

Universidad Abierta Interamericana

Facultad de Motricidad Humana y Deportes



“Influencia de la Fuerza Hipertrófica en los tiempos de nadadores en Postas Americanas”

Presentado por

Germán Bianco

Título a obtener: Licenciado en Educación Física y Deportes.

Tutor: Florencia Todarello.

Índice general

Contenido

Capítulo 1. Problema de investigación	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	3
Capítulo 2. Marco teórico	7
2.1. Natación	9
2.2. Estilos	10
2.3. Fuerza	11
2.4. Fibras musculares	12
2.5. Tipos de entrenamiento	17
Capítulo 3. Propuesta metodológica	20
3.1. Objetivos	20
3.2. Tipo de enfoque	20
3.3. Tipo de diseño	20
3.4. Población	20
3.5. Criterios de inclusión	20
3.6. Instrumentos	21
3.7. Procedimiento	21
3.8. Análisis de datos	22
3.9. Relevancia y viabilidad	22
Capítulo 4. Resultados	23
4.1. Resultados	23
4.2. Resultados nadador control	23
4.3. Resultados nadador experimental	24
4.4. Comparación estadística	25
Capítulo 5. Conclusión	26
Referencias	28
Anexo	31

Capítulo 1. Problema de investigación

1.1. Introducción

En el ámbito deportivo, hay muchas formas de entrenar, dependiendo el deporte que practiques, y esto sucede porque cada uno de estos tiene un objetivo diferente, lo que genera que no haya una forma definida para entrenar en un deporte específico.

En este caso se hablará de la natación, y su complejidad, tiene un gran componente coordinativo y también físico, donde se utiliza todo el cuerpo para realizar el desplazamiento en el agua (Cometti, 1998). Cuando se refiere a lo físico significa que tiene un componente muscular muy grande, que debe entrenarse tanto en la pileta como en el gimnasio con pesas, de esto último será lo que se desarrollará en este trabajo de investigación. En cuanto al entrenamiento de gimnasio se va a trabajar la fuerza hipertrofia.

Uno de los primeros autores en hablar de la fuerza hipertrófica fue Cometti (1998) demostrando porqué se produce la hipertrofia en trabajo de fuerza y como este tipo de entrenamiento tiene adaptaciones a nivel estructural muy notorias, ese aumento del grosor mencionado anteriormente se da por el aumento de las miofibrillas musculares, por lo que se lleva a la conclusión que un músculo hipertrofiado genera más fuerza debido al aumento de miofibrillas y sarcómeros.

También, la hipertrofia muscular tiene un factor determinante, que es el de la prevención de lesiones, ya que un músculo hipertrofiado desarrolla una resistencia a la fuerza sobre sus propios tendones por las tensiones generadas en el propio entrenamiento (Izquierdo, 2003)

Otra influencia que tiene este tipo de entrenamiento es que retrasa la fatiga en el nadador, para mejorar la performance en la competencia. Según Bolaños y cols (2010) la fatiga puede ser definida como la incapacidad que tiene un atleta para seguir generando un cierto nivel de fuerza o una determinada intensidad intraejercicio. También la definen como una sensación de cansancio, que este determinada por una disminución del rendimiento deportiva, que es originada después de realizar ejercicios de alta intensidad.

Entonces, el rendimiento deportivo puede estar delimitado por la misma, y para ellos es de suma importancia tenerla en cuenta, conocerla y entender como afecta en el organismo de un deportista, para justamente que no influya en los tiempos de pileta.

Este tipo de entrenamiento está diseñado para postas de 50 m, donde el nadador tiene que repetir en varias ocasiones esos metros, con un descanso en el medio, que son alrededor de 2 minutos. Las postas tienen una duración total de 30 minutos, con 5 integrantes por equipo, que se asigna a cada uno un orden de salida. Cuando realiza los 50 m, toca la pared y en ese momento puede salir el otro compañero (Cadda, 2017).

La idea de este estudio es poder determinar si el entrenamiento de la fuerza hipertrófica, que se define como el aumento del grosor muscular, puede mejorar o no, el rendimiento de un nadador (Cometti, 1998). Con una planificación de entrenamientos, se hará un seguimiento al nadador, controlando tiempos en pileta, y cargas en el entrenamiento de gimnasio.

1.2. Antecedentes

Todo trabajo de investigación debe contar con un sustento de otros autores que hayan investigado del tema que se está planteando, esto se debe a que al realizar un trabajo de esta magnitud lleva de la mano un montón de incertidumbres que se deben afrontar con información de comprobación científica.

Dentro del ámbito del deporte, hay muchos autores que remarcan la importancia de entrenar la fuerza (Siff & Verhoshansky, 2000; García Manso, 1996). Ya que estos autores la definen como un componente esencial para mejorar el rendimiento de cualquier ser humano y que en ningún aspecto debe ser aislado en la preparación de un deportista.

Hickson y cols (1980) fueron los primeros científicos en estudiar el uso del entrenamiento de la fuerza junto con el de resistencia, en la investigación seleccionaron a 9 personas desentrenadas en el entrenamiento de la fuerza, dividiendo en 3 entrenamientos a la semana, durante 10 semanas, realizando 5 series de 5 repeticiones máximas en sentadillas, prensa de piernas y elevaciones de talones. El rendimiento en el deporte de resistencia mejoro significativamente durante el ejercicio en ciclismo (47%) como en cinta ergométrica (12%) sin observar cambios en el VO₂máx. Los autores concluyeron que las mejoras en el rendimiento estuvieron relacionadas al incremento en los niveles de fuerza y potencia muscular.

Para ir a un ejemplo más específico del tema de investigación vale citar a Peña Chávez (2013) que propone abordar esta temática de incorporar el entrenamiento de fuerza a un grupo de nadadores, que integran el equipo de natación de la Universidad Libre de Bogotá, que presentan insuficiencias de la fuerza en el desarrollo de las distintas pruebas en los estilos de crol y mariposa. Se aplicaron entrenamientos de fuerza para trabajar la misma como la utilización de elementos propios de la natación (pullboys, manoplas, cargas, etc.). Después de un año y medio de entrenamiento se llegó a la conclusión que hubo una mejoría notable en el desempeño de los deportistas, mejorando los tiempos, y a su vez también la técnica del estilo de crol y mariposa.

Y para darle la importancia que se merece, es necesario entrenarlo dentro y fuera de la pileta, para poder lograr el objetivo de aumentar la fuerza muscular mediante la

sobrecarga de los músculos utilizados en la natación para soportar esa resistencia que ejerce el agua y poder sacar un mejor rendimiento.

Para corroborar eso, Junior y cols. (2016) explican en una investigación, como someten a un grupo de nadadores a distintos tipos de entrenamientos de fuerza. El propósito del estudio es verificar si el entrenamiento de la fuerza es beneficioso para mejorar el rendimiento, para eso seleccionaron una población de 24 atletas masculinos de 15 a 16 años de edad, y se dividieron en 3 grupos, (A) 7 nadadores atados por un dispositivo de goma en el agua. (B) 7 nadadores que hicieron el programa de entrenamiento de fuerza y (C) 7 nadadores que comprendieron el grupo de control. Los resultados indican que no hubo diferencias en las respuestas post-test entre el grupo que entrenó atado al dispositivo de goma y el grupo que realizó el programa de entrenamiento de fuerza tradicional. Sin embargo, hubo diferencias entre los grupos que realizaron entrenamiento de fuerza comparados con el grupo de control antes y después de la prueba. Por lo tanto, es razonable concluir que ambos métodos de entrenamiento de fuerza utilizados en este estudio tendieron a promover mejoras en la velocidad, especialmente para distancias más cortas.

Con esto último, es donde se basa la problemática de investigación, el entrenamiento de la fuerza resistencia para distancias cortas (50 m), donde se puede sacar un mayor provecho a la misma.

Para adentrarse más en lo que se plantea como problemática, se debe tener en cuenta la fuerza hipertrófica y como puede mejorar el rendimiento de un nadador debido a que genera una resistencia muscular local que constituye a la base de la capacidad de la fuerza. Por ello, como entrenador, lo más racional es educar la fuerza resistencia del nadador orientado al trabajo multilateral. Es por ello que es muy importante utilizar este tipo de entrenamiento para el estilo de crol, ya que hay un gran esfuerzo de las extremidades superiores para realizar el gesto técnico (Makárenko, 1991).

Por el cual, se puede justificar el mismo en una investigación de Fustillos y cols. (2020), en la cual selecciona una población de 30 triatletas de ambos sexos, del Club CREO en la categoría senior.

La población fue intervenida en dos mesociclos de entrenamiento aplicando un modelo de bloques adaptado con orientación intensiva. El contenido de la preparación persiguió los principios en pirámide dispuestos por Ramírez y Cancela (2002), Makárenko (1991) y Kuznetsov (1989) para el trabajo de la fuerza, donde se incluyó el trabajo de la resistencia (adaptándose los contenidos para la presente investigación), la cual constó de:

- Entrenamiento General de la resistencia-fuerza: Incluye entrenamiento básico de resistencia y fuerza en agua y en seco (resistencia-fuerza general).
- Entrenamiento específico multilateral de resistencia y fuerza: Mejora de amplitud de movimientos, desarrollo de la coordinación motriz, mejora en la velocidad de ejecución de los movimientos y en la resistencia y fuerza específica del nadador.
- Entrenamiento especial de la resistencia y la fuerza integrada: Desarrollo de la resistencia y la fuerza primeramente aisladas y posteriormente integradas acorde a la modalidad deportiva (triatlón).

El modelo de entrenamiento deportivo aplicado incluyó ejercicios específicos parciales caracterizados por movimientos propios de la modalidad deportiva estudiada que utilizan planos musculares semejantes a la competición, para lo cual se desarrollan capacidades y habilidades propias del rendimiento individual. Por otra parte, se aplican ejercicios específicos globales que implican una ejecución motriz parecida a las secuencias del gesto técnico competitivo.

Para determinar las mejoras en el rendimiento final se realizó una prueba de natación en dos momentos de la preparación deportiva, antes y después de implementada la propuesta de intervención antes señalada. Se utilizó para la aplicación del test de nado (modalidad libre) una piscina de 25 metros de largo (recorrido total 50 metros), con cinco carrileras aptas para competencia (ancho del carril: 2,0 metros). El tiempo fue medido con un cronómetro convencional por tres especialistas, por lo cual los valores obtenidos fueron aproximados a dos decimales.

Como conclusión se señala que el entrenamiento de la resistencia-fuerza en la modalidad de natación de los triatletas estudiados influyó en la mejora de los tiempos

de desplazamiento en el agua, por lo cual se observó la mejora del rendimiento en la disciplina deportiva mencionada.

Otro elemento importante en este trabajo, es como el entrenamiento de la Hipertrofia tiene un componente muy alto de prevención de lesiones, (Faigenbaum y cols. 1996), que a su vez es citado por (Badillo y Ribas, 2002), en la que afirman las ventajas que tiene este tipo de entrenamiento, ya que las estructuras musculares y de soporte (ligamentos, tendones y huesos) provocan una mayor resistencia a las lesiones.

Como ejemplo, se puede utilizar la investigación que realizó Gerhardt (2007) de como redujo la incidencia lesional, en este caso respecto a las lesiones de pubis, mediante un programa preventivo (MLS Groin Injury Prevention Protocol) basado en ejercicios de fuerza de aductores y core. Tras el periodo de intervención, que constaban de 2 o 3 sesiones semanales durante la pretemporada, se llegó a la conclusión que hubo una reducción en las lesiones de la zona inguinal, pasando de 0.61 lesiones/1000 horas de exposición a 0.44 lesiones/1000 horas de exposición.

Para finalizar el apartado de antecedentes, vale aclarar que las investigaciones seleccionadas señalan la importancia de la fuerza en el entrenamiento para mejorar el rendimiento deportivo, dentro del mismo se tiene en cuenta como la utilización de elementos propios de la natación como pullboys y manoplas ayudan a incrementar la fuerza de un nadador, sino que también con entrenamientos fuera de la pileta. También se confirmó como la fuerza resistencia mejora no solo la velocidad de ejecución sino la amplitud de movimientos y desarrollo de la coordinación motriz.

Por último, se ha probado que este tipo de entrenamiento previene lesiones de todo tipo, y esto es indispensable a la hora de planificar un entrenamiento de un atleta.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Natación.

2.1.1 Concepto general

La natación es uno de los deportes más completos, según Saavedra y cols (2003) definen a la misma como el movimiento y/o desplazamiento que se realiza dentro o sobre el agua mediante el uso de las extremidades corporales sea esta por deporte o como también recreación, ayuda en el sistema respiratorio, circulatorio a la flexibilidad muscular, y a la resistencia, sin ningún tipo de asistencia artificial y puede llevarse a cabo en espacios cerrados como piletas, piscinas y en espacios abiertos, como en grandes lagos y ríos.

2.1.2 Natación como deporte

Como fue explicado anteriormente es un deporte acuático, eso implica la intervención del ejercicio físico y motriz, a su vez tiene reglas codificadas y estandarizadas que están regidas por una federación (FINA) la cual regula las competiciones entre los distintos nadadores, y cada una varían en distancias, estilos, espacio abierto y cerrado. A su vez se lo considera un deporte porque existe el componente de competición superando las marcas entre los diferentes adversarios (Morillo, 2014)

2.1.3 Pileta

La pileta es el lugar donde se desarrollan las distintas competiciones y entrenamientos, la cual puede variar en tamaño, las más comunes son las de 25 y 50 metros, esta última se denomina “Pileta Olímpica”.

Figura 1: *Pileta Olímpica*



2.2 Estilos

2.2.1 Crol

El estilo libre, es el más rápido de los cuatro estilos de competición, el ciclo de brazada consiste en una brazada derecha e izquierda, con un constante movimiento de piernas denominado batido de piernas, el cual incluye un movimiento ascendente y otro descendente. (Maglischo, 2009).

Este estilo se define como un desplazamiento del cuerpo humano en el agua, que se caracteriza por una posición ventral del cuerpo, con un movimiento alternativo y coordinado de las extremidades superiores e inferiores, provocando una circunducción completa del torso, y un batido por parte de las piernas, con una rotación de la cabeza, coordinada con los miembros superiores para realizar la inspiración (Arellano, 1992).

2.2.2 Espalda

El estilo espalda es el tercer estilo más rápido, después de crol y mariposa, su particularidad es su posición dorsal, que obliga a los nadadores a realizar brazadas con una trayectoria más lateral por debajo del agua, por eso se dice que es el estilo que más se asemeja al crol. (Maglischo, 2009).

El segundo estilo, es espalda el cual Arellano (1992) lo define como el desplazamiento del cuerpo en el agua, el cual se caracteriza por una posición dorsal del cuerpo con movimientos alternativos, logrando así una coordinación de las extremidades superiores e inferiores, donde las primeras logran una circunducción completa, y las segundas un batido; todo esto provoca un giro sobre el eje longitudinal durante el nado.

2.2.3 Pecho

El estilo pecho, se define como un desplazamiento del cuerpo en el agua que se caracteriza por una posición ventral del cuerpo y movimientos simultáneos, de forma simétrica y coordinada de las extremidades superiores e inferiores, produciéndose así el movimiento de las primeras como una trayectoria circular y el de las segundas una patada, que se caracteriza por sé en movimiento de ascenso y descenso de hombros y caderas que, coordinando con los miembros superiores se permite a realizar la inspiración. (Arellano, 1992)

2.2.4 Mariposa

El estilo mariposa, es el segundo estilo más rápido después del crol, requiere una coordinación entre los brazos y piernas, y precisa un grado de fuerza algo mayor al resto de los estilos, la misma emplea un batido o patada de delfín de forma simultánea hacia arriba y abajo, siendo la acción hacia abajo la que proporciona una mayor propulsión. (Counsleman, 1983).

Arrellano (1992) lo define como el desplazamiento del cuerpo en el agua que se caracteriza por una posición ventral del cuerpo y movimiento simultáneo, coordinando las extremidades superiores e inferiores, siendo así el movimiento de las primeras una circunducción completa y en conjunto con las piernas que realizan un batido, con una ondulación de todo el cuerpo, que de forma coordinada con el torso permite realizar la inspiración.

2.2.5 Modalidades de competición

En natación hay diferentes tipos de pruebas, dependiendo el estilo, la distancia, tiempo, sexo y cantidad de integrantes. Principalmente se dividen en libre: 50, 100, 200, 400, 800 y 1500 metros individual; 4x100 y 4x200 metros relevos y 5x50x30' postas. El estilo espalda, pecho y mariposa: 50, 100 y 200 metros individual. Y por último están las que varían los estilos: 200 y 400 metros individual y 4x100 metros relevos.

2.3 Fuerza.

2.3.1 Información general de la fuerza.

La fuerza en el ámbito deportivo se entiende como una capacidad de producir una activación muscular a través de una contracción. Y a nivel fisiológico se comprende como el número de puentes cruzados de miosina que puede interactuar con los filamentos de actina (Goldspink, 1992).

La fuerza en el deporte es aquella que se puede aplicar o manifestar a la velocidad que se realiza el gesto deportivo. Por lo tanto, Knuttgen y Kraemer (1987) la definen como “máxima tensión manifestada por el musculo (o conjunto de grupos musculares) a una velocidad determinada” (citado en Badillo y Gorostiaga, 2002, p.20).

Para Harman (1993), la definición más exacta de la misma, la describe como una habilidad para generar esa tensión, pero bajo determinadas circunstancias dependiendo la posición del cuerpo, y el movimiento que el mismo aplica, además agrega los diferentes tipos de activación (concéntrica, excéntrica, isométrica, pliométrica) sumado la velocidad en la que se realiza el movimiento.

La mejora de la fuerza toma un papel fundamental en todas las actividades deportivas, y es la mayoría de los casos es determinante. Nunca puede influir de forma negativa al deportista si se desarrolla de forma correcta (Gorostiaga y Badillo, 2002).

2.3.2 Fuerza Hipertrofia.

Cometti (1998) la define como la realización de esfuerzos musculares submaximos (60 a 80%) produciendo cambios fisiológicos de tamaño, grosor e incremento del musculo.

La hipertrofia se caracteriza por la intensificación de numerosos procesos metabólicos que se producen en la fatiga y recuperación de los ejercicios que se realizan en un elevado estrés muscular. Lo que conlleva a un aumento de la masa muscular, como un resultado de este tipo de entrenamiento, por eso es que se requiere de un estímulo apropiado que estimule el mecanismo de la síntesis proteica y reduzca los mecanismos del catabolismo proteico. Por el accionar de los intensos trabajos realizados, los procesos catabólicos son los que terminan predominando sobre la síntesis de proteínas durante la ejecución del ejercicio, generando que en los procesos de recuperación se produzca una regeneración del contenido de proteínas, que lleva al aumento de la masa muscular.

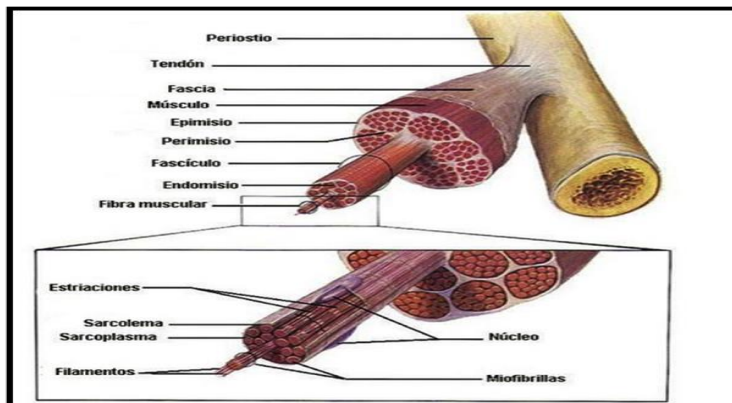
2.4 Fibras musculares

Los músculos son estructuras complejas que se forman por varios elementos que interaccionan unas con otras para formar una jerarquía estructural. Esa unidad estructural del musculo es la fibra muscular, la cual podemos clasificar de forma estructural de la siguiente manera:

1. Filamentos.
2. Miofibrillas.
3. Fibras musculares.

4. Fascículos (Perimisio).
5. Epimisio.
6. Musculo.
7. Fascia.

Figura 2: Estructura microscópica y orden del músculo.



2.4.1 Estructura

Con respecto a su estructura, se puede definir como un cilindro alargado, con un diámetro de 10 y 80 cm. Tiene una longitud proporcional al musculo que pertenece lo que significa es que puede tener más de 35 cm de largo (Wilmore y Costill, 2001). Cada fibra tiene en su alrededor una membrana plasmática, que posee una forma peculiar, denominado Túbulos T. El órgano citoplasmático de las fibras musculares es el retículo sarcoplasmático. El conjunto de fibras conforma los fascículos de los cuales se encuentran envueltos por tejido conectivo (endomisio, perimisio, epimisio) estando constantemente unidos a los tendones (Gonzales Badillo y Serna, 2002).

2.4.2 Tipos de fibras musculares

Las fibras musculares pueden dividirse en 3 tipos:

Tipo I (lentas): Contienen un gran número de mitocondrias, también posee un metabolismo aeróbico alto con una mayor resistencia a la fatiga debido a su contracción lenta, este tipo de fibras son de menor diámetro, por lo tanto, menores niveles de fuerza, lo que hace que pueda mantener el ejercicio durante horas, poseen un rojo oscuro ya que contienen grandes cantidades de mioglobina y capilares sanguíneos. (Billat, 2002)

Tipo IIB (rápidas): Contienen un número relativamente escaso de mitocondrias, posee un metabolismo aeróbico bajo y una menor resistencia a la fatiga. Este tipo de fibras almacena mucho glucógeno, contienen más miofibrillas con enzimas ATPasa. Esta diferencia en la cantidad de las mismas implica una mayor unión de Actina-Miosina, por lo que son capaces de generar más fuerzas. Ese bajo contenido de mitocondrias, mioglobina y capilares la dotan de un color blanco, su velocidad de contracción es muy elevada, propia de actividades anaeróbicas intensas. (Billat, 2002)

Tipo IIA (intermedias): Este tipo de fibras presentan rasgos de ambos tipos de fibras mencionadas anteriormente, y definiéndose como un estado transitorio entre las rápidas y las lentas, el diámetro que presentan es intermedio, presentan una tonalidad roja, por sus grandes cantidades de mioglobina, capilares y mitocondrias. Pero a su vez son capaces de contraerse a una velocidad rápida, con una resistencia a la fatiga moderadamente alta. (Billat, 2002)

Figura 3: Característica de los tipos de fibras musculares.

TIPOS DE FIBRAS MUSCULARES

Características	Tipo I	Tipo IIA	Tipo IIB
Diámetro	Pequeño	Intermedio	Grande
Contenido de mioglobina	Alto	Intermedio	Bajo
Capilares	Muchos	Intermedio	Pocos
Sistema energético predominante	Aerobio	Aerobio/anaerobio	Anaerobio
Resistencia a la fatiga	Alta	Intermedia	Baja
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Rápida
Potencia	+	++	+++
Resistencia	+++	++	+

Edgar H. Murcia M. MV

2.4.3 Distribución de las fibras musculares.

Una vez diferenciados los distintos tipos de fibras, se puede pensar de forma errónea que hay músculos rápidos y otros lentos, pero es incorrecto, lo que sí es correcto es que dependiendo el músculo va a predominar un tipo de fibras por sobre otras, es decir que los músculos se van a componer de una mezcla de los tres tipos de fibras. Según Wilson y cols (2011) Este tipo de proporción va a variar en función de:

- Factores genéticos: Este factor es determinante para el porcentaje de fibras musculares rápidas o lentas, ya que viene predeterminado genéticamente.
- Acción del musculo: La acción que realiza el musculo va a ser determinante a la hora de remarcar la predominancia de fibras musculares dependiendo la función del mismo. Es decir, los músculos posturales del cuello y la espalda, predomina las fibras Tipo I, ya que su actividad es continua. En cambio, los músculos del brazo, tienen una actuación intermitente, por lo que va a predominar las fibras de tipo IIB. Y, por último, el caso de las piernas, que soportan el peso corporal, muestra una mayor cantidad de fibras tipo IIA.
- Método de entrenamiento: Dependiendo el tipo de entrenamiento se va a determinar qué tipos de fibras se van a estimular dependiendo el deporte que se practique, es decir no van a entrenar de igual forma un deportista de resistencia que quiera poseer un elevado porcentaje de fibras musculares lentas, que un deportista que necesite generar altos niveles de fuerza. El primero va a tener que realizar entrenamientos de baja intensidad y larga duración, y este último deberá incluir ejercicios de alta intensidad y corta duración.

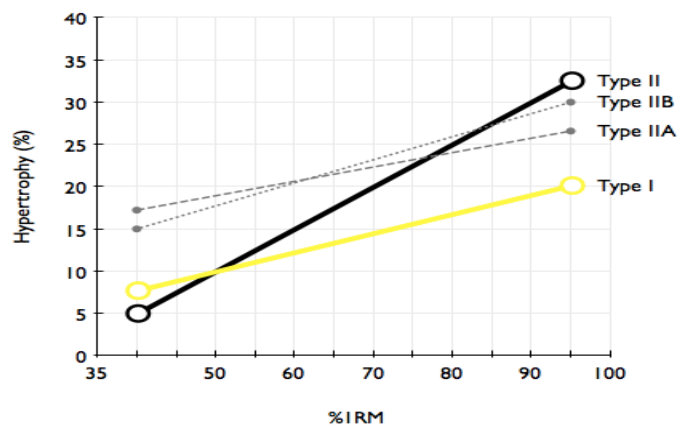
2.4.4 Adaptaciones del entrenamiento en la transformación de fibras.

Un aspecto que hay que tener en cuenta a la hora del entrenamiento, es el potencial adaptativo de las fibras musculares de los diferentes tipos de entrenamiento. Aunque el porcentaje de los diferentes tipos de fibras tiene un condicionamiento genético, este puede verse modificado frente al entrenamiento de fuerza y resistencia. Es decir que el entrenamiento de resistencia acompaña con un incremento en la proporción de fibras musculares Tipo I, y por consiguiente una disminución del Tipo II. En cambio, el entrenamiento de la fuerza, en cambio, no parece acompañarse de la transformación inversa (Tipo I a Tipo II) (González Badillo y Gorostiaga, 2002).

Según Fry (2004) El crecimiento de forma potencial (hipertrofia) es mayor en las fibras de Tipo II que en las de Tipo I, pero eso no significa que las Tipo I no lo hagan, lo hacen en menor medida.

Además, el nivel de carga utilizada influye en la estimulación de cada tipo de fibra, según la situación la hipertrofia afecta más a unas que otras dependiendo la carga utilizada, como se puede corroborar en la siguiente imagen:

Figura 4: Nivel de carga que influye en cada fibra muscular.



La composición y uso de las fibras musculares sugiere, que los deportistas con un alto porcentaje de fibras Tipo I pueden desarrollar pruebas de resistencia con mayor facilidad, mientras que aquellos en los que predominen las Tipo II, sean mejores en actividades explosivas y cortas.

Como explicamos anteriormente, las características de las fibras lentas y rápidas vienen determinadas genéticamente. Es decir que nuestra genética determina que tipos de neuronas motoras inervan nuestras fibras musculares individuales, luego de eso, nuestras fibras se diferencian y especializan según el tipo de neurona que las estimula. Una unidad motora lenta se relaciona con una agrupación de entre 10 y 180 fibras musculares, mientras que una unidad motora rápido inerva entre 300 y 800. Por consiguiente, la fuerza de ambas fibras individuales no es específicamente distinta, es decir que la diferencia entre el desarrollo de la fuerza entre unidades motoras rápidas y lentas se debe al número de fibras musculares por unidad motora, y no a la fuerza que genera cada fibra. (Fry, 2004).

El entrenamiento de fuerza es capaz de transformar un tipo de fibra en otro (Gonzales Badillo y Martínez, 2012):

- Transformación de Tipo IIB a IIA: entrenamientos con velocidad de ejecución media/baja, con un alto número de repeticiones y un carácter del esfuerzo elevado.
- Transformación de Tipo IIA a IIB: entrenamientos con velocidades de ejecución máxima, cargas bajas y medias, pero con el carácter del esfuerzo bajo y con tiempo de descansos altos.
- Transformación de Tipo I a II: Entrenamientos con velocidades de ejecución máximas, cargas medias/bajas, con carácter de esfuerzo bajo y con elevados tiempos de descanso.

Las características individuales de cada persona determinan la preponderancia de un tipo de fibra sobre otro, queda determinado en una fase temprana de la vida, pero el factor de la determinación genética puede verse influenciada con el tipo de entrenamiento. A su vez, con el paso del tiempo y con la llegada de la vejez, los músculos tienden a perder fibras de tipo II, lo que incrementa la cantidad de tipo I. (Wilmore y Costill, 2001).

La importancia del tipo I de fibras para deportes de resistencia es un requisito fundamental para tener éxito en deportes de este tipo. La consecuencia fisiológica de un mayor número de fibras Tipo I, en este caso de ciclistas profesionales, altamente entrenadas reside en la capacidad de sostener producciones de potencia por un largo tiempo (Atkinson, et al., 2003). Según Hawley (2002), diferentes estudios señalan que el número de fibras de Tipo I en una musculatura entrenada está directamente relacionado con la cantidad de años de entrenamiento de resistencia previos. Pero, el mismo Hawley y Stepto (2001) en otro estudio afirman que el rol de las fibras musculares de Tipo IIA sirven para lograr un rendimiento exitoso y que no debería ser pasado por alto. Y agregan, que las fibras de Tipo IIA tienen un potencial oxidativo similar a las de Tipo I y a la intensidad de la competición tienen una mayor capacidad de generar fuerza.

2.5 Tipos de Entrenamiento.

En la actualidad hay mucha variedad de instrumentos y metodologías de entrenamientos que dispone un entrenador para poder desarrollar la fuerza de forma exitosa. La cual dependerá de los medios y espacios que tenga, de las necesidades reales

del deporte que se quiera entrenar y las características individuales del nadador. Por lo tanto, hay que diferenciar los tipos de entrenamientos, ya que en uno se utilizarán las pesas, barras, maquinas etc. Y en el otro, el entrenamiento específico de natación que se utilizará además de la pileta, elementos propios del deporte como las aletas, manoplas y pullboys.

2.5.1 En el gimnasio.

Este tipo de entrenamiento se utiliza como complemento para un nadador, es decir tiene un enfoque global, a pesar de que tiene transferencia, sigue sin ser específico como es en la pileta.

2.5.2 Las pesas y mancuernas

Estos materiales son los más utilizados en los mismo ya que le dan al entrenador una gran variedad y versatilidad de ejercicios para el entrenamiento, haciendo participar una mayor masa muscular en el movimiento, con la intervención de músculos agonistas, fijadores y sinergistas del movimiento realizado, esto logra favorecer la dinámica global del gesto. Algunos estudios demuestran que el trabajo realizado con pesas logra una mayor actividad muscular (McCaw y Friday, 1994).

2.5.3 Las máquinas de musculación

Este tipo de equipos ayudan a focalizar y aislar con facilidad los movimientos sobre los músculos que queremos hacer mayor hincapié. Sin embargo, por lo dicho anteriormente no genera una mayor actividad muscular sumado a que no permite grandes variaciones en sus aplicaciones, limitando el número de ejercicios que se puedan realizar. Igualmente, las poleas ofrecen una mayor ventaja sobre las barras, centrándose en la seguridad y comodidad. Con estas últimas a través del pullover de espalda, es un ejercicio que tiene transferencia directa a la natación y el cual va a ser muy utilizado en los diferentes entrenamientos.

2.5.4 En la pileta.

El entrenamiento en la pileta, tiene un enfoque más específico, porque es el ámbito en donde se desarrolla el deporte, aun así, se puede mejorar la fuerza con elementos propios del mismo.

2.5.5 Elementos de natación

Uno de los accesorios que más se utilizan son las manoplas, va colocado en las manos, y se usa para mejorar la tracción e impulso del nadador, mientras efectúa la brazada de crol. Este elemento se utiliza exclusivamente para el entrenamiento, por lo tanto, tiene beneficios de fortalecer y tonificar la musculatura asociada al brazo, ya que permite que el nadador logre realizar brazadas más rápidas e intensas.

Otro elemento muy utilizado son las aletas, las cuales se utilizan para incrementar la fuerza de las piernas y mejorar la técnica de la patada. Hay diferentes tipos de aletas, largas, medianas y cortas, cada una tiene un enfoque diferente el cual el entrenador optará por variar las mismas dependiendo el día.

Por último, el pullboy, es un elemento de entrenamiento, cuya densidad es inferior a la del agua, por lo que genera una flotabilidad extra. Este se coloca entre las piernas, inhibiendo las piernas para que el nadador utilice solo el tren superior. Esto logra que se concentre en la ejecución de la brazada, para perfeccionarla.

Figura 7: Elementos de natación.



Capítulo 3. Propuesta Metodológica

3.1 Objetivos

3.1.1. Generales

- Mejorar el rendimiento del nadador en postas de 50m.

3.1.1. Específicos

- Entrenar la fuerza hipertrofia
- Realizar entrenamientos específicos en pileta de fuerza y resistencia.
- Evaluar los tiempos antes y después del entrenamiento.

3.2 Tipo de enfoque.

El tipo de enfoque que se utiliza es de carácter cuantitativo ya que se procede a recolectar datos correspondientes a mediciones de tiempo y los mismos serán procesados con métodos estadísticos.

3.3 Tipo de diseño y alcance del estudio.

El tipo de diseño es Experimental, ya que se evaluará la diferencia de tiempos antes y después del entrenamiento de hipertrofia, y también se comparará con un nadador que funcionará como grupo de control. El alcance es explicativo de corte transversal debido a que se recolectaran datos de tiempos de ejecución, de diferentes unidades de análisis en un solo momento.

3.4 Población y unidad de análisis

La muestra, al ser un estudio de caso único, se compone de un nadador el cual recibirá el tratamiento experimental, y otro nadador que comprenderá el grupo control.

3.5 Criterios de inclusión

- Nadadores entre 20 y 35 años.
- Jóvenes/adultos que realicen deporte (natación) con una frecuencia mínima de 3 veces por semana.
- Que realice el deporte de forma competitiva.
- Con residencia en el territorio argentino.

3.6 Instrumentos

El entrenamiento principal se desarrollará en la pileta, el cual es específico del deporte, y el del gimnasio será de forma global, el cual se entrenará todo el cuerpo aplicando cargas de forma progresiva en todo el cuerpo. Para medir su mejoría se utilizará un cronometro y a través de una simulación de postas se medirán los tiempos de ambos nadadores.

3.7 Procedimiento

Para comenzar el mismo, se tomarán los tiempos del nadador al que se le aplicará el entrenamiento con el de grupo de control, para luego iniciar con el mismo, y luego de 3 meses cuando finalice se volverá a testear para corroborar si hubo mejoría o no del mismo.

El entrenamiento en pileta se realizará los días lunes, miércoles y viernes y tendrán una duración de dos horas, mientras los de gimnasio martes y jueves serán de una hora. Los entrenamientos de pileta se apuntan a mejorar la fuerza, resistencia, velocidad y capacidad aeróbica. La primera capacidad se va a estimular a través de los elementos propios de la natación, y en cuanto a la resistencia, se va a entrenar en menor medida, porque entre cada relevo hay unos minutos de descanso, pero no por eso hay que dejarla de lado. Por lo tanto, se realizará un entrenamiento de fuerza (lunes), otro específico para la resistencia (miércoles) y combinando ambas capacidades, fuerza-resistencia (viernes). Para comprobar la mejoría se testeará al nadador 1 vez al mes, simulando postas, tomando el tiempo que realiza en los 50m.

Con respecto al entrenamiento de gimnasio, se entrenará dividiendo grupos musculares, los martes realizará, pecho, hombros y bíceps, mientras que los jueves, piernas, espalda y tríceps. El primero constara de ejercicios tales como press de banca de forma plana e inclinada, press militar, vuelos laterales y curl de bíceps. Los primeros tres ejercicios serán de 4 series de 8 repeticiones, mientras los demás serán 3 series de 12 repeticiones, con una carga entre el 70 y 80%. El día jueves, consta de ejercicios como sentadillas, peso muerto, remo con barra, pullover, empujes y extensión de tríceps. En este caso se realizarán 4 series de 8 repeticiones en los primeros y en los dos restantes de 4 series de 12 repeticiones, con una carga entre el 70 y 80%.

Con respecto al grupo de control, realizara 4- 5 veces a la semana entrenamiento de forma específica en la pileta. Y el día de testeo se realizará de forma conjunta con el otro nadador.

3.8 Análisis de datos

Los datos fueron exportados de un archivo de Excel al software IBM-SPSS para un análisis estadístico.

3.9 Relevancia y viabilidad

Este tipo de entrenamiento va poder ser utilizado por los diferentes nadadores que compitan de forma específica en postas americanas. Es un método muy poco común, ya que el deporte tiene entrenamientos específicos.

Este tipo de entrenamiento mejorara los tiempos de los nadadores porque la fuerza hipertrofia estimula en mayor medida las fibras IIB, las cuales son utilizadas en actividades anaeróbicas, como es en el caso de los 50 metros de natación. Por el cual se van a mostrar los resultados antes y después en conjunto con un nadador del grupo de control, para demostrar la viabilidad del mismo para que otros entrenadores puedan aplicarlo a sus nadadores.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Resultados

Como fue explicado anteriormente, en el siguiente apartado se volcarán los resultados entre el nadador control y el nadador que se le aplicó el entrenamiento diferencial para mostrar si existe una mejoría con respecto al mismo.

El testeo constaba de una simulación de posta americana de 50 m, en la cual se deben tirar cada 90 segundos y con un cronometro se tomaban los diferentes tiempos correspondientes para luego ubicarlos en la tabla que se muestra a continuación.

4.2 Resultados de grupo control

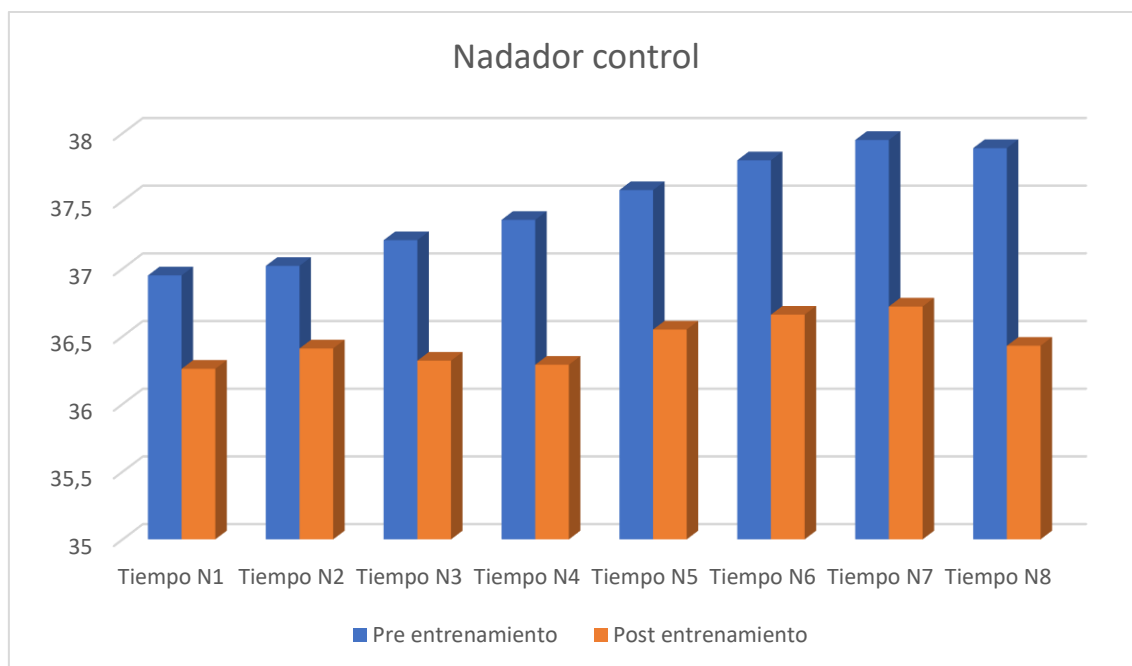
En la siguiente tabla se muestran los tiempos de nadador control:

Nadador control		
Fecha	1/06/2022	1/09/2022
Tiempos	1) 36,95	1) 36,26
	2) 37,02	2) 36,41
	3) 37,21	3) 36,32
	4) 37,36	4) 36,29
	5) 37,58	5) 36,55
	6) 37,80	6) 36,66
	7) 37,95	7) 36,72
	8) 37,89	8) 36,43

4.2.1 Descripción de resultados

Los resultados de grupo control muestran una mejoría luego de 3 meses de entrenamiento, de tal forma que los mismos no solo bajaron, sino que se mantuvieron de forma constante, ya que no hubo una variación entre la primera y última vez que se tiraron.

4.2.2 GRAFICO DE BARRAS PRE Y POST (8 tiempos expresados en segundos)



4.3 Resultados de nadador experimental

En la siguiente tabla se muestran los tiempos del nadador experimental:

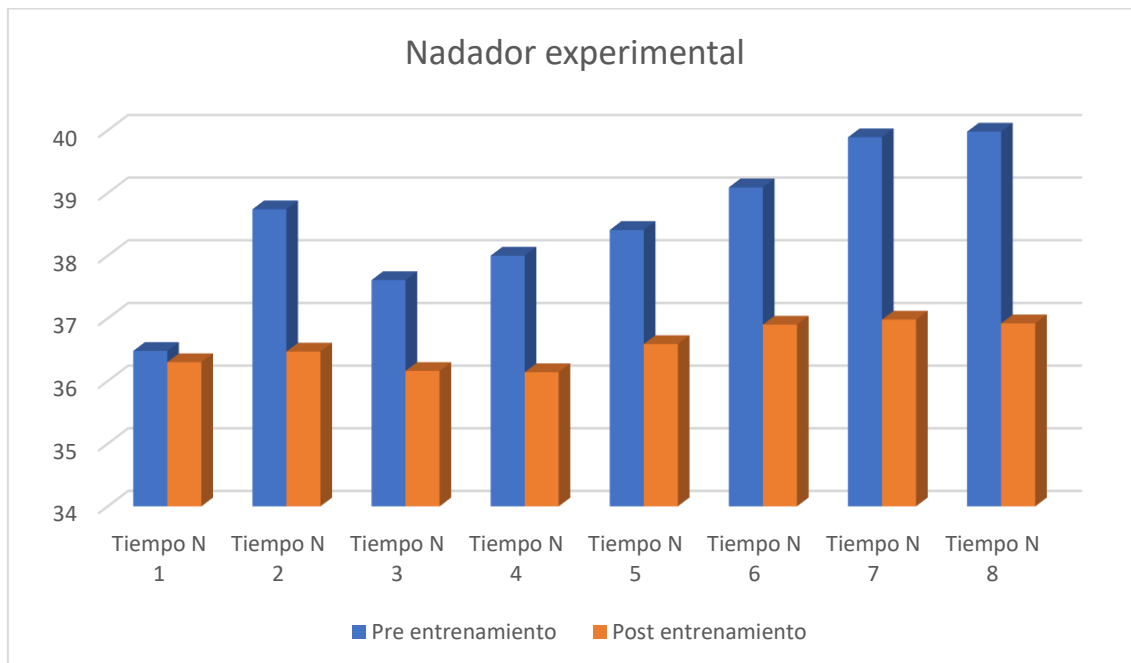
Experimental		
Fecha	1/06/2022	1/09/2022
Tiempos	1) 36,48	1) 36,30
	2) 38,74	2) 36,47
	3) 37,61	3) 36,16
	4) 38,00	4) 36,14
	5) 38,41	5) 36,59
	6) 39,09	6) 36,90
	7) 39,89	7) 36,98
	8) 39,98	8) 36,92

4.3.1 Descripción de resultados

Con respecto a los resultados del nadador experimental, hay una mejoría considerable en la baja lo de los tiempos, pero también hay mantenimiento en los tiempos, dado al

desarrollo de la capacidad de recuperación a la fatiga que se le aplicó en el entrenamiento.

4.3.2 GRAFICO DE BARRAS PRE Y POST (8 tiempos expresados en segundos)



4.4 Comparación estadística

Al ser pocos datos (8 saltos) se asume que la muestra es no paramétrica y para comparar 2 muestras relacionadas se utiliza el estadístico de Wilcoxon.

TABLA

	Sig.
Pre y post del nadador control	0.012
Pre y post del nadador experimental	0.012

Capítulo 5. Conclusión

Los resultados estadísticos obtenidos a partir del entrenamiento, arrojaron que hubo diferencia entre el pre y post del nadador experimental, haciendo un mayor hincapié en la resistencia a la fatiga demostrando que el nadador tuvo una recuperación mucho más rápida en los tiempos de descanso y a su vez su tiempo neto en el agua disminuyó en algunos casos hasta 2 segundos, todo esto se debe al tipo de entrenamiento que se le inculco al nadador desarrollando una capacidad del aprovechamiento de la fuerza, generando una mayor potencia en el mismo.

Por otra parte, el nadador control también mejoro los tiempos, pero no de forma tan notable como el experimental, ya que llego a bajar 1 segundos los tiempos, y con respecto a la fatiga, se mantuvo el parámetro de la resistencia a la misma, entre el pre y post entrenamiento.

El nadador control a diferencia del experimental, le faltó entrenamiento fuera de la pileta, para poder trabajar la fuerza y así poder mejorar aún más los tiempos, ya que son capacidades que mejoran el rendimiento deportivo y al día de hoy en cualquier tipo de deporte es necesario incorporarlas, en este caso se utilizo la fuerza hipertrofia, pero se demostró que todos los tipos de fuerza son muy beneficiosos para los deportes de conjunto o individuales.

El concepto de fuerza- explosiva/ potencia hace referencia a la capacidad del sujeto de generar fuerza en un tiempo determinado, generando una relación entre la fuerza que se aplica y el tiempo en que se mantiene dicha fuerza (Badillo y Gorostiaga, 1995).

Según Pelot y Darmiento (2012), la única forma de reducir el tiempo del recorrido de la distancia de la prueba, es mediante el aumento de la potencia generada por el nadador durante la prueba. Justamente por este motivo, el objetivo de todo nadador, es llegar a ser lo más potente posible, de tal manera de que pueda generar un nivel suficientemente alto de fuerza explosiva durante el tiempo que dure la prueba y terminarla antes que los otros nadadores. (Heusner, 1980; citado por Pelot y Darmiento, 2012).

Con respecto a la mejoría de 2 segundos en los tiempos de natación, vale tener en cuenta la fase activa de la brazada, en la cual es donde se produce la fuerza propulsiva, en un sprint de un nadador realizando crol dura unos 400 milisegundos (Kolmogorov y Lyapin, 1999; citados por Dopsaj, Matkovic y Zdravkovic, 2000), cuanto mayor sea esa fuerza que el nadador pueda producir en ese tiempo, más rápido se desplazara y menos tiempos tardara en llegar a la meta.

Con respecto a los nadadores, si bien ambos mejoraron, el experimental tuvo una disminución notoria de la fatiga, que García y Terrados (2004) la definen como un estado en el cual el deportista no puede mantener el nivel del rendimiento durante la competencia o practica deportiva.

Esto se puede observar en la diferencia del pre y post entrenamiento del nadador experimental, el cual no mantenía el rendimiento deportivo como lo hizo después del entrenamiento planteado. Esto llevo también, a una mejoría en los tiempos, porque al poder mantener por más tiempo su máximo rendimiento, los tiempos iban a mejorar de forma categórica.

Un aspecto que se podía haber mejorado, era tener a disponibilidad una mayor cantidad de nadadores, para poder establecer mucho mejor las diferencias y mejorías que tiene cada tipo de entrenamiento.

Por último, otra propuesta que podría sugerirse para futuras investigaciones de esta línea, seria la de aplicar el mismo formato, pero con diferentes cantidades de nadadores y sexos, para evaluar también se existe una diferencia según el género. A su vez, se podría cambiar el tipo de enfoque del entrenamiento, trabajando otro tipo de fuerza, o que a ambos grupos se les aplique tipos de fuerza diferentes, dado a que, como conclusión final de este proyecto, la fuerza es indispensable en todo tipo de deporte.

Referencias

1. Cometti G. (2007) *Manual de Pliometría*. Editorial Paidotribo.
2. Ramírez-Campillo, R., Gallardo, F., Henriquez-Olguín, C., Meylan, C. M., Martínez, C., Álvarez, C. & Izquierdo, M. (2015). Effect of vertical, horizontal, and combined plyometric training on explosive, balance, and endurance performance of young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(7), 1784-1795.
3. Murach, K. A., & Bagley, J.R. (2016) Hipertrofia del Musculo Esquelético con el Entrenamiento Concurrente: Evidencia Contraria para un Efecto de la Interferencia. *Sports Medicine*, 1-11.
4. Peña Chavez, J. C., Montañez Miranda, S., & Vásquez Torres, N. (2013). *Mejoramiento de la fuerza a la resistencia de la natación en la brazada en los estilos libre y mariposa, por medio de una herramienta didáctica como estrategia pedagógica*. Licenciatura en ciencias básicas. Universidad libre de Colombia.
5. Junior, E. B., Aidar, F. J., de Souza, R. F., de Matos, D. G., Camara, M. B., Gomes, A. A. B. Moreira, O. C., Cabral, B. G. A. T. & Garrido, N. D. (2016). Swimming performance evaluation in athletes submitted to different types of strength training. *Journal of Exercise Physiologyonline*, 19(6).
6. Fustillos, W. D. S., Portilla, B. A. U., & Jaramillo, M. L. S. (2020). Potenciación de la resistencia-fuerza en triatletas senior, disciplina natación. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 25(266).
7. González-Badillo, J. J., & Ribas, J. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza*. Barcelona: Inde.
8. Gerhardt, M. (2007). The “MLS Groin Injury Prevention Protocol”. *Training and conditioning*, 17.
9. Viñaspre, P. L., & Comellas, J. (2000). Propuestas para el entrenamiento combinado de fuerza y resistencia. *Apunts. Educación física y deportes*, 4(62), 86-90.
10. Hickson, R. C (1980). *Interference of strength development by simultaneously training for strength and endurance*. Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.

11. Makarenko, L. P. (1991). *El nadador joven*. La Habana: Editorial Científico Técnica.
12. Kuznetsov, V. V. (1989). *Metodología del entrenamiento de la fuerza para deportistas de alto nivel*. Buenos Aires: Stadium.
13. Ramírez, E., & Cancela, J. M. (2002). La planificación del entrenamiento: la fuerza en natación. *Lecturas: Educación Física y Deportes*
14. Saavedra, J. M., Escalante, Y., & Rodriguez, F. A. (2003). La evolución de la natación. *Lecturas: Educacion Fisica y Deportes*, 7, 66.
15. Arellano, R. (1992). *Evaluación de la fuerza propulsiva en natación y su relación con el entrenamiento de la técnica*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
16. Badillo, J.J. Y Gorostiaga, E. (2002). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Editorial: INDE
17. Manso, J.G., Abella, C. P., Y Saenz, G.C. (2006). *Entrenamiento de la Hipertrofia Muscular*. Editorial: Wanceulen
18. Knuttgen, H.G. & Kraemer, W. (1987). Terminology and measurement in exercise performance. *Journal Apl. Sports Science Res.* 1(1), 1-10.
19. Billat, V. (2002). El musculo: transformación energética. En *Fisiología y metodología del entrenamiento* (cap.2). Barcelona, España. Paidotribo
20. Wilson, J. M., Loennecke, J. P., Edward, J., Wilson, G. J., Zourdos, M. C., Jeong-Su, K. (2011). The Effects of Endurance, Strenght and Power Training on Muscle Fiber Type Shifting. *J Strenght Cond Res.*
21. Tortora, G. J., Grabowski, S. R. (2005). *Principios de anatomía y fisiología 9ª edición*. México: Oxford university press.
22. Fry, A. C. (2004). The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports medicine*, 34(10), 663-679.
23. Hawley, J., y Stepto, N. (2001). Adaptations to Training in Endurance Cyclists Implications for Performance. *Sports Med*; 31 (7): 511 y 520

24. Hawley, J. A. (2014). Adaptaciones del Músculo Esquelético al Entrenamiento de Resistencia Prolongado de Alta Intensidad. *PubliCE Premium*.
25. Atkinson, G., Davidson, R., Jeukendrup, A., Passfield, L. (2003). Science and Cycling: Current knowledge and future directions for research. *Journal of Sports Sciences*, 21, 767-787
26. Maglischo, E.W. (2009). *Natación, Técnica, entrenamiento y competición*. Barcelona.
27. Maglischo, E.W. (2009). *Nadar más rápido*. Barcelona. Hispano Europea.
28. Counsilman, J.E. (1983). *La natación, ciencia y técnica para la preparación de campeones*. Hispano Europea.
29. Pelot, T., y Darmiento, A. (2012). Strength and power training for the elite swimmer: can weights positively impact elite swim performance when “elite performance” requires 15–25 hours/week of practice. *Olympic Coach*, 23, 22-31.
30. González Badillo, J. J., y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza*. Barcelona.
31. Fernández-García B., y N. Terrados. *La Fatiga del Deportista*, Ed. Gymnos. 2004.
32. Gómez, C., Bolaños, C., Brousett, M. y Hochmuller, F. (2010). The mechanisms involved in acute fatigue. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 40(10), 539.

Anexo

Entrenamiento Día Martes	
Entrada en calor general	
Ejercicio	Tiempo
Bicicleta	10'
Duracion: 10 min	
Entrada en calor especifica	
Repeticiones	
Crunch con disco	12
Twist sovietico	12
Plancha	1 min
3 series - Micropausa: 10 seg. Macropausa: 40 seg.	
Actividades principales	
Ejercicio	Series y repeticiones
Banco Plano con barra	4 x 8
Banco inclinado con barra	4 x 8
Aperturas	3 x 12
Press militar	4 x 8
Vuelos laterales + Frontal	3 x 12
Curl de biceps	3 x 12
Macro pausa 1' 30"	
Cierre	
Elongacion de cada grupo muscular trabajado (5 min)	
Entrenamiento Día Jueves	
Entrada en calor general	
Ejercicio	Tiempo
Correr en cinta	10'
Duracion: 10 min	
Entrada en calor especifica	
Repeticiones	
Elevacion de piernas	12
Rodillas al pecho	12
Plancha lateral	1 min
3 series - Micropausa: 10 seg. Macropausa: 40 seg.	
Actividades principales	
Ejercicio	Series y repeticiones
Sentadilla con barra	4 x 8
Peso muerto con barra	4 x 8
Remo con barra	4 x 8
Pullover con polea	3 x 12
Empuje	4 x 12
Extension de triceps	3 x 12
Macro pausa 1' 30"	
Cierre	
Elongacion de cada grupo muscular trabajado (5 min)	