

# Efectos del entrenamiento de fuerza en seco en natación

Grado en ciencias de la actividad física y del deporte.

Universidad Miguel Hernández de Elche.

Curso 2016-2017.

Alumno: Víctor Javier Sotos Martínez.

Tutor Académico: Manuel Peláez Pérez.

## Índice

1. **Contextualización** \_\_\_\_\_ Pág. 3-4.
2. **Procedimiento de Revisión** \_\_\_\_\_ Pág. 5-6.
3. **Revisión Bibliográfica** \_\_\_\_\_ Pág. 7-10.
4. **Discusión** \_\_\_\_\_ Pág. 11.
5. **Propuesta de Intervención** \_\_\_\_\_ Pág. 12-14.
6. **Bibliografía** \_\_\_\_\_ Pág. 15-17.
7. **Anexos** \_\_\_\_\_ Pág. 18-20.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN

La natación es un deporte caracterizado por combinaciones de fuerza, velocidad, resistencia y flexibilidad. Estas capacidades físicas son mejoradas mediante el entrenamiento, sin embargo, no todas tienen la misma importancia que las demás. Dependiendo de las características de la prueba y las características del individuo; puede predominar más una capacidad que otra (*Navarro and Oca Gaia, 2011*).

En ciertos estudios se encuentra que el rendimiento en natación depende de un cúmulo de factores. Estos limitantes son: capacidad energética, biomecánica, hidrodinámica, antropométrica y fuerza (*Barbosa et al., 2008; 2010*).

Hablando sobre la fuerza, se ha observado que un nivel de fuerza muscular adecuado en la parte superior del cuerpo, se asocia con una mayor velocidad de nado en cortas distancias (*Hawley and Williams, 1991*). Al igual que se ha comprobado que un entrenamiento de fuerza en seco provoca ganancias en el rendimiento del sprint en natación (*Strass, 1988*). Aunque, está constatado que un mayor nivel de fuerza en la parte superior del cuerpo también mejora el rendimiento en pruebas de media y larga duración.

Sin embargo, muchos nadadores entrenan únicamente la fuerza en el medio acuático, es decir, dentro del agua, cuando es posible que un entrenamiento en seco de fuerza, acompañado de su entrenamiento de resistencia, también produzca resultados positivos en natación. Lo que si es cierto es que, en muchos otros deportes como baloncesto, fútbol o ciclismo, hay estudios que consiguen efectos positivos al trabajar en concurrencia, es decir, entrenar fuerza y resistencia en el mismo periodo (*Tanaka and Swensen, 1998; Hoff, 2002; Balabinis et al., 2003*), aunque también los hay que exponen que el trabajo en concurrencia compromete el desarrollo de fuerza y potencia (*Dudley and Djamil, 1985; Hennessy and Watson, 1994*) o lo inhibe directamente (*Abernethy and Quigley, 1993*).

Por ejemplo, en algunos estudios se observó que al aumentar el entrenamiento HIT o entrenamiento de alta intensidad, es decir, aumentando el trabajo de fuerza; a expensas de sacrificar volumen de entrenamiento, referido al trabajo de resistencia, se obtenían los mismos resultados que con un entrenamiento tradicional, que es un entrenamiento con mucho volumen de trabajo (trabajo de resistencia) y poca intensidad (trabajo de fuerza). Aunque hay que exponer que se realizaron sin la existencia de un grupo control o falta de similitud entre los sujetos (*Costill et al., 1988; Kirwan et al., 1988; Faude et al., 2008*). A su vez, Helgerud (*Helgerud et al., 2007*) estudió los mismos factores, pero obtuvo resultados distintos, donde observó que un mayor entrenamiento HIT, o sea más trabajo de fuerza, a expensas del volumen, es decir, menos trabajo de resistencia, mejoraba en mayor medida en  $VO_2\text{max}$ .

Esto puede ser debido gracias a que el entrenamiento HIT puede producir biogénesis mitocondrial (*Burgomaster et al., 2005*), reducir la producción de lactato (*Burgomaster et al., 2006*) e incrementar la capacidad oxidativa de los lípidos (*Burgomaster et al., 2008*); aunque normalmente se produce en sujetos no entrenados. Además, el entrenamiento HIT reduce la concentración de  $K^+$ , y así incrementa la capacidad de trabajar a alta intensidad (*Bangsbo et al., 2009*).

En otro estudio se observó mejoras en el rendimiento de nadadores tras realizar un entrenamiento de fuerza en seco (*Strass, 1988; Girolid et al., 2006*), aunque no tiene por qué verse reflejado en el rendimiento del nadador como dicen algunos autores, que exponen que el entrenamiento de nado combinado con entrenamiento en seco no mejora el rendimiento en natación, mientras que el entrenamiento de nado combinado con entrenamiento de fuerza específico en el agua incrementa la velocidad de nado (*Tanaka et al., 1993*).

Hay que tener cierto cuidado a la hora de entrenar la fuerza, ya que esta puede conllevar a la hipertrofia del músculo, que en el caso de la natación perjudicaría el rendimiento del nadador al haber perjudicado su hidrodinámica, y con ello aumentando la resistencia que le produce el medio (*Toussaint, Roos and Kolmogorov, 2004*). Para ello las ganancias de fuerza deben ser neurales, consiguiendo mayor fuerza sin limitar la hidrodinámica del deportista (*Hoff, Gran and Helgerud, 2002; Sale, 2003*).

El método de entrenamiento pliométrico podría ser una opción a tener en cuenta a la hora de realizar el entrenamiento, debido a la ganancia de potencia y fuerza explosiva que supone, sin producir cambios en la composición corporal (*Campo et al., 2009*), como se comentaba anteriormente. Al igual que un método de evaluación alternativo podría ser el nado atado, que nos proporciona información sobre  $VO_2\text{max}$ , economía de movimiento (*Costill et al., 1985*), límite anaeróbico (*Papoti et al., 2013*).

Además, debido a lo que comentan Toussaint y Hawley (*Toussaint, 1990; Hawley et al., 1992*) la mayoría de la propulsión en nadadores de estilo libre se obtiene de la brazada de brazos, por lo que sería interesante trabajar este aspecto más profundamente. Aunque, excepto en el estilo braza los porcentajes de propulsión brazos-piernas son similares al estilo libre.

Sin embargo, también se debe contar con las características de los individuos, por tanto, podría ser que lo que para un individuo produzca mejoras para otro no. Por ejemplo, el estudio de Pešić (*Pešić et al., 2015*) muestra en nadadores menores, de 10 a 12 años, mejoras en el estilo de braza en distancias de 10m, sí se les introducía un entrenamiento adicional de fuerza; o el estudio de Rubley (*Rubley et al., 2011*), el que muestra que con entrenamiento pliométrico adolescentes jugadores de fútbol mejoran la fuerza explosiva.

Resumiendo, debido a que existe mucha controversia en lo que respecta al entrenamiento de fuerza en seco. Sería interesante observar si el entrenamiento de fuerza en seco, acompañado de su entrenamiento de resistencia en agua, para conseguir otro tipo de mejoras, y así aumentar el rendimiento de nadadores en proceso de crecimiento.

## 2. PROCEDIMIENTO DE REVISIÓN

Para comenzar se eligió el tema a estudiar, “efectos del entrenamiento de fuerza en seco”, y así empezar con la búsqueda bibliográfica, utilizando las webs de búsqueda o bases de datos, entre ellas se encontraba PubMed, NSCA y SciELO, en las cuales se utilizó entrenamiento en seco y adolescentes como palabras clave.

Durante el proceso de búsqueda, se encontraron infinidad de artículos, sin embargo, muchos de ellos no trataban el tema de la revisión, por lo que la gran mayoría de ellos fueron descartados al instante. Aunque algunos de ellos me proporcionaban bases acerca del entrenamiento tradicional de natación y sus efectos, por lo que algunos fueron introducidos en la bibliografía, aunque como artículos de apoyo a la introducción, ya que no proporcionaban suficiente información sobre el tema a tratar.

Otro factor que limitó el uso de gran cantidad de artículos fue debido al año de su publicación, y es que, si el artículo en cuestión no trataba específicamente sobre el tema a tratar, no era usado ni siquiera como apoyo de la contextualización. Este fue el punto donde más artículos fueron rechazados.

También se encontraron un gran número de revisiones bibliográficas, aunque la mayoría de ellas no hablaban específicamente sobre el tema de esta revisión. Por lo que todas ellas fueron descartadas, aunque sí es cierto que, tras leerlos, sirvieron de gran fuente de información y referencias a otros artículos que se leerían más tarde, y donde alguno de estos se añadiría a la contextualización.

Tras tener una cierta base de artículos que ayudaran con la contextualización, y algunos de los artículos principales del estudio ya seleccionados, se seleccionaron algunos artículos que hablaban sobre otros entrenamientos que podían complementar al entrenamiento en seco y proporcionar mejoras en otros ámbitos también importantes para el rendimiento en natación, sin olvidar que el propósito principal del estudio era observar los efectos que se obtenían con el entrenamiento de fuerza en seco en natación, por lo que sirvieron como introducción y base del trabajo.

Obviamente, en la búsqueda de los artículos principales se trató que intervinieran en el estudio sujetos con edades menores a 20 años, y aunque 2 de los artículos tienen sujetos de 20 años, se añadieron a la revisión debido a su gran relación con el tema a tratar, y a su cercanía a la edad propuesta.

Aun observando que había ciertos artículos que tenían resultados en la dirección contraria a la mayoría, y a lo que yo pensaba, se mantuvieron en la revisión debido a que había ciertos motivos que explicaban porque estos autores obtenían esos resultados tan peculiares y en controversia con la literatura.

Por tanto, se observaron tantos estudios como fue posible con el fin de obtener la mayor cantidad de información existente, y así tener la mayoría de los estudios relevantes y novedosos sobre el tema a tratar. De este modo, la búsqueda bibliográfica se realizó con el objetivo de no tener en la revisión una omisión de resultados o artículos completos.

Tras leer varias veces los artículos, y enfocar la atención en el método y sus instrumentos de medida, observé que todos los instrumentos de medida eran fiables. Además, para obtener

la menor variabilidad en los resultados los datos eran tomados por el mismo investigador y en el mismo momento del día para evitar variaciones que pudieran comprometer las medidas obtenidas.

Por otra parte, los métodos de evaluación y entrenamiento estaban validados por lo que proporciona aún más fiabilidad a los estudios, al igual que la separación de los sujetos en los distintos grupos de cada estudio, este proceso se realizó de forma aleatoria tratando de no manipular los resultados a favor de las hipótesis de los autores.

Por todo lo anteriormente expuesto, se ha realizado una evaluación de riesgo de forma satisfactoria comprobando todos los detalles, que podrían comprometer los estudios, y a su vez la revisión, de modo que los artículos escogidos tienen bastante credibilidad.



### 3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

| AUTOR                                      | SUJETOS  | INSTRUMENTO/MEDIDA   |                       | METODO                  | CONCLUSIÓN                                 |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
|--|--|--|-----------------------|-------------------------|--|----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|---------------------|--|---|---|--|---------------------|--|---|--|
| (Aspenes, 2009)                            | <p><b>Grupo Experimental:</b> 11 sujetos (5 chicas), edad media de 17.5 años, 1.71m, 58.9kg, nadadores.</p> <p><b>Grupo Control:</b> 9 sujetos (7 chicas), edad media de 15.9 años, 1.73m, 58.3kg, nadadores.</p>                                | <table border="1"> <tr> <td>Balanza</td> <td>Masa corporal.</td> </tr> <tr> <td>Radio telemetría</td> <td>FCmáx.</td> </tr> <tr> <td>Cronómetro</td> <td>Velocidad.</td> </tr> <tr> <td>Diario</td> <td>Metros y tiempo.</td> </tr> <tr> <td>Analizador de gases</td> <td>VO<sub>2</sub>.</td> </tr> <tr> <td>Velocímetro y Encoder</td> <td>Longitud y radio brazada.<br/>Velocidad máxima.</td> </tr> <tr> <td>Células de carga</td> <td>Máxima fuerza nado.</td> </tr> </table> | Balanza               | Masa corporal.          | Radio telemetría                           | FCmáx.               | Cronómetro              | Velocidad.            | Diario                | Metros y tiempo.              | Analizador de gases | VO <sub>2</sub> .  | Velocímetro y Encoder   | Longitud y radio brazada.<br>Velocidad máxima.  | Células de carga   | Máxima fuerza nado. |  | <p>- <u>Resistencia</u> → 1' a 90-95% y 3' a 60-75% FCmáx. (4x4')</p> <p>- <u>Fuerza</u> → 3x5. (5RM)</p> <p>- <u>Pruebas</u> → 50,100 y 400m estilo libre.</p> | <p>- ↑ fuerza de nado atado.</p> <p>- ↑ rendimiento en media distancia.</p> <p>- No mejora VO<sub>2</sub>pico en natación.</p> |
| Balanza                                    | Masa corporal.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Radio telemetría                           | FCmáx.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Cronómetro                                 | Velocidad.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Diario                                     | Metros y tiempo.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Analizador de gases                        | VO <sub>2</sub> .  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Velocímetro y Encoder                      | Longitud y radio brazada.<br>Velocidad máxima.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Células de carga                           | Máxima fuerza nado.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| (Kilen et al., 2014)                       | <p>41 sujetos (30 chicos 11 chicas), edad media de 20 años, 1.79m, 72kg, nadadores elite senior.</p> <p>Separados en grupo HIT y control.</p>  | <table border="1"> <tr> <td>DEXA/Rayos X</td> <td>Composición corporal.</td> </tr> <tr> <td>Canal personalizado</td> <td>Economía de nado.</td> </tr> <tr> <td>Espirómetro</td> <td>VO<sub>2</sub>pico.</td> </tr> <tr> <td>Analizador de lactato</td> <td>Lactato, PH, K<sup>+</sup>.</td> </tr> <tr> <td>Cronómetro</td> <td>Frecuencia de brazada.<br/>Velocidad de nado.</td> </tr> </table>   | DEXA/Rayos X          | Composición corporal.   | Canal personalizado                        | Economía de nado.    | Espirómetro             | VO <sub>2</sub> pico. | Analizador de lactato | Lactato, PH, K <sup>+</sup> . | Cronómetro          | Frecuencia de brazada.<br>Velocidad de nado.   |   | <p>- ↓ volumen (50%) ↑ intensidad (&gt;x2).</p> <p>- Entrenamiento en seco de estabilidad del core (20') y de fuerza del tronco superior. (2h/sem)</p> <p>- <u>Test piscina</u> → 100m máximo y 200m competición.</p> | <p>- No mejora ni deteriora el rendimiento o variables fisiológicas.</p> |                     |  |   |  |
| DEXA/Rayos X                               | Composición corporal.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Canal personalizado                        | Economía de nado.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Espirómetro                                | VO <sub>2</sub> pico.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Analizador de lactato                      | Lactato, PH, K <sup>+</sup> .  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Cronómetro                                 | Frecuencia de brazada.<br>Velocidad de nado.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| (Nacz et al., 2016)                        | <p>14 sujetos (10 chicos 4 chicas), edad media de 15.8 años, 1.79m, 69kg, nadadores de nivel nacional.</p> <p>Separados en grupo experimental y control.</p>   | <table border="1"> <tr> <td>Tensiómetro y Encoder</td> <td>Fuerza máxima/potencia.</td> </tr> <tr> <td>Electromiografía</td> <td>Actividad eléctrica.</td> </tr> <tr> <td>Omega (cronómetro)</td> <td>Tiempo de nado.</td> </tr> <tr> <td>Bioimpedancia</td> <td>Masa muscular.</td> </tr> </table>  | Tensiómetro y Encoder | Fuerza máxima/potencia. | Electromiografía                           | Actividad eléctrica. | Omega (cronómetro)      | Tiempo de nado.       | Bioimpedancia         | Masa muscular.                |                     | <p>- 15" trabajo (4x15") máximo sin cambiar peso (19.4Kg), pero ↑ ciclos y velocidad de movimiento.</p> <p>- <u>Test piscina</u> → 100m mariposa y 50m estilo libre. (máximo)</p>  | <p>- ↑ fuerza muscular y potencia en nadadores jóvenes de élite.</p> <p>- ↑ rendimiento en 100m mariposa y en 50m estilo libre.</p>               |   |  |                     |  |   |  |
| Tensiómetro y Encoder                      | Fuerza máxima/potencia.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Electromiografía                           | Actividad eléctrica.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Omega (cronómetro)                         | Tiempo de nado.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Bioimpedancia                              | Masa muscular.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| (Garrido et al., 2010)                     | <p><b>Grupo Experimental:</b> 12 sujetos (4 chicas), edad media de 12 años, 1.51m, 41.29kg, nadadores de competición.</p> <p><b>Grupo Control:</b> 11 sujetos (5 chicas), edad media de 12.18 años, 1.52m, 43.4kg, nadadores de competición.</p> | <table border="1"> <tr> <td>Cronómetro</td> <td>Tiempo del test.</td> </tr> <tr> <td>Fórmulas (Kolmogorov and Duplisheva, 1992)</td> <td>Resistencia activa.</td> </tr> <tr> <td>Alfombra trigonométrica</td> <td>CMJ</td> </tr> <tr> <td>Radar</td> <td>Velocidad de lanzamiento.</td> </tr> </table>   | Cronómetro            | Tiempo del test.        | Fórmulas (Kolmogorov and Duplisheva, 1992) | Resistencia activa.  | Alfombra trigonométrica | CMJ                   | Radar                 | Velocidad de lanzamiento.     |                     | <p>- <u>Test piscina</u> → 25m y 50m estilo libre. (2 veces)</p> <p>- <u>Fuerza Test</u> → Leg extensión y press banca. (6RM, 3x6-4x6)</p> <p>- <u>Potencia Test</u> → CMJ y lanzamiento de balón medicinal (1 y 3Kg). (3 veces)</p> <p>- <u>Entrenamiento</u> → Nado (70% aeróbico, técnica 14%, velocidad 1%). Fuerza (leg extensión y press banca, 2-3x6-8, 50-75% de 6RM). Potencia (CMJ y lanzamiento balón medicinal 1Kg).</p> | <p>- ↑ fuerza en nadadores jóvenes.</p> <p>- ↑ fuerza → ↑ rendimiento sprint.</p> <p>- El desentrenamiento → = fuerza ↑ rendimiento natación.</p> |   |  |                     |  |   |  |
| Cronómetro                                 | Tiempo del test.   |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Fórmulas (Kolmogorov and Duplisheva, 1992) | Resistencia activa.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Alfombra trigonométrica                    | CMJ  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |
| Radar                                      | Velocidad de lanzamiento.  |  |                       |                         |  |                      |                         |                       |                       |                               |                     |  |   |   |  |                     |  |   |  |

|  |  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
|--|--|--|-----------------------|----------------------|-----------------------|--|---|--------------------|----------------------|---|--|--|------------------|-----------------------------------|--|---|---|--|
| <p>(Sadowski, et al., 2015)</p>                  | <p>30 sujetos varones, edad media de 20.8 años, 1.81m, 73.7kg, no nadadores.</p> <p>Separados en grupo experimental y control.</p>   | <table border="1"> <tr><td>Transductor de fuerza</td><td>Fuerza.</td></tr> <tr><td>Potenciómetro</td><td>Longitud de brazada.</td></tr> <tr><td>Ergómetro</td><td>Fuerza isométrica.</td></tr> <tr><td>Fórmulas</td><td>Velocidad.</td></tr> <tr><td>Células de carga</td><td>Fuerza de nado atado.</td></tr> <tr><td>Cámara</td><td>Longitud y frecuencia de brazada.</td></tr> </table>  | Transductor de fuerza | Fuerza.              | Potenciómetro         | Longitud de brazada.                         | Ergómetro   | Fuerza isométrica. | Fórmulas             | Velocidad.                                  | Células de carga   | Fuerza de nado atado.  | Cámara           | Longitud y frecuencia de brazada. | <p>- <u>Entrenamiento en seco</u> → 6x1 (50" trabajo y 10" descanso)</p> <p>- <u>Entrenamiento nado</u> → Recuperación aeróbica, mejora aeróbica, mixto, anaeróbico, PCr.</p>  | <p>- El entrenamiento en seco ↑ fuerza de la parte superior del cuerpo → ↑ rendimiento sprint.</p>  |   |  |
| Transductor de fuerza                            | Fuerza.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Potenciómetro                                    | Longitud de brazada.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Ergómetro  | Fuerza isométrica.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Fórmulas   | Velocidad.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Células de carga                                 | Fuerza de nado atado.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Cámara   | Longitud y frecuencia de brazada.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| <p>(Sadowski et al., 2012)</p>                   | <p><b>Grupo Experimental:</b> 14 sujetos varones, edad media de 14 años, 1.67m, 55.71kg, nadadores regionales.</p> <p><b>Grupo Control:</b> 12 sujetos varones, edad media de 14.1 años, 1.61m, 49.07kg, nadadores regionales.</p> | <table border="1"> <tr><td>Potenciómetro</td><td>Longitud de brazada.</td></tr> <tr><td>Transductor de fuerza</td><td>Fuerza.</td></tr> <tr><td>Ergómetro</td><td>Fuerza isométrica.</td></tr> <tr><td>Cámara</td><td>Longitud y frecuencia de brazada.</td></tr> <tr><td>Fórmulas</td><td>Velocidad.</td></tr> <tr><td>Células de carga</td><td>Fuerza de nado.</td></tr> </table> <p>* Se utilizan más de instrumento para medir una misma cosa, ya que no se está midiendo en la misma actividad.</p> | Potenciómetro         | Longitud de brazada. | Transductor de fuerza | Fuerza.                                      | Ergómetro   | Fuerza isométrica. | Cámara               | Longitud y frecuencia de brazada.           | Fórmulas   | Velocidad.   | Células de carga | Fuerza de nado.                   | <p>- <u>Entrenamiento en seco</u> → 6x1 (50" trabajo y 10" descanso)</p> <p>- <u>Entrenamiento nado</u> → Aeróbico (1.5-3Km, 120-145FC, &gt;12'). Mixto (0.4m-1.5Km, 145-175FC, 3-12'). Anaeróbico (0.1-0.2Km, &gt;175FC, &gt;10"-3'). Sprint (15-50m, &lt;15").</p> | <p>- No se sabe si el trabajo de potencia en seco mejora el rendimiento en natación.</p> <p>- Entrenamiento potencia → ↑ rendimiento de nado atado.</p> |   |  |
| Potenciómetro                                    | Longitud de brazada.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Transductor de fuerza                            | Fuerza.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Ergómetro  | Fuerza isométrica.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Cámara   | Longitud y frecuencia de brazada.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Fórmulas   | Velocidad.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Células de carga                                 | Fuerza de nado.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| <p>(Konstantaki, Winter, &amp; Swaine, 2008)</p> | <p>15 sujetos varones, edad media de 16 años, 1.75m, 72kg, nadadores de competición.</p> <p>Separados en grupo experimental y control.</p>   | <table border="1"> <tr><td>Cronómetro</td><td>Tiempo test nado.</td></tr> <tr><td rowspan="2">Analizador de gases</td><td>O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> expulsados.</td></tr> <tr><td>O<sub>2</sub> consumido. VO<sub>2</sub>pico y VO<sub>2</sub>-60.</td></tr> <tr><td rowspan="2">Ergómetro</td><td>Umbral ventilatorio.</td></tr> <tr><td>Pico intensidad de ejercicio.</td></tr> </table>  | Cronómetro            | Tiempo test nado.    | Analizador de gases   | O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> expulsados. | O <sub>2</sub> consumido. VO <sub>2</sub> pico y VO <sub>2</sub> -60. | Ergómetro          | Umbral ventilatorio. | Pico intensidad de ejercicio.               | <p>- <u>Entrenamiento solo brazos</u> → 20% volumen/sem nado, 130-170FC, 2:1. (GC ya realizaba un 6%)</p> <p>- <u>Test de tracción de brazos</u> → ↑ potencia en 7.5 por minuto.</p> <p>- <u>Test piscina</u> → 186m solo brazos y 372m normal. (máximo)</p> | <p>- ↑ nado solo brazos, ↑ economía de movimiento, ↑ resistencia muscular (músculos entrenados).</p> <p>- No ↑ rendimiento de media distancia (todo cuerpo), no ↑ potencia aeróbica brazo.</p> |                  |                                   |  |   |   |  |
| Cronómetro                                       | Tiempo test nado.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Analizador de gases                              | O <sub>2</sub> y CO <sub>2</sub> expulsados.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
|  | O <sub>2</sub> consumido. VO <sub>2</sub> pico y VO <sub>2</sub> -60.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Ergómetro  | Umbral ventilatorio.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
|  | Pico intensidad de ejercicio.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| <p>(de Villarreal et al., 2014)</p>              | <p><b>Grupo Fuerza Agua:</b> 9 sujetos varones, edad media 18.5 años, 1.81m, 79.2kg, jugadores waterpolo.</p> <p><b>Grupo Fuerza Seco:</b> 10 sujetos varones, edad media 19.7 años, 1.83m, 80.6kg, jugadores waterpolo.</p>       | <table border="1"> <tr><td>Estadiómetro</td><td>Altura.</td></tr> <tr><td>Bioimpedancia</td><td>Masa corporal.</td></tr> <tr><td>Cortina infrarrojos</td><td>CMJ</td></tr> <tr><td>Encoder</td><td>Desplazamiento barra. Velocidad pico/media.</td></tr> <tr><td>Radar</td><td>Velocidad lanzar.</td></tr> <tr><td>Fotocélulas</td><td>Agilidad.</td></tr> <tr><td>Temporización electrónica</td><td>Máximo sprint 20m.</td></tr> </table>   | Estadiómetro          | Altura.              | Bioimpedancia         | Masa corporal.                               | Cortina infrarrojos   | CMJ                | Encoder              | Desplazamiento barra. Velocidad pico/media. | Radar  | Velocidad lanzar.  | Fotocélulas      | Agilidad.                         | Temporización electrónica  | Máximo sprint 20m.  | <p>- <u>Entrenamiento</u> → Press banca, sentadillas, press militar, dominadas, cargadas, abdominales, CMJ. (↑ carga)</p> | <p>- Ambos ↑ rendimiento específico del waterpolo.</p> |
| Estadiómetro                                     | Altura.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Bioimpedancia                                    | Masa corporal.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Cortina infrarrojos                              | CMJ  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Encoder  | Desplazamiento barra. Velocidad pico/media.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Radar  | Velocidad lanzar.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Fotocélulas                                      | Agilidad.  |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |
| Temporización electrónica                        | Máximo sprint 20m.   |  |                       |                      |                       |  |   |                    |                      |   |  |  |                  |                                   |  |   |   |  |



|  |  |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
|--|--|--|------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|--|--|---------------------|-----------------|---|---|
| <p>(Papoti et al., 2017)</p>                               | <p><b>Estudio 1:</b><br/>13 sujetos (3 chicas), edad media de 16 años, 1.71m, 67kg, nadadores de nivel nacional.</p> <p><b>Estudio 2:</b><br/>21 sujetos (9 chicas), edad media de 16 años, 1.7m, 65kg, nadadores de nivel nacional.</p>   | <table border="1"> <tr> <td>Células de carga</td> <td>Potencial eléctrico.</td> </tr> <tr> <td>Analizador de lactato</td> <td>Lactato.</td> </tr> </table>   | Células de carga | Potencial eléctrico.          | Analizador de lactato   | Lactato.                           | <p>- Rendimiento nado → 100m, 200m (máximo) y 400m estilo libre.</p> <p>- <u>Entrenamiento estudio 1</u> →</p> <p>- 5.8Km/d (-48% volumen de tapering en 11 días, intensidad constante).</p> <p>- 5h/sem entrenamiento en seco (3x7-10 al 70-90% RM) con circuitos, ejercicios de fuerza y aeróbico.</p> <p>- <u>Entrenamiento estudio 2</u> → ½ entrenamiento en piscina que se sustituye por entrenamiento nado atado.</p> | <p>- Entrenamiento de nado atado y de nado normal tienen = AnT, PFGET y máximo rendimiento nado.</p> <p>- ↑ producción de lactato sin alterar la brazada.</p>  |                     |                 |   |   |
| Células de carga   | Potencial eléctrico.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| Analizador de lactato                                      | Lactato.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| <p>(Potdevin et al., 2011)</p>                             | <p><b>Grupo Experimental:</b> 12 sujetos (7 chicas), edad 13-15 años, 1.61m, 50.03kg, nadadores equipo.</p> <p><b>Grupo Control:</b> 11 sujetos (6 chicas), edad 13-15 años, 1.58m, 50.85kg, nadadores equipo.</p>   | <table border="1"> <tr> <td>Metro</td> <td>Altura.<br/>Envergadura brazo.</td> </tr> <tr> <td>Balanza impedancia</td> <td>Masa corporal.</td> </tr> <tr> <td>Ergojump</td> <td>Rendimiento extremidad inferior.</td> </tr> <tr> <td>Sensor de velocidad</td> <td>Velocidad nado.</td> </tr> </table> | Metro            | Altura.<br>Envergadura brazo. | Balanza impedancia      | Masa corporal.                     | Ergojump   | Rendimiento extremidad inferior.   | Sensor de velocidad | Velocidad nado. | <p>- <u>Entrenamiento GE</u> → En las 6 semanas realizan 2146 saltos, realizando 2 sesiones/sem, ↑ N.º saltos cada sesión.</p> <p>- <u>Test piscina</u> → 50m y 400m, 2x25m sin impulso en pared (1 estilo libre y 1 solo piernas).</p> | <p>- ↑ buceo o giros.</p> <p>- No ↑ propulsión piernas.</p> |
| Metro  | Altura.<br>Envergadura brazo.  |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| Balanza impedancia   | Masa corporal.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| Ergojump   | Rendimiento extremidad inferior.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| Sensor de velocidad  | Velocidad nado.  |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| <p>(Girol, Maurin, Dugué, Chatard, &amp; Millet, 2007)</p> | <p><b>Grupo Fuerza:</b><br/>7 sujetos, edad media de 16.5 años, 1.71m, 64kg, deportistas entrenados.</p> <p><b>Grupo Sprint:</b><br/>7 sujetos, edad media de 16.5 años, 1.7m, 62kg, deportistas entrenados.</p> <p><b>Grupo Control:</b> 7 sujetos, edad media de 16.5 años, 1.71m, 62Kg, deportistas entrenados.</p> | <table border="1"> <tr> <td>Cámara</td> <td>Ciclos de brazada.</td> </tr> <tr> <td>Dinamómetro isocinético</td> <td>Pico de torsión flexión-extensión.</td> </tr> </table>   | Cámara           | Ciclos de brazada.            | Dinamómetro isocinético | Pico de torsión flexión-extensión. | <p>- <u>Entrenamiento GF</u> → 3 ejercicios miembro superior, abdominal y miembro inferior. (de cada uno, 3 veces, 80-90%, 1x6 excepto 1x20 abdominales)</p> <p>- <u>Entrenamiento GS</u> → 2x3 de estilo libre y estilo del deportista.</p> <p>- <u>Carrera</u> (3 grupos) y <u>ciclismo</u> (GC) → 60-70% FCmáx, 45' y 1h 30'.</p>   | <p>- El entrenamiento en seco y ejercicios de resistencia y asistencia al sprint en agua, obtienen ganancias similares en el rendimiento de sprint. Estos son más eficientes que solo el método tradicional.</p> |                     |                 |   |   |
| Cámara   | Ciclos de brazada.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |
| Dinamómetro isocinético                                    | Pico de torsión flexión-extensión.   |  |                  |                               |                         |                                    |  |  |                     |                 |   |   |

|   |   |                           |  |  |   |
|---|---|---------------------------|--|--|---|
| (Ramos Veliz et al., 2014)  | 27 sujetos varones, edad media de 20.43 años, 1.80m, 81.4kg, jugadores waterpolo.<br><br>Separados en grupo experimental y control. | Estadiómetro              | Altura.  | - <u>Entrenamiento GE</u> → Press banca, sentadillas, press militar, dominadas, CMJ. (↑ carga) | - ↑ rendimiento específico del waterpolo. |
|   |   | Bioimpedancia             | Masa corporal.                                 |  |   |
|   |   | Cortina infrarrojos       | CMJ  |  |   |
|   |   | Encoder                   | Desplazamiento barra.<br>Velocidad pico/media. |  |   |
|   |   | Radar                     | Velocidad lanzar.                              |  |   |
|   |   | Temporización electrónica | Máximo sprint 20m.                             |  |   |
| <b>VO<sub>2</sub> = Volumen de oxígeno, FC<sub>máx</sub> = Frecuencia cardíaca máxima, RM = Repetición máxima, HIT = Entrenamiento de alta intensidad, PCr = Fosfocreatina, CMJ = Salto en contra movimiento, RPE = Rango de esfuerzo percibido, RPD = Rango de dificultad respiratoria, FC = Frecuencia cardíaca, GC = Grupo control, GE = Grupo experimental, Ant = Umbral anaeróbico</b> |   |                           |  |  |   |



#### 4. DISCUSIÓN

Esta revisión examina las evidencias encontradas en la literatura científica sobre las diferencias de realizar un entrenamiento de fuerza en seco y realizar un entrenamiento tradicional en natación.

La revisión se propone hasta artículos de este mismo año (2017). La observación de los resultados obtenidos son **ganancias de fuerza y potencia**.

- Las ganancias de fuerza y potencia se exponen en la mayoría de artículos en los que se trabaja el entrenamiento en seco, dando lugar a una mejora en el rendimiento debido a mejoras musculares. Por tanto, los entrenadores optan por trabajar el aspecto muscular centrándose de igual manera en el trabajo de fuerza. Sin embargo, hay ciertos artículos que no están de acuerdo con el resto, exponiendo: que no hay mejoras en el rendimiento trabajando a mayor intensidad con menor tiempo de sesión, excepto en casos especiales (*Sperlich et al., 2010; Laursen, 2010; Kohn, Essén-Gustavsson, & Myburgh, 2010*); que trabajando potencia en seco no se sabe si este influye en el rendimiento de natación, aunque puede ser debido a que el entrenamiento no sea suficientemente específico (*Bollens et al., 1988; Toussaint et al., 1988*).

Tras lo expuesto anteriormente, se puede pensar que el entrenamiento de fuerza en seco en deportistas jóvenes proporciona mejoras, comparado con el método tradicional de entrenamiento en nadadores, consiguiendo mejoras a nivel de fuerza neural, al igual que mejoras en el rendimiento de nado atado. Que, acompañado de un entrenamiento específico en el agua, trabajando factores pulmonares y realizando más series en la piscina, usando únicamente el tren superior (sin utilizar la propulsión de piernas); se obtienen mejoras pulmonares, en la producción de lactato, en la economía de nado.

Para finalizar comentar que ha habido algunos datos que pueden limitar la investigación y sus resultados, como puede ser el número de sujetos incluidos en cada estudio, ya que hay ciertos estudios que tienen un número muy reducido de sujetos que pueden no mostrar o representar una muestra fiable de todo su sesgo. U otro limitante como la poca participación en los estudios de sujetos del sexo femenino, por lo que en ciertos estudios es difícil extrapolar los datos obtenidos al sexo femenino, y más teniendo en cuenta que va enfocado en su mayoría a sujetos menores de edad.

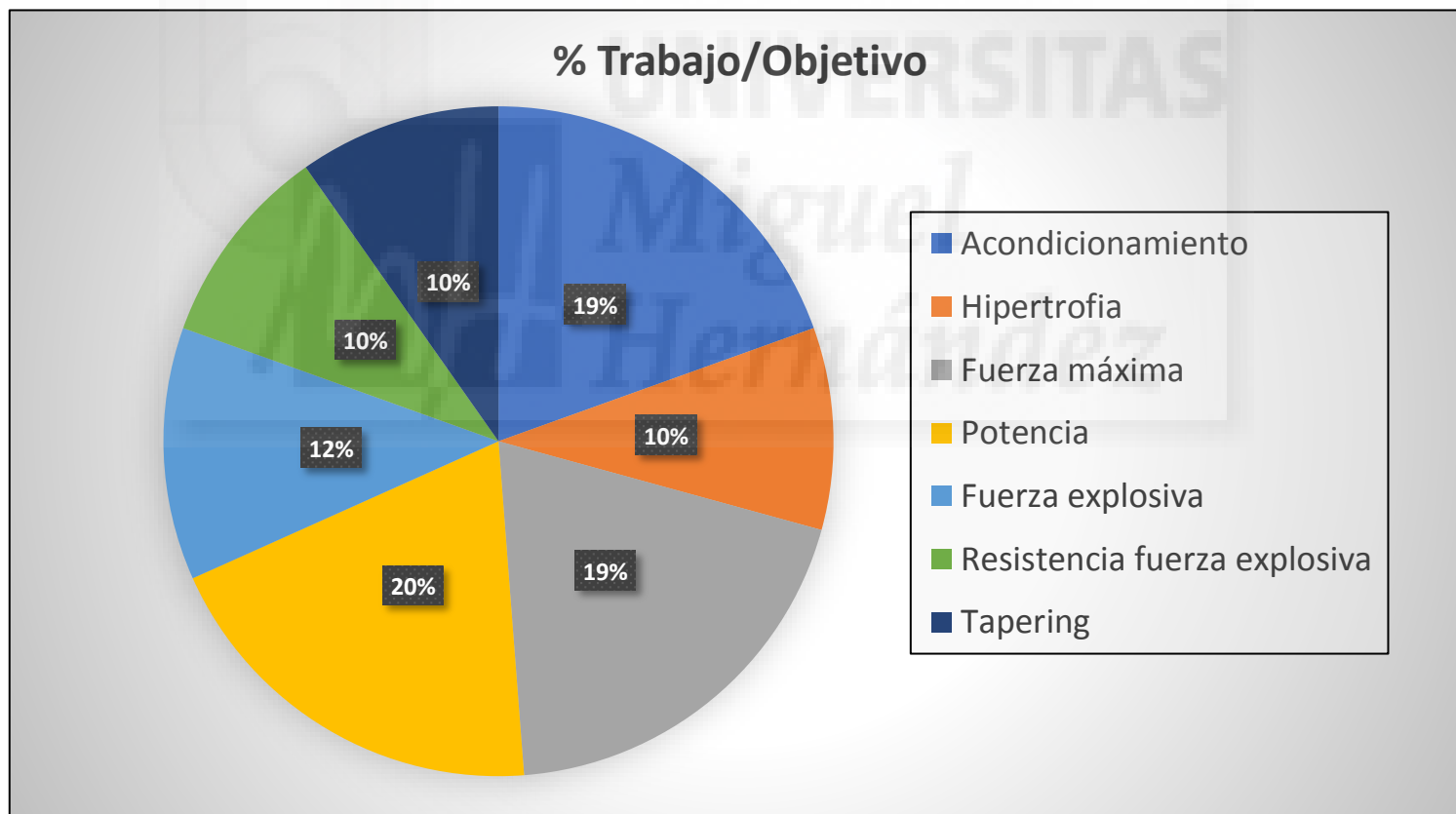
Por tanto, sería interesante realizar en un futuro alguna investigación que recoja más muestras y que una gran parte de ella sea del sexo femenino.

## 5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Características del sujeto | Sujeto varón de 16 años de edad, 1.73m y 70kg. Sin problemas físicos ni psicológicos.  |
| Nivel                      | Nadador nivel nacional.  |
| Situación/Objetivo         | <p>Preparar al deportista durante 3 meses con el fin de participar en el <i>CAMPEONATO DE ESPAÑA DE VERANO</i>, desde octubre hasta julio. Debido a que el deportista ya posee la mínima para participar en el campeonato, se trabajará solo en la preparación para ese único campeonato, de modo que pueda llegar a la gran final, y si fuera posible ganarla.</p> <p>El entrenamiento se lleva a cabo 3 sesiones por semana o microciclo, es decir, lunes, miércoles y viernes; con el fin de dejar tiempo de recuperación entre sesiones. Excepto en el periodo de tapering, que son 2 sesiones por semana, lunes y viernes.</p> <p>Al deportista se le está entrenando para competir en diversas pruebas, que se basan en el estilo libre y el estilo mariposa.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Por tanto, se trabaja: deltoides, dorsal, pectoral, romboides, trapecio, glúteos, isquiosurales, ancóneo, tríceps, aductores y recto interno.</li> </ul> <p>Además, la distancia a recorrer en las pruebas es corta, más concretamente, 50m mariposa y 100m estilo libre, por lo que se habla de velocidad o distancias cortas de nado.</p> |
| Test de control            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuerza máxima: Realizar press banca y leg extension a la intensidad máxima de 6-RM, hay 3-4 intentos.</li> <li>• Potencia: Realizar 3 saltos de CMJ y se promedian los 2 mejores, entre saltos hay 2' descanso → Alfombra trigonométrica. (Anexo 2)</li> <li>• Potencia: Realizar lanzamientos de balón medicinal con diferente peso (1kg y 3kg) → Radar.</li> <li>• Fuerza explosiva: Realizar el test de salto vertical de Bosco (Squat Jump) → Plataforma de fuerzas y tablas piezoeléctricas. (Anexo 1)</li> </ul> <p><i>*Los test, o controles, se realizan justo antes de comenzar el entrenamiento, y al final de cada objetivo de entrenamiento.</i></p>  |

| Objetivos   | Acondicionamiento Físico |   |   |   |           |   |   |   | Hipertrofia |    |    |    | Fuerza Máxima |   |    |    | Potencia |    |    |    | Fuerza Máxima |    |    |    | Potencia                        |    |    |    | Fuerza Explosiva |    |    |    | Resistencia Fuerza Explosiva |    |    |    | Tapering |    |    |    | Competición |    |    |    |
|-------------|--------------------------|---|---|---|-----------|---|---|---|-------------|----|----|----|---------------|---|----|----|----------|----|----|----|---------------|----|----|----|---------------------------------|----|----|----|------------------|----|----|----|------------------------------|----|----|----|----------|----|----|----|-------------|----|----|----|
| Microciclos | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5         | 6 | 7 | 8 | 9           | 10 | 11 | 12 | -             | - | 13 | 14 | 15       | 16 | 17 | 18 | 19            | 20 | 21 | 22 | 23                              | 24 | 25 | 26 | 27               | 28 | 29 | 30 | 31                           | 32 | 33 | 34 | 35       | 36 | 37 | 38 | 39          | 40 | 41 | 42 |
| Mesociclos  | Octubre                  |   |   |   | Noviembre |   |   |   | Diciembre   |    |    |    | Enero         |   |    |    | Febrero  |    |    |    | Marzo         |    |    |    | Abril                           |    |    |    | Mayo             |    |    |    | Junio                        |    |    |    | Julio    |    |    |    | Agosto      |    |    |    |
| Periodos    | Periodo Preparación      |   |   |   |           |   |   |   |             |    |    |    |               |   |    |    |          |    |    |    |               |    |    |    | Periodo Preparación Competitiva |    |    |    |                  |    |    |    |                              |    |    |    | Objetivo |    |    |    |             |    |    |    |
| Macrociclo  | Anual                    |   |   |   |           |   |   |   |             |    |    |    |               |   |    |    |          |    |    |    |               |    |    |    |                                 |    |    |    |                  |    |    |    |                              |    |    |    |          |    |    |    |             |    |    |    |

\*Las 2 semanas o microciclos en negro son 2 semanas de vacaciones, debido a las fechas que son (nochebuena, nochevieja y año nuevo). Aunque, no se descarta la opción de realizar algunas sesiones en ese periodo de verlo necesario.



*Sesiones Tipo (Anexo 3)*

| ACONDICIONAMIENTO FÍSICO           |         |            |
|------------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                          | Volumen | Intensidad |
| Extensión de tríceps con mancuerna | 3x8     | 35%        |
| Press banca                        | 3x8     | 35%        |
| Aductores en máquina               | 3x8     | 35%        |
| Remo con barra tumbado             | 3x8     | 35%        |
| Elevación lateral con mancuernas   | 3x8     | 35%        |

| HIPERTROFIA                 |         |            |
|-----------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                   | Volumen | Intensidad |
| Press francés               | 3x10    | 70%        |
| Pullover                    | 3x10    | 70%        |
| Curly de piernas en máquina | 3x10    | 70%        |
| Dominadas                   | 3x10    | 70%        |
| Press militar con barra     | 3x10    | 70%        |

| FUERZA MÁXIMA                      |         |            |
|------------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                          | Volumen | Intensidad |
| Extensión de tríceps en polea alta | 4x3     | 90%        |
| Aperturas con mancuernas           | 4x3     | 90%        |
| Tijeras con mancuernas             | 4x3     | 90%        |
| Pullover con polea alta            | 4x3     | 90%        |
| Remo al cuello con barra           | 4x3     | 90%        |

| TAPERING                           |         |            |
|------------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                          | Volumen | Intensidad |
| Extensión de tríceps con mancuerna | 3x3     | 30-50%     |
| Aperturas con mancuernas           | 3x3     | 30-50%     |
| Tijeras con mancuernas             | 3x3     | 30-50%     |
| Pullover con polea alta            | 3x3     | 30-50%     |
| Remo al cuello con barra           | 3x3     | 30-50%     |

| POTENCIA                            |         |            |
|-------------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                           | Volumen | Intensidad |
| Extensión de tríceps con mancuerna  | 3x5     | 30-50%     |
| Fondos en barras paralelas          | 3x5     | 30-50%     |
| Curly de piernas alterno en máquina | 3x5     | 30-50%     |
| Remo sentado con polea              | 3x5     | 30-50%     |
| Elevación frontal con mancuernas    | 3x5     | 30-50%     |

| FUERZA EXPLOSIVA                   |         |            |
|------------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                          | Volumen | Intensidad |
| Extensión de tríceps en polea alta | 3x6     | 35%        |
| Press banca                        | 3x6     | 35%        |
| Aductores en máquina               | 3x6     | 35%        |
| Dominadas                          | 3x6     | 35%        |
| Press militar con barra            | 3x6     | 35%        |

| RESISTENCIA FUERZA EXPLOSIVA     |         |            |
|----------------------------------|---------|------------|
| Ejercicio                        | Volumen | Intensidad |
| Press francés                    | 3x15    | 30%        |
| Pullover                         | 3x15    | 30%        |
| Curly de piernas en máquina      | 3x15    | 30%        |
| Remo con barra tumbado           | 3x15    | 30%        |
| Elevación lateral con mancuernas | 3x15    | 30%        |

*(Navarro and Oca Gaia, 2011)*

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Abernethy, P. and Quigley, B. (1993). Concurrent Strength and Endurance Training of the Elbow Extensors. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 7(4), pp.234-240.
- Aspenes, S., Kjendlie, P. L., Hoff, J., & Helgerud, J. (2009). Combined strength and endurance training in competitive swimmers.
- Balabinis, C., Psarakis, C., Moukas, M., Vassiliou, M. and Behrakis, P. (2003). Early Phase Changes by Concurrent Endurance and Strength Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(2), p.393.
- Bangsbo, J., Gunnarsson, T., Wendell, J., Nybo, L. and Thomassen, M. (2009). Reduced volume and increased training intensity elevate muscle Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump 2-subunit expression as well as short- and long-term work capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 107(6), pp.1771-1780.
- Barbosa, T., Bragada, J., Reis, V., Marinho, D., Carvalho, C. and Silva, A. (2010). Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: Updating the state of the art. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(2), pp.262-269.
- Barbosa, T., Fernandes, R., Keskinen, K. and Vilas-Boas, J. (2008). The influence of stroke mechanics into energy cost of elite swimmers. *European Journal of Applied Physiology*, 103(2), pp.139-149.
- Bollens, E., Annemans, L., Vaes, W., & Clarys, J. P. (1988). Peripheral EMG comparison between fully tethered and free front crawl swimming. *Swimming science V*, 173-181.
- Burgomaster, K., Heigenhauser, G. and Gibala, M. (2006). Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. *Journal of Applied Physiology*, 100(6), pp.2041-2047.
- Burgomaster, K., Howarth, K., Phillips, S., Rakobowchuk, M., MacDonald, M., McGee, S. and Gibala, M. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), pp.151-160.
- Burgomaster, K., Hughes, S., Heigenhauser, G., Bradwell, S. and Gibala, M. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*, 98(6), pp.1985-1990.
- Campo, S., Vaeyens, R., Philippaerts, R., Redondo, J., de Benito, A. and Cuadrado, G. (2009). Effects of Lower-Limb Plyometric Training on Body Composition, Explosive Strength, and Kicking Speed in Female Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(6), pp.1714-1722.
- Costill, D., Flynn, M., Kirwan, J., Houmard, J., Mitchell, J., Thomas, R. and Han Park, S. (1988). Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20(3), pp.249-254.
- Costill, D., Kowaleski, J., Porter, D., Kirwan, J., Fielding, R. and King, D. (1985). Energy Expenditure During Front Crawl Swimming: Predicting Success in Middle-Distance Events. *International Journal of Sports Medicine*, 06(05), pp.266-270.
- de Villarreal, E., Suarez-Arrones, L., Requena, B., Haff, G., & Ramos-Veliz, R. (2014). Effects of Dry-Land Vs. In-Water Specific Strength Training on Professional Male Water Polo Players' Performance. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 28(11), 3179-3187.
- Deschodt, V., Arsac, L., & Rouard, A. (1999). Relative contribution of arms and legs in humans to propulsion in 25-m sprint front-crawl swimming. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 80(3), 192-199.
- Dudley, G. and Djamil, R. (1985). Incompatibility of endurance and strenght training modes of exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 17(2), p.184.

- Faude, O., Meyer, T., Scharhag, J., Weins, F., Urhausen, A. and Kindermann, W. (2008). Volume vs. Intensity in the Training of Competitive Swimmers. *International Journal of Sports Medicine*, 29(11), pp.906-912.
- Garrido, N., Marinho, D. A., Reis, V. M., van den Tillaar, R., Costa, A. M., Silva, A. J., & Marques, M. C. (2010). Does combined dry land strength and aerobic training inhibit performance of young competitive swimmers. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(2), 300-310.
- Giroid, S., Calmels, P., Maurin, D., Milhau, N. and Chatard, J. (2006). Assisted and Resisted Sprint Training in Swimming. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), p.547.
- Giroid, S., Maurin, D., Dugué, B., Chatard, J., & Millet, G. (2007). Effects of Dry-Land vs. Resisted- and Assisted-Sprint Exercises on Swimming Sprint Performances. *The Journal Of Strength And Conditioning Research*, 21(2), 599.
- Hawley, J. and Williams, M. (1991). Relationship Between Upper Body Anaerobic Power and Freestyle Swimming Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 12(01), pp.1-5.
- Hawley, J., Williams, M., Vickovic, M. and Handcock, P. (1992). Muscle power predicts freestyle swimming performance. *British Journal of Sports Medicine*, 26(3), pp.151-155.
- Helgerud, J., Hoydal, K., Wang, E., Karlsen, T., Berg, P., Bjerkaas, M., Simonsen, T., Helgesen, C., Hjorth, N., Bach, R. and Hoff, J. (2007). Aerobic High-Intensity Intervals Improve VO<sub>2</sub>max More Than Moderate Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(4), pp.665-671.
- Hennessy, L. and Watson, A. (1994). The Interference Effects of Training for Strength and Endurance Simultaneously. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(1), pp.12-19.
- Hoff, J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36(3), pp.218-221.
- Hoff, J., Gran, A. and Helgerud, J. (2002). Maximal strength training improves aerobic endurance performance. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 12(5), pp.288-295.
- Kilen, A., Larsson, T., Jørgensen, M., Johansen, L., Jørgensen, S. and Nordsborg, N. (2014). Effects of 12 Weeks High-Intensity & Reduced-Volume Training in Elite Athletes. *PLoS ONE*, 9(4).
- Kirwan, J., Costill, D., Flynn, M., Mitchell, J., Fink, W., Neuffer, P. and Houmard, J. (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 20(3), pp.255-259.
- Kohn, T., Essén-Gustavsson, B., & Myburgh, K. (2010). Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 21(6), 765-772.
- Konstantaki, M., Winter, E., & Swaine, I. (2008). Effects of Arms-Only Swimming Training on Performance, Movement Economy, and Aerobic Power. *International Journal Of Sports Physiology And Performance*, 3(3), 294-304.
- Laursen, P. (2010). Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 20, 1-10.
- Naczki, M., Lopacinski, A., Brzenczek-Owczarzak, W., Arlet, J., Naczki, A. and Adach, Z. (2016). Influence of short-term inertial training on swimming performance in young swimmers. *European Journal of Sport Science*, 17(4), pp.369-377.
- Navarro, F. and Oca Gaia, A. (2011). *Entrenamiento físico de natación*. [Madrid]: Cultivalibros.
- Papoti, M., da Silva, A., Araujo, G., Santiago, V., Martins, L., Cunha, S. and Gobatto, C. (2013). Aerobic and Anaerobic Performances in Tethered Swimming. *International Journal of Sports Medicine*, 34(08), pp.712-719.



- Papoti, M., da Silva, A., Kalva-Filho, C., Araujo, G., Santiago, V., & Martins, L. et al. (2017). Tethered Swimming for the Evaluation and Prescription of Resistance Training in Young Swimmers. *International Journal Of Sports Medicine*, 38(02), 125-133.
- Pešić, M., Okicić, T., Madić, D., Dopsaj, M., Djurovic, M., & Djordjevic, S. (2015). The effects of additional strength training on specific motor abilities in young swimmers. *The Facta Universitatis, Series Physical Education and Sport*, 13, 291–301.
- Potdevin, F., Alberty, M., Chevutschi, A., Pelayo, P., & Sidney, M. (2011). Effects of a 6-Week Plyometric Training Program on Performances in Pubescent Swimmers. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 25(1), 80-86.
- Ramos Veliz, R., Requena, B., Suarez-Arrones, L., Newton, R., & Sáez de Villarreal, E. (2014). Effects of 18-Week In-Season Heavy-Resistance and Power Training on Throwing Velocity, Strength, Jumping, and Maximal Sprint Swim Performance of Elite Male Water Polo Players. *Journal Of Strength And Conditioning Research*, 28(4), 1007-1014.
- Rubley, M., Haase, A., Holcomb, W., Girouard, T. and Tandy, R. (2011). The Effect of Plyometric Training on Power and Kicking Distance in Female Adolescent Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(1), pp.129-134.
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., & Niżnikowski, T. (2012). Effectiveness of the Power Dry-Land Training Programmes in Youth Swimmers. *Journal Of Human Kinetics*, 32(-1).
- Sadowski, J., Mastalerz, A., Gromisz, W., Jówko, E., & Buszta, M. (2015). The Effects Of Swimming And Dry-Land Resistance Training Programme On Non-Swimmers. *Polish Journal Of Sport And Tourism*, 22(1).
- Sale, D. (2003). Neural Adaptation to Strength Training. *Strength and Power in Sport*, pp.281-314.
- Sperlich, B., Zinner, C., Heilemann, I., Kjendlie, P., Holmberg, H., & Mester, J. (2010). High-intensity interval training improves VO<sub>2</sub>peak, maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers. *European Journal Of Applied Physiology*, 110(5), 1029-1036.
- Strass, D. (1988). Effects of maximal strength training on sprint performance of competitive swimmers. *Swimming science V* (pp. 149–156).
- Tanaka, H. and Swensen, T. (1998). Impact of Resistance Training on Endurance Performance. *Sports Medicine*, 25(3), pp.191-200.
- Tanaka, H., Costill, D., Thomas, R., Fink, W. and Widrick, J. (1993). Dry-land resistance training for competitive swimming. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 25(8), pp.952-959.
- Toussaint, H. (1990). Differences in propelling efficiency between competitive and triathlon swimmers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 22(3), pp.409-415.
- Toussaint, H. M., Beelen, A. N. I. T. A., Rodenburg, A. N. N. E., Sargeant, A. J., de Groot, G. E. R. T., Hollander, A. P., & van Ingen Schenau, G. J. (1988). Propelling efficiency of front-crawl swimming. *Journal of Applied Physiology*, 65(6), 2506-2512.
- Toussaint, H., Roos, P. and Kolmogorov, S. (2004). The determination of drag in front crawl swimming. *Journal of Biomechanics*, 37(11), pp.1655-1663.
- Trappe, S. and Pearson, D. (1994). Effects of Weight Assisted Dry-Land Strength Training on Swimming Performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), pp.209-213.
- Yanai, T. (2001). What Causes the Body to Roll in Front-Crawl Swimming? *Journal Of Applied Biomechanics*, 17(1), 28-42.

## 7. ANEXOS

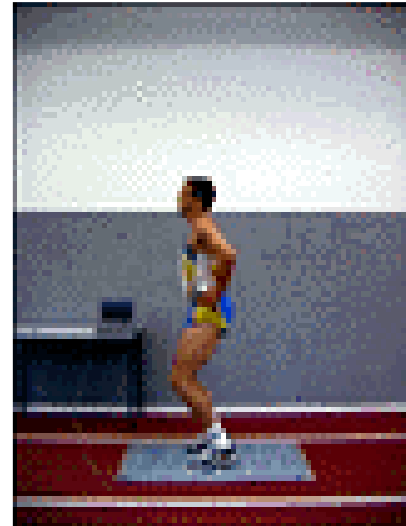
### Anexo 1

#### SQUAT JUMP

El squat jump (SJ) se realiza desde una posición de semiflexión de rodillas a 90° sin movimiento hacia abajo, este debe hacerse con las manos en las caderas y el tronco erguido. Este test se basa en realizar un salto vertical máximo partiendo desde la posición antes nombrada, sin realizar contra-movimiento o rebote, y sin uso de los miembros superiores.

En la fase de vuelo el sujeto mantiene el cuerpo recto, con las piernas extendidas y los pies en flexión plantar, cayendo en el mismo lugar de inicio.

Este test se realiza para conocer la fuerza explosiva y potencia, reclutamiento de UM y porcentaje de fibras rápidas. Es decir, el ejercicio se usa para averiguar la manifestación de fuerza en dicho movimiento, ya que desde una posición inmóvil se hace una rápida extensión de las piernas. Observando así la capacidad contráctil y de sincronización de las fibras entre sí.



### Anexo 2

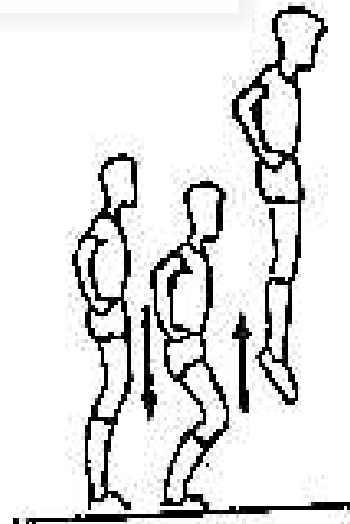
#### COUNTERMOVEMENT JUMP

El countermovement jump (CMJ), o salto en contra-movimiento, se diferencia del squat jump en la posición de inicio, ya que el sujeto comienza de pie y ejecuta la acción de flexión de rodilla hasta los 90°. Al instante, extiende las rodillas, provocando un estiramiento muscular que conlleva a una fase excéntrica.

Al igual que el SJ, el CMJ parte con las manos en las caderas, en posición de jarra, sin moverlas hasta el final de la ejecución.

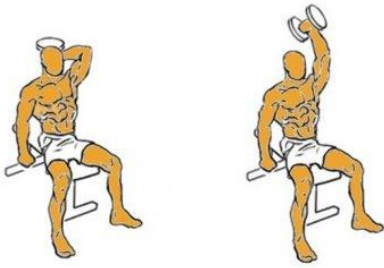
El test se debe hacer con un movimiento lo más rápido posible, pasando de una flexión a una extensión rápidamente, para utilizar el componente elástico (siempre que la flexo-extensión sea rápida), y así realizar un salto vertical máximo.

Este test se realiza para conocer la fuerza explosiva y potencia, reclutamiento de UM y porcentaje de fibras rápidas. Es decir, el ejercicio se usa para averiguar la manifestación de fuerza en dicho movimiento, ya que desde una posición inmóvil se hace una rápida extensión de las piernas. Observando así la capacidad contráctil y de sincronización de las fibras entre sí.

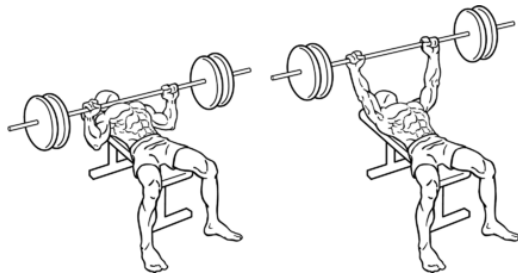


$$I.E. = ((CMJ-sj) / SJ) * 100$$

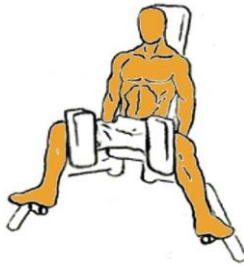
Anexo 3



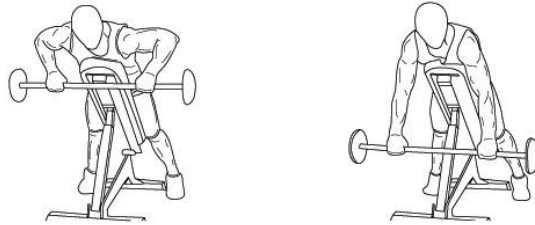
**Extensión de tríceps con mancuerna**



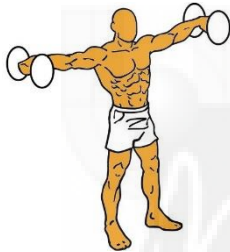
**Press banca**



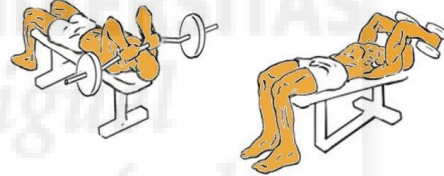
**Aductores en máquina**



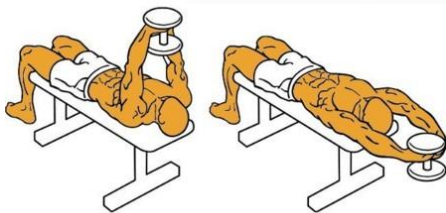
**Remo con barra tumbado**



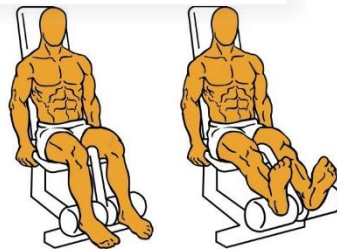
**Elevación lateral con mancuernas**



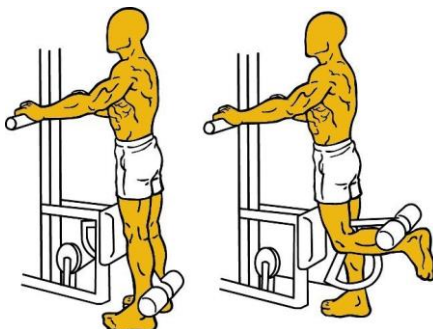
**Press francés**



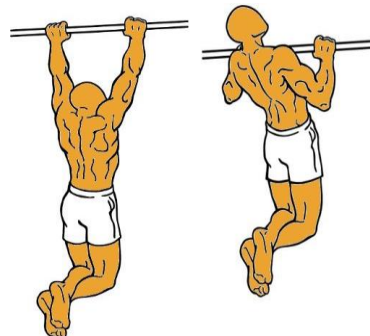
**Pullover**



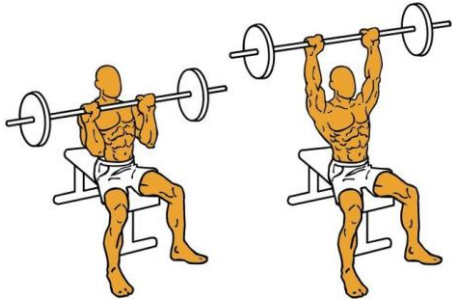
**Curl de piernas en máquina**



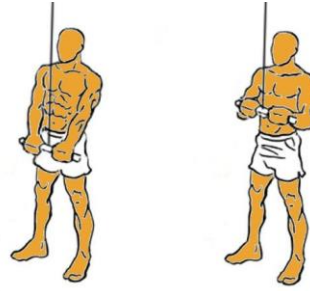
**Curl de piernas alterno en máquina**



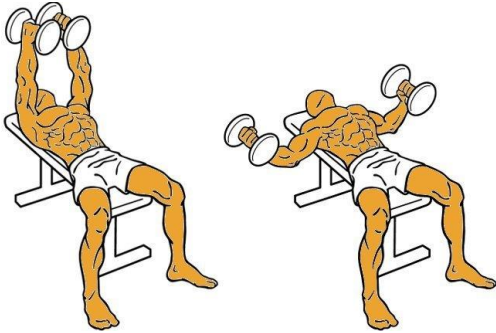
**Dominadas**



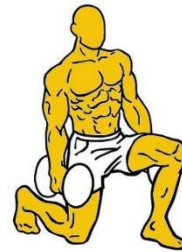
**Press militar con barra**



**Extensión de tríceps con polea alta**



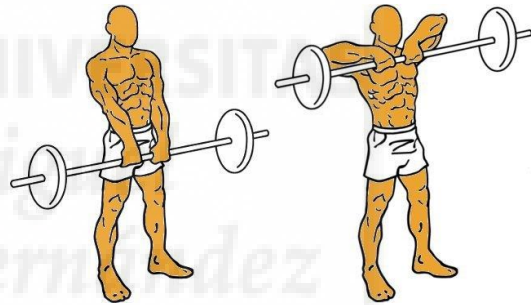
**Aperturas con mancuerna**



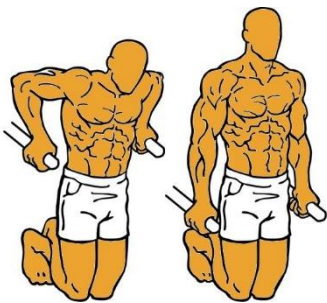
**Tijeras con mancuernas**



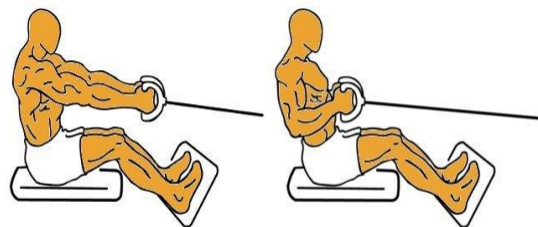
**Pullover con polea alta**



**Remo al cuello con barra**



**Fondos en barras paralelas**



**Remo sentado con polea**



**Elevaciones frontales con mancuernas**