



Universidad de Concepción del Uruguay

Centro Regional Rosario

Licenciatura en Educación Física

Trabajo Final de Grado

“Transferencia Cruzada del Entrenamiento en Jugadores de Fútbol”

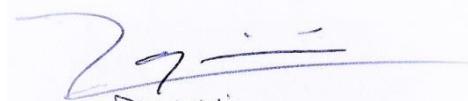
Alumna: Prof. María Belén Paganini

DNI: 25.832.788

Tutor: Claudio Galasso

DNI: 14.509.242

AÑO 2018



**PAGANINI
MARÍA BELÉN**



**GALASSO
CLAUDIO
14509242**

Agradecimientos:

A Paulita por aceptarme en su grupo de trabajo;

a quienes creyeron que podía, pero más a quienes no;

a aquellos que aportaron su granito de arena para hacer realidad este sueño;

a Dios con sus tiempos misteriosos para la concreción de las cosas, y porque en una de las tangentes que fui transitando, hizo que me cruzara con Luján.

INDICE.

1. Resumen.....	1
2. Introducción.....	2
2.1- Contexto histórico.....	2
2.2- Transferencia cruz o cruzada.....	2
2.3- El fútbol como actividad física para el estudio de la transferencia cruzada.....	4
2.4- ¿Qué músculos participan en el fútbol?.....	5
2.5- Accidentes deportivos.....	6
3. Planteo del problema.....	7
4. Marco teórico.....	8
4.1- Concepto de velocidad.....	8
4.2- Límites entre velocidad y fuerza.....	9
4.3- Clasificación de la velocidad según sus manifestaciones.....	10
4.4- Velocidad en deportes acíclicos.....	11
4.5- Medición de la velocidad.....	12
5. Hipótesis.....	13
6. Objetivos.....	14
5.1- Objetivo general.....	14
5.2- Objetivos específicos.....	14
7. Materiales y métodos.....	15
7.1- Población de estudio.....	15
7.2- <i>Plate tapping test</i>	15
7.3- Análisis estadístico.....	17
7.3.1- Análisis descriptivo.....	17
7.3.2- Análisis de comparación de medias.....	18
7.3.2.1- Evaluación de supuestos.....	18
7.3.2.2- Prueba T de <i>student</i> para muestras independientes.....	18
7.3- Análisis de correlación.....	20
8. Resultados.....	21
8.1- Análisis descriptivo.....	21
8.2- Análisis de comparación de medias.....	25
8.2.1- Evaluación de supuestos.....	25
8.2.2- Prueba T para muestras independientes.....	28
8.3- Análisis de correlación.....	29

9. Conclusión.....	31
10. Discusión.....	32
11. Bibliografía.....	35
12. Anexos.....	39

1. RESUMEN

La transferencia cruzada es el efecto de entrenamiento que se produce en el miembro no ejercitado. Esta mejora el rendimiento de los músculos que no están directamente involucrados en el entrenamiento de la extremidad remota.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la transferencia cruzada del entrenamiento de la velocidad desde las extremidades inferiores hacia las extremidades superiores en futbolistas mediante la adaptación de *Plate Tapping Test* para piernas.

El *Plate Tapping Test* pertenece a la batería Eurofit. Para realizar un trabajo comparativo se evaluaron un total de 100 hombres con edades comprendidas entre 18 y 25 años, 50 deportistas y 50 pertenecientes a un grupo control (individuos no entrenados). La población utilizada consistió en hombres sanos, sin discapacidades físicas y motoras

Se llevó a cabo un análisis de comparación de medias, en el cual se observó que el grupo de deportistas presentó una mayor aceleración de la velocidad y resistencia a la velocidad máxima en relación al grupo control evidenciando signos de transferencia cruzada de la velocidad desde miembros inferiores a miembros superiores.

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Contexto histórico.

El concepto de “*cross-education*” fue inicialmente descrito por Scripture, Smith y Brown (1894) en seres humanos, y explica el efecto crónico que el miembro inactivo del cuerpo desarrolla como respuesta a un período de entrenamiento ejecutado por el miembro contrario (contralateral). No obstante, son varias las definiciones que se han utilizado a lo largo de estos años para definir este fenómeno, por ejemplo: efecto crónico que toma forma de mejoras en el rendimiento muscular de un miembro inactivo, tras el entrenamiento de un miembro remoto (Hortobágyi *et al.*, 1997); la mejora de la fuerza máxima en el miembro contralateral inducida por la ejercitación ipsilateral de un miembro (Yasuda y Miyamura, 1983; Enoka, 1988; Sale, 1988; Shields *et al.*, 1999; Lee 2007); la extensión de los efectos del entrenamiento hacia el miembro no entrenado (Seger *et al.*, 1998). También se emplean distintos términos como “*Cross-training*” que implica incrementos de fuerza en el miembro contralateral (no entrenado) después de realizar entrenamiento unilateral con resistencias (Housh *et al.*, 1996) ó el efecto que se produce tras un entrenamiento de fuerza en el cual se ha ejercitado un miembro, dando como resultado incrementos de fuerza del miembro no entrenado. (Weir *et al.*, 1994)

Más allá de las definiciones formales, el termino *cross-education* se refiere a que el entrenamiento de uno de los miembros provoca una ganancia de fuerza del miembro opuesto no entrenado (Cometti, 1998). Para su estudio, la mayoría de investigaciones emplearon hombres, aunque algunos también trabajaron con mujeres y encontraron efectos similares de entrenamiento cruzado (Weir *et al.*, 1995; Bemben y Murphy, 2001). Llegando casi a la actualidad, recibió el nombre de transferencia cruz y se investiga su estimulación nerviosa en ambos miembros, a pesar de que sólo se ejercita uno. (Zhou, 2003; Farthing, 2009)

2.2. Transferencia en cruz ó cruzada.

Cada músculo está hecho de millones de fibras, y cada fibra es estimulada por un solo nervio. Al realizar ejercicio, el cerebro envía mensajes a lo largo de estos, utilizando sólo el 5% de los nervios para reclutar al mismo tiempo. Con el

entrenamiento, el cerebro aprende a reclutar un porcentaje mayor de las fibras musculares de forma simultánea. Al intensificar la práctica de un ejercicio específico, el mayor porcentaje de sus fibras musculares se puede contraer al mismo tiempo (Wilmore et al. 2008). Al dejar de hacer ejercicio, el cerebro pierde rápidamente su capacidad de contraer tantas fibras simultáneamente y se pierde fuerza, resistencia y coordinación. Sin embargo, si se continúa ejercitando un brazo, el cerebro conserva su capacidad de contraer las fibras en el brazo opuesto. (Shima et al. 2002)

En este sentido, la transferencia cruzada consiste en el ejercicio de una pierna o en el brazo con el fin de ayudar a mantener la fuerza y la resistencia en la extremidad opuesta (Cometti, 1998).

Resulta interesante diferenciarlo del entrenamiento cruzado, ya que este es un método ampliamente utilizado para mejorar el rendimiento competitivo en un deporte específico por el entrenamiento en una variedad de deportes; por ejemplo, para un deportista de *running* o marcha incluir en su entrenamiento natación o ciclismo. Parece que existe alguna transferencia de los efectos del entrenamiento sobre el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.) de un modo a otro. Los efectos de entrenamiento cruzado nunca exceden los inducidos por el modo de entrenamiento específico del deporte. Los principios de la especificidad de la formación tienden a tener mayor importancia, especialmente para los atletas altamente entrenados (Wilmore y Costill, 2004).

Para la población general, el entrenamiento cruzado puede ser muy beneficioso en términos de estado físico general. Del mismo modo Scripture, Smith y Brown (1894) propusieron que la transferencia cruzada puede ser un suplemento apropiado durante períodos de rehabilitación de lesiones físicas y durante los períodos de sobre entrenamiento o fatiga psicológica. Los músculos de la extremidad lesionada no se fortalecen directamente, ya que no se están utilizando.

Un estudio realizado en 2011 por Takahashi et al., indicó que la fatiga muscular inducida por el ejercicio de un grupo de músculos del miembro inferior produce excitabilidad de la corteza motora de los músculos no ejercitados en la extremidad superior. Sus resultados evidenciaron que el ejercicio fatigante

unilateral afecta no sólo al área motora que inervan el músculo en ejercicio, sino también el área motora ipsilateral que inervan los músculos no ejercitados de manera homóloga.

Hasta el momento han demostrado la importancia de esta técnica cuando se trata de transferencia cruzada de la fuerza de un miembro que se entrena al contra lateral que no se entrena. Grosser (1992), definió a la velocidad como el desarrollo rápido de la fuerza, relacionando íntimamente la velocidad con la fuerza.

Estos antecedentes de transferencia cruzada ipsilateral, y la relación directa de velocidad y fuerza presentada, abren nuevos interrogantes sobre si es posible la transferencia cruzada ipsilateral de la velocidad, ya que existe un área vacante del conocimiento en este aspecto.

Para evaluar la transferencia cruzada de la velocidad en la actividad física, sería interesante pensar en algún deporte que tenga preponderancia en el uso de sus brazos o sus piernas, como por ejemplo el fútbol donde el uso de miembros inferiores se priorizan sobre los superiores.

2.3 El fútbol como actividad física para el estudio de la transferencia cruzada

El fútbol incluye una actividad física muy importante. Durante un partido de fútbol profesional de 90 minutos, un jugador, dependiendo de su posición y de las dimensiones del campo, recorre entre 10 y 12 kilómetros (Rampinini, *et al.*, 2007)

En la actualidad a los deportistas les exigen un alto nivel de preparación. Están sujetos tanto a grandes cargas como a largos períodos de entrenamiento. En muchas ocasiones ambas situaciones provocan largos períodos de recuperación y que la densidad de las cargas de entrenamiento esté limitada por los límites fisiológicos que el organismo puede resistir (Bompa, 2006).

Una de las consecuencias más habituales son las lesiones. Sin embargo, aunque clínicamente no sean serias pueden provocar lentitud en los entrenamientos. Este problema no es importante en las primeras sesiones

cuando las cargas del entrenamiento se van desarrollando; sin embargo, si se producen durante una competición dificultarán la preparación final del atleta, lo que implicará una importante pérdida en el éxito de la competición. (Moreno M.1993)

En este deporte, las lesiones más comunes ocurren en las rodillas y los tobillos, debido a los movimientos rotativos a los que son sometidos. Las roturas de meniscos y ligamentos cruzados junto a los desgarros musculares, son lesiones habituales dentro del fútbol. (Montero, Zafra, 2008; citados desde Pancorbo Sandobal, A. 2013)

Las probabilidades de lesión aumentan cuando el jugador no recibe una preparación física adecuada, particularmente en un deportista aficionado, y cuando el juego se desarrolla sobre un terreno irregular. Teniendo en cuenta estos aspectos, la preparación física deberá estar acorde en cuanto al tipo de ejercicios, duración y regularidad que deberá incluir para mantener a los deportistas en óptimas condiciones; donde se considerará también al cansancio, que juega un papel muy importante en la coordinación, potencia y precisión de los gestos deportivos. (Wilmore et al., 2004)

2.4 ¿Qué músculos se activan o participan en el fútbol?

El fútbol es un deporte que requiere velocidad y agilidad, entre otras cualidades. Dependiendo de la acción a realizar se activarán distintos músculos (Acero R., 2005), por lo que se realizará una breve descripción de dos momentos claves:

1) En la preparación al patear:

Cuando el jugador corre para patear el balón, da un último paso, planta un pie y carga el otro, moviéndolo hacia atrás para dar el golpe. Los glúteos y los isquiotibiales, así como los aductores, controlan las caderas. Los glúteos, además, alejan las piernas del centro del cuerpo. Los isquiotibiales y los cuádriceps flexionan y extienden las rodillas, y los flexores plantares flexionan los tobillos. Los abdominales y los músculos de la espalda baja estabilizan el tronco y los deltoides alinean los hombros en referencia al balón. Debido a que el propósito de los cuádriceps es extender la rodilla y ayudar a estirar la pierna;

este músculo es uno de los más ejercitados en el fútbol donde el *running* es fundamental para el desarrollo de los partidos y los entrenamientos diarios.

2) Al realizar el contacto y pase:

La pierna que patea depende de los músculos isquiotibiales, los aductores y los glúteos para controlar la cadera durante el contacto, y de los isquiotibiales para extender la rodilla. Los músculos transfieren la fuerza al balón, y con un poco de suerte y puntería, va hacia donde el jugador quiere para un pase exitoso o un gol.

2.5 Accidentes deportivos.

Al ser el fútbol un deporte de contacto las lesiones más comunes son producto de un solo impacto o macrotrauma. Los accidentes deportivos se clasifican en fracturas, esguinces, luxaciones, lesiones musculares y roturas tendinosas y ligamentosas.

Por el propio esfuerzo realizado por el deportista en muchas ocasiones en intensidad máxima, en muchos de los casos la lesión ya existía y aparece ante la exigencia de un esfuerzo máximo.

Las lesiones por sobrecarga se producen por microtraumas y una inadecuada recuperación del sistema músculo esquelético implicado (Bompa, 2006).

Frente a una lesión el hecho de no realizar un entrenamiento con características leve-moderadas o moderadas en ese período representa una disminución de todas las capacidades funcionales en particular del VO₂máx. y del umbral anaeróbico. (Pancorbo Sandobal, 2013)

La transferencia cruzada cobra importancia en el deporte de alto rendimiento ya que los accidentes deportivos son propensos a ocurrir y surge como una alternativa en la rehabilitación de las lesiones producidas.

3. PLANTEO DEL PROBLEMA

Existen antecedentes de transferencia cruzada en trabajos específicos del entrenamiento de la fuerza de manera ipsilateral, utilizando como control interno el miembro contrario (Lazcorreta, et al., 2003) no ocurriendo lo mismo en relación a la transferencia cruzada de la velocidad de miembro inferior a superior.

¿Existirá la posibilidad de que los miembros superiores sean entrenados a través del principio de transferencia cruzada del entrenamiento de la velocidad desde los miembros inferiores?

Presentada la información anterior que evidencia la existencia de numerosos estudios sobre transferencia cruzada de entrenamiento y considerando que los jugadores de fútbol realizan un entrenamiento específico en sus piernas; sería oportuno pensar que el entrenamiento de piernas a que se ven sometidos los futbolistas pueda influir en la velocidad de sus brazos.

4. MARCO TEORICO

4.1 Concepto de velocidad.

Desde el punto de vista de la física, la velocidad (V) de un movimiento indica la rapidez con la que un cuerpo efectúa un desplazamiento. La velocidad depende por lo tanto de dos variables: el espacio (e) y el tiempo (t) que tarda en realizarlo. (García Manso, et al. 1998)

$$V = E / T$$

En 1999, Grosser le agrega la rapidez al concepto de velocidad. La velocidad o bien la velocidad de movimiento es la característica en sí de la mayoría de las acciones deportivas que terminan con éxito. Sin embargo la velocidad como capacidad aislada o “pura” no existe en el deporte, siempre es sólo una componente del rendimiento deportivo complejo.

La fuerza máxima y explosiva tienen un efecto positivo para la velocidad; formando una unidad dinámica en conjunto. La resistencia específica influye positivamente en el rendimiento de la velocidad. Para el entrenamiento de la velocidad vale más la calidad que la cantidad, es decir: la velocidad máxima posible se alcanza a través de un proceso muy desarrollado y complejo de la planificación y regulación. La velocidad no solo se entrena, sino que también se aprende.

La velocidad es uno de los factores principales del rendimiento deportivo, si lo representamos a éste en función de la fuerza y la velocidad.

$$RD = F \times V$$

Siendo, RD: rendimiento deportivo físico; F: fuerza; V: velocidad

Entendiendo al rendimiento deportivo como una expresión de potencia desde el punto de vista de la física. La velocidad no es solo una capacidad pura de la condición física, sino mixta entre psíquica, cognitiva, coordinativa y condicional, ya que contiene aspectos psíquicos y neuronales además de energéticos (Verkhoshansky, 1988). Existen etapas sensibles de desarrollo de la velocidad, desde los 9 a los 17 años la velocidad se incrementa; alcanzando en los

varones, su pico más alto a los 25 años. A partir de los 18 y hasta los 32 años de edad se observa un mantenimiento del rendimiento; desde entonces empieza a declinar notablemente (Grosser, 1999).

La velocidad en el deporte se define como la capacidad de conseguir, en base a procesos cognoscitivos, máxima fuerza volitiva y funcionalidad del sistema neuromuscular, una rapidez máxima de reacción y de movimiento de determinadas condiciones establecidas. (Alarcón, 2000)

4.2 Límites entre velocidad y fuerza.

La diferenciación entre “velocidad” y “fuerza” sigue siendo difícil si lo evaluamos tanto desde la teoría o como desde la práctica del entrenamiento. Pudiendo considerarse, por ejemplo, la velocidad como “desarrollo rápido de la fuerza” (Israel, 1976 citado por Alarcón, 2010) o sabiendo, por otro lado, que un entrenamiento sistemático de la fuerza también conduce a enormes mejoras de la velocidad, todo ello hace suponer que la velocidad proviene mayoritariamente de “músculos fuertes”. Estos, deben ser dirigidos y regulados a través de activaciones psíquicas y neuronales y coordinarse a nivel intermuscular a través de procesos específicos de estimulación e inhibición (lo que hace referencia a la técnica motriz). (Grosser, *et al.*, 1999)

Esto se explica porque el aumento de la sección transversal del músculo permite una proliferación del número de puentes de conexión por unidad de tiempo entre la actina y la miosina que componen las fibras musculares, con lo que aumenta la velocidad de contracción del músculo. El incremento del diámetro de las fibras musculares que componen las unidades motrices activadas de manera sincrónica, implica paralelamente una disminución de la carga de trabajo por unidad, y por tanto una contracción más rápida.

Para que la contracción muscular sea eficaz, la fuerza ejercida por el músculo debe ser grande y al mismo tiempo imprimir una velocidad importante. (Astrand et al., 1992).

Zatsiorski en 1966 (citado por Cometti, 2008) propuso una curva de velocidad que Bosco en 1976 repitió. En ella se demuestra que para una carga sin peso la velocidad es máxima y la fuerza desarrollada es baja, nunca nula. A medida

que las cargas aumentan, la velocidad tiende a reducirse hasta ser casi nula. La mayoría de las disciplinas deportivas exigen velocidad, de hecho, en la carrera de velocidad el atleta debe luchar contra su propio peso. De allí se interpreta que, a mayor velocidad gestual de un deportista, mayor fuerza muscular. (Cometti, G. 2008)

Dado que el rendimiento “aparece” en forma de movimiento, la velocidad resulta inseparable de la técnica (el movimiento) específico - deportiva. (Schellenberger, 1986; Polster, 1987)

Si un músculo es capaz de implicar de forma sincrónica casi todas las unidades existentes frente a grandes resistencias (por ejemplo, empuje en la salida de carrera), podrá desarrollar fuerzas elevadas; entonces decimos que el músculo posee una buena coordinación intramuscular. Pero ésta se alcanza a través del entrenamiento específico de fuerza o bien de fuerza explosiva. (Alarcón, 2010)

4.3 Clasificación de la velocidad según sus manifestaciones

La velocidad se expresa en relación con otras capacidades motrices (resistencia, fuerza, coordinación) en ámbitos diferentes:

1) Formas Puras

La forma de velocidad pura es característica general del hombre, su duración en la actividad deportiva es corta, se manifiesta durante 1-2 segundos. (Grosser, 1999; Verkhoshansky, 1988). Depende del sistema nervioso central y de factores genéticos. Dentro de este grupo se encuentra la velocidad de Reacción, la velocidad de movimiento y velocidad frecuencial.

2) Formas Complejas

La forma de velocidad compleja puede describirse como funciones combinadas de las condiciones de la velocidad “pura”; la fuerza y la resistencia (específica). Dentro de los modos posibles nos encontramos con: fuerza – velocidad; la resistencia a la fuerza explosiva y la resistencia máxima de velocidad.

Este trabajo está centrado en la velocidad de aceleración y la resistencia de velocidad máxima:

- Velocidad de aceleración:

Es el incremento de la velocidad por unidad de tiempo.

Velocidad de Reacción

Es la capacidad de reacción en el menor tiempo frente a un estímulo. Se diferencian reacciones sencillas (por ejemplo, salida baja) y reacciones selectivas (por ejemplo, esgrima, boxeo, arquero). La expresión calculable de la velocidad de reacción es el tiempo de reacción (igual espacio de tiempo desde la emisión de un estímulo y la contracción muscular adecuada). Se mide con reactimetría visual y auditiva.

- Resistencia a la velocidad máxima o velocidad prolongada

La resistencia máxima a la velocidad es la capacidad de resistir frente a la disminución de la velocidad causada por el cansancio en caso de movimientos cíclicos de velocidades de contracción máximas. En el sprint, su influencia sobre el rendimiento abarca en parte la fase de velocidad máxima constante y, ante todo, la fase de bajada de velocidad (fase de aceleración negativa). En cuanto a la vía energética anaeróbica que se requiere de forma casi exclusiva, resultan decisivos el componente no lactácido y el elevado nivel de producción de lactato. La importancia de la resistencia máxima de la velocidad abarca en el ámbito del sprint 6-20 segundos. Pertenece a las capacidades de velocidad, puesto que las influencias neuronales y tendonomusculares de la velocidad resultan más importantes que la resistencia.

4.4 Velocidad en Deportes Acíclicos

En todas las acciones deportivas que se pueden incluir entre las acciones veloces cíclicas, siempre se distinguen cuatro fases: puesta en acción, aceleración, máxima velocidad y resistencia a la velocidad. También se conoce como velocidad frecuencial y consiste en realizar el mayor número de veces posibles un mismo movimiento en una unidad de tiempo (natación, carrera, pedaleo, patada, etc.). Depende de factores psíquicos (voluntad, concentración), factores neuronales (reclutamiento, frecuenciación, capacidad de excitación-inhibición, velocidad de conducción de los estímulos, inervación

previa), componentes músculo-tendinosos (tipo de fibras, velocidad contráctil del músculo, viscosidad, temperatura de los músculos, elasticidad), y del nivel técnico.

4.5 Medición de la velocidad

En este estudio se utilizó un test que forma parte de la Batería Eurofit: el Plate Tapping Test conocido también como Test de golpeteo de placas.

La misma, surge como fruto de muchos años de investigación coordinado a nivel europeo y está basada en el principio del deporte para todos. Consiste en un conjunto de test físicos relevantes y experimentados, estandarizados que evalúan la condición física donde se valoran los datos con base a percentiles. Miden la aptitud física relacionada con el rendimiento y con la salud.

Las capacidades evaluadas son: coordinación, potencia, resistencia, cardiorrespiratoria, flexibilidad, velocidad, equilibrio.

El *Plate Tapping Test* consiste en golpear placas durante 25 ciclos (cincuenta veces en total) y mide la velocidad del miembro superior.

Para esta investigación se decidió la utilización de dicho test por ser específico para la evaluación de la velocidad segmentaria, por el bajo costo, la posibilidad de adaptación para miembros inferiores, por el fácil traslado y armado ágil.

En el presente trabajo se evaluaron ambos miembros realizándose una adaptación del mismo para los miembros inferiores; se contabilizó el tiempo en dos momentos: el empleado para realizar 6 toques y así registrar la velocidad de aceleración y el tiempo empleado en completar los 50 toques para registrar la resistencia de la velocidad máxima.

5. HIPÓTESIS

Si el entrenamiento de miembros inferiores induce una transferencia cruzada a miembros superiores, entonces, la velocidad de aceleración y resistencia a la velocidad debería ser mayor, en miembros superiores en un grupo de personas entrenadas que en miembros inferiores en relación a personas que no realizan práctica deportiva.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General.

Evaluar la transferencia cruzada de la velocidad del entrenamiento desde las extremidades inferiores hacia las extremidades superiores en futbolistas mediante la adaptación de *Plate Tapping Test* para piernas.

6.2 Objetivos Específicos.

Describir la aceleración de la velocidad y la resistencia a la velocidad en futbolistas y grupo control.

Determinar si la población deportista tiene mayor aceleración y resistencia a la velocidad en los miembros inferiores que el grupo control.

Evaluar la transferencia cruzada de aceleración de la velocidad en futbolistas y grupo control.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Población de estudio:

La población de estudio consistió en hombres sanos, sin discapacidades físicas y motoras, con edades entre los 18 y 25 años.

Para formar el grupo “Deportistas” (GD) se realizó un muestreo de cincuenta hombres deportistas de primera división de fútbol pertenecientes a los clubes: Racing club, Douglas Haig, Argentinos, Leandro N. Alem y Comunicaciones de la ciudad de Pergamino.

Para formar el grupo “Control” (GC) se realizó un muestreo de cincuenta hombres estudiantes universitarios de distintas carreras de la UNNOBA (Universidad Nacional del Noroeste de Buenos Aires) de Pergamino. Se verificó la condición de que durante el lapso de tres años no hayan realizado práctica de ningún deporte.

Los deportistas y el grupo control fueron evaluados en una misma jornada tanto en piernas como en brazos. Las evaluaciones se hicieron en parejas elegidas de acuerdo a la altura de los participantes para facilitar la gradualidad de la tabla de mediciones

7.2 *Plate Tapping Test.*

El material necesario para realizar el test:

1. Mesa adaptada con altura regulable: con dos círculos de 20 cm. de diámetro pintados cada uno con una separación de 60 cm. Entre ambas circunferencias, se encuentra un rectángulo para el apoyo del miembro no hábil
2. Cronómetro digital con décimas de segundo

Protocolo *Plate Tapping Test* para miembro superior

El individuo se colocó frente a la mesa con los pies ligeramente separados, con la mano no dominante sobre el rectángulo que está entre los círculos y la otra sobre uno de los dos círculos.

A la señal "preparados ya" del observador, inició el test tocando alternativamente los dos círculos un total de 25 veces cada uno tan deprisa como pudo.

Se registró:

- ✓ Velocidad de aceleración de miembro superior (6TMS) como el tiempo empleado en el sexto toque de los círculos en segundos y décimas de segundos.
- ✓ Resistencia a la velocidad de miembro superior (50TMS) como el tiempo empleado en completar los 50 toques de los círculos en segundos y décimas de segundos.

Protocolo *Plate Tapping Test* para miembro inferior

La tabla empleada para el test de miembro superior se colocó a nivel del suelo. El ejecutante se dispuso de lado de la tabla colocando el pie de la pierna no hábil en un punto fijo por fuera de la misma, pero coincidiendo con el rectángulo situado entre ellos y con la pierna hábil apoyada sobre uno de los círculos.

A la señal dada por el observador como en el caso del test para miembro superior, el individuo inició el test tocando con el pie, lo más rápido posible y de manera alternada 25 veces cada círculo, ubicados por delante y detrás.

Se registró:

- ✓ Velocidad de aceleración de miembro inferior (6TMI) como el tiempo empleado en el sexto toque de los círculos en segundos y décimas de segundos.
- ✓ Resistencia a la velocidad de miembro inferior (50TMI) como el tiempo empleado en completar los 50 toques de los círculos en segundos y décimas de segundos.

El ejecutante realizó un ensayo antes de la prueba. Cada individuo realizó dos intentos permitiéndole un tiempo de recuperación, descartándose la *performance* de mayor tiempo. El registro quedó constituido con los mejores

tiempos tanto para miembros superiores como para miembros inferiores como lo establece el *test*.

Se tuvieron en cuenta las siguientes Normas:

-Se ajustó la altura de la mesa por debajo del ombligo del ejecutor de la prueba.

-La mano hábil debía llegar a tocar los discos y la otra mano debía estar en contacto constante con el rectángulo.

-Si un disco no era tocado se le añadió un contacto más.

7.3 Análisis estadístico

Los análisis estadísticos fueron llevados a cabo mediante el *Software* InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2010).

7.3.1- Análisis descriptivo

En primera instancia se construyeron tablas de frecuencias donde el número de clases, fue obtenido en forma automática por InfoStat tomando el $\log_2(n+1)$. Los intervalos construidos son cerrados a la derecha.

Posteriormente se llevó a cabo un análisis descriptivo, y se calcularon los siguientes estadísticos muestrales:

- Media: se refiere a la media aritmética.
- Desviación estándar (DE): como la raíz cuadrada de la varianza muestral calculada como la suma de los cuadrados de los desvíos con respecto a la media muestral, dividida por $(n-1)$.
- Coeficiente de variación (CV) es el cociente entre la desviación estándar y la media muestral, expresado en porcentaje.
- El primer cuartil (Q1), la Mediana y el tercer cuartil (Q3) al igual que cualquier otro percentil fueron obtenidos mediante el ordenamiento de la muestra y la selección de uno de los valores observados de acuerdo a su posición.

7.3.2- Análisis de comparación de medias

7.3.2.1- Evaluación de supuestos:

- Verificación de distribución normal

Con el fin de verificar si la distribución de las variables en estudio correspondían a una distribución Normal $N(\mu, \sigma^2)$. Se evaluó la distribución de cada variable en cada grupo. Se realizaron gráficos QQ-PLOT y un test formal Shapiro Wilks. Para ello se contrastaron las siguientes hipótesis (Anexo 13.1)

$H_0: X \sim N(\mu, \sigma^2)$, La variable se aproxima a una distribución normal

$H_1: X \neq N(\mu, \sigma^2)$, La variable no tiene distribución normal

Regla de decisión: si *p-valor* es $< \alpha = 0,10$, Rechazo la H_0

- Verificación de homogeneidad de varianza

Con el objetivo de aumentar los grados de libertad en el Test de comparación de medias, se evaluó la homocedasticidad. Se realizaron pruebas de homogeneidad de varianza utilizando el estadístico F de *Snedecor*, que bajo H_0 se distribuye como una variable F con $(n_{GC} - 1)$ y $(n_{GD} - 1)$ grados de libertad.

Para ello se contrastaron las siguientes hipótesis, Regla de decisión: si *p-valor* es $< \alpha = 0,10$ Rechazo la H_0

$H_0: \sigma^2 X_{GC} = \sigma^2 X_{GD}$, La variancias de los tiempos tomados en cada variable respecto a los grupos C y D son iguales

$H_1: \sigma^2 X_C \neq \sigma^2 X_D$, La variancias de los tiempos tomados en cada variable respecto a los grupos C y D difieren

En los casos donde las varianzas no resultaron homogéneas se aplicó la corrección de Satterwait, brindada por InfoStat.

- Independencia de las muestras

La independencia se logró a través de la aleatorización en la elección de los individuos que iban a formar parte de cada población.

7.3.2.2 -Prueba de T de Student para muestras independientes

Para realizar la inferencia basada en dos muestras se realizó una prueba de T de *Student* para muestras independientes unilateral a la izquierda, que permite probar la hipótesis sobre la esperanza de la variable aleatoria definida como una diferencia de medias muestrales. Se asumió que se disponía de dos muestras independientes, cada una desde el grupo deportistas y grupo control.

En primera instancia se evaluó si las poblaciones en estudio eran realmente contrastantes y adecuadas para evaluar entrenamiento cruzado. Por lo tanto se determinó si la población deportista tenía mayor velocidad de aceleración y resistencia a la velocidad en las piernas que el grupo control. Para ello se hicieron los siguientes contrastes de hipótesis unilateral a la izquierda, la regla de decisión: si *p-valor* es $< \alpha = 0,05$, Rechazo la H_0

$H_0: \mu 6TMI_{GC} = \mu 6TMI_{GD}$, La velocidad de aceleración de las piernas en ambos grupos es igual.

$H_1: \mu 6TMI_{GC} > \mu 6TMI_{GD}$, La velocidad de aceleración de las piernas en los deportistas es mayor que el grupo control.

$H_0: \mu 50TMI_{GC} = \mu 50TMI_{GD}$, La resistencia a la velocidad de las piernas en ambos grupos es igual.

$H_1: \mu 50TMI_{GC} > \mu 50TMI_{GD}$, La resistencia a la velocidad de las piernas en los deportistas es mayor que el grupo control.

Para identificar la existencia de transferencia cruzada en deportistas con piernas entrenadas se pusieron a prueba las siguientes hipótesis:

$H_0: \mu 6TMS_{GC} = \mu 6TMS_{GD}$, La velocidad de aceleración del miembro superior en ambos grupos es igual.

$H_1: \mu 6TMS_{GC} > \mu 6TMS_{GD}$, La velocidad de aceleración de las piernas en los deportistas es mayor que el grupo control.

$H_0: \mu 50TMS_{GC} = \mu 50TMS_{GD}$, La resistencia a la velocidad de los brazos en ambos grupos es igual.

$H_1: \mu 50TMI_{GC} > \mu 50TMI_{GD}$, La resistencia a la velocidad de los brazos en los deportistas es menor que el grupo control.

Regla de decisión: si p -valor es $< \alpha = 0,10$, Rechazo la H_0

7.3.3- Análisis de correlación

Para evaluar asociación entre las variables se realizó un análisis de correlación de *Pearson* entre: 6TMI vs. 6TMS; 50TMS vs. 6TMS; 50TMS vs. 6TMI; 50TMI vs. 6TMS, 50TMI vs. 6TMI; 50TMI vs. 50TMS y en cada caso se contrastó la siguiente hipótesis:

$$H_0 : \rho = 0 \text{ vs } H_1 : \rho \neq 0$$

8. RESULTADOS:

8.1 Análisis descriptivo

Para caracterizar apropiadamente cada grupo se realizó un análisis exploratorio de los datos.

Se obtuvieron cinco intervalos (Clase) y se calcularon las medias por intervalo (MC), las frecuencias absolutas (FA) y las frecuencias relativas (FR) para el grupo control (GC) y el grupo deportista (GD).

Se observó que la mayoría de los individuos del grupo control obtuvieron una velocidad de aceleración en promedio de 0,91, a diferencia que los del grupo deportista fueron de 0.83. Solo 6 individuos del grupo control fueron tan veloces como el promedio obtenido por la mayoría del grupo deportista, (Tabla 8.1).

Tabla 8.1 Frecuencias relativas y absolutas para la velocidad de aceleración de miembro superior, en los Grupos Control y Deportista.

Grupo	Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
GC	6TMS	1	[0.76	0.86]	0.81	6	0.12
GC	6TMS	2	(0.86	0.96]	0.91	20	0.4
GC	6TMS	3	(0.96	1.07]	1.02	10	0.2
GC	6TMS	4	(1.07	1.17]	1.12	9	0.18
GC	6TMS	5	(1.17	1.27]	1.22	5	0.1
GD	6TMS	1	[0.67	0.78]	0.72	11	0.22
GD	6TMS	2	(0.78	0.88]	0.83	18	0.36
GD	6TMS	3	(0.88	0.99]	0.94	13	0.26
GD	6TMS	4	(0.99	1.09]	1.04	7	0.14
GD	6TMS	5	(1.09	1.20]	1.15	1	0.02

Grupos: Grupo control (GC) y grupo deportista (GD), Variable: seis toques de miembro superior, Número de clases (Clases), Límite inferior (LI), Límite superior (LS), Media de la clase (MC), Frecuencias absolutas (FA), Frecuencias relativas (FR)

Cuando se evaluó la resistencia a la velocidad de miembro superior se observó que la mayoría de los individuos del grupo control se encontraron en el tercer intervalo, con una resistencia a la velocidad promedio de 10.52. Tiempo mucho menor que los individuos de menor resistencia a la velocidad del grupo deportista. (Tabla 8.2)

Tabla 8.2 Frecuencias relativas y absolutas de la resistencia a la velocidad de miembro superior, en los Grupos Control y Deportista.

Grupo	Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
GC	50TMS	1	[8.41	9.25]	8.83	7	0.14
GC	50TMS	2	(9.25	10.10]	9.68	10	0.20
GC	50TMS	3	(10.10	10.94]	10.52	19	0.38
GC	50TMS	4	(10.94	11.79]	11.36	8	0.16
GC	50TMS	5	(11.79	12.63]	12.21	6	0.12
GD	50TMS	1	[7.51	8.06]	7.78	5	0.10
GD	50TMS	2	(8.06	8.60]	8.33	3	0.06
GD	50TMS	3	(8.60	9.15]	8.88	18	0.36
GD	50TMS	4	(9.15	9.69]	9.42	17	0.34
GD	50TMS	5	(9.69	10.24]	9.97	7	0.14

Grupos: Grupo control (GC) y grupo deportista (GD), Variable: cincuenta toques de miembro superior, Número de clases (Clases), Límite inferior (LI), Límite superior (LS), Media de la clase (MC), Frecuencias absolutas (FA), Frecuencias relativas (FR)

En cuanto a los miembros inferiores se observó que en los grupos deportistas para la aceleración de la velocidad, tenían mayor cantidad de individuos con tiempo promedio de 1.08 en comparación con el grupo control donde solo 10 individuos mostraron ese tiempo promedio. La mayoría de los individuos del grupo control mostraron tiempos promedios mayores 1,21 y 1,34 que los del grupo deportista 1,08 (Tabla 8.3).

En cuanto a la resistencia a la velocidad de miembros inferiores se observó que solo dos individuos del grupo deportista tuvieron tiempos parecidos al promedio de la mayoría del grupo control. (Tabla 8.4).

Tabla 8.3 Frecuencias relativas y absolutas de aceleración a la velocidad en miembros inferior, en los Grupos Control y Deportista.

Grupo	Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
GC	6TMI	1	[1.01	1.14]	1.08	10	0.2
GC	6TMI	2	(1.14	1.27]	1.21	16	0.32
GC	6TMI	3	(1.27	1.41]	1.34	16	0.32
GC	6TMI	4	(1.41	1.54]	1.47	4	0.08
GC	6TMI	5	(1.54	1.67]	1.6	4	0.08
GD	6TMI	1	[0.91	1.02]	0.97	7	0.14
GD	6TMI	2	(1.02	1.14]	1.08	20	0.40
GD	6TMI	3	(1.14	1.25]	1.20	11	0.22
GD	6TMI	4	(1.25	1.37]	1.31	8	0.16
GD	6TMI	5	(1.37	1.48]	1.42	4	0.08

Grupos: Grupo control (GC) y grupo deportista (GD), Variable: seis toques de miembro inferior, Número de clases (Clases), Límite inferior (LI), Límite superior (LS), Media de la clase (MC), Frecuencias absolutas (FA), Frecuencias relativas (FR)

Tabla 8.4. Frecuencias relativas y absolutas de resistencia a la velocidad en miembro inferior, en los Grupos Control y Deportista.

Grupo	Variable	Clase	LI	LS	MC	FA	FR
GC	50TMI	1	[12.13	13.17]	12.65	13	0.26
GC	50TMI	2	(13.17	14.21]	13.69	13	0.26
GC	50TMI	3	(14.21	15.24]	14.73	13	0.26
GC	50TMI	4	(15.24	16.28]	15.76	10	0.20
GC	50TMI	5	(16.28	17.32]	16.8	1	0.02
GD	50TMI	1	[10.54	11.19]	10.87	6	0.12
GD	50TMI	2	(11.19	11.84]	11.52	17	0.34
GD	50TMI	3	(11.84	12.50]	12.17	14	0.28
GD	50TMI	4	(12.50	13.15]	12.82	11	0.22
GD	50TMI	5	(13.15	13.80]	13.47	2	0.04

Grupos: Grupo control (GC) y grupo deportista (GD), Variable: cincuenta toques de miembro inferior, Número de clases (Clases), Límite inferior (LI), Límite superior (LS), Media de la clase (MC), Frecuencias absolutas (FA), Frecuencias relativas (FR)

En líneas generales, los individuos del grupo control comprendieron mayor tiempo en completar el test, tanto para los seis toques como para los 50 toques. Esto se traduce a que el grupo deportistas mostró una tendencia a tener mayor aceleración y resistencia a la velocidad que el grupo control. (Tabla 8.5)

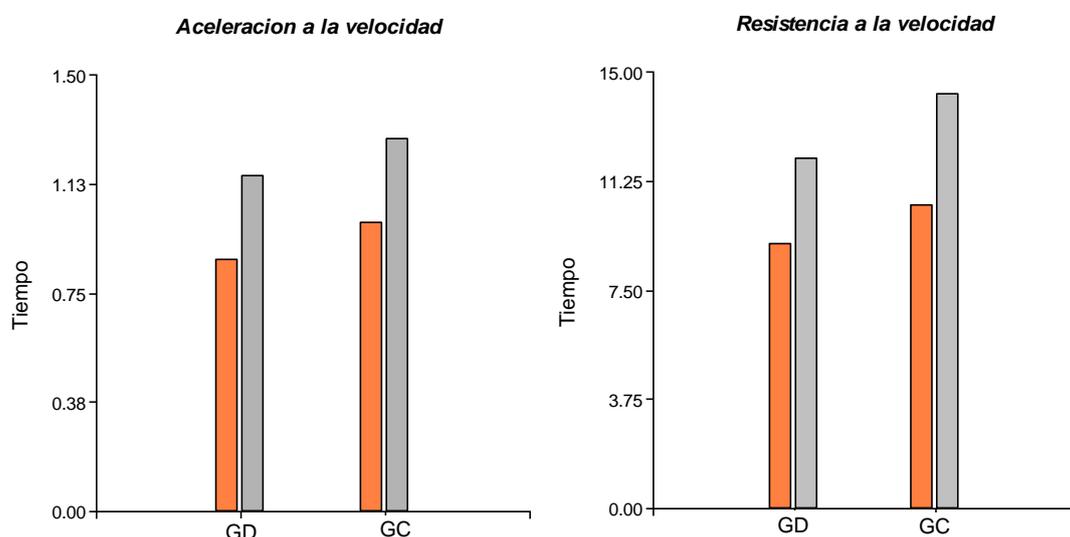
Tabla 8.5. Medidas de resumen de resistencia y aceleración a la velocidad para el grupo control y deportista

Grupo	Variable	n	\bar{x}	D.E	σ^2	CV	Mín	Máx	Mediana	Q1	Q3
GC	6TMS	50	0.99	0.1	0.02	13	0.8	1.3	0.95	0.9	1.1
GD	6TMS	50	0.87	0.1	0.01	13	0.7	1.2	0.84	0.8	0.9
GC	6TMI	50	1.28	0.2	0.02	12	1	1.7	1.27	1.2	1.4
GD	6TMI	50	1.15	0.1	0.02	12	0.9	1.5	1.13	1.1	1.2
GC	50TMS	50	10.4	1	1.09	10	8.4	13	10.26	10	11
GD	50TMS	50	9.07	0.6	0.4	7	7.5	10	9.11	8.8	9.5
GD	50TMI	50	12.	0.7	0.48	5.8	11	14	11.96	11	13
GC	50TMI	50	14.2	1.3	1.61	8.9	12	17	14.15	13	15
GD	50TMI	50	12.	0.7	0.48	5.8	11	14	11.96	11	13

GC: grupo control; GD: grupo deportista; n: número de individuos; \bar{x} : media; D.E.: desvío estándar; σ^2 : varianza; Min: mínimo; Max: máximo; Q1: cuartil uno; Q3: cuartil tres.

La comparación de los valores promedios de la resistencia a la velocidad y la velocidad de aceleración entre el grupo control y deportista con respecto a cada extremidad se puede ver en el grafico 8.1. Donde queda en evidencia las diferencias a priori existentes entre los grupos en estudio.

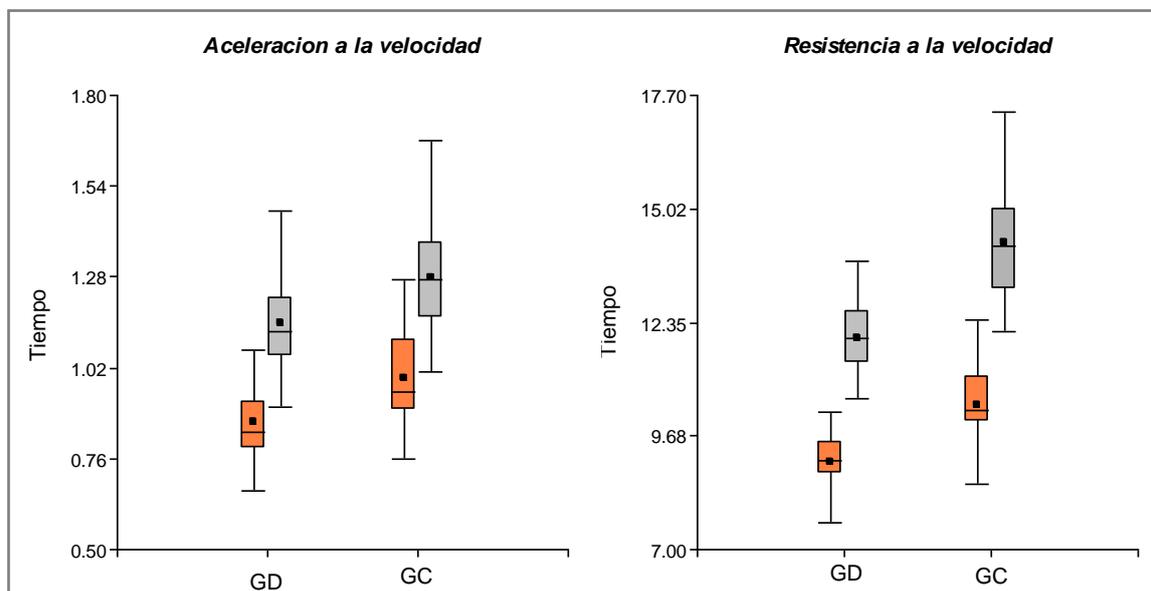
Imagen 8.1. Tiempos promedios de Aceleración y resistencia a la velocidad para el grupo deportista y control



En naranja, miembros superiores, en gris miembros inferiores. GD: Grupo deportista; GC: Grupo control. Tiempo expresado en segundos

Las diferentes medidas de posición calculadas en la tabla 8.5 se pueden observar en la imagen 8.2.

Imagen 8.2. Gráficos *Box-plot* para la aceleración y la resistencia a la velocidad



En naranja, miembros superiores, en gris miembros inferiores. GD: Grupo deportista; GC: Grupo control. Tiempo expresado en segundos

8.2 Análisis de comparación de medias

8.2.1 Evaluación de supuestos

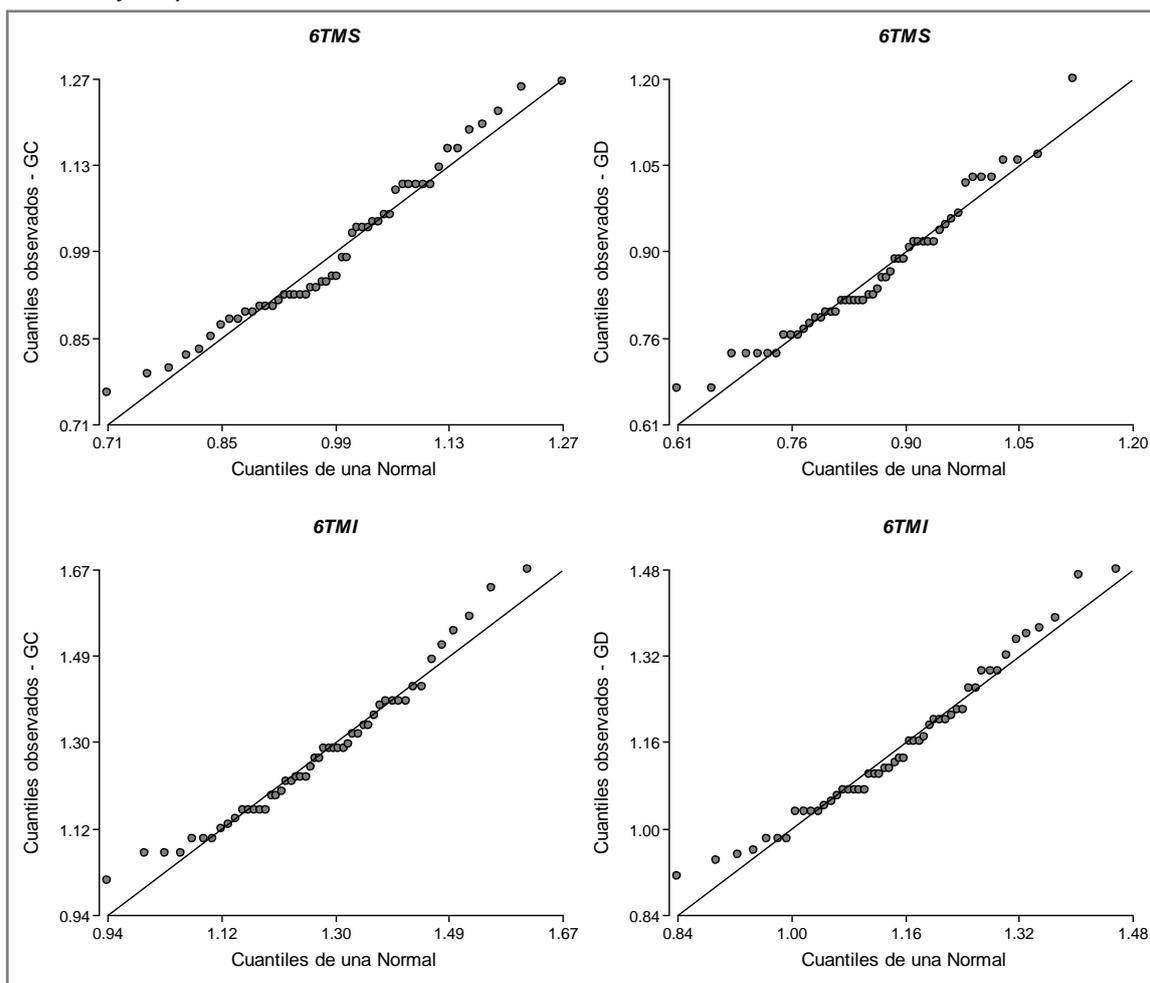
En el análisis descriptivo intuimos que la media está muy próxima a la mediana. Para que una variable tenga distribución normal estas deben coincidir, con el objetivo de dilucidar si la distribución de todas las variables en cada grupo se distribuye según la curva de distribución normal, se realizaron gráficos QQ-plot y un test formal de Shapiro Wilks, Tabla 8.6

Según la regla de decisión establecida no tenemos evidencias suficientes para rechazar la H_0 , ya que el valor de probabilidad asociada es mayor al α empleado ($\alpha = 0,01$), por lo que no tenemos evidencias para aseverar que la población no tiene distribución normal.

A continuación, se muestran los gráficos QQ-PLOT (Imagen 8.3 - 8.4) para observar si las observaciones se ajustan a la recta de la distribución normal, sobre todo en aquellas variables que arrojaron valores de probabilidad asociados muy pequeños como fue el caso de 50TMS en el grupo deportista y 6TMS en el grupo control.

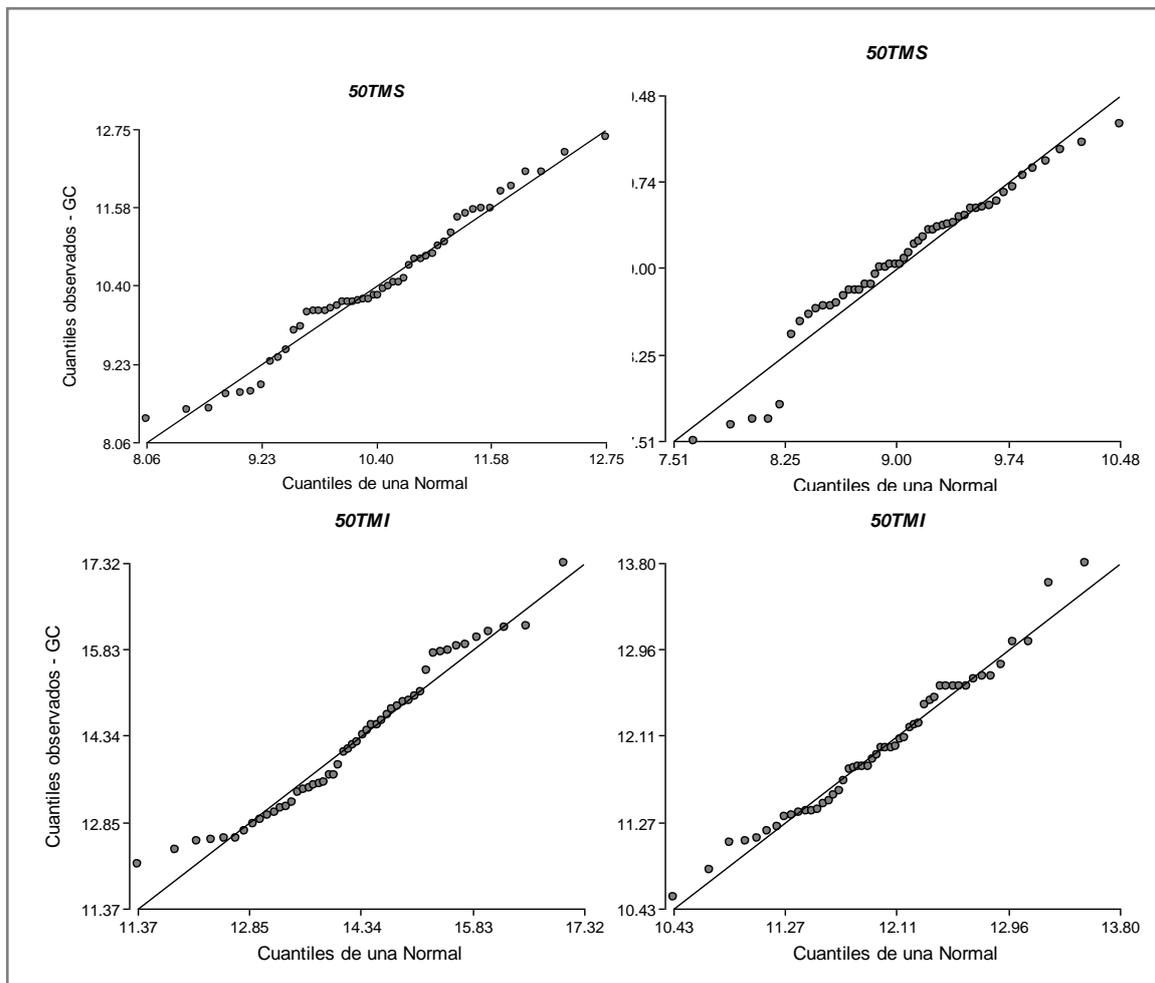
Tabla 8.6. Test Shapiro – Wilks individual para cada variable en cada grupo

Grupo	Variable	n	Media	D.E.	W*	p-valor
GD	6TMS	50	0.87	0.11	0.95	0.1638
GD	50TMS	50	9.07	0.63	0.93	0.035
GD	6TMI	50	1.15	0.14	0.95	0.1397
GD	50TMI	50	11.98	0.69	0.97	0.6448
GC	6TMS	50	0.99	0.13	0.94	0.0771
GC	50TMS	50	10.4	1.04	0.95	0.1991
GC	6TMI	50	1.28	0.15	0.95	0.1597
GC	50TMI	50	14.21	1.27	0.94	0.0749

Imagen 8.3 Gráficos QQ plots para la aceleración a la velocidad para miembro inferior y superior.

GC: Grupo control; GD: grupo deportista; 6TMS: Aceleración a la velocidad miembro superior; 6TMI: Aceleración a la velocidad para miembro inferior

Imagen 8.4 Gráficos QQ plots para la resistencia a la velocidad para miembro inferior y superior



GC: Grupo control; GD: grupo deportista; 6TMS: Aceleración a la velocidad miembro superior; 6TMI: Aceleración a la velocidad para miembro inferior

Se realizó una prueba de homogeneidad de variancias (Tabla 8.6) para poder utilizar una única varianza en el test de comparación de medias en los casos que fuera posible.

Tabla 8.6. Prueba F de Snedecor para igualdad de varianzas:

Variable	Grupo	Grupo	Var(GD)	Var(GC)	F	p-valor	prueba
6TMS	GD	GC	0.01	0.02	0.82	0.4851	Bilateral
50TMS	GD	GC	0.4	1.09	0.37	0.0006	Bilateral
6TMI	GD	GC	0.02	0.02	0.84	0.5368	Bilateral
50TMI	GD	GC	0.48	1.61	0.3	<0.0001	Bilateral

Para las variables 50TMS y 50TMI, el valor de probabilidad asociado es menor al alfa empleado ($\alpha = 0,01$), por lo tanto no se observa homogeneidad de varianza. En el test de comparación de medias realizado posteriormente se empleó la corrección de *Satterwait* brindada por InfoStat para estos casos puntuales.

8.2.2. Prueba T para muestras independientes

Con el fin de poner a prueba la hipótesis que existe entrenamiento cruzado, se corroboró que la población muestral cumpla la condición que el grupo deportista tenga entrenadas las piernas con respecto al control. Para ello se comparó la velocidad de aceleración y la resistencia a la velocidad de piernas de los deportistas y del grupo control mediante un test de comparación de medias independientes unilateral a la izquierda.

Prueba T para muestras Independientes

Variable	G 1	G 2	M(1)	M(2)	M(1)-M(2)	T	p-valor
6TMI	GD	GC	1.15	1.28	-0.13	-4.41	<0.0001

Rechazo la H_0 , *p-valor* es $< \alpha = 0.05$, por lo tanto los deportistas tienen mayor velocidad de aceleración que el grupo control.

Prueba T para muestras Independientes

Variable	G1	G2	M(1)	M(2)	M(1)-M(2)	T	p-valor
50TMI	GD	GC	11.98	14.21	-2.22	-10.9	<0.0001

Rechazo la H_0 , *p-valor* es $< \alpha = 0.05$, por lo tanto los deportistas tienen mayor resistencia a la velocidad que el grupo control.

Por lo tanto, los dos grupos son adecuados para evaluar si existe transferencia cruzada. Para evaluar si los futbolistas tenían entrenados los brazos en comparación al grupo control, se realizaron los siguientes test.

Prueba T para muestras Independientes

Variable	G1	G2	M(1)	M(2)	M(1)-M(2)	T	p-valor
6TMS	GD	GC	0.87	0.99	-0.12	-5.16	<0.0001

Rechazo la H_0 , el p -valor es $< \alpha = 0.05$, por lo tanto los deportistas tienen mayor velocidad de aceleración que el grupo control

Prueba T para muestras Independientes

Variable	G1	G2	M(1)	M(2)	M(1)-M(2)	T	p-valor
50TMS	GD	GC	9.07	10.4	-1.34	-7.75	<0.0001

Rechazo la H_0 , el p -valor es $< \alpha = 0.05$, por lo tanto, los deportistas tienen mayor resistencia a la velocidad que el grupo control.

De acuerdo a los análisis realizados, se observó que los deportistas que concentran su entrenamiento en las piernas también tienen los brazos entrenados, observándose mayor velocidad de aceleración y resistencia a la velocidad que el grupo control en ambas extremidades.

8.3 Análisis de correlación:

Cuando se realizó el diagrama de dispersión (Imagen 8.5) se observó que existía una asociación positiva entre las variables. Con el fin de cuantificar dicha asociación y verificar si es estadísticamente significativa se obtuvieron las correlaciones de Pearson, mostradas en forma matricial (Tabla 8.7)

Imagen 8.3. Diagrama de dispersión para la aceleración a la velocidad y la resistencia a la velocidad.

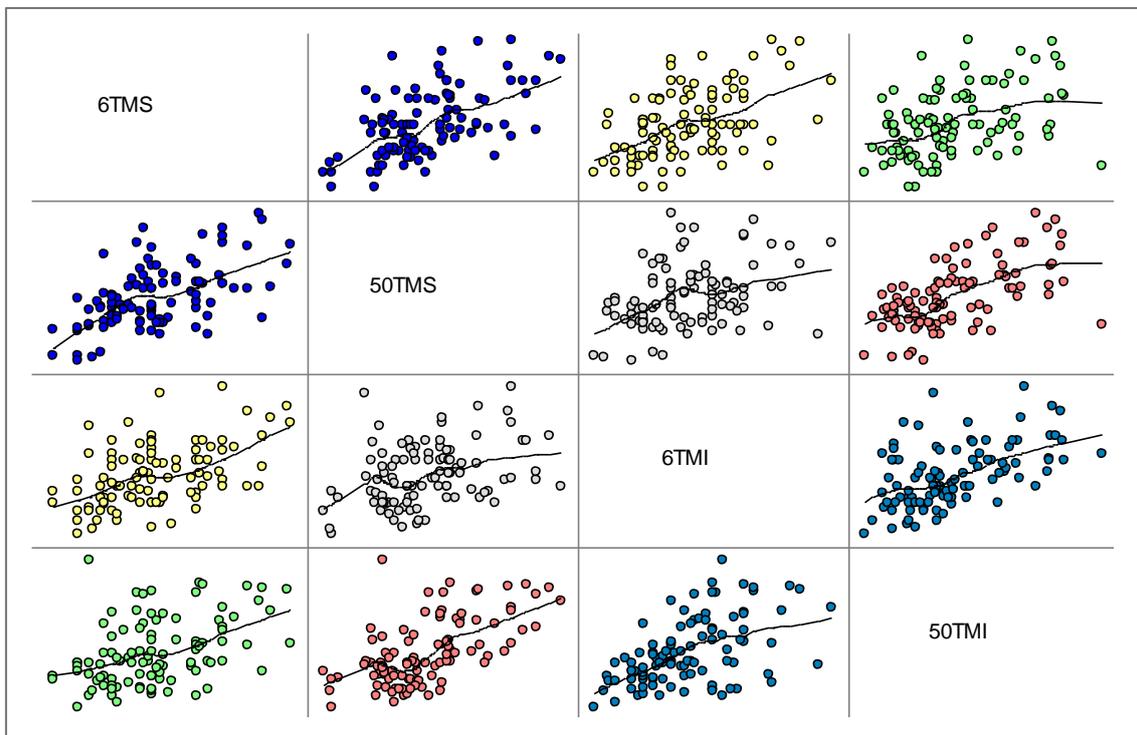


Tabla 8.7 Matriz correlación: Coeficientes/probabilidades

VARIABLES	6TMS	50TMS	6TMI	50TMI
6TMS	1	5.70E-10	2.40E-07	1.10E-05
50TMS	0.57	1	1.10E-04	3.10E-11
6TMI	0.49	0.38	1	2.40E-08
50TMI	0.42	0.6	0.52	1

En la diagonal inferior se encuentran los coeficientes de correlación y en la diagonal superior el p-valor asociado.

9. CONCLUSIÓN

Los dos grupos fueron adecuados para el estudio de transferencia cruzada, ya que se encontraron diferencias significativas en la aceleración y resistencia a la velocidad en miembros inferiores.

Todas las correlaciones fueron estadísticamente significativas. La mayor asociación se encontró entre 50TMI y 50TMS. Es decir que aquellos individuos que poseían valores altos de resistencia a la velocidad en miembros inferiores, también presentaban valores altos en la resistencia de velocidad en miembros superiores.

Se observó que el grupo de deportistas posee una mayor aceleración de la velocidad y resistencia a la velocidad máxima en relación al grupo control de miembros superiores no entrenados en ambos grupos, evidenciando la transferencia cruzada de la velocidad desde miembros inferiores a miembros superiores.

10. DISCUSIÓN

La batería Eurofit ha sido utilizada en gran cantidad de estudios para evaluar la condición física de deportistas con y sin problemas de salud, en futbolistas de edad escolar y en distintos países. No se han encontrado registros de evaluaciones de alguna adaptación de *plate tapping test* para miembros inferiores, aunque Cometti en su libro “El entrenamiento de la velocidad” 2008, sugiere una variante de dicho test para miembros inferiores que fueron seguidas en este trabajo.

Considerando resultados previos de la prueba de golpeteo de placas, la duración de la misma disminuye a medida que se aumenta en edad, lo que está de acuerdo con los resultados del grupo de 9-10 años que evaluó Erden *et al* (2009) y el grupo de 12-13 años de Girinkan (2011). La rapidez tiene una estrecha relación con la fuerza muscular y se sabe que la fuerza muscular aumenta con la edad, lo que hace que los niños muevan las manos más rápido. Por tal motivo nuestra población de estudio se enfocó en individuos entre los 18 y 25 años de edad.

La transferencia cruzada ha sido investigada desde hace 124 años con fines de recuperación ante lesiones en los deportistas (Scripture, Smith y Brown 1894). Muchos estudios se enfocaron en la transferencia contralateral hacia el miembro no entrenado, (tal es el caso de Yasuda y Miyamura, 1983, Enoka en 1988 y Shields *et al.* en 1999).

La existencia de estudios relacionados con la transferencia cruzada en miembros contralaterales en otras capacidades como es el caso de la velocidad es casi nula, ocurriendo lo mismo desde miembros superiores a inferiores y viceversa. El presente trabajo hace un aporte en estos aspectos.

Se observó que el grupo de deportistas posee una mayor aceleración de la velocidad y resistencia a la velocidad máxima en relación al grupo control evidenciando la transferencia cruzada de la velocidad desde miembros inferiores a miembros superiores.

Estos resultados pueden ser comprendidos desde un punto neuromotor ya que hay estudios que sostienen que la transferencia cruzada se ve beneficiada de

distintas maneras; una de ellas es al observar la propia acción motriz en un espejo durante el entrenamiento de resistencia unilateral, eso ocurre porque aumenta la activación cerebral en áreas que contienen neuronas espejo. Las neuronas espejo son neuronas que se activan tanto durante la percepción como durante la ejecución de una acción motora (Rizzolatti *et al.* 1996; Rizzolatti y Craighero, 2004; Iacoboni 2005). Hortobagyi *et al.* en 1999 afirman que la transferencia cruzada sustancial de la fuerza ocurre después del entrenamiento con contracciones excéntricas o con contracciones provocadas por electroestimulación ya que de este modo se activan vías aferentes cutáneas y musculares que tienen efectos excitatorios sobre los músculos homólogos contralaterales. Aunque otros autores sugieren que la mejora de la resistencia en el músculo no entrenado dada por transferencia cruzada se debe a una adaptación sistémica del flujo sanguíneo (Shields *et al.*, 1999)

Esta tesina intenta sentar un antecedente de transferencia cruzada de la velocidad desde miembros inferiores a superiores.

Takahashi *et al.* investigó en 2011 la transferencia cruzada de la fuerza desde miembros inferiores a superiores, evidenciando la existencia de dicha transferencia. Como se desarrolló a lo largo de este trabajo la velocidad no existe de manera aislada o pura en el deporte por lo que el trabajo de Takahashi, surge como un antecedente que apoya los resultados obtenidos al no encontrar trabajos referentes sobre la velocidad.

La educación cruzada aumenta la fuerza y atenúa la atrofia en las extremidades inmovilizadas (G. Howatson *et al.* 2013)., por lo que toma importancia en la rehabilitación motora, ya que el ejercicio de resistencia produce aumentos en la fuerza y la actividad neuronal en el músculo contralateral homólogo en reposo.

Al demostrarse tal transferencia, este estudio resulta preliminar para iniciar nuevas investigaciones que apoyen la importancia de la transferencia cruzada del entrenamiento de los deportistas y así considerar nuevos aspectos en los períodos de lesión, receso por vacaciones, fatiga muscular, stress por sobre entrenamiento y para entender que el cuerpo funciona como un todo donde el entrenamiento beneficia o perjudica tanto al músculo homólogo ipsilateral como

a los ubicados en la mitad opuesta y así idear entrenamientos que consideren al cuerpo completo para beneficio del desempeño del atleta.

11. BIBLIOGRAFÍA.

Acero, R. M., and Peñas, C. L. (2005). Análisis de variables determinantes en el fútbol de alto rendimiento: el tiempo de posesión del balón (abriendo la caja negra del fútbol). *Red: revista de entrenamiento deportivo*, 19(2), 13-19.

Alarcón N., Diplomatura en preparación física. Grupo de estudios 757, modulo 4. Rosario 2010.

Astrand, P. O., and Rodahl, K. (1992). *Fisiología del trabajo físico: bases fisiológicas del ejercicio*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Bemben, M. G., and Murphy, R. E. (2001). Age related neural adaptation following short term resistance training in women. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 291.

Bent, M. A. Valoración de la velocidad cíclica por medio de la aplicación del Tapping test en escolares de 7 a 18 años de edad en cuatro Instituciones Educativas Distritales del sur de Bogotá. (2016). Disponible <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/4210> (Revisado Junio 2018).

Bompa, T. (2006). *Periodización del entrenamiento deportivo* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.

Coleman, A. E. (1969). Effect of unilateral isometric and isotonic contractions on the strength of the contralateral limb. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*, 40(3), 490-495.

Cometti, G. (1998). *La pliometría*. Inde.

Cometti, G. (2008). *El entrenamiento de la velocidad*. Paidotribo.

Cuadrado, J. (1996). Enfoque y metodología para el entrenamiento de la velocidad en el fútbol. *Training Fútbol*, 9, 17-23.

Di Renzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2010. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Enoka, R. M. (1988). Muscle strength and its development. *Sports Medicine*, 6(3), 146-168.

Eurofit, (1998). *La batería Eurofit en Cataluña en español*. ISBN 84-193-2634-3.

Farthing, J. P. (2009). Cross-education of strength depends on limb dominance: implications for theory and application. *Exercise and sport sciences reviews*, 37(4), 179-187.

Farthing, J. P., & Zehr, E. P. (2014). Restoring symmetry: clinical applications of cross-education. *Exercise and sport sciences reviews*, 42(2), 70-75.

García Manso, J. M., Navarro, M., Ruiz, J. A., and Martín Acero, R. (1998). La velocidad. *Gymnos. Madrid*.

Grosser, M. (1992). *Entrenamiento de la velocidad: fundamentos, métodos y programas*. Martínez Roca.

Hortobágyi, T. I. B. O. R., Lambert, N. J., and Hill, J. P. (1997). Greater cross education following training with muscle lengthening than shortening. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 29(1), 107-112.

Hortobágyi, T., Scott, K., Lambert, J., Hamilton, G., and Tracy, J. (1999). Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. *Motor control*, 3(2), 205-219.

Housh, T. J., Housh, D. J., Weir, J. P., and Weir, L. L. (1996). Effects of unilateral concentric-only dynamic constant external resistance training. *International journal of sports medicine*, 17(05), 338-343.

Howatson, G., Zult, T., Farthing, J. P., Zijdewind, I., and Hortobágyi, T. (2013). Mirror training to augment cross-education during resistance training: a hypothesis. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 396.

Iacoboni, M. (2005). Neural mechanisms of imitation. *Current opinion in neurobiology*, 15(6), 632-637.

Lazcorreta, J. E. G., and Moreno, L. M. G. (2003). El entrenamiento cruzado: una posibilidad del mantenimiento de la forma ante lesiones unilaterales. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 38(141), 5-8.

Lee, M., and Carroll, T. J. (2007). Cross education. *Sports Medicine*, 37(1), 1-14.

McArdle, W. D., Katch, F. I., Katch, V. L., and Schofield, D. (1990). *Fisiología del ejercicio: energía, nutrición y rendimiento humano*. Alianza.

Montero, F. J. O., Zafra, A. O., de los Fayos, E. J. G., and Montesinos, M. D. H. (2008). Locus de control y vulnerabilidad a la lesión en fútbol semiprofesional y profesional. *Cuadernos de psicología del deporte*, 8(2), 101-112.

Moreno, M. (1993). Consideraciones sobre el fútbol actual. *El Entre*.

Munn, J., Herbert, R. D., Hancock, M. J., and Gandevia, S. C. (2005). Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. *Journal of Applied Physiology*, 99(5), 1880-1884.

Pancorbo Sandoval, A. (2012). *Medicina y ciencias del deporte y la actividad física*. Océano.

Rampinini, E., Coutts, A. J., Castagna, C., Sassi, R., and Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International journal of sports medicine*, 28(12), 1018-1024.

Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V., and Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive brain research*, 3(2), 131-141.

Rizzolatti, G., and Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 169-192.

Sale, D. G. (1988). Neural adaptation to resistance training. *Medicine and science in sports and exercise*, 20(5 Suppl), S135-45.

Scripture, E. W., Smith, T. L., and Brown, E. M. (1894). On the education of muscular control and power. *Stud Yale Psychol Lab*, 2, 114-119.

Seger, J. Y., Arvidsson, B., Thorstensson, A., and Seger, J. Y. (1998). Specific effects of eccentric and concentric training on muscle strength and morphology in humans. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79(1), 49-57.

Shields, R. K., Leo, K. C., Messaros, A. J., and Somers, V. K. (1999). Effects of Repetitive Handgrip Training on Endurance, Specificity, and Cross-Education. *Physical therapy*, 79(5), 467-475.

Shima, N., Ishida, K., Katayama, K., Morotome, Y., Sato, Y., and Miyamura, M. (2002). Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *European journal of applied physiology*, 86(4), 287-294.

Takahashi, K., Maruyama, A., Hirakoba, K., Maeda, M., Etoh, S., Kawahira, K., and Rothwell, J. C. (2011). Fatiguing intermittent lower limb exercise influences corticospinal and corticocortical excitability in the nonexercised upper limb. *Brain stimulation*, 4(2), 90-96.

Verkhoshansky, Y. (2001). *Teoría y metodología del entrenamiento deportivo* (Vol. 24). Editorial Paidotribo.

Verkhoshansky, Y. V. (1988). Bases of special physical training of athletes. *Physical culture and sport, Moscow, USSR*.

Weir, J. P., Housh, T. J., and Weir, L. L. (1994). Electromyographic evaluation of joint angle specificity and cross-training after isometric training. *Journal of applied physiology*, 77(1), 197-201.

Weir, J. P., Housh, D. J., Housh, T. J., and Weir, L. L. (1995). The effect of unilateral eccentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 22(5), 207-215.

Weir, J. P., Housh, D. J., Housh, T. J., and Weir, L. L. (1997). The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 25(4), 264-270.

Wilmore, J. H., and Costill, D. L. (2004). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Editorial Paidotribo.

Yasuda, Y., and Miyamura, M. (1983). Cross transfer effects of muscular training on blood flow in the ipsilateral and contralateral forearms. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 51(3), 321-329.

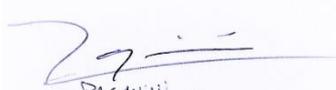
Zatsiorsky, V. (Ed.). (2008). *Biomechanics in sport: performance enhancement and injury prevention* (Vol. 9). John Wiley and Sons.

Zhou, S. (2003). Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 1(1), 54.

12 ANEXO

Pruebas de hipótesis para verificar distribución normal, regla de decisión: si p -valor es $< \alpha = 0,05$, Rechazo la H_0

- $H_0: 6TMI_{GC} \sim N(\mu, \sigma^2)$
 $H_1: 6TMI_{GC} \neq N(\mu, \sigma^2)$
- $H_0: 6TMI_{GD} \sim N(\mu, \sigma^2)$,
 $H_1: 6TMI_{GD} \neq N(\mu, \sigma^2)$,
- $H_0: 50TMI_{GC} \sim N(\mu, \sigma^2)$,
 $H_1: 50TMI_{GC} \neq N(\mu, \sigma^2)$,
- $H_0: 50TMI_{GD} \sim N(\mu, \sigma^2)$
 $H_1: 50TP_{GD} \neq N(\mu, \sigma^2)$,
- $H_0: 6TMS_{GC} \sim N(\mu, \sigma^2)$
 $H_1: 6TMS_{GC} \neq N(\mu, \sigma^2)$
- $H_0: 6TMS_{GD} \sim N(\mu, \sigma^2)$,
 $H_1: 6TMS_{GD} \neq N(\mu, \sigma^2)$,
- $H_0: 50TMS_{GC} \sim N(\mu, \sigma^2)$,
 $H_1: 50TMS_{GC} \neq N(\mu, \sigma^2)$,
- $H_0: 50TMS_{GD} \sim N(\mu, \sigma^2)$
 $H_1: 50TMS_{GD} \neq N(\mu, \sigma^2)$,



PAGANINI
MARÍA BELEN



GALASSO
CLAUDIO
14509242