supuesto de homogeneidad (Anexo 6).

Se observa que existe diferencia significativa entre la potencia absoluta obtenida por cadetes con cargas medias y por juveniles con cargas bajas ($P = 0,012$); la diferencia significativa es mayor entre las cargas altas en cadetes y las bajas de juveniles ($P = 0,001$) y del mismo modo con las cargas medias de juveniles y las cargas altas de cadetes ($P = 0,008$).

De igual manera, existen diferencias significativas de potencia relativa entre juveniles con cargas bajas y cadetes con cargas altas ($P = 0,014$).

FIGURA 1. COMPORTAMIENTO DE POTENCIA ABSOLUTA Y RELATIVA SEGÚN CATEGORÍA



Mediante el cálculo de correlación de Pearson (analiza la relación entre dos variables en un nivel por intervalos) observamos que no hubo correlaciones entre las potencias absolutas de las diferentes cargas y los gestos específicos en ninguna categoría.

Con respecto a las potencias relativas de las diferentes cargas y los gestos específicos, hubo correlación entre los valores de potencias relativas en cargas medias y los tiempos de 5, 10 y 15 metros en la categoría juveniles. Sin embargo, no se observaron correlaciones en la categoría cadetes.

TABLA 3. CORRELACIÓN DE POTENCIA RELATIVA Y GESTOS ESPECÍFICOS DEL DEPORTE

Gestos	Cadetes			
	Cargas Progresivas			
	Bajas	Medias	Altas	Promedio
CMJ	0,86	0,63	0,11	0,53
DJ	0,42	0,10	0,14	0,22
5 m	0,41	0,57	0,45	0,48
10 m	0,62	0,48	0,45	0,52
15 m	0,74	0,38	0,40	0,51
5, 10 y 15 m	0,59	0,48	0,43	0,50

TABLA 4. CORRELACIÓN DE POTENCIA RELATIVA Y GESTOS ESPECÍFICOS DEL DEPORTE

Gestos	Juveniles			
	Cargas Progresivas			
	Bajas	Medias	Altas	Promedio
CMJ	0,57	0,76	0,88	0,74
DJ	0,99	0,61	0,51	0,70
5 m	0,33	0,02	0,31	0,22
10 m	0,23	0,01	0,32	0,19
15 m	0,36	0,02	0,20	0,19
5, 10 y 15 m	0,31	0,02	0,28	0,20

Al momento de relacionar los gestos específicos del deporte entre sí, observamos que solamente hubo correlación entre los valores de DJ y CMJ en la categoría cadetes. Asimismo, no hubo correlaciones entre los demás gestos en ninguna categoría.

TABLA 5. CORRELACIÓN ENTRE GESTOS ESPECÍFICOS DEL DEPORTE

Gestos	Cadetes		Juveniles	
	CMJ	DJ	CMJ	DJ
5 m	P = 0,29	P = 0,25	P = 0,32	P = 0,21
10 m	P = 0,32	P = 0,21	P = 0,41	P = 0,15
15 m	P = 0,40	P = 0,18	P = 0,45	P = 0,12
DJ	P = 0,01	-	P = 0,11	-

6. DISCUSIÓN

El propósito general de este estudio fue determinar la fluctuación de la relación entre variables a medida que aumenta la experiencia con sobrecarga entre potencia relativa en diferentes cargas progresivas y los gestos específicos en grupos de jóvenes basquetbolistas. Según nuestra búsqueda bibliográfica, la mayoría de las investigaciones han recurrido a la relación entre el salto y diferentes niveles de fuerza o potencia de los miembros inferiores (Apostolidis et al., 2004; Young, 1995; Ziv y Lidor, 2010; Cronin y Hansen, 2005; Peterson et al., 2006; Suarez-Arrones et al., 2020). Sin embargo, no logramos encontrar bibliografía que analice qué sucede con la correlación de los gestos específicos del deporte con diferentes cargas progresivas en sentadilla ni tampoco que comparara la relación con sujetos de diferentes edades o experiencia en el entrenamiento.

Según los datos obtenidos (Tabla 3) nos resulta difícil concluir que exista algún tipo de comportamiento específico de la correlación para todos los gestos a medida que aumentan los años de experiencia en la adición progresiva de la carga para cada categoría.

Sin embargo, al subdividir en saltos y *sprint* se puede observar que la categoría con mayor correlación en los saltos es la de cadetes; de manera contraria, es la de menor correlación en todos los tiempos del *sprint* y su promedio. Esto concuerda con lo expuesto por González-Badillo y Serna (2002): a medida que aumentan los años de experiencia en los ejercicios con sobrecarga, la potencia alcanzada en estos explica menos el rendimiento en la altura de los saltos (CMJ y DJ).

Siguiendo por la misma línea, Cronin y Hansen (2005) correlacionaron con jugadores de *rugby* de elite la cantidad de kg levantados en sentadilla (test de 3 RM) y altura en el salto y tampoco encuentran correlación con la potencia relativa.

Por otro lado, al momento de correlacionar la potencia relativa con el *sprint*, en la categoría de cadetes se encontraron correlaciones no significativas al igual que en los resultados expuestos por Cronin y Hansen (2005), con la salvedad de que ellos investigaron sobre jugadores de *rugby* mayores, al igual que Baker y Nance (1999) y Costill et al. (1968).

Wilson et al. (1995) investigaron en jugadores de fútbol y tampoco lograron encontrar correlación entre la fuerza en sentadilla y los *sprints* (en su caso, de 40 m) confirmando la línea planteada por Badillo que afirma que no correlaciona en jugadores más fuertes y experimentados.

En contraposición, en este trabajo encontramos correlación ($p < 0,05$) en juveniles, quienes tienen mayor experiencia en el entrenamiento con sobrecarga y mayores niveles de fuerza. Sin embargo, no sucede así con los cadetes, posiblemente debido a la baja confiabilidad de la técnica del *sprint* en esa categoría.

Siguiendo por la misma línea, Harris et al. (2010) no logran encontrar relación entre la fuerza de miembros inferiores y el rendimiento en *sprints* en jugadores de *rugby* bien entrenados; por su parte, Young et al. (2002) concluyen que la sentadilla concéntrica en máquina isocinética tiene poca relevancia en *sprints* cortos (10 m). Sin embargo, sí encuentran que el DJ se correlaciona significativamente con el *sprint* y estiman que puede deberse a las características en común entre los gestos (contactos rápidos, poco rango de extensión y la activación del ciclo estiramiento-acortamiento).

A diferencia de los datos obtenidos en este trabajo, Peterson et al. (2006) encuentran correlación entre el salto vertical y la fuerza máxima relativa en miembros inferiores y la aceleración y velocidad del *sprint* ($p < 0,03$) en jóvenes universitarios jugadores de básquetbol y béisbol. Estos autores establecen la posibilidad de que no exista correlación en otros estudios como los de Cronin y Hansen (2005) debido a que utilizan muestras pequeñas de sujetos ($n=25$) muy entrenados (que coincide en gran medida con la muestra del presente estudio).

Asimismo, en concordancia con los datos observados en categoría juveniles, Suarez-Arrones et al. (2020) encuentran correlaciones moderadas y grandes entre el *sprint* en 10 m en relación con la potencia en miembros inferiores ($p < 0,05$) en jugadores de elite de diferentes deportes. De igual modo, López-Segovia et al. (2011) encuentran relación entre la potencia en sentadilla y los *sprints* en jugadores de fútbol sub-21 (pero, a diferencia de este estudio, utilizan la máquina Smith para la evaluación de sentadilla).

En concordancia con lo expuesto por Cronin y Hansen (2005), existe mayor correlación con el DJ a medida que aumentan las distancias (si bien no correlacionan estadísticamente) entre los tiempos en recorrer 5, 10 y 15 m. La explicación que dan es que a partir de los 10 m el cuerpo se encuentra más vertical y simula la aplicación de fuerza del DJ, punto en que la correlación es mayor.

Sin embargo, con el CMJ sucede lo contrario: a medida que aumentan los metros, se pierde correlación. Es posible dar explicación a esto ya que al comenzar de manera estática en el *sprint* se tiene un mayor tiempo de aplicación de fuerza dependiendo en menor medida del ciclo estiramiento-acortamiento rápido.

Estudios anteriores como González-Badillo et al. (2015) confirman que los deportistas jóvenes saltaron menos que los de mayor edad. Esto también fue confirmado en las investigaciones de Calahorra Cañada et al. (2012) y García-Pinillos et al. (2014) donde se detalla que se obtuvieron mayores valores en CMJ a medida que aumentaba la edad, lo que confirma nuestros resultados.

La correlación existente entre el DJ y el CMJ se puede explicar debido a que los gestos son de similares características, pero con diferencias en la activación del ciclo estiramiento-acortamiento. No es posible dar una explicación precisa a la ausencia de relación entre los valores encontrados de correlación de DJ y CMJ en juveniles.

Diferentes factores como la utilización de software (Kinovea) en las pruebas de distancias muy cortas, la situación en la cual se encontraban los deportistas poco tiempo después de la cuarentena por la emergencia sanitaria de COVID-19, podrían ser algunas de las razones que expliquen la falta de relación reportada entre los test de *sprint*, CMJ, DJ y potencia relativa en miembros inferiores.

Al llegar a este punto se puede afirmar que la hipótesis de que la correlación disminuye a medida que aumenta la experiencia se verifica para los saltos verticales, y se refuta para los *sprints*.

Por otro lado, la hipótesis de que a medida que aumentan las cargas progresivas la correlación disminuye se verifica en juveniles en los saltos verticales, pero se refuta para el *sprint* en ambas categorías y en los saltos para cadetes.

7. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se verificó la hipótesis que plantea que conforme aumentan los años de experiencia disminuye la correlación ya que la fluctuación de la relación entre la potencia relativa de miembros inferiores y los saltos verticales disminuye a medida que aumentan los años de experiencia en basquetbolistas del club Biguá de Villa Biarritz en el entrenamiento con sobrecarga. En la categoría cadetes se encontraron mayores correlaciones (aunque no sean significativas) en comparación con los juveniles (Tabla 3 y 4)

De igual modo, se verifica la hipótesis en el CMJ para la categoría juveniles ya que aumenta la correlación a medida que disminuye la carga; por el contrario, está misma se refuta en cadetes debido a que aumenta la correlación a medida que aumenta la carga. Posiblemente suceda porque con cargas bajas los menos experimentados tienen un déficit mayor de fuerza entre los valores de fuerza máxima y submáximas.

Finalmente, en juveniles la correlación entre el *sprint* y las cargas progresivas fue mayor en cargas medias para todas las distancias. Sin embargo, con respecto a los cadetes el análisis resulta de mayor dificultad, ya que presentan gran variedad de comportamientos en los diferentes tiempos.

Llegado este punto, creemos que los cadetes tienen mayores posibilidades de mejorar su rendimiento en el *sprint* a través del entrenamiento técnico; por su parte los saltos verticales podrían verse beneficiados por el entrenamiento con sobrecarga en las diferentes cargas, predominando en la zona de cargas medias para la mejora del DJ y altas para el CMJ. De igual modo, es posible que los juveniles puedan aumentar la altura en el DJ mediante el entrenamiento con cargas altas, realizar sesiones con cargas medias para la mejora de los tiempos en el *sprint* y con cargas bajas para el CMJ.

El alcance de la investigación es relativo debido a la situación de pandemia en la que nos encontrábamos, que les obligó a los basquetbolistas del club Biguá a realizar la gran mayoría de los entrenamientos del año de manera virtual. Futuras investigaciones podrían seguir esta misma línea y así aumentar la cantidad de datos para poder encontrar una posible tendencia en el comportamiento entre la correlación de la potencia y los gestos a los que se pretende transferir el entrenamiento con sobrecarga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Andersen, J. L., Magnusson, P., y Dyhre-Poulsen, P. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318–1326. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>
- Abdelkrim, N. Ben, Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., y Castagna, C. (2010). Positional role and competitive-level differences in elite-level men's basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1346–1355. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3181cf7510>
- Abdelkrim, N. Ben, El Fazaa, S., y El Ati, J. (2007). Time motion analysis and physiological data of elite under 19 year old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, 41(2), 69–75. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.032318>
- Abdelkrim, N., Castagna, C., El Fazaa, S., y El Ati, J. (2010). *The effect of players' standard and tactical strategy on game demands in men's basketball*. 41, 2652–2662. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181e2e0a3>
- Apostolidis, N., Nassis, G. P., Bolatoglou, T., y Geladas, N. D. (2004). Physiological and technical characteristics of elite young basketball players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(2), 157–163.
- Baker, D., y Nance, S. (1999). The Relation between Running Speed and Measures of Strength and Power in Professional Rugby League Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 230–235. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0230:TRBRSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0230:TRBRSA>2.0.CO;2)
- Bompa, T. (2003). *Periodizacion. Teoria y Metodologia del Entrenamiento*. Hispano europea.
- Bosco, C. (2000). *La fuerza muscular*. Inde publicaciones.
- Brown, L. E. (2007). *Entrenamiento de velocidad, agilidad y rapidez*. Paidotribo.
- Calahorra Cañada, F., Zagalaz Sánchez, M. L., Lara Sánchez, A. J., y Torres-Luque, G. (2012). Análisis de la condición física en jóvenes jugadores de fútbol en función de la categoría de formación y del puesto específico. *Apunts Educació Física i Esports*, 109, 54–62. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2012/3\).109.05](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2012/3).109.05)
- Cattuzzo, M. T., dos Santos Henrique, R., Ré, A. H. N., de Oliveira, I. S., Melo, B. M., de Sousa Moura, M., de Araújo, R. C., y Stodden, D. (2016). Motor competence

- and health related physical fitness in youth: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(2), 123–129. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.12.004>
- Costill, D. L., Miller, S. J., Myers, W. C., Kehoe, F. M., y Hoffman, W. M. (1968). Relationship among Selected Tests of Explosive Leg Strength and Power. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 39(3), 785–787. <https://doi.org/10.1080/10671188.1968.10616615>
- Cronin, J., y Hansen, K. (2005). Strength and Power Predictors of Sports Speed. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 349–357. <https://doi.org/10.1519/14323.1>
- Cronin, J., McNair, P., y Marshall, R. (2002). Power absorption and production during slow, large-amplitude stretch-shorten cycle motions. *European Journal of Applied Physiology*, 87(1), 59–65. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0585-5>
- Cronin, J., y Sleivert, G. (2005). Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. *Sports Medicine*, 35(3), 213–234. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00003>
- Delextrat, A., y Cohen, D. (2008). Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 4, 1066–1072. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181739d9b>
- Escamilla, R. F. (2001). Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(1), 127–141. <https://doi.org/10.1097/00005768-200101000-00020>
- Espert Bosch, M. del C. (2019). *Estimación de la altura en el test de salto vertical mediante técnicas de procesamiento de sonido*. [Universitat Politècnica de València] <https://riunet.upv.es:443/handle/10251/124623>
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Navarro-Martínez, A. V., y Latorre-Román, P. A. (2014). Análisis del rendimiento en salto vertical, agilidad, velocidad y velocidad de golpeo en jóvenes futbolistas: influencia de la edad. *Apunts Medicina de l'Esport*, 49(183), 67–73. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.05.002>
- García Manso, J. M., Ruiz Caballero, J. A., y Navarro Valdivielso, M. (1996). *Bases teóricas del entrenamiento deportivo: principios y aplicaciones*. Gymnos.
- Garnacho-Castaño, M., López-Lastra, S., y Maté-Muñoz, J. (2015). Reliability and Validity Assessment of a Linear Position Transducer. *Journal of Sports Science & Medicine*, 14, 128–136.

- González-Badillo, J., Pareja-Blanco, F., Rodríguez-Rosell, D., Abad-Herencia, J., Del Ojo-López, J., y Sánchez-Medina, L. (2015). Effects of velocity-based resistance training on young soccer players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(5), 1329–1338. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000764>
- González-Badillo, y Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (1st ed.). Inde publicaciones.
- Grosser, M., y Neumaier, A. (1986). *Técnicas de entrenamiento: teoría y práctica de los deportes*. Roca, Martínez.
- Gutiérrez Dávila, M. (1998). *Biomecánica deportiva*. Síntesis.
- Hanlon, C., Krzak, J. J., Prodoehl, J., y Hall, K. D. (2020). Effect of Injury Prevention Programs on Lower Extremity Performance in Youth Athletes: A Systematic Review. *Sports Health*, 12(1), 12–22. <https://doi.org/10.1177/1941738119861117>
- Harris, N., Cronin, J., Hopkins, W., y Hansen, K. (2010). Inter-relationships between machine squat-jump strength, force, power and 10 m sprint times in trained sportsmen. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 50, 37–42.
- Hermassi, S., Chelly, M. S., Fieseler, G., Bartels, T., Schulze, S., Delank, K.-S., Shephard, R. J., y Schwesig, R. (2017). Effects of In-Season Explosive Strength Training on Maximal Leg Strength , Jumping , Sprinting , and Intermittent Aerobic Performance in Male Handball Athletes. *Sportverletz Sportschaden*, 3, 1–7. <https://doi.org/10.1055/s-0043-103469>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Educación.
- Herzog, W., y Ait-Haddou, R. (2002). Mechanical Muscle Models and Their Application to Force and Power Production. In *Medicine & Science in Sports & Exercise* (Vol. 26, Issue 11, pp. 154–183). <https://doi.org/10.1249/00005768-199411000-00021>
- Hoffman, Fry, Howard, Maresh, y Kraemer. (1991). Strength, speed, and endurance changes during the course of a division I basketball season. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 5(3), 144–149. <https://doi.org/10.1519/00124278-199108000-00006>
- Hoffman, J., Tenenbaum, G., Maresh, C. M., y Kraemer, W. J. (1996). Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 10(2), 67–71.

<https://doi.org/10.1519/00124278-199605000-00001>

- ISAK. (2016). *Normas Internacionales para la Valoración Antropométrica*. Librería Nacional de Australia.
- Jiménez, P., y Balsalobre, C. (2013). Strength Training New Methodological Perspectives. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Latin, R. W., Berg, K., y Baechle, T. (1994). Physical and performance characteristics of NCAA division I male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 214–218. <https://doi.org/10.1519/00124278-199411000-00002>
- López-Segovia, M., Marques, M. C., Van Den Tillaar, R., y González-Badillo, J. J. (2011). Relationships between vertical jump and full squat power outputs with sprint times in U21 soccer players. *Journal of Human Kinetics*, 30(1), 135–144. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0081-2>
- Markovic, G., y Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895. <https://doi.org/10.2165/11318370-000000000-00000>
- Mayhew, J. L., Bemben, M. G., Rohrs, D. M., Bemben, D. A., y Mayhew, J. L. (1994). Specificity among anaerobic power tests in college female athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(1), 43–47. <https://doi.org/10.1519/00124278-199402000-00006>
- McGinnis, P. M. (1999). *Biomechanics of Sport and Exercise*. Kinetics, Human.
- Mckeag, D. (2003). Physiology of Basketball. In *Handbook of Sports Medicine and Science: Basketball* (pp. 12–24). <https://doi.org/10.1002/9780470693896>
- Naclerio, F. (2006). *Análisis de la fuerza y la potencia mecánica producida en los ejercicios con resistencias en diferentes poblaciones de deportistas a lo largo de la temporada* [Universidad de León]. <https://books.google.com.uy/books?id=xTbEngEACAAJ>
- Newton, R. U., Kraemer, W. J., Häkkinen, K., Humphries, B. J., y Murphy, A. J. (1996). Kinematics, kinetics, and muscle activation during explosive upper body movements. *Journal of Applied Biomechanics*, 12(1), 31–43. <https://doi.org/10.1123/jab.12.1.31>
- Ostojic, S. M., Mazic, S., y Dikic, N. (2006). Profiling in basketball: Physical and physiological characteristics of elite players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 740–744. <https://doi.org/10.1519/R-15944.1>
- Parlebas, P. (2008). *JUEGOS, DEPORTE Y SOCIEDADES. Léxico de praxeología*

motriz. Paidotribo.

- Peterson, M. D., Alvar, B. A., y Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 867–873. <https://doi.org/10.1519/R-18695.1>
- Ramírez, J. M., Núñez, V. M., Lancho, C., Poblador, M. S., y Lancho, J. L. (2015). Velocity-based training of lower limb to improve absolute and relative power outputs in concentric phase of half-squat in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(11), 3084–3088. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000407>
- Requena, B., González-Badillo, J. J., Villareal, E. S. S. de, Erelina, J., García, I., Gapeyeva, H., y Pääsuke, M. (2009). Functional Performance, Maximal Strength, and Power Characteristics in Isometric and Dynamic Actions of Lower Extremities in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(5), 1391–1401. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181a4e88e>
- Sánchez-Medina, L., Pallarés, J., Pérez, C., Morán-Navarro, R., y González-Badillo, J. (2017). Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Medicine International Open*, 1(2), 80–88. <https://doi.org/10.1055/s-0043-102933>
- Sanchez-Medina, L., Perez, C. E., y Gonzalez-Badillo, J. J. (2010). Importance of the propulsive phase in strength assessment. *International Journal of Sports Medicine*, 31(2), 123–129. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1242815>
- Scanlan, A., Dascombe, B., y 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. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.582509>
- Scanlan, A., Tucker, P. S., y Dalbo, V. J. (2014). A comparison of linear speed, closed-skill agility, and open-skill agility qualities between backcourt and frontcourt adult semiprofessional male basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1319–1327. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000276>
- Schoenfeld, B. J. (2010). Squatting kinematics and kinetics and their application to exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 3497–3506. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bac2d7>
- Siff, M., y Verkhoshansky, Y. (2000). *Superentrenamiento*. Paidotribo.
- Sleivert, G., y Taingahue, M. (2004). The relationship between maximal jump-squat

- power and sprint acceleration in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 91(1), 46–52. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0941-0>
- Söhnlein, Q., Müller, E., y Stöggl, T. L. (2014). The effect of 16-week plyometric training on explosive actions in early to mid-puberty elite soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(8), 2105–2114. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000387>
- Stone, M. H., Sands, W. A., Pierce, K. C., Carlock, J., Cardinale, M., y Newton, R. U. (2005). Relationship of maximum strength to weightlifting performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(6), 1037–1043. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000171621.45134.10>
- Suarez-Arrones, L., Gonzalo-Skok, O., Carrasquilla, I., Asián-Clemente, J., Santalla, A., Lara-Lopez, P., y Núñez, F. J. (2020). Relationships between Change of Direction, Sprint, Jump, and Squat Power Performance. *Sports*, 8(3), 38. <https://doi.org/10.3390/sports8030038>
- Verkhoshansky, Y. (2002). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo*. Paidotribo.
- Wilson, G. J., Lyttle, A. D., Ostrowski, K. J., y Murphy, A. J. (1995). Assessing dynamic performance: A comparison of rate of force development tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 9(3), 176–181. <https://doi.org/10.1519/00124278-199508000-00010>
- Yáñez-García, J. M., Rodríguez-Rosell, D., Mora-Custodio, R., y González-Badillo, J. J. (2019). Changes in muscle strength, jump, and sprint performance in young elite basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. <https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000003472>
- Young, Newton, R. U., Doyle, T. L. A., Chapman, D., Cormack, S., Stewart, C., y Dawson, B. (2005). Physiological and anthropometric characteristics of starters and non-starters and playing positions in elite Australian Rules football: A case study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 8(3), 333–345. [https://doi.org/10.1016/S1440-2440\(05\)80044-1](https://doi.org/10.1016/S1440-2440(05)80044-1)
- Young, W. (1995). Laboratory strength assessment of athletes. *New Studies in Athletics*, 10(1), 89–96.
- Young, W., James, R., y Montgomery, I. (2002). Is Muscle Power Related to Running Speed With Changes of Direction? *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42, 282–288.

Ziv, G., y Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players-A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332–339. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2009.02.009>

ANEXO

Anexo 1: Sentadilla con Trap Bar



Anexo 2:

Consentimiento Informado para Participantes de Investigación

El propósito de este documento de consentimiento es informar a los participantes en esta investigación con una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participantes.

La presente investigación es conducida por Cristian Da Silva con la colaboración de Mauricio Curbelo, Lucas Fernández y se enmarca en el proyecto de tesina titulado “*Relación entre potencia relativa en sentadilla y gestos específicos en basquetbolistas cadetes y juveniles del club Biguá de Villa Biarritz*” desarrollado en el instituto Superior de Educación Física (ISEF). Este proyecto es tutorado por Andrés González.

El estudio pretende comprobar la posible fluctuación de la potencia relativa en los miembros inferiores a medida que aumenta la experiencia con el entrenamiento con sobrecarga y su relación con los gestos específicos del deporte.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá ser testeado en su capacidad de fuerza y potencia de miembros inferiores realizando el test de cargas progresivas en sentadilla con trap bar sin cargas y con cargas a las cuales están acostumbrados a movilizar en sus entrenamientos físicos. Así como también una carrera a máxima velocidad de 20 ms., saltos desde el piso y de una altura de 30 cm.

Aunque los riesgos de sufrir una lesión son muy bajos por las cargas con que se trabajará, siempre existe una leve posibilidad, pero recordamos que son cargas a que utilizan normalmente y que se realizará un calentamiento previo acorde a los test que se van a realizar para prevenir cualquier tipo de inconvenientes.

La participación en este estudio es totalmente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Las pruebas serán codificadas usando un número de identificación, por lo tanto, serán anónimas.

Su participación es de suma importancia para el conocimiento científico dentro del deporte en cuestión como para los estudiantes a cargo de la misma.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que esto implique consecuencia de tipo alguno.

Desde ya se agradece su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación y he sido informado debidamente del proceso en que participaré.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento.

He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactarme directamente con Cristian Da Silva a través de los siguientes medios; c*****@gmail.com o al 094 *** **2.

Entiendo que una copia de esta ficha de consentimiento me será entregada, y que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para esto, puedo contactar a cualquiera de los medios anteriormente mencionados.

Nombre del Participante Firma del Participante y Padres o tutores
Fecha
(en letra de imprenta)

Anexo 3: Salto con contramovimiento



Anexo 4: Salto en caída



Anexo 5 y 6: Test de normalidad y homogeneidad

	Cadetes (n=15)		Juveniles (n=8)	
Test de normalidad (Shapiro-Wilk)	W	p	W	p
P. Rel. Cargas bajas (W)	0,980	0,968	0,955	0,765
P. Rel. Cargas medias (W)	0,918	0,179	0,909	0,345
P.Rel. Cargas altas(W)	0,906	0,116	0,900	0,292
<i>Test de igualdad de Varianzas (Levene's)</i>				
	F	df	p	
P Rel. (W) cargas bajas	0,451	1	0,509	
P Rel. (W) cargas medias	0,342	1	0,565	
P Rel. (W) cargas altas	0,845	1	0,369	
Altura de CMJ	0,036	1	0,852	
Altura DJ	0,558	1	0,463	
T5 m	2,118	1	0,160	
T10 m	0,328	1	0,573	
T15 m	0,269	1	0,609	