



**TESINA**

**Presentada para acceder al título de grado de la carrera de**

**LICENCIATURA EN KINESIOLOGÍA Y FISIATRÍA**

**Título:**

**“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”**

**Autores:**

**Burguener, Agustina (Nro. Legajo: IUGR-2799)**

**Dacci, Corina (Nro. Legajo: IUGR-2804)**

**Director:**

**Lic. Nery Lucas Calandriello**

**Fecha de Presentación:**

**26/07/18**

**Firmas de Autores:**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a los directores, profesores y compañeros que directa o indirectamente nos ayudaron brindando sus conocimientos para nuestro proceso de formación durante toda la carrera, hasta llegar a esta instancia de elaboración de la Tesina.

Nuestro especial agradecimiento a nuestro tutor, el Lic. Nery Lucas Calandriello por su predisposición, apoyo, motivación y tiempo dedicado para llevar a cabo la elaboración de la Tesina.

A nuestros familiares y amigos que con su amor creyeron en nosotras, en nuestros valores y nos motivaron constantemente para salir adelante superando los momentos difíciles y regocijándose con nuestros logros.

## **RESUMEN**

*Introducción:* el presente trabajo se centró en destacar y poner en evidencia la importancia de realizar actividad física, enfocándose en un tipo específico de práctica, el HIIT (Entrenamiento Intervalado de Alta Intensidad), indagando en cuanto a su implicancia y beneficios sobre muchas variables imprescindibles para una buena salud. Este entrenamiento consiste en breves intervalos de actividad vigorosa intercaladas con periodos de baja actividad o descanso. La duración total de una sesión, tiende a ser de 10 a 20 minutos y se recomienda la realización 3 veces por semana <sup>(1)</sup>. Asimismo, si es aplicado con la recuperación adecuada, se ha demostrado que produce mejoras durante un período de 2-4 semanas <sup>(2)</sup>.

*Objetivos:* Analizar los cambios físicos que experimenta un sujeto que se inicia en la actividad, en cuanto a flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria mediante un entrenamiento de alta intensidad en un plazo de 3 meses; analizar de la literatura publicada, el impacto del HIIT sobre dichas variables; revisar en la literatura publicada la existencia de diversos test que sean de utilidad para la medición de las variables; y por último, evaluar si un plazo de 3 meses de entrenamiento de alta intensidad es suficiente para generar cambios físicos en el individuo.

*Material y métodos:* se realizaron diferentes test antes de iniciar el HIIT y se repitieron las evaluaciones a los 3 meses para determinar posibles cambios en las variables medidas. La fuerza de los miembros inferiores se midió con una plataforma de salto Axon Jump, con la cual se realizaron tres tipos de saltos; la flexibilidad se midió con maniobra de Thomas, test de Ake, Slump test y test de Wells y Dillon; la fuerza-resistencia de miembros superiores se midió con repeticiones máximas de flexiones de brazos; y por último, la capacidad cardiorrespiratoria se midió con el test de 1000 metros.

*Resultados:* luego del análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones iniciales como finales, se observa una mejora de todas las capacidades físicas evaluadas.

**Palabras claves:** entrenamiento de intervalos, intervalado, interval training, alta intensidad.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	OBJETIVOS .....	5
A.	Objetivo general:.....	5
B.	Objetivos específicos:.....	5
III.	MARCO TEÓRICO.....	6
A.	HIIT y capacidad cardiorrespiratoria: .....	9
B.	HIIT y fuerza muscular:.....	12
C.	HIIT y fuerza resistencia: .....	15
D.	HIIT y flexibilidad:.....	15
E.	Pruebas y test de evaluación: .....	18
1.	Test de AKE:.....	19
2.	Test de Thomas Modificado:.....	20
3.	Test de Slump:.....	20
4.	Wells y Dillon o Sit and Reach: .....	21
5.	Fuerza de miembros inferiores: .....	22
6.	Test de 1000 metros caminando:.....	25
7.	Fuerza resistencia:.....	25
IV.	JUSTIFICACIÓN.....	28
V.	MATERIAL Y MÉTODOS .....	29
	Criterios de inclusión y exclusión: .....	29
	Tipo de estudio:.....	29
VI.	Evaluación inicial: .....	31
A.	Test de Ake:.....	31
B.	Test de Thomas Modificado:.....	32
C.	Test de Slump:.....	34
D.	Test de Wells y Dillon: .....	35
E.	Fuerza de miembros inferiores: .....	36
1.	Squat Jump (SJ): .....	36

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---

2.	Abalakov (AB): .....	37
3.	Drop Jump (DJ): .....	38
F.	Capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica): .....	39
G.	Resistencia muscular: .....	39
VII.	Evaluación final: .....	41
A.	Test de Ake: .....	41
B.	Test de Thomas Modificado: .....	42
C.	Test de Slump: .....	44
D.	Test de Wells y Dillon: .....	45
E.	Fuerza de miembros inferiores: .....	46
1.	Squat Jump (SJ): .....	46
2.	Abalakov (AB): .....	47
3.	Drop Jump: .....	49
F.	Capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica): .....	50
G.	Resistencia muscular: .....	50
VIII.	RESULTADOS .....	52
IX.	DISCUSIONES .....	56
X.	CONCLUSIÓN .....	58
XI.	ANEXOS .....	60
A.	Anexo 1: .....	60
B.	Anexo 2: .....	63
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS: .....	64

## I. INTRODUCCIÓN

El *entrenamiento funcional (EF)* incluye actividades que simulan las actividades de la vida diaria (AVD), entrena los músculos en patrones de movimiento coordinados y en distintos planos e incorpora múltiples articulaciones, por lo que requiere la cooperación entre distintos grupos musculares y elementos motrices corporales para llevar a cabo la tarea. Se realiza con el propósito de mejorar un cierto movimiento o actividad, a su vez es beneficioso para mejorar el rendimiento de las AVD en adultos mayores <sup>(3)</sup>. Haciendo referencia a esto, cabe mencionar que ciertos ejercicios comúnmente realizados en este tipo de entrenamiento como las sentadillas (que equivalen a ponerse de pie desde una posición sentada) y el peso muerto (que se asemeja a levantar cualquier objeto del piso) son movimientos funcionales frecuentemente realizados en la vida cotidiana <sup>(4)</sup>.

Cada vez son más los practicantes a nivel mundial que abandonan la práctica del “Fitness Clásico” con entrenamientos analíticos y se suman a esta corriente emergente de Entrenamiento Funcional; y con más fuerza aun, los entrenamientos funcionales de Alta Intensidad (*High Intensity Interval Training*), también denominado *Crossfit*. Este entrenamiento busca mejorar las capacidades de la persona relacionadas con las funciones respiratorias, cardiovasculares, musculares, articulares entre otras, necesarias para la vida cotidiana. A su vez, requiere control medular del movimiento (propiocepción), cadenas cinéticas o musculares (coordinación intramuscular e intermuscular), estabilización del centro o “Core” (garantizando un trabajo seguro de los músculos estabilizadores de la columna) <sup>(5)</sup>.

El HIIT es un entrenamiento con intervalos cortos de alta intensidad de ejecución, usa grandes cadenas cinéticas, los movimientos funcionales son constantemente variados y suelen ser entrenamientos de tipo circuito donde el deportista va rotando entre los diferentes ejercicios con bajo tiempo de recuperación y un tiempo de ejecución variable entre los 20 segundos al minuto completo. Esto se realiza siempre buscando entrenar la zona anaeróbica del sujeto.

Busca el trabajo de 10 cualidades físicas, sin especializarse en ninguna, intentando conseguir el máximo rendimiento en ellas. Estas son: resistencia cardiovascular y respiratoria (capacidad de los sistemas corporales de captar, procesar y liberar oxígeno); resistencia (capacidad de los sistemas corporales de procesar, liberar, almacenar y utilizar la energía); fuerza (capacidad de una unidad muscular o la combinación de unidades musculares para mover una carga); flexibilidad (capacidad de maximizar el arco de movimiento en una determinada articulación); potencia (capacidad de una unidad muscular o la combinación de unidades musculares para aplicar fuerza máxima en tiempo mínimo); velocidad (capacidad de minimizar el ciclo de tiempo de un movimiento repetido); coordinación (capacidad de combinar varios patrones de movimientos distintivos en un movimiento distintivo singular); agilidad (capacidad de minimizar el tiempo de transición de un patrón de movimiento a otro); equilibrio (capacidad de controlar la colocación del centro de gravedad del cuerpo en relación a su base de soporte) y precisión (capacidad de controlar el movimiento en una dirección determinada o a una intensidad determinada) <sup>(4)</sup>  
<sup>(5)</sup>.

A continuación, se describen con detalle los diferentes tipos de sistemas de entrenamiento de alta intensidad:

EDD = ENTRENAMIENTO DEL DÍA = WOD = WORKOUT OF THE DAY.

*EDD tipo A.M.R.A.P.*: “as many repetitions as posible”, traducido del inglés sería “Haz el máximo número de repeticiones que puedas”. Son entrenamientos donde el atleta tiene como objetivo realizar el máximo número de repeticiones como le sea posible, dentro de un tiempo determinado.

*EDD tipo “For time”*, traducido del inglés sería: “por tiempo”. El atleta tiene un EDD propuesto y tiene que intentar acabarlo en el menor tiempo posible. Obviamente, cuanto menor tiempo tarde el atleta, mejor puntuación.

*EDD tipo “E.M.O.M.”*: “Every Minute on a Minute”, traducido del inglés sería: “En cada minuto, por cada minuto”. En estos tipos de entrenamiento el atleta tiene una serie de ejercicios propuestos y un tiempo a completar, pero tiene que realizar esos ejercicios dentro de un minuto. Si le sobra tiempo, lo puede usar para descansar hasta el minuto siguiente.

*EDD tipo “Infinity Stairs”*, traducido del inglés sería: “Escalera infinita”. Son entrenamientos parecidos a los E.M.O.M. pero el atleta no solo tiene que cumplir las repeticiones y los ejercicios propuestos en el tiempo dictado (y lo sobrante para descansar), sino que, además, en cada ronda completada se le suma una cierta cantidad de repeticiones a cada ejercicio.

*EDD tipo “Strong”*, traducido del inglés sería: “Fuerza”. Son los únicos entrenamientos más específicos donde el atleta solo trabaja la fuerza máxima en determinados ejercicios. Son quizás los más analíticos, aunque siempre se hacen ejercicios globales, sobre todo ejercicios específicos (arranques, cargadas, sentadillas, etc.).

*EDD tipo “Tabata”*: tiene como objetivo mejorar el umbral anaeróbico. Consta de 8 series de trabajo de 20 segundos con un descanso de 10 segundos entre series y una duración total de 4 minutos de entrenamiento <sup>(5)</sup>.

El CrossFit se compone de una infinita variedad de ejercicios, entre ellos, el envión (Clean & Jerk), el arranque (Snatch), las sentadillas (Squats), el peso muerto (Deadlift), el empuje de envión (Push Press), las flexiones en banco y las cargadas de potencia (Power Clean). Salto, lanzamiento y captura del balón medicinal, dominadas, descensos, flexiones de brazos, parada de manos, sit ups, planchas frontales y laterales, etc. Se utilizan con regularidad elementos como bicicletas, aparatos de remo, conjuntos de pesas olímpicas, anillos, barras paralelas, colchonetas de ejercicio libre, barras horizontales, cajas pliométricas, pelotas medicinales y sogas de saltar. No existe un programa de fuerza y acondicionamiento que funcione con una mayor diversidad de herramientas, modalidades y ejercicios <sup>(4)</sup>.

Las sesiones de trabajo tienen una duración total aproximada de 15 a 20 minutos, resultando en un volumen total de trabajo relativamente bajo en comparación con lo habitualmente realizado mediante otros métodos de entrenamiento más tradicionales (métodos continuos) <sup>(6)</sup>. La frecuencia puede ir desde 2 (dos) o más veces por semana.

Monitorear la frecuencia cardíaca o la escala de percepción del esfuerzo ayuda a establecer la magnitud de los estímulos. Esto puede realizarse a través de la implementación de la Escala de Borg Modificada, la cual va de 6 a 20. Dichos valores se



definen como: 6 sin esfuerzo en absoluto; 7 extremadamente ligero; 8-9 muy ligero 10-11 ligero; 12-13 algo difícil; 14-15 duro; 16-17 muy duro; 18-19 extremadamente duro y 20 esfuerzo máximo <sup>(7)</sup>.

## **II. OBJETIVOS.**

### **A. Objetivo general:**

Analizar los cambios físicos que experimenta un sujeto que se inicia en la actividad, en cuanto a flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza-resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria mediante un entrenamiento funcional de alta intensidad en un plazo de 3 meses.

### **B. Objetivos específicos:**

1. Analizar de la literatura publicada, el impacto del HIIT en la flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza-resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria.

2. Revisar en la literatura publicada acerca de la existencia de los diversos test que sean de utilidad para la medición de flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza-resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria.

3. Evaluar si un plazo de 3 meses de entrenamiento de alta intensidad es suficiente para generar cambios físicos (flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza-resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria) en el individuo.

### **III. MARCO TEÓRICO**

Los ejercicios cardiovasculares de tipo HIIT tienen la ventaja, en comparación de los formatos de tipo continuo uniforme de alto volumen, de requerir un menor volumen de entrenamiento total y, por tanto, el ahorro de tiempo necesario para generar las adaptaciones y los beneficios, siempre y cuando sean individualizados para cada caso. La ventaja de requerir menor volumen de tiempo que el ejercicio aeróbico de intensidad moderada y larga duración para conseguir similares o superiores efectos es, sin duda, su punto más fuerte <sup>(6)</sup>.

En esta misma línea, también se destaca que este tipo de entrenamiento supone una percepción de la sesión menos aburrida y monótona que los formatos continuos tradicionales de larga duración y resultar, por ello, más agradable y entretenido, por lo que se podría mejorar la adherencia de los participantes <sup>(6)</sup>.

Otra teórica ventaja es que frente a una misma realización de volumen o tiempo de trabajo de HIIT y ejercicio continuo de baja-moderada intensidad podríamos especular un mayor gasto calórico durante el esfuerzo y una mayor activación post-ejercicio del metabolismo basal (EPOC) que, añadidos a los cambios en la capacidad y potencial oxidativo del músculo a nivel mitocondrial para la utilización de las grasas durante el ejercicio, podría presuponer efectos promisorios sobre la mejora de la composición corporal <sup>(6)</sup>.

Los atletas que realizan entrenamiento aeróbico excesivo disminuyen la masa muscular, la fuerza, la velocidad y la potencia. No es poco común ver a maratonistas con salto vertical de varias pulgadas y flexiones sobre bancos muy por debajo del promedio para la mayoría de los deportistas. La actividad aeróbica posee una tendencia pronunciada a disminuir la capacidad anaeróbica. Esto no es una buena señal para los atletas o individuos interesados en el acondicionamiento integral o la salud óptima.

La actividad aeróbica beneficia la función cardiovascular y disminuye la grasa corporal. En cambio, la actividad anaeróbica es única en su capacidad de mejorar

significativamente la potencia, la velocidad, la fuerza y la masa muscular. El acondicionamiento anaeróbico nos permite ejercer fuerzas enormes en un período muy corto y quizás, su aspecto de mayor consideración es que no tendrá un efecto adverso sobre la capacidad aeróbica, sino que, una actividad anaeróbica bien estructurada puede utilizarse para desarrollar un nivel muy alto de aptitud física aeróbica sin que el músculo pierda consistencia <sup>(4)</sup>.

Además, la intensidad es un elemento fundamental para la estimulación de la hormona de crecimiento, lo que provoca que estos entrenamientos, aunque sean a alta intensidad no provoquen el catabolismo muscular y nos permitan entrenar a sujetos donde se necesite una rápida mejora de su umbral anaeróbico sin pérdida de masa muscular. <sup>(5)</sup>

Sin embargo, la relación dosis-respuesta de este tipo de estímulos está aún pendiente de ser establecida para cada cohorte de población, objetivo y patología, en especial a lo que intensidad y volumen mínimo y óptimo se refiere. El establecimiento y control preciso de la duración e intensidad de los intervalos de trabajo y recuperación debe ser individualizado para no generar rechazo y abandono en la población poco entrenada o menos familiarizada con este tipo de entrenamiento. Comenzar por las densidades e intensidades de trabajo más bajas para progresar hacia densidades e intensidades más altas, por ejemplo, comenzar por densidades de trabajo 1:4 para progresar hacia densidades 1:2 o incluso 1:1. El control de la intensidad de trabajo mediante las escalas de esfuerzo percibido puede ser una de las alternativas más prácticas y fiables al alcance de todos los contextos y poblaciones <sup>(6)</sup>.

Un resumen de estudios de intervención que involucraron HIIT, indica que los mejores resultados se obtuvieron con intervenciones de 8 semanas o más de duración <sup>(7)</sup>.

Según Haber <sup>(8)</sup> se puede mejorar la masa muscular en personas sedentarias en tan solo 10 semanas.

Según diversa bibliografía, la aplicación de un programa de actividad física de 12 semanas contribuyó a:

- Aumentar la fuerza, flexibilidad, capacidad aeróbica, el equilibrio y confianza en sí mismo para caminar por el vecindario en adultos mayores <sup>(9)</sup>.

-La mejora del perfil de lípidos, un incremento de la sensibilidad a la insulina, un descenso significativo de los niveles de colesterol total y de baja densidad (LDL), un aumento en los niveles de colesterol de alta densidad (HDL), y disminuyó el nivel de glucosa sanguínea en ayunas<sup>(11)</sup>.

-Mejorar la densidad ósea, la condición física y reducción de los niveles de marcadores inflamatorios. Lo que reduce eficazmente el riesgo de fracturas por osteoporosis y enfermedades relacionadas en pacientes con osteopenia <sup>(12)</sup>.

- Adaptaciones vasculares periféricas (microvascularización muscular) y centrales (cardíacas) en adolescentes con obesidad <sup>(13)</sup>.

- Promocionar el crecimiento muscular en mujeres de mediana edad, las cuales son susceptibles de perder masa muscular con el envejecimiento <sup>(13)</sup>.

-Un aumento de la actividad enzimática responsable de la lipólisis y glucólisis, asociado a una mayor activación de los transportadores de glucosa dependientes de insulina (GLUT-4). <sup>(13)</sup>.

- Mejorar la calidad de vida, capacidad aeróbica, la función endotelial <sup>(14)</sup> y la función sistólica <sup>(15)</sup>.

Es importante destacar también, ya que algunos tipos de ejercicios (HIIT) podrían estar contraindicados en ciertas poblaciones clínicas, que algunos sujetos puedan requerir una evaluación específica previa antes de comenzar un programa de ejercicio de alta intensidad, por ejemplo, pacientes cardiopatas o personas mayores con factores de riesgo<sup>(6)</sup>.

**A. HIIT y capacidad cardiorrespiratoria:**

Un buen nivel de capacidad cardiorrespiratoria (CCR) está relacionado con la salud cardiovascular, puesto que la incapacidad para mantener una tarea físicamente demandante es uno de los síntomas de padecer enfermedades coronarias. Existe una relación directa entre la condición cardiorrespiratoria, la salud cardiovascular y el riesgo de mortalidad general y por diversas causas <sup>(16)</sup>.

La CCR es uno de los componentes más importantes de la condición física relacionada a la salud. Existe abundante evidencia científica que indica que la CCR es un importante indicador de salud en todas las edades <sup>(17)</sup>.

La fuerte relación establecida entre los niveles de CCR y varios resultados en la salud fundamentan la importancia de monitorear esta capacidad funcional en grandes poblaciones. El  $VO_{2max}$ . (consumo máximo de oxígeno) medido en un test incremental y máximo es considerado el "método de oro" para evaluar el componente cardiorrespiratorio. Desafortunadamente la medición del  $VO_{2max}$ ., tanto en el laboratorio como en la población general, hace necesario la utilización de analizadores de gases que limitan la evaluación por su elevado costo, duración y por requerir técnicos calificados para llevarla a cabo<sup>(9)</sup>. Por esta razón, conviene implementar pruebas de campo, una alternativa práctica y más viable para evaluar el componente cardiorrespiratorio en estudios epidemiológicos, con miras a prescribir y controlar programas de ejercicio y establecer diagnósticos diferenciales para tratamientos en salud <sup>(18)</sup>.

Un número considerable de pruebas se han propuesto para obtener, indirectamente, el valor del  $VO_{2max}$ . Una de las pruebas de campo más utilizada es el Test de 1000 (mil) metros caminando, con una aceptable capacidad predictiva del  $VO_{2max}$ ., utilizables en poblaciones sanas adultas no entrenadas, con un amplio rango de edades (18 a 64 años) y de niveles de condición física, lo cual permite a los profesionales de la salud o de la actividad física evaluar el parámetro funcional más importante para estimar la condición física de los usuarios o pacientes. En el año 2000, un trabajo con 51 adultos con edad de  $33,9 \pm 16,2$  años encontró una correlación lineal entre la prueba de campo de 1000 metros y el  $VO_{2max}$ . <sup>(10)</sup> En estas pruebas la estimación del  $VO_{2max}$ . resulta de la relación tiempo-distancia, velocidad, carga de trabajo o respuesta de la frecuencia cardíaca. La

reproducibilidad de las pruebas de campo comparadas contra la ergoespirometría con analizador de gases tiene alrededor de un 3% de error <sup>(18)</sup>.

Se considera que la mejor actividad para aplicar a personas sanas no deportistas, con el fin de estimar un valor indirecto del  $VO_{2max}$ , es la caminata, ya que es segura y no requiere el aprendizaje de habilidades previas ni de condición física elevada. Considerando la gran diversidad en cuanto a la condición física de las personas incluyendo rango etario y diferencias en función del sexo, podría afirmarse que no existe una prueba de campo que sea igualmente útil en todos los casos. Debe, por tanto, seleccionarse la prueba que mejor corresponda a la condición del sujeto evaluado, en función de actividad, sexo, edad, peso corporal y patologías cardiorrespiratorias, musculares y articulares. En este caso, para evaluar mujeres jóvenes se recomienda utilizar el Test de 1000 metros caminando <sup>(18)</sup>.

En relación a la estimulación de las capacidades físicas, específicamente la capacidad aeróbica, se ha comprobado que una estimulación temprana garantiza un mayor nivel de consumo máximo de oxígeno ( $VO_{2max}$ ) en etapas adultas. Se ha evidenciado que altos niveles de  $VO_{2max}$  se asocian a mejores estándares de vida y que un incremento en el metabolismo genera una menor mortalidad en los hombres <sup>(19)</sup>.

El ejercicio de tipo aeróbico practicado regularmente trae efectos beneficiosos para la salud física y mental de quien lo practica. Pero existen métodos que traen efectos más repentinos y profundos. El entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) debe considerarse como un método más ventajoso para contrarrestar los efectos de las enfermedades cardiometabólicas, una de las principales causas de muerte en todo el mundo <sup>(20)</sup>.

No hay un número normalizado o intensidad de los intervalos en una sesión de HIIT, sin embargo, hay evidencia de que la acumulación de una variedad de HIIT es eficaz en la mejora de la aptitud cardiorrespiratoria, el  $VO_{2max}$ , la capacidad metabólica y sensibilidad a la insulina <sup>(20)</sup>.

Los formatos HIIT son un potente estímulo de ejercicio cardiovascular con efectos agudos y crónicos del rendimiento cardiorrespiratorio:

Los efectos agudos principales que suceden durante y tras la realización de esfuerzos tipo HIIT son: incrementos de la frecuencia cardíaca, de la producción de lactato plasmático, de la producción de catecolaminas (epinefrina y norepinefrina), hormona del crecimiento y cortisol, depleción de fosfágenos musculares (ATP y PCr) y almacenes de glucógeno e incrementos de glucosa sanguínea circulante <sup>(6)</sup>.

El efecto acumulativo resultante inducirá adaptaciones tanto a nivel central (cardiovascular) como periférico (músculo esquelético). A nivel central la adaptación fundamental será la mejora de la función y capacidad cardiovascular aeróbica y anaeróbica, motivada especialmente por el incremento del  $VO_{2max}$ . A nivel periférico cuenta con adaptaciones funcionales y estructurales, no sólo a nivel vascular sino también muscular <sup>(6)</sup>.

Esto supone considerar al HIIT como una alternativa efectiva, en comparación con los ejercicios de moderada o baja intensidad y alto volumen de trabajo, con efectos similares o superiores sobre la mejora del rendimiento cardiovascular, lo cual puede tener sustanciales aplicaciones tanto para la mejora del rendimiento específico en deportes (caracterizados por realizar esfuerzos acíclicos/discontinuos) como para deportes de resistencia de corta y media duración (caracterizados por realizar esfuerzos de carácter predominantemente cíclicos) <sup>(6)</sup>.

Otra posible utilidad y aplicación del HIIT alejada del ámbito estrictamente deportivo y que empiezan a establecer un nuevo paradigma, es aquella relacionada con el tratamiento, control y prevención de determinadas patologías cardiometabólicas. Son ya suficientes los estudios publicados durante los últimos años que apuntan a mejoras sobre los distintos marcadores de salud. En el caso de los diabéticos tipo II y obesos esto puede ser explicado, en parte, por el incremento del transportador de la glucosa GLUT4, para el control de la glucemia, pudiendo tener efectos hipoglucemiantes post-ejercicio iguales o mayores y por más tiempo que ejercicios de intensidad moderada de la misma o mayor duración <sup>(6)</sup>.

Una interesante y reciente revisión, analizó el impacto del HIIT sobre los factores de riesgo cardiometabólico en poblaciones sanas y clínicas, con enfermedades cardiovasculares y metabólicas, y concluyó que la modalidad HIIT de ejercicio puede tener “revolucionarias” aplicaciones en el control y prevención de determinadas patologías



asociadas a un estilo de vida sedentario a la luz de los alentadores resultados publicados<sup>(6)</sup>.

### **B. HIIT y fuerza muscular:**

El envejecimiento es el resultado de diferentes cambios funcionales que conducen a las personas a una reducción de todas sus capacidades. La estructura corporal compuesta de huesos y músculos también es susceptible a ser vulnerable. Así mismo algunas funciones pueden verse afectadas aún antes del envejecimiento. El hecho de no haber experimentado un óptimo desarrollo durante la plenitud de la vida, como por ejemplo tener poca masa ósea o escaso volumen muscular, puede favorecer el deterioro más temprano. Dentro de las complicaciones asociadas al envejecimiento se encuentra la sarcopenia, que, según Cruz y Cols<sup>(22)</sup>, es un síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza con riesgo de provocar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad<sup>(23)</sup>.

La disminución del tejido muscular comienza alrededor de los 50 años, pero se vuelve más dramática más allá de los 60 años de vida. La pérdida de masa muscular entre los ancianos da como resultado una función muscular disminuida<sup>(24)</sup>.

El resultado es la pérdida de fuerza y equilibrio. Todo ello aumenta el riesgo de problemas graves debido a las caídas, lesiones crónicas y recurrentes y enfermedades degenerativas<sup>(23)</sup>.

Además, la sarcopenia se ha relacionado con varias afecciones crónicas que son comunes entre los ancianos como la osteoporosis, la resistencia a la insulina y la artritis. La pérdida del número de fibras musculares es la causa principal de sarcopenia, aunque también están involucrados mecanismos como: la atrofia de las fibras especialmente las fibras de tipo II, la denervación junto a la pérdida de unidades motoras y, por lo tanto, de las fibras musculares. Una disminución en la producción de hormonas anabólicas como la testosterona, la hormona del crecimiento y el factor de crecimiento similar a la insulina-1 afecta la capacidad del músculo esquelético para incorporar aminoácidos y sintetizar proteínas<sup>(24)</sup>.

En cuanto a la pérdida de masa muscular y atrofia relacionada con la edad se puede decir que los músculos de las extremidades de hombres y mujeres mayores son un 25-35% más pequeños y tienen significativamente más grasa y tejido conectivo que los músculos de las extremidades de individuos más jóvenes. Las comparaciones de biopsias musculares entre individuos más jóvenes y mayores muestran que las fibras de tipo 2 (contracción rápida) son más pequeñas en personas mayores, mientras que el tamaño de las fibras de tipo 1 (contracción lenta) se ve mucho menos afectado. Además, hay una disminución gradual en tamaño/volumen con el avance de la edad, acompañado de un reemplazo por grasa y tejido conectivo <sup>(25)</sup>.

El tamaño corporal y la fuerza muscular en la edad adulta temprana son predictores importantes de riesgo de enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular en la vida posterior. Además de la adiposidad, el bajo peso necesita atención, ya que puede predisponer a complicaciones cerebrovasculares <sup>(26)</sup>.

La disminución de masa y función muscular relacionada con la edad afecta en gran medida la calidad de vida en la población de edad avanzada. De acuerdo a esto, la evidencia acumulada define a las alteraciones en el sistema neuromuscular durante el envejecimiento como un evento clave que conduce a la denervación funcional, desgaste muscular y debilidad <sup>(27)</sup>.

La pérdida de motoneuronas relacionada con la edad y la pérdida asociada de fibras musculares se debe, en parte, a la capacidad funcional reducida del músculo con la edad <sup>(28)</sup>.

El músculo desempeña un papel central en el metabolismo de proteínas de todo el cuerpo al ser el principal reservorio de aminoácidos para mantener la síntesis de proteínas en tejidos y órganos vitales. Además, el metabolismo muscular alterado juega un papel clave en la génesis y, por lo tanto, en la prevención de muchas afecciones patológicas comunes y enfermedades crónicas <sup>(29)</sup>.

En la actualidad el entrenamiento de la fuerza es uno de los métodos más eficaces para combatir la sarcopenia (mediante la estimulación de la hipertrofia), desarrollar la masa muscular y la fuerza y mejorar la adaptación neuromuscular <sup>(23)</sup>.

La aplicación de estímulos anaeróbicos a partir de ejercicios de fuerza o sobrecarga de elevada intensidad pero de corta duración, permite movilizar depósitos de glucógeno con los consecuentes cambios intracelulares que promueven la síntesis de proteínas estructurales y funcionales responsables de mejorar la capacidad funcional del músculo <sup>(30)</sup>.

Por tanto, dentro de un programa de ejercicios se debería incluir el entrenamiento de la fuerza obteniendo una mayor capacidad para realizar las actividades de la vida diaria, la prevención del deterioro funcional y la discapacidad. Por otro lado, es importante destacar que se han reportado escasos efectos secundarios asociados a este tipo de tratamiento y que únicamente habría que limitarlo en pacientes con insuficiencia cardíaca congestiva <sup>(23)</sup>.

La obesidad y diabetes tipo II constituyen una preocupación importante en el cuidado de la salud, especialmente debido a que su incidencia está en aumento en niños y adultos jóvenes. Debido a que el músculo es el tejido primario que contribuye a la eliminación de glucosa mediada por insulina en todo el cuerpo, la sarcopenia puede ser un factor causal importante en la resistencia a la insulina inducida por la edad y la susceptibilidad a la diabetes tipo II <sup>(23)</sup>.

La inflamación es un factor decisivo en la patogénesis de la resistencia a la insulina y también se observa tanto en la obesidad como en la sarcopenia. La inflamación puede ser un mediador importante para restringir la miogénesis y/o acelerar la degradación de la proteína muscular. Además, la acumulación de lípidos en la obesidad da como resultado la activación de las cascadas pro-inflamatorias. Las miocinas secretadas por el músculo esquelético previenen la inflamación y la resistencia a la insulina, contrarrestando así los efectos metabólicos y proinflamatorios de las adipocinas producidas en el tejido adiposo. La escasez de miocinas en relación con las adipocinas en la obesidad sarcopénica puede aumentar el riesgo de enfermedad metabólica y cardiovascular. En consecuencia, se encuentra una asociación positiva entre la obesidad sarcopénica y la enfermedad cardiovascular en los adultos mayores <sup>(23)</sup>.

La sarcopenia, independientemente de la obesidad, está asociada con el metabolismo adverso de la glucosa, lo que sugiere que una masa muscular baja puede ser un pronosticador temprano de susceptibilidad a la diabetes <sup>(31)</sup>.

**C. HIIT y fuerza resistencia:**

Como se mencionó anteriormente, el HIIT busca el trabajo de 10 cualidades físicas, sin especializarse en ninguna, entre ellas, la resistencia muscular <sup>(5)</sup>. Ésta se define como la capacidad muscular de realizar fuerza submáxima en forma repetida durante un período de tiempo determinado. Un ejemplo de ello es la cantidad de flexo-extensiones de brazo (push-ups o lagartijas) realizadas durante 30 segundos <sup>(32)</sup>.

En individuos sedentarios y activos recreacionales, el HIIT mejora el rendimiento de la resistencia en un mayor grado que aquel logrado solamente con entrenamiento continuo submaximal. Los atletas entrenados cuentan con una elevada capacidad aeróbica, umbral de lactato y economía de movimiento con mayor disponibilidad de energía en los músculos implicados <sup>(2)</sup>.

**D. HIIT y flexibilidad:**

Una de las 10 cualidades físicas que busca mejorar el HIIT es la flexibilidad. Ésta se entiende como la capacidad del cuerpo para desplazar una o más articulaciones a través de una amplitud de movimiento sin restricciones ni dolor. Se encuentra influenciada por músculos, tendones, ligamentos, estructuras óseas, tejido graso, piel y tejido conectivo asociado. También está influenciada por factores como: el nivel y/o tipo de actividad que el individuo desarrolle, la temperatura ambiental, el sexo, la edad y la articulación involucrada, entre otros <sup>(33)</sup>.

Asimismo, tiene la capacidad psicomotora responsable de la minimización de todos los tipos de resistencias que las estructuras neuro-mio-articulares ofrecen al intento de ejecución voluntaria de movimientos de amplitud angular óptima, producidos tanto por la acción de agentes endógenos (contracción del grupo muscular antagonista) como exógenos (propio peso corporal, compañero, sobrecarga, inercia, otros implementos, etc.) <sup>(33)</sup>.

El entrenamiento denominado HIIT (High Intensity Interval Training) o Crossfit incluye levantamiento olímpico de pesas, que cuenta con “el envión o Clean and Jerk” y “el arranque o Snatch”. Es poco sabido que para lograr un levantamiento de pesas exitoso se requiere de una flexibilidad sustancial. Los levantadores de pesas olímpicos son tan flexibles como cualquier otro deportista <sup>(4)</sup>.

En la sentadilla frontal la barra se apoya en el pecho y los hombros y se sostiene sin apretar (posición de “Rack” o de estante). La parte más difícil de este ejercicio es la posición de “Rack” (imagen 1) y para poder realizarla se requiere una buena flexibilidad en hombros y muñecas <sup>(4)</sup>.



*Imagen 1. Posición de rack en sentadilla frontal.*

En el caso del “Squat o sentadilla”, no es posible trabajar este movimiento en ausencia de flexibilidad en isquiotibiales. En dicho caso, se pierde la extensión lumbar y se pasa a flexión lumbar, lo que es un error muy común como se observa en la imagen número 2 <sup>(4)</sup>.



*Imagen 2. Pérdida de extensión lumbar en la sentadilla, error común por falta de flexibilidad en isquiotibiales.*

La ciencia del estiramiento no está plenamente desarrollada, en general, se debe estirar en el calentamiento para establecer un rango de movimiento seguro y efectivo para garantizar la actividad y estirar durante el enfriamiento para mejorar la flexibilidad <sup>(4)</sup>.

A través de los años se han propuesto múltiples beneficios para el entrenamiento de la flexibilidad, todas presentan un sustento científico que las avala. Entre ellas se destacan: aumento del ROM en las articulaciones entrenadas, prevención de lesiones músculo esqueléticas por tensión, aumento de la relajación muscular como base para un movimiento más fluido, disminución de la rigidez muscular con el consecuente almacenamiento de energía elástica más eficiente para la realización de movimientos con el ciclo de alargamiento - acortamiento del músculo, retraso del dolor muscular residual (DOMS), mejoramiento del rendimiento deportivo en los atletas (puesto que el músculo trabaja a una longitud óptima), prevención de acortamientos musculares y aumento de la coordinación neuromuscular <sup>(33)</sup>.

A la hora de entrenar la flexibilidad se deben tener en cuenta ciertos factores que influyen en su desarrollo, entre estos:

- *Factores Intrínsecos:*

Estructuras óseas, masa adiposa, músculos (con los tendones y fascias que los rodean) y el tejido conectivo, que puede estar sujeto a adherencias y acortamientos

patológicos; dicha afección puede ser resultado de largos períodos de inactividad, como también luego de la reparación quirúrgica de una articulación inestable.

- *Factores Extrínsecos:*

En cuanto al sexo, las mujeres suelen ser más flexibles que los hombres debido a la mayor producción de estrógenos que causa una disminución de la viscosidad de los tejidos. La edad también es un factor importante, ya que la flexibilidad alcanza su desarrollo máximo entre los 14 a 17 años. Otro factor es el calentamiento muscular previo, ya que el aumento de temperatura disminuye la viscosidad del sarcoplasma mejorando la contractibilidad y la capacidad de elongación del músculo. También debe tenerse en cuenta la temperatura ambiental, ya que las bajas temperaturas se asocian a una disminución de la flexibilidad, en cambio, a mayores temperaturas se produce un aumento de ésta. El cansancio igualmente es un factor sustancial, pues la fatiga muscular produce una disminución del umbral de sensibilidad de los husos, dificultando la elongación muscular. En cuanto a las costumbres sociales se puede decir que las actividades laborales, el sedentarismo, el entrenamiento, los hábitos posturales, etc., pueden aumentar o disminuir la flexibilidad. Los estados emocionales inciden sobre el sistema nervioso y, a su vez, el miedo, el estrés, la ansiedad y el dolor pueden aumentar el tono, mientras que estados de relajación pueden disminuirlo. Por último, se debe tener en consideración la hora del día, ya que la mayoría de las personas suelen ser más flexibles en la tarde que en la mañana, con un pico entre las 14:00 y 16:00 horas <sup>(33)</sup>.

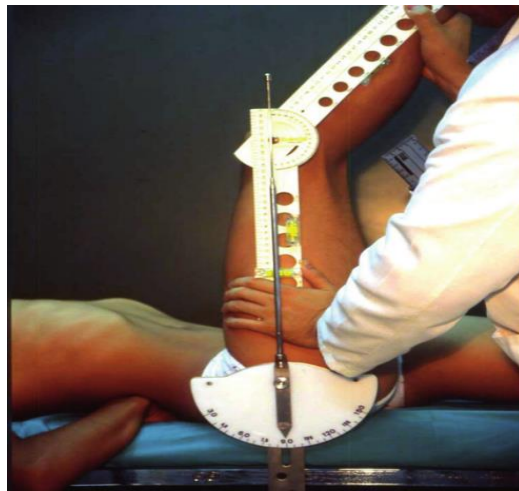
***E. Pruebas y test de evaluación:***

A continuación, se detallan las diferentes evaluaciones que fueron investigadas y posteriormente realizadas en el individuo, para llevar a cabo la medición de las variables con el fin de obtener datos de análisis para dicho estudio.

## **1. Test de AKE:**

Es una maniobra con el fin de estimar el grado de flexibilidad isquiosural, basada en la medida angular alcanzada por la extensión de rodilla con cadera flexionada. En decúbito supino, se coloca al paciente con cadera y rodilla flexionada a 90°, con tobillo en posición neutra, haciendo coincidir el centro del goniómetro con el eje de movimiento de la rodilla y el brazo móvil con la línea que representa la bisectriz de la pierna. A partir de esa posición, se efectúa una extensión activa, lenta y progresiva de la rodilla del paciente hasta que aparezca dolor o malestar por la tirantez, retroversión de la pelvis y corrección de la lordosis lumbar. La cadera debe quedar flexionada a 90° durante toda la maniobra y la pierna contralateral en extensión como se observa en la imagen número 3.

La medición se realiza en grados, pudiendo determinarse el ángulo entre la tibia y el fémur, considerando cero la extensión completa. El valor de la medición se resta a 180° que corresponde a la medida total del transportador, obteniendo así el ángulo poplíteo. Se contemplan como valores normales entre 0-15° de flexión de rodilla, cortedad moderada entre 16-34° y cortedad marcada con valores iguales o superiores a 35° <sup>(34)</sup>.



*Imagen 3. Test del ángulo poplíteo. (Fuente: Ayala, 2013).*



## **2. Test de Thomas Modificado:**

El sujeto se debe sentar en el extremo de la camilla, rodar hacia atrás y sostener ambas rodillas hacia el abdomen. De dicho modo, se asegura que la columna lumbar se encuentre plana sobre la superficie. Luego, se le debe indicar que sostenga la cadera contralateral en flexión máxima con los brazos, mientras que la otra extremidad debe caer hacia el piso (Imagen 4).

Para cuantificar la longitud del iliopsoas, se debe medir la extensión de cadera, tomando como eje de movimiento al trocánter mayor. Una de las ramas del goniómetro se coloca de manera horizontal y paralela a la camilla, y la otra sigue el eje longitudinal del muslo. Para evaluar al recto anterior del cuádriceps, el eje del goniómetro se coloca en la línea interarticular formado por los cóndilos femorales y las mesetas tibiales. Se miden dos ángulos para cada extremidad y se repiten en el miembro contralateral. Se consideran valores de referencia para la longitud del iliopsoas de  $-12^\circ$  y para la longitud del recto anterior  $52^\circ$  <sup>(35)</sup>.



*Imagen 4. Test de Thomas Modificado (Fuente: Harvey, 1998).*

## **3. Test de Slump:**

Las pruebas de tensión neural (pruebas neurodinámicas) son utilizadas comúnmente como parte del examen clínico para ayudar a diferenciar las estructuras patoanatómicas subyacentes. Estas pruebas, que colocan tensión mecánica en el sistema

nervioso, tienen el potencial de servir como una prueba clínica útil con el fin de ayudar a diferenciar entre estructuras anatómicas neurales y no neurales. El Slump Test (ST), examina la sensibilidad de las estructuras neurales, incluidos los tejidos meníngeos, las raíces nerviosas, y los nervios ciático y tibial <sup>(36)</sup>.

Se le solicita al participante que se coloque en posición de sedestación, con las manos detrás de la espalda. El evaluador realiza una flexión cervical, luego cervico-dorsal y dorso-lumbar. A continuación, se le indica que extienda la rodilla derecha y luego que realice una flexión dorsal de tobillo (Imagen 5). El participante describe subjetivamente su sensación de dolor y luego extiende la cabeza. En dicho momento debe describir si el dolor permanece (tensión muscular) o si es aliviado (tensión nerviosa). Se repite el mismo procedimiento con el miembro contralateral.



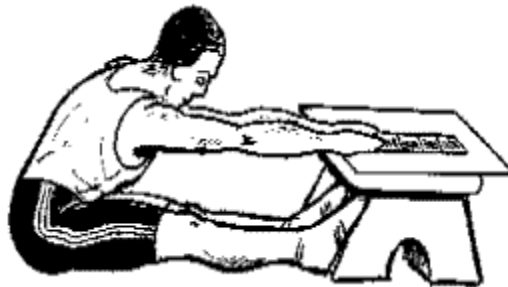
*Imagen 5. Test de Slump (Fuente: Davis et al. 2008).*

#### **4. Wells y Dillon o Sit and Reach:**

Creado en 1952, sirve para evaluar la flexibilidad en el movimiento de flexión de tronco. Mide la flexibilidad y elasticidad de los músculos localizados en la parte inferior de la espalda y los isquiotibiales <sup>(37)</sup>.

Mide la amplitud del movimiento en término de centímetros. Se utiliza un cajón de madera de 35 cm. y sobre éste se encuentra plasmada una escala de graduación numérica. El cero de la misma coincide exactamente con el punto donde se apoyan los pies en el

cajón. Desde la posición de sentado, con piernas juntas y extendidas, deberá flexionar el tronco y procurar con ambas manos hacia el frente, lograr el mayor rendimiento posible (Imagen 6). Conforme el ejecutante se aleja de cero, los centímetros logrados se consideran con un signo positivo. Si, por el contrario, la persona no alcanza la punta de los pies, se marcan los centímetros que faltan para el cero, pero con un signo negativo. <sup>(32)</sup> Para los valores normales se toma en consideración que: valores superiores en mujeres mayor a +30 cm., excelente de +30 a +21 cm., buena de +20 a +11 cm., promedio de +10 a +1 cm., deficiente de 0 a -7 cm., pobre de -8 a -14 cm. y muy pobre con valores menores a -15 cm.



*Imagen 6. Test Wells y Dillon / Sit and Reach.*

## **5. Fuerza de miembros inferiores:**

Para cuantificar la fuerza de los miembros inferiores existen tres tipos de salto que se realizan mediante una plataforma de salto confeccionada para tal fin:

### **a) Squat Jump (SJ):**

El orden de los pasos a seguir son los siguientes: subir a la plataforma de salto, conseguir una flexión de rodillas de 90°, manos en las caderas y tronco erguido, ángulo de las piernas al despegar de 180° y caída con los pies en hiperextensión (Imagen 7) <sup>(38)</sup>.

El salto debe realizarse sin contramovimiento (sin ejecutar movimiento hacia abajo al comenzar el salto) y sin la ayuda de los brazos, así el individuo realizará solo una contracción concéntrica y no el ciclo estiramiento-acortamiento. La elevación alcanzada es producto de la velocidad de despegue que alcance el individuo. Esta velocidad de despegue es dependiente de la fuerza explosiva que se genere en los músculos extensores de las extremidades inferiores <sup>(38)</sup>.

Las cualidades evaluadas al ejecutar el SJ son: fuerza explosiva, capacidad de reclutamiento de unidades motoras y expresión de las fibras musculares rápidas en uso. El valor normal de la media de dicho salto para mujeres es de 26,31 cm. de altura con una desviación estándar de  $\pm 4,47$  cm. <sup>(38)</sup>.



*Imagen 7. Salto Squat Jump (SJ).*

**b) Abalakov (AB):**

Es un salto vertical en el lugar con contramovimiento libre e influencia de los brazos, como puede observarse en la imagen número 8. Es utilizado para cuantificar la influencia "coordinativa". El valor normal de la media de dicho salto para mujeres es de 33,49 cm. con una desviación estándar de  $\pm 5,30$  cm. <sup>(38)</sup>.



*Imagen 8. Salto Abalakov (AB).*

**c) Drop Jump (DJ):**

Es un salto desde una altura inicial de caída determinada. Durante el contacto con el piso se produce la amortiguación excéntrica y el despegue concéntrico para volver a caer en el punto de despegue (Imagen 9). Este tipo de salto es utilizado para cuantificar los trabajos pliométricos <sup>(38)</sup>. El valor normal de la media de dicho salto para mujeres es de 36,4 cm. <sup>(39)</sup>.



*Imagen 9. Salto Drop Jump (DJ).*

## **6. Test de 1000 metros caminando:**

Este test tiene como fin estimar la capacidad cardiorrespiratoria (aérobica) de una persona. Es ideal que el cuerpo se encuentre en reposo para medir la frecuencia cardíaca basal. Se sugiere no fumar ni beber café o té por lo menos dos horas antes del test. También se recomienda no realizar actividad física excitante el día anterior. El recorrido debe ser exacto 1000 metros evitando subidas o bajadas.

El test consiste en completar los 1000 metros caminando en el menor tiempo posible. Se debe controlar el tiempo que lleva cubrir la distancia con un cronómetro, luego tomar el pulso en la arteria carótida con los dedos índice y medio presionando ligeramente sobre la arteria, contando los latidos durante quince segundos y multiplicando el resultado por cuatro. De ese modo se obtendrá el número de latidos por minuto.

A continuación, se exponen los valores normales para mujeres entre 20 a 30 años de edad, tomando como referencia el tiempo que le tomó a la persona realizar la prueba, donde la capacidad cardiorrespiratoria puede ser: alta (<10min), regular (10-12min) o baja (>12min) <sup>(32)</sup>.

## **7. Fuerza resistencia:**

Las pruebas utilizadas para medir la resistencia muscular de miembros superiores han abarcado una variedad de levantamiento repetido, pruebas (pesas libres o máquinas) y pruebas de repetición máxima. Las flexiones de brazo (push-up) son el ejercicio más común para dicho objetivo. Una revisión de las pruebas push-up indica buenos coeficientes de fiabilidad que varían de 0.76 a 0.83.23. No existe una medida fisiológica estándar de oro para medir la fuerza muscular <sup>(40)</sup>.

Las flexo-extensiones de brazos son consideradas un ejercicio común para entrenar la fuerza y el poder de la parte superior del cuerpo <sup>(41)</sup>. En primer lugar, se debe comenzar con una entrada en calor, elongando los hombros y tríceps. Las flexo-extensiones pueden realizarse de dos maneras diferentes dependiendo el tipo de sexo. Los hombres (imagen 10) deben colocarse sobre el piso boca abajo, con los codos estirados y las manos abiertas de acuerdo con el ancho de los hombros, el peso descansa sobre las manos y las

puntas de los pies. El cuerpo debe subir y bajar bien derecho, sin apoyar ninguna parte en el piso y deberá realizar el mayor número de repeticiones posibles. Para las mujeres (imagen 11) existe una variación del ejercicio anterior, del cual difiere en que el peso descansa sobre las manos y las rodillas. Deberá completar tantas flexiones como sea posible y registrar el número total de repeticiones de cuerpo entero <sup>(32)</sup>.



*Imagen 10. Push-up para hombres.*

*Imagen 11. Push-up para mujeres.*

En cuanto a los valores de referencia, la tabla número 1 y 2, proporcionan puntajes estándares en la prueba de flexiones modificadas para las mujeres y en las flexiones de cuerpo entero para los hombres, respectivamente <sup>(42)</sup>.

Mujeres	+ 25 años	+ 45 años	+ 60 años
Buena	>25 repeticiones	>20 repeticiones	>15 repeticiones
Regular	15-24	10-19	5-14
Baja	<15	<10	<5

*Tabla 1. Valores de referencia en prueba Push-up para mujeres.*

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---

Hombres	+30 años	+ 45 años	+60 años
Buena	>30 repeticiones	>20 repeticiones	>10 repeticiones
Regular	29-20	19-10	9-5
Baja	<20	<10	<5

*Tabla 2. Valores de referencia en prueba Push-up para hombres.*



#### **IV. JUSTIFICACIÓN**

La evidencia científica y diversa bibliografía muestra la existencia de numerosos beneficios a nivel de la salud que conlleva la realización de un entrenamiento funcional de alta intensidad tipo “Crossfit”.

La actividad física es un estilo de vida que debemos conservar, promover y fortalecer. Debemos movilizarnos para prevenir el síndrome del sedentarismo (artrosis, enfermedad cardiovascular, obesidad, dislipidemia y diabetes) y el conjunto de enfermedades crónicas.

Nuestro objetivo es educar a la población sobre los beneficios que conlleva la actividad física regular sobre diversos factores y el estado de salud, donde la mejor medicina para éste es aquella que ayuda a conservarlo y esa es la medicina preventiva.

Realizar ejercicio provee una gama de experiencias agradables, nos hace sentir bien, mejora la salud mental y mejora la autoestima. El ejercicio de resistencia posee numerosos beneficios para la salud, que incluyen: reducción del peso, pérdida de adiposidad e incremento de la masa libre de grasa, aumento del gasto energético y del consumo de oxígeno, reducción de la resistencia a la insulina, disminución de triglicéridos y aumento del colesterol-HDL.

En este trabajo se ponen en evidencia los diversos cambios producidos en el individuo en cuanto a flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria mediante la realización de un entrenamiento intervalado de alta intensidad. Estos datos serán de utilidad para aquellos profesionales involucrados tanto en la prevención como también en la rehabilitación de patologías o lesiones relacionadas con el sedentarismo cuyo objetivo terapéutico sea mejorar u optimizar dichas capacidades, pudiendo utilizar este método de entrenamiento para tal fin. También es de gran utilidad para futuros investigadores interesados en estudiar en profundidad las variables estipuladas.

## **V. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Criterios de inclusión y exclusión:**

Para la selección del caso en estudio el individuo seleccionado no debía haber practicado este tipo de entrenamiento con anterioridad. Se tuvo en cuenta una persona joven y sana entre 20 y 25 años de sexo femenino sin antecedentes clínicos de importancia, que actualmente no se encuentre practicando ninguna otra actividad y que pueda asistir a 3 (tres) sesiones de entrenamiento por semana durante 3 (tres) meses.

### **Tipo de estudio:**

El presente trabajo se trata de un estudio de caso, de tipo descriptivo llevado a cabo sobre una unidad de observación, que suele servir para el inicio de programas de investigación más amplios y representativos.

Se llevó a cabo en un gimnasio en la ciudad de Reconquista, provincia de Santa Fe, que cuenta con entrenadores nivel 1 y 2 de HIFT (High Intensity Functional Training) quienes diseñan las rutinas de los participantes (Anexo 2). El establecimiento brinda un espacio con características similares a los boxes de entrenamiento tradicional de Crossfit.

En cuanto a las fuentes bibliográficas se realizó una revisión de distintos artículos consultando PubMed, Bireme, Medline, Google Académico, para explicar los resultados obtenidos en periodos de publicación de 1990 a 2018.

Las palabras claves mencionadas a continuación nos arrojaron los artículos necesarios para realizar la Tesina:

- **Términos MeSH:**

Training.

Hight Intensity Interval Training.

Pliability.

Range of Motion, Articular.

Muscle strength.

Exercise Test.

- Términos DeCS:

Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad.

Docilidad.

Rango de movimiento.

Fuerza muscular.

Prueba de Esfuerzo.

- Términos libres:

Resistencia muscular.

Capacidad cardiorrespiratoria.

## **VI. Evaluación inicial:**

Para llevar a cabo dicho estudio, previamente se conversó con la participante para informarle en qué consistía dicho estudio, donde se le pidió leer atentamente y firmar el consentimiento informado (Anexo 1).

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dicho gimnasio, que poseía un lugar adecuado y cómodo para realizar las pruebas. Se utilizaron instrumentos de medición y elementos como cinta métrica, goniómetro manual, cronómetro, una computadora conectada a la plataforma de salto y una camilla. La sesión inicial de evaluación fue realizada el día 04/12/17 y tuvo una duración de aproximadamente 120 minutos.

### **A. Test de Ake:**

Para iniciar con la evaluación y con el objetivo de asegurar una correcta posición de la cadera en flexión de  $90^\circ$ , se colocó una varilla en plano vertical sobre el lateral de la camilla. Se le ordenó a la persona colocarse en decúbito supino, acostado boca arriba con flexión de cadera y rodilla en  $90^\circ$ , cabeza y tronco en posición indiferente. El miembro inferior contralateral se colocó en extensión, fijándolo a la camilla (Imagen 12). Para la medición se utilizó un goniómetro ubicándolo sobre la cara lateral de la rodilla, haciendo coincidir su eje de giro con el lado de la rodilla.

A partir de allí se realizó una extensión lenta y progresiva de rodilla por parte del evaluado (Imagen 13), manteniendo la cadera en  $90^\circ$  hasta el punto en que la persona sienta dolor y malestar por la tirantez, midiendo el examinador el ángulo de extensión de rodilla que logra el examinado.

Primero se realizó la medición de la rodilla derecha dando como resultado final  $140^\circ$ , luego la rodilla izquierda cuyo resultado fue  $145^\circ$ .

Lo que se computó como medición es el ángulo que falta para la extensión completa, teniendo en cuenta que el valor  $0^\circ$  corresponde a dicha posición. A cada medición obtenida a través del goniómetro se restó a  $180^\circ$  que corresponde a la medida total del transportador.

Los resultados para ambos miembros inferiores se encuentran expuestos en la tabla número 3.



*Imagen 12. Posición inicial Test de Ake. Imagen 13. Posición final Test de Ake.*

Fecha	Rodilla evaluada/Grados	
	Derecha	Izquierda
04/12/17	40°	35°

*Tabla 3. Mediciones realizadas a través del Test de Ake.*

En función de los resultados obtenidos se pone en evidencia una cortedad marcada de los isquiotibiales.

### **B. Test de Thomas Modificado:**

Para la realización de la prueba se le solicitó a la participante que se coloque en posición sedente sobre el borde de la camilla flexionando ambas caderas, quedando las rodillas sobre su abdomen. Luego, se le ordenó que deslizara su espalda sobre la camilla quedando totalmente apoyada sobre la misma sin generar una lordosis lumbar.

A partir de allí se le indicó que deje caer la pierna izquierda hacia el suelo. Se controló que no se produzca una lordosis lumbar, es decir, que la parte baja de la espalda no se separe de la camilla (Imagen 14). En este momento se midió la extensión de cadera tomando como eje del movimiento al trocánter mayor. Una de las ramas del goniómetro se colocó de manera horizontal y paralela a la camilla y la otra siguió el eje longitudinal del muslo. Se repitió el mismo procedimiento para evaluar la pierna derecha y los resultados fueron plasmados en la tabla número 4.

Para evaluar al recto anterior del cuádriceps se trasladó el goniómetro a la articulación de la rodilla, el eje se colocó en la línea interarticular formada por los cóndilos femorales y las mesetas tibiales. Se realizaron mediciones tanto para la pierna izquierda como para la derecha, cuyos resultados pueden apreciarse en la tabla número 5.



*Imagen 14. Posición Test de Thomas Modificado.*

Fecha	Pierna evaluada/Mediciones	
	Derecha	Izquierda
04/12/17	-7°	-8°

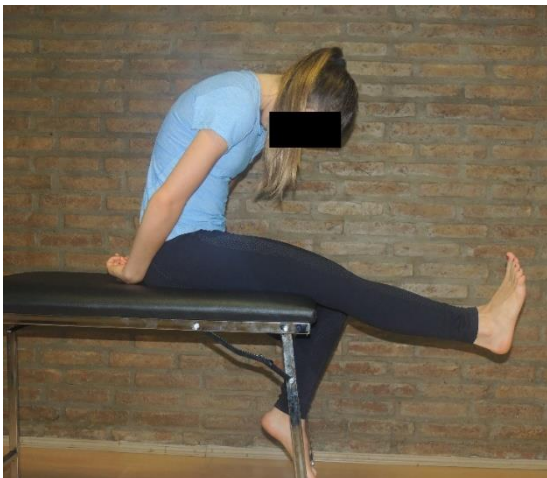
*Tabla 4. Mediciones realizadas utilizando el Test de Thomas Modificado para flexibilidad del psoas ilíaco.*

Fecha	Pierna evaluada/Mediciones	
	Derecha	Izquierda
04/12/17	100°	105°

*Tabla 5. Mediciones realizadas utilizando el Test de Thomas Modificado para flexibilidad del recto anterior del cuádriceps.*

**C. Test de Slump:**

Se le solicitó a la participante que se coloque en posición de sedestación con las manos detrás de la espalda, se realizó una flexión cervical, luego cervicodorsal y dorsolumbar. A continuación, se le solicitó que extienda la rodilla derecha y después una flexión dorsal de tobillo (Imagen 15). La participante describió subjetivamente su sensación de dolor y luego se le ordenó que extienda la cabeza (Imagen 16). En este momento, indicó que el dolor permaneció a pesar de haber disminuido la tensión neural al extender la cabeza, lo cual indicaría una tensión puramente muscular. Se repitió el mismo procedimiento con el miembro contralateral y se evidenció también una tensión muscular.



*Imagen 15. Posición inicial Test de Slump.*



*Imagen 16. Posición final Test de Slump.*

**D. Test de Wells y Dillon:**

Para comenzar la prueba se realizó una entrada en calor o estiramiento, indicando a la persona ejercicios de elongación. Luego se le pidió que se ubique en posición sedente en el piso con las caderas flexionadas y las rodillas extendidas, las plantas de los pies se colocan planas sobre el cajón (35 cm de alto). Ambas rodillas deben estar en contacto con el suelo y las manos en la parte superior del cajón con las palmas hacia abajo, una junto a la otra. La posición descrita fue controlada por el investigador quien en primer momento realiza una demostración de dicha situación para asegurarse que el participante haya comprendido la instrucción.

Luego se le indicó a la persona que incline el tronco hacia adelante deslizando sus manos y brazos a lo largo de la línea de medición del cajón lo más lejos posible. El estiramiento se produjo de manera suave y controlada (Imagen 17). Se realizaron 8 intentos del sujeto alcanzando y sosteniendo la posición por dos-tres segundos mientras la distancia se registró en la planilla.

De las 8 mediciones se registró la mejor marca en la grilla (Tabla 6) que fue -10 cm., que representa un valor pobre en cuanto a los valores de referencia.



*Imagen 17. Test de Wells y Dillon.*



N° Repetición/Fecha	Medida	Valoración
1°/ 04/12/17	-11 cm.	Pobre
2°/ 04/12/17	-12 cm.	Pobre
3°/ 04/12/17	-13 cm.	Pobre
4°/ 04/12/17	-10 cm.	Pobre
5°/ 04/12/17	-10 cm.	Pobre
6°/ 04/12/17	-11 cm.	Pobre
7°/ 04/12/17	-13 cm.	Pobre
8°/ 04/12/17	-10 cm.	Pobre

*Tabla 6. Mediciones tomadas a través del Test de Wells y Dillon.*

### **E. Fuerza de miembros inferiores:**

La valoración de la fuerza de miembros inferiores se realizó a través de la utilización de una plataforma de salto confeccionada para cuantificar la altura de los saltos en centímetros. Existen 3 (tres) tipos de salto que fueron realizados por el individuo para tal fin.

#### **1. Squat Jump (SJ):**

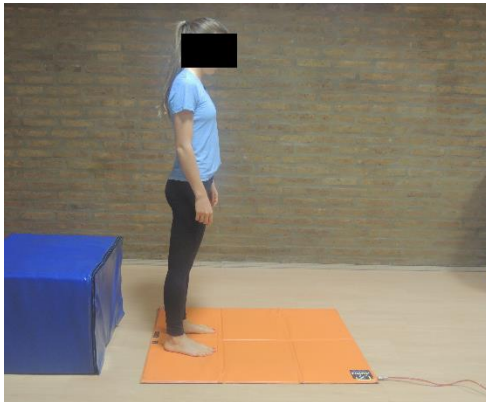
Se le ordenó a la participante que suba a la plataforma de salto, que realice una flexión de rodillas de 90° con las manos en las caderas y el tronco erguido (Imagen 18). Luego se le solicitó que mantenga un ángulo de las piernas al despegar de 180° y que caiga con los pies en hiperextensión, sin ejecutar movimiento hacia abajo al comenzar el salto y sin la ayuda de los brazos.



*Imagen 18. Posición inicial Squat Jump.*

## **2. Abalakov (AB):**

Se le indicó a la participante que realizara un salto vertical en el lugar con contramovimiento libre e influencia de los brazos (Imagen 19 y 20).



*Imagen 19. Posición 1 Abalakov.*



*Imagen 20. Posición 2 Abalakov.*

### **3. Drop Jump (DJ):**

Se le indicó al sujeto que realice el salto desde una altura inicial, representada por un cajón de 35 cm. de altura (Imagen 21), luego que ejecute una amortiguación en la alfombra (Imagen 22) y a continuación que efectúe un despegue de tipo concéntrico (Imagen 23).



*Imagen 21. Posición 1 Drop Jump.*



*Imagen 22. Posición 2 Drop Jump.*



*Imagen 23. Posición 3 Drop Jump.*

Se realizaron 3 pruebas simultáneas de cada salto, obteniendo un valor promedio de cada uno y se registró la altura en centímetros, como puede observarse en la tabla número 7.

Fecha/Tipo de salto	Resultado promedio
04/12/17 /Squat Jump	22,9 cm.
04/12/17 /Abalakov	28,2 cm.
04/12/17 /Drop Jump	28,2 cm.

*Tabla 7. Resultados de las mediciones realizadas a través de la plataforma de salto Axon Jump.*

**F. Capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica):**

La capacidad cardiorrespiratoria se midió a través del Test de 1000 metros caminando. Se le ordenó a la participante que caminara 1000 metros sobre una calle recta lo más rápido posible. Se midió el tiempo que tardó en recorrer la distancia con un cronómetro y también se tomó la frecuencia cardíaca con toma de pulso en la arteria carótida. Los resultados se exponen en la tabla número 8.

Fecha	Tiempo en realizar la prueba	Frecuencia cardíaca	Valoración
04/12/17	8 minutos	130 pulsaciones x min.	Alta

*Tabla 8. Resultado de las mediciones realizadas a través del Test de 1000 m. Caminando.*

**G. Resistencia muscular:**

La resistencia muscular fue medida mediante la realización de flexo-extensiones de brazo o también llamadas lagartijas. La participante se colocó sobre el piso boca abajo, con los codos estirados y las manos abiertas en contacto directo con la superficie de acuerdo con el ancho de los hombros, descargando el peso sobre las manos y las rodillas. Realizó

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---

la mayor cantidad de repeticiones posibles y los resultados se plasman en la tabla número 9.

Fecha	N° de Repeticiones	Valoración
04/12/17	10	Baja

*Tabla 9. Resultado de la evaluación de resistencia muscular a través de la prueba de flexo-extensiones de brazo o lagartijas.*

## **VII. Evaluación final:**

Las evaluaciones se llevaron a cabo en dicho gimnasio, que poseía un lugar adecuado y cómodo para realizar las pruebas. Se utilizaron instrumentos de medición y elementos como cinta métrica, goniómetro manual, cronómetro, una computadora conectada a la plataforma de salto y una camilla. La sesión final de evaluación fue realizada el día 04/03/18, posterior a 3 (tres) meses de haber tomado la evaluación inicial y tuvo una duración de aproximadamente 120 minutos.

### **A. Test de Ake:**

Para iniciar con la evaluación y con el objetivo de asegurar una correcta posición de la cadera en flexión de 90°, se colocó una varilla en plano vertical sobre el lateral de la camilla. Se le ordenó a la persona colocarse en decúbito supino, acostado boca arriba con flexión de cadera y rodilla en 90°, cabeza y tronco en posición indiferente. El miembro inferior contralateral se colocó en extensión, fijándolo a la camilla (Imagen 24). Para la medición se utilizó un goniómetro ubicándolo sobre la cara lateral de la rodilla, haciendo coincidir su eje de giro con el lado de la rodilla.

A partir de allí se realizó una extensión lenta y progresiva de rodilla por parte del evaluado (Imagen 25), manteniendo la cadera en 90° hasta el punto en que la persona sienta dolor y malestar por la tirantez, midiendo el examinador el ángulo de extensión de rodilla que logra el examinado.

Primero se realizó la medición de la rodilla derecha, dando como resultado final 147°, luego la rodilla izquierda cuyo resultado fue 150°.

Lo que se computó como medición es el ángulo que falta para la extensión completa, teniendo en cuenta que el valor 0° corresponde a dicha posición. A cada medición obtenida a través del goniómetro se restó a 180° que corresponde a la medida total del transportador. Los resultados para ambos miembros inferiores se encuentran expuestos en la tabla número 10.



Imagen 24. Posición inicial Test de Ake. Imagen 25. Posición final Test de Ake.

Fecha	Rodilla evaluada/Grados	
	Derecha	Izquierda
04/03/18	33°	30°

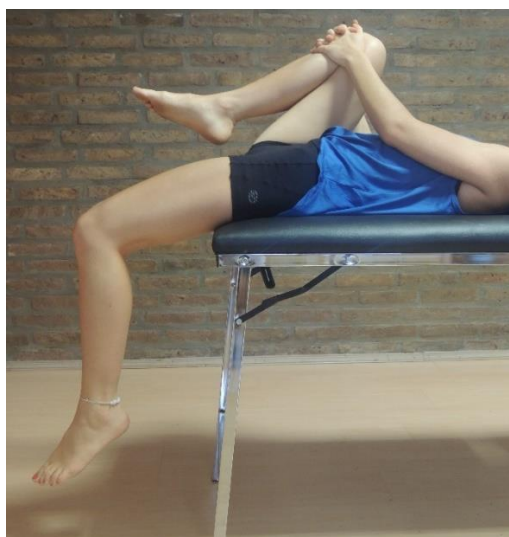
Tabla 10. Mediciones realizadas a través del Test de Ake.

### **B. Test de Thomas Modificado:**

Para la realización de la prueba se le solicitó a la participante que se coloque en sedente sobre el borde de la camilla flexionando ambas caderas, quedando las rodillas sobre su abdomen. Luego, se le ordenó que deslizara su espalda sobre la camilla quedando totalmente apoyada sobre la misma sin generar una lordosis lumbar.

A partir de allí se le indicó que deje caer la pierna izquierda hacia el suelo. Se controló que no se produzca una lordosis lumbar, es decir, que la parte baja de la espalda no se separe de la camilla (Imagen 26). En este momento se midió la extensión de cadera tomando como eje del movimiento al trocánter mayor. Una de las ramas del goniómetro se colocó de manera horizontal y paralela a la camilla y la otra siguió el eje longitudinal del muslo. Se repitió el mismo procedimiento para evaluar la pierna derecha y los resultados fueron plasmados en la tabla número 11.

Para evaluar al recto anterior de cuádriceps se trasladó el goniómetro a la articulación de la rodilla, el eje se colocó en la línea interarticular formada por los cóndilos femorales y las mesetas tibiales. Se realizaron mediciones tanto para la pierna izquierda como para la derecha, cuyos resultados pueden apreciarse en la tabla número 12.



*Imagen 26. Test de Thomas Modificado.*

Fecha	Pierna evaluada/Mediciones	
	Derecha	Izquierda
04/03/18	-10°	-10°

*Tabla 11. Mediciones realizadas utilizando el Test de Thomas Modificado para flexibilidad del psoas ilíaco.*

Fecha	Pierna evaluada/Mediciones	
	Derecha	Izquierda
04/03/18	90°	95°

*Tabla 12. Mediciones realizadas utilizando el Test de Thomas Modificado para flexibilidad del recto anterior del cuádriceps.*



**C. Test de Slump:**

Se le solicitó a la participante que se coloque en posición de sedestación con las manos detrás de la espalda, se realizó una flexión cervical, luego cervicodorsal y dorsolumbar. A continuación, se le solicitó que extienda la rodilla derecha y después una flexión dorsal de tobillo (Imagen 27). La participante describió subjetivamente su sensación de dolor y luego se le ordenó que extienda la cabeza (Imagen 28). En este momento, indicó que el dolor fue aliviado debido a la disminución de la tensión neural al extender la cabeza, lo cual indicaría una tensión exclusivamente nerviosa. Se repitió el mismo procedimiento con el miembro contralateral y se evidenció también una tensión nerviosa.



*Imagen 27. Posición inicial Test de Slump.*



*Imagen 28. Posición final Test de Slump.*

**D. Test de Wells y Dillon:**

Para comenzar la prueba se realizó una entrada en calor o estiramiento, indicando a la persona ejercicios de elongación. Luego se le pidió que se ubique en posición sedente en el piso con las caderas flexionadas y las rodillas extendidas, las plantas de los pies se colocan planas sobre el cajón (35 cm de alto). Ambas rodillas deben estar en contacto con el suelo y las manos en la parte superior del cajón con las palmas hacia abajo, una junto a la otra. La posición descrita fue controlada por el investigador quien en primer momento realiza una demostración de dicha situación para asegurarse que el participante haya comprendido la instrucción.

Luego se le indicó a la persona que incline el tronco hacia adelante deslizando sus manos y brazos a lo largo de la línea de medición del cajón lo más lejos posible. El estiramiento se produjo de manera suave y controlada (Imagen 29). Se realizaron 8 intentos del sujeto alcanzando y sosteniendo la posición por dos-tres segundos mientras la distancia se registró en la planilla.

De las 8 mediciones se registró la mejor marca en la grilla (Tabla 13) que fue -5 cm., que representa un valor deficiente en cuanto a los valores de referencia.



*Imagen 29. Test Wells y Dillon.*

Nº Repetición/Fecha	Medida	Valoración
1º/ 04/03/18	-8 cm.	Pobre
2º/ 04/03/18	-8 cm.	Pobre
3º/ 04/03/18	-6 cm.	Deficiente
4º/ 04/03/18	-5 cm.	Deficiente
5º/ 04/03/18	-7 cm.	Deficiente
6º/ 04/03/18	-5 cm.	Deficiente
7º/ 04/03/18	-5 cm.	Deficiente
8º/ 04/03/18	-5 cm.	Deficiente

*Tabla 13. Mediciones tomadas a través del Test de Wells y Dillon.*

**E. Fuerza de miembros inferiores:**

La valoración de la fuerza de miembros inferiores se realizó a través de la utilización de una plataforma de salto confeccionada para cuantificar la altura de los saltos en centímetros. Existen 3 (tres) tipos de salto que fueron realizados por el individuo para tal fin.

**1. Squat Jump (SJ):**

Se le ordenó a la participante que suba a la plataforma de salto, que realice una flexión de rodillas de 90° con las manos en las caderas y el tronco erguido (Imagen 30). Luego se le solicitó que mantenga un ángulo de las piernas al despegar de 180° y que caiga con los pies en hiperextensión, sin ejecutar movimiento hacia abajo al comenzar el salto y sin la ayuda de los brazos.



*Imagen 30. Posición inicial. Squat Jump.*

## **2. Abalakov (AB):**

Se le indicó a la participante que realizara un salto vertical en el lugar con contramovimiento libre e influencia de los brazos (Imagen 31, 32 y 33).

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---



*Imagen 31. Posición 1 Abalakov.*



*Imagen 32. Posición 2 Abalakov.*



*Imagen 33. Posición 3 Abalakov.*

### **3. Drop Jump:**

Se le indicó al sujeto que realice el salto desde una altura inicial, representada por un cajón de 35 cm. de altura (Imagen 34), luego que ejecute una amortiguación en la alfombra (Imagen 35) y a continuación que efectúe un despegue de tipo concéntrico (Imagen 36 y 37).



*Imagen 34. Posición 1 Drop Jump.*



*Imagen 35. Posición 2 Drop Jump.*



*Imagen 36. Posición 3 Drop Jump.*



*Imagen 37. Posición 4 Drop Jump.*

Se realizaron 3 pruebas simultáneas de cada salto, obteniendo un valor promedio de cada uno y se registró la altura en centímetros, como puede observarse en la tabla número 14.

Fecha/Tipo de salto	Resultado promedio
04/03/18 /Squat Jump	30,1 cm.
04/03/18 /Abalakov	34,2 cm.
04/03/18 /Drop Jump	34,2 cm.

*Tabla 14. Resultados de las mediciones realizadas a través de la plataforma de salto Axon Jump.*

**F. Capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica):**

La capacidad cardiorrespiratoria se midió a través del Test de 1000 metros caminando. Se le ordenó a la participante que caminara 1000 metros sobre una calle recta lo más rápido posible. Se midió el tiempo que tardó en recorrer la distancia con un cronómetro y también se tomó la frecuencia cardíaca con toma de pulso en la arteria carótida. Los resultados se exponen en la tabla número 15.

Fecha	Tiempo en realizar la prueba	Frecuencia cardíaca	Valoración
04/03/18	7,24 minutos	135 pulsaciones	Alta

*Tabla 15. Resultado de las mediciones realizadas a través del Test de 1000 m. Caminando.*

**G. Resistencia muscular:**

La resistencia muscular fue medida mediante la realización de flexo-extensiones de brazo o también llamadas lagartijas. La participante se colocó sobre el piso boca abajo, con los codos estirados y las manos abiertas en contacto directo con la superficie de acuerdo con el ancho de los hombros, descargando el peso sobre las manos y las rodillas. Realizó la mayor cantidad de repeticiones posibles y los resultados se plasman en la tabla número 16.

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---

Fecha	N° de Repeticiones	Valoración
04/03/18	20	Regular

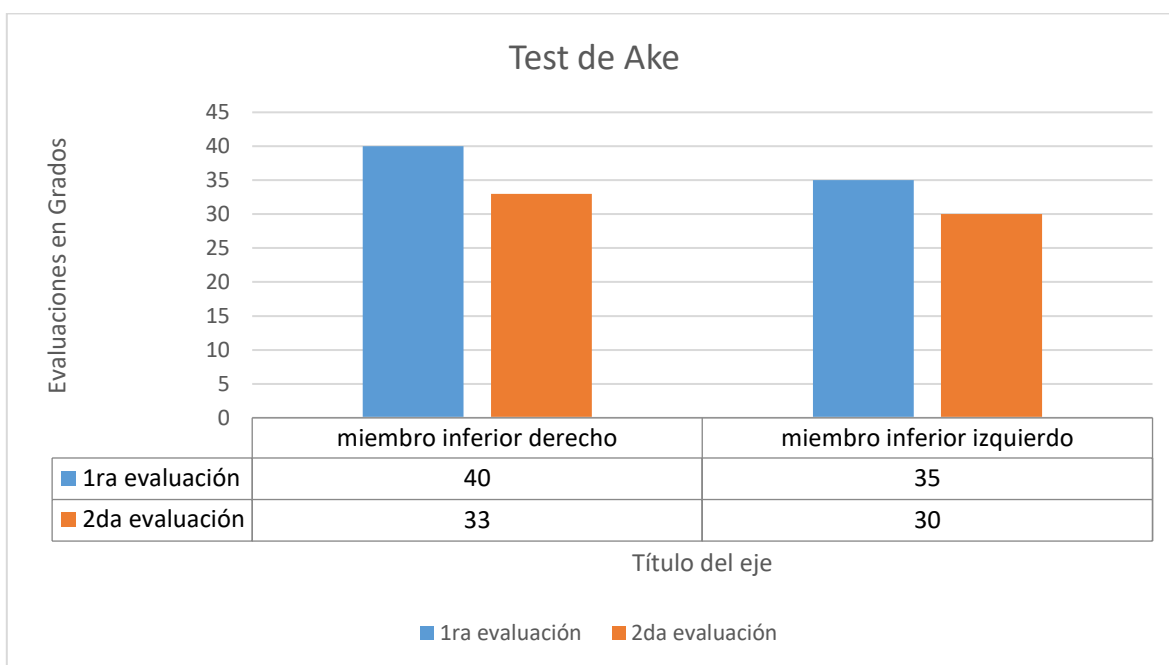
*Tabla 16. Resultado de la evaluación de resistencia muscular a través de la prueba de flexo-extensiones de brazo o lagartijas.*



## VIII. RESULTADOS

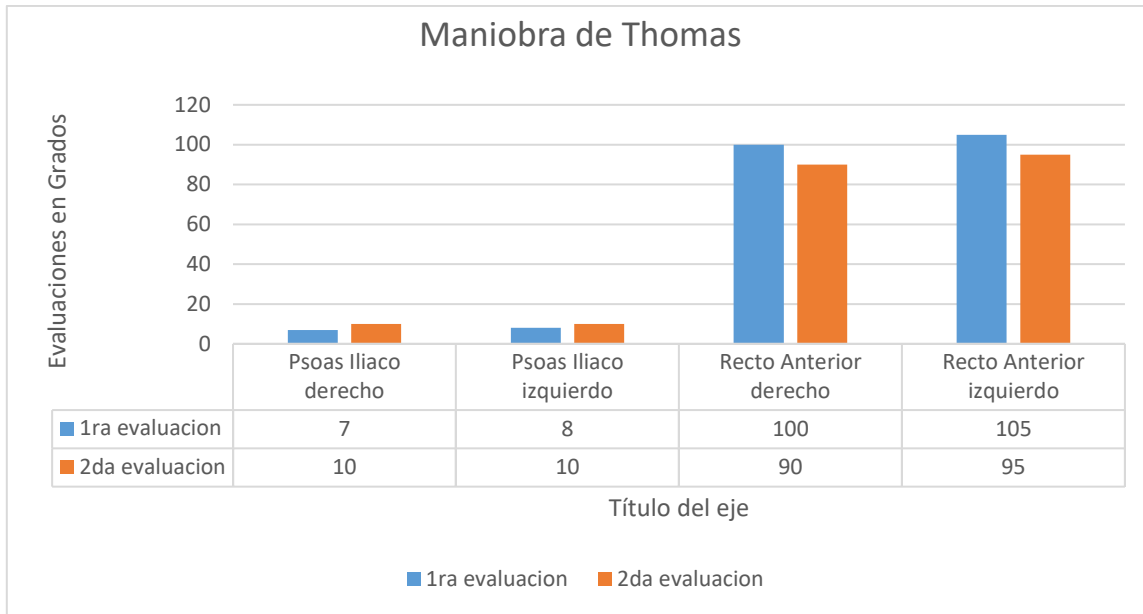
Los resultados obtenidos a través de los test utilizados en las mediciones realizadas el 04/12/17 (previo al entrenamiento) y el 04/03/18 (posterior a 3 meses de entrenamiento) evidencian las siguientes modificaciones:

En cuanto a la flexibilidad evaluada a partir del Test de Ake se observa una ganancia de extensión de la pierna, evidenciándose a partir del ángulo que falta para la extensión de la rodilla. El valor de medición se le restó a 180° para obtener el ángulo poplíteo y se obtuvo una ganancia de 7° para la pierna derecha y 5° para la izquierda (40°-33° y 35°-30° respectivamente).

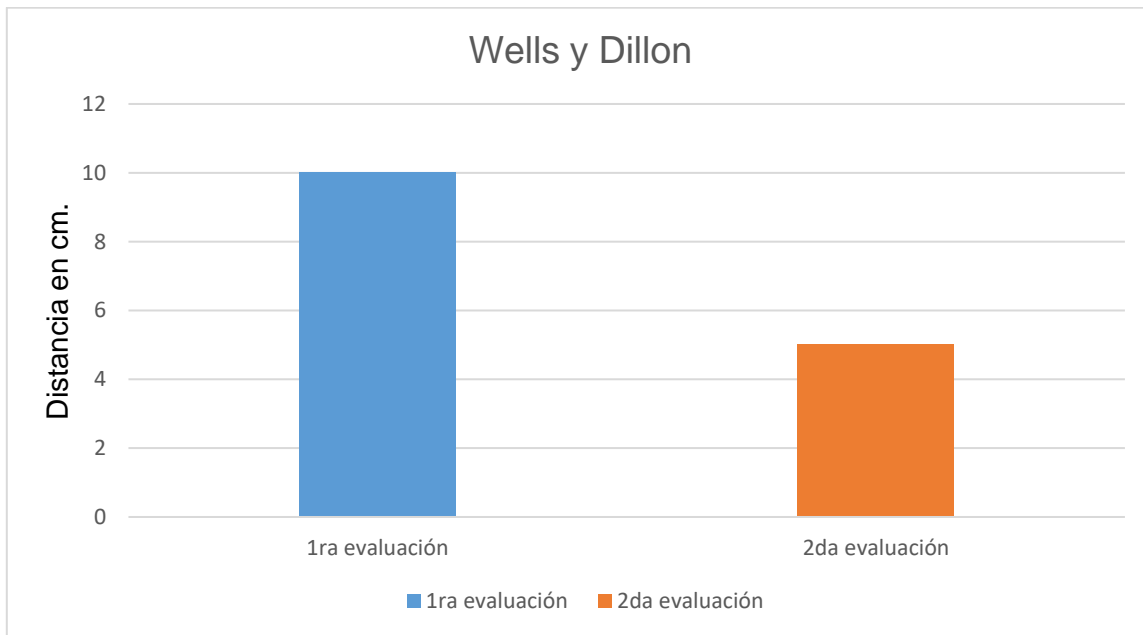


Según las mediciones obtenidas a partir del Test de Thomas Modificado, los resultados de la flexibilidad del Psoas Ilíaco muestran una diferencia de 3° para la pierna derecha y 2° para la izquierda. La diferencia obtenida en la flexibilidad del Recto Anterior del Cuádriceps registra una mejora de 10° tanto para la pierna derecha como para la izquierda.

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

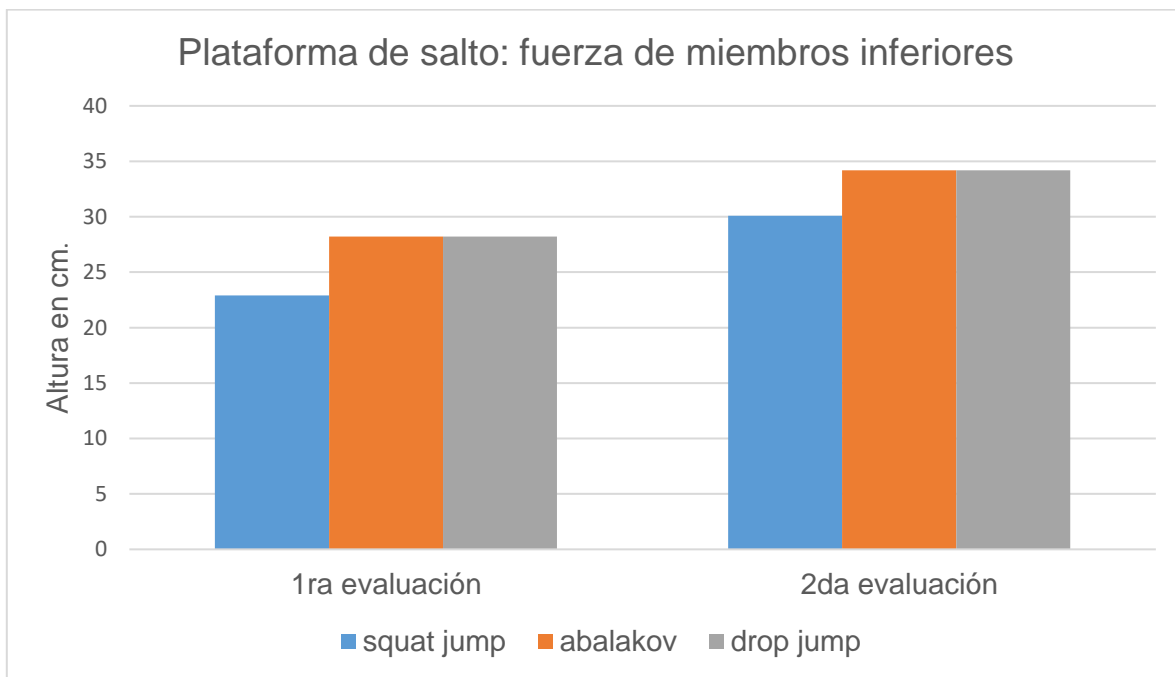


En la evaluación de la flexibilidad de la parte inferior de tronco y los Isquiotibiales mediante el test de Wells y Dillon, muestra una mejora de la flexión de tronco con un valor de -10 cm. en la evaluación inicial y de -5 cm. en la evaluación final, con una ganancia de 5 cm. de flexibilidad luego del entrenamiento.



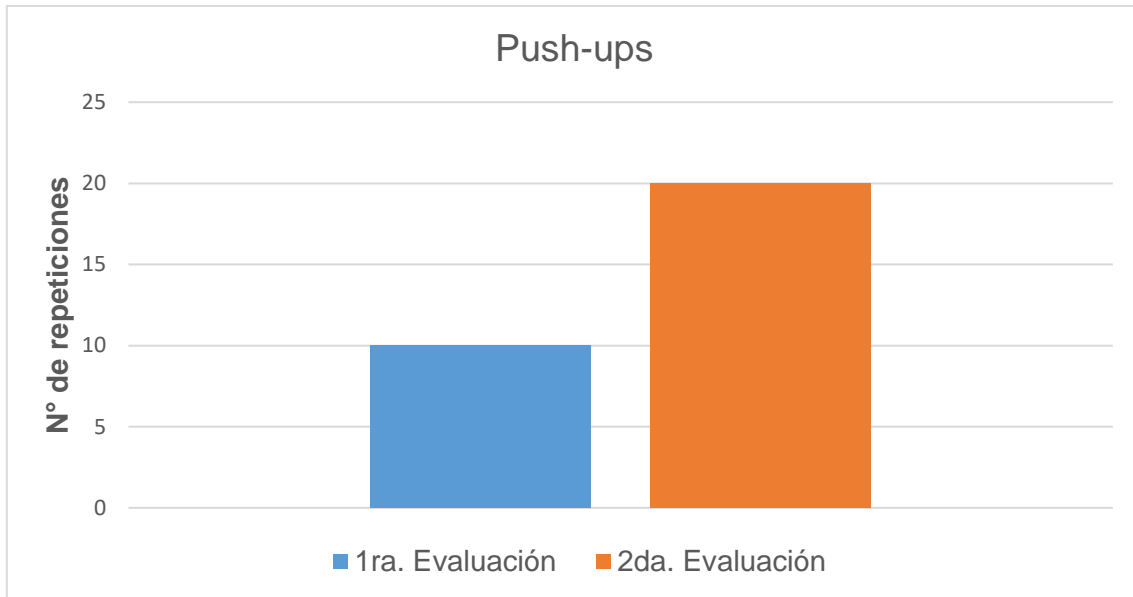
Durante la realización del Slump Test en la evaluación inicial la tensión se mantuvo a pesar de que haya disminuido la tensión neural cervical, por lo que se podría concretar como una tensión muscular y no nerviosa. Posterior al entrenamiento de 3 meses, la tensión o dolor se alivió, por lo que se podría atribuir a que la flexibilidad muscular mejoró y la tensión fue puramente nerviosa.

En la evaluación de la fuerza explosiva con la plataforma de salto mediante Squat Jump se tuvo en cuenta la altura de salto, con una mejora de 7,2 cm. Al medir la fuerza coordinativa con ayuda de los brazos (Abalakov) y la fuerza pliométrica (Drop Jump) se observó una ganancia de 6 cm. de altura de salto para ambos.

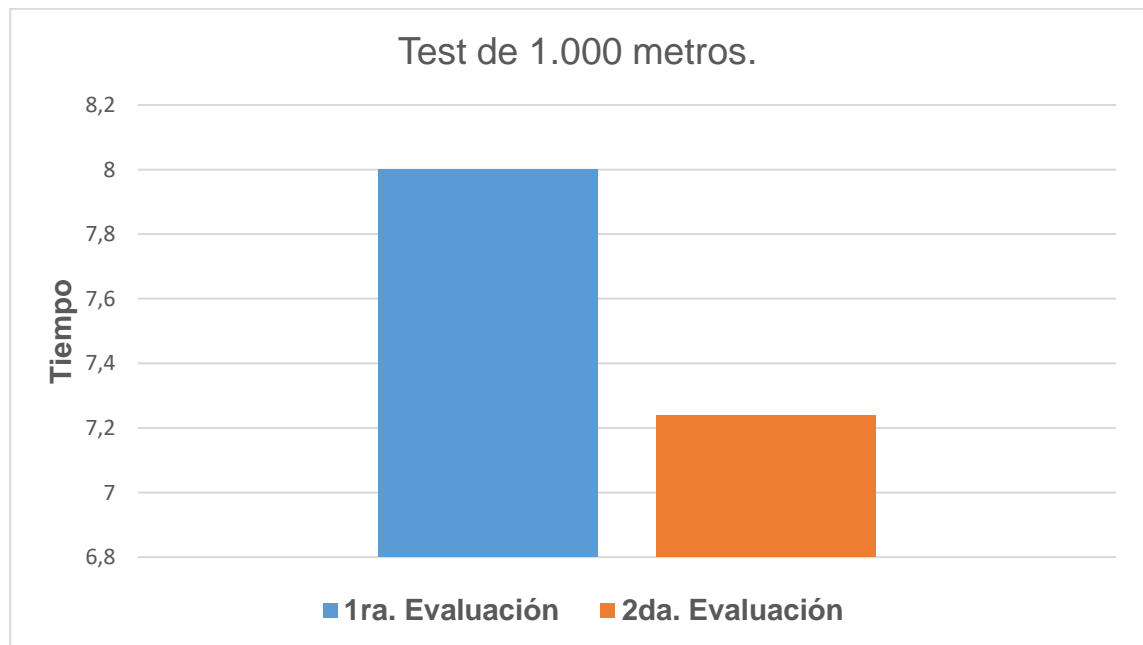


En la prueba para medir la fuerza resistente de miembros superiores mediante el número máximo de lagartijas que alcanzase, también se ha observado un mejor resultado en la evaluación final (20 repeticiones) con respecto a la inicial (10 repeticiones).

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*



Al evaluar la capacidad cardiorrespiratoria (aeróbica) mediante el test de 1000 metros caminando el tiempo realizado en la evaluación inicial fue de 8 minutos, con una frecuencia cardíaca de 130 pulsaciones por minuto. La segunda evaluación se realizó con un tiempo de 7 minutos y 24 segundos, con una frecuencia cardíaca de 135 pulsaciones por segundo. Se concluyó una mejora de 36 segundos en el tiempo después de 3 meses de entrenamiento.



## **IX. DISCUSIONES**

La presente investigación tuvo como propósito evaluar y registrar los cambios físicos que experimenta una persona luego de 3 meses de práctica de un entrenamiento de alta intensidad. Específicamente se pretendió comparar los resultados obtenidos en las evaluaciones de flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria para identificar las modificaciones producidas luego de un período de entrenamiento. En este sentido, los valores hallados en la segunda toma (evaluaciones finales) mostraron que la persona estudiada presentó un aumento de valores en cuanto a todas las variables evaluadas.

Estos hallazgos confirman lo que numerosos autores han descripto acerca de los beneficios de la modalidad de ejercicio, mostrando que un programa de entrenamiento de 12 semanas de ejercicio de alta intensidad tiene un efecto eficaz en la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria de una persona.

Para finalizar, es conveniente exponer las limitaciones presentes en este trabajo, una de ellas es el tiempo de entrenamiento que se planteó desde un comienzo (3 meses), que, si bien fue suficiente para generar cambios en las variables establecidas, un tiempo de entrenamiento aun mayor podría mostrar mejoras mayormente significativas de todos los parámetros. También podemos incluir que la flexibilidad se midió en condiciones estáticas, sin contemplar el aspecto dinámico de los movimientos que podrían haber arrojado resultados significativos. Se podría haber incluido la evaluación de la fuerza potencia de los miembros superiores y no solo la fuerza resistencia, por lo cual sería interesante incluir esto en estudios posteriores ya que podría mostrar resultados significativos. También sería bueno, la realización de futuras investigaciones que cuenten con un equipo interdisciplinario compuesto por médicos, psicólogos, nutricionistas, kinesiólogos y profesor de educación física donde se puedan contemplar cómo podrían influir el estado psicológico, alimentación, estilos de vida de la persona a evaluar, como también poder analizar datos de laboratorio (glucosas, insulina, triglicéridos, HDL, LDL) o de composición corporal (grasa, músculo).

Por último, cabe mencionar que este estudio de caso es una particularidad, por lo que no se pueden globalizar los resultados obtenidos en esta investigación. Además, a pesar de que dicho tipo de estudio carece de fiabilidad y validez, es una herramienta valiosa de investigación y su mayor fortaleza radica en que a través del mismo se mide y registra la conducta de la persona involucrada. En fin, esta metodología cualitativa consiste en la generación de una teoría que servirá como punto de partida para futuros investigadores.

## **X. CONCLUSIÓN**

Luego del análisis de los resultados obtenidos, se concluye que el presente estudio pone en evidencia los beneficios en cuanto a mejoras en las condiciones físicas de la persona como flexibilidad, fuerza de miembros inferiores, fuerza resistencia de miembros superiores y capacidad cardiorrespiratoria luego de la práctica de un entrenamiento de alta intensidad con una duración de 12 (doce) semanas; sin perder de vista que se trata de un estudio en donde no se deben generalizar los resultados, ya que su contenido se trata exclusivamente de una particularización.

Como se ha observado en los datos obtenidos en el test de Ake, el sujeto pasó de tener una cortedad marcada de isquiotibiales (mayor a 35°) a una cortedad moderada (16-34°) en las mediciones tanto iniciales como finales respectivamente.

En cuanto a flexibilidad del psoas ilíaco se encuentran por fuera de los valores de normalidad (-12°), ya que el resultado fue de -7° para el miembro inferior derecho y -8° para el izquierdo. Luego de la segunda evaluación podemos apreciar que existe una mejora de dicho valor, siendo de -10° para ambas piernas, acercándose a la normalidad (-12°).

En cuanto a la flexibilidad del recto anterior, los valores obtenidos fueron muy lejanos a los normales (52°), sin embargo, se evidenció una mejora en la toma final tanto para la pierna izquierda como para la derecha, con valores iniciales/finales de 105°-95° y 100°-90° respectivamente.

En el Test de Wells y Dillon también se pone en manifiesto una mejora considerable de la toma, de -10 a -5 cm. Analizando dichos valores con los de referencia, podemos afirmar que, al inicio comenzó dentro de la categoría pobre (de -8 a -14 cm.), avanzando luego de los 3 meses de entrenamiento a la siguiente categoría, deficiente (de 0 a -7 cm.)

Haciendo referencia al Test de 1000 metros, se puede apreciar que la frecuencia cardíaca tuvo un pequeño incremento de 130 a 135 pulsaciones por minuto en la evaluación final. Pero, sin embargo, el tiempo que le llevó a la persona realizar la prueba fue menor en

la evaluación final (de 8 a 7,24 minutos) poniendo en evidencia una mejora, aunque no significativamente importante, en la capacidad cardiorrespiratoria. Comparando el tiempo de realización de la prueba con los valores normales podemos decir que, al haber recorrido los 1000 m. en menos de 10 minutos se encuentra dentro de la categoría de capacidad aeróbica alta.

Se evidenciaron cambios significativos en cuanto a fuerza y resistencia muscular. En la prueba de fuerza-resistencia de miembros superiores (push-up o flexiones de brazos) la evaluada pudo duplicar el número de repeticiones en la evaluación final con respecto a la inicial (de 10 a 20 repeticiones). Comparando dichos valores con los de referencia, se observó que avanzó de la categoría “baja” (menos de 15 repeticiones) a “regular” (entre 15 a 24 repeticiones). La fuerza de miembros inferiores también resultó ser considerablemente beneficiada con el entrenamiento, con una mejora de 7,2 cm. para el salto Squat Jump y de 6 cm. para Abalakov y Drop Jump, llegando a igualar los valores de referencia en la evaluación final con respecto a la inicial.

Los resultados serán compartidos con la participante y contribuirán en el caso de que puedan ser utilizados como evidencia en investigaciones de mayor escala.

La evaluación de las cualidades físicas: flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en la práctica del entrenamiento de tipo HIIT, es un tema en el cual aún hacen falta mayores evidencias teóricas y empíricas por lo que se considera de suma importancia alentar y avanzar en la producción de conocimientos científicos sobre el tema.



## **XI. ANEXOS**

### **A. Anexo 1:**

#### **Consentimiento informado para participante de investigación:**

El propósito de esta ficha de consentimiento es proveer al participante en esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participante.

La presente investigación es conducida por Burguener Agustina y Dacci Corina, estudiantes de la carrera de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría del Instituto Universitario del Gran Rosario. La meta de este estudio es realizar el seguimiento de una persona que se inicia en el entrenamiento funcional de alta intensidad, para evaluar los cambios físicos que se generan (fuerza, fuerza resistencia, flexibilidad y cambios cardiorrespiratorios) en un plazo de tres meses de entrenamiento con una asistencia de 3 veces por semana. También evaluar mediante diferentes métodos, previo y posteriormente al ciclo de entrenamiento y analizar los cambios en las variables con la práctica de esta disciplina.

Si usted accede a participar en este estudio, se le pedirá colaborar en las evaluaciones a realizar. Esto tomará aproximadamente 120 (ciento veinte) minutos de su tiempo para cada sesión de evaluación, que se realizarán en 2 (dos) sesiones. Asimismo, se tomarán fotografías durante las evaluaciones, de modo que el investigador pueda transcribir después la información obtenida.

La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación.

Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él. Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

Desde ya le agradecemos su participación.

Acepto participar voluntariamente en esta investigación, conducida por Burguener Agustina y Dacci Corina, estudiantes de la carrera Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría del Instituto Universitario del Gran Rosario. Los objetivos de este estudio son: realizar el seguimiento de una persona que se inicia en el entrenamiento funcional de alta intensidad, para evaluar los cambios físicos que se generan (fuerza, fuerza resistencia, flexibilidad y cambios cardiorrespiratorios) en un plazo de tres meses de entrenamiento con una asistencia de 3 veces por semana. También evaluar mediante diferentes métodos, previo y posteriormente al ciclo de entrenamiento y analizar los cambios en las variables con la práctica de esta disciplina.

Me han indicado también que tendré que disponer de 120 (ciento veinte) minutos de mi tiempo para realizar cada sesión de evaluación en el gimnasio.

Reconozco que la información que yo provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de los de este estudio sin mi consentimiento. He sido informado de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin que esto acarree perjuicio alguno para mi persona. De tener preguntas sobre mi participación en este estudio, puedo contactar a Burguener, Agustina (agusbargue15@hotmail.com) y Dacci, Corina (coridacci@hotmail.com).

Entiendo que puedo pedir información sobre los resultados de este estudio cuando éste haya concluido. Para ello, puedo contactar a las direcciones de correo electrónico anteriormente mencionadas.

Mi firma en este documento, significa que he decidido participar después de haber leído y comprendido la información presentada en esta hoja de consentimiento informado y que he recibido una copia de este documento.

-----

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

---

Nombre del Participante

Firma del Participante

Fecha

*“Efectos del entrenamiento de alta intensidad sobre la flexibilidad, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria en sujeto joven que se inicia en la actividad física”*

**B. Anexo 2:**

	<b>Lunes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Viernes</b>
<b>Warm up + Core</b> (10'-20')	400 mts. Run 10 front + backward + side Lunges 10 Roll + Squat  20" V-ups + 10" pause. 20" Factor X twist + 10" pause. 20" Sit ups plate + 10" pause. 20" Superman + 10" pause.	20 Arm Circles 15 Isometric Squat 10 Cossack Squat mobility 10 Shinbox Switch  20" Plank to push up + 10" pause. 20" Bicycle + 10" pause. 20" Spiderman + 10" pause. 20" Mountain Climbers + 10" pause.	20 Jumping Jacks 10 Squats Jump 10 Get-Ups  20" Plank toe touch + 10" pause. 20" Plank side to side + 10" pause. 20" Twist + 10" pause. 20" Reverse plank kicks + 10" pause.
<b>Skill</b> (10'- 15')	Flexibility and mobility	Clean and Jerk (progressions)	(Strength) 5 X 5 Dead Lift
<b>W.O.D.</b> (10'-20')	<u>10-1:</u> Globet Squats Push- Ups Pull-Ups Burpess	<u>4 Rounds:</u> 400 mts. Run 21 Wall Balls 15 Toes to Bar 9 Push Ups	<u>Amrap 6 ':</u> 9 Dead Lift 6 Hang Clean 3 Push Press <u>Amrap 6 ':</u> 17 Wall balls + 7 Burpess <u>Amrap 6 ':</u> 30 Kb Swing + 50 Sit ups
<b>Vuelta a la calma (5-10')</b>			

## **XII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

1. Cassidy, S., Thoma, C., Houghton, D. y Trenell, M.I., 2017. High-intensity interval training: a review of its impact on glucose control and cardiometabolic health. *Diabetologia*, vol. 60, no. 1, pp. 7-23. ISSN 1432-0428. DOI 10.1007/s00125-016-4106-1.
2. Fader, F., 2013. Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad (HIIT) en Corredores: Consideraciones Generales - International Endurance Work Group. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 31 enero 2018]. Disponible en: <https://g-se.com/entrenamiento-de-intervalos-de-alta-intensidad-hiit-en-corredores-consideraciones-generales-1499-sa-a57cfb2721f1e3>.
3. Liu, C., Shiroy, D.M., Jones, L.Y. y Clark, D.O., 2014. Systematic review of functional training on muscle strength, physical functioning, and activities of daily living in older adults. *European Review of Aging and Physical Activity*, vol. 11, no. 2, pp. 95-106. ISSN 1813-7253, 1861-6909. DOI 10.1007/s11556-014-0144-1.
4. Glassman, G., 2017. La Guía de entrenamiento del Nivel 1. Crossfit Training. Ed. Copyright. [Consulta: 12 abril 2018]. Disponible en: [http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ\\_Level1\\_Spanish\\_Latin\\_American.pdf](http://library.crossfit.com/free/pdf/CFJ_Level1_Spanish_Latin_American.pdf).
5. Viedma, A. Entrenamiento Funcional de Alta Intensidad (Por Alex Viedma) - Physical Training and Sport. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 2 febrero 2018]. Disponible en: <https://g-se.com/entrenamiento-funcional-de-alta-intensidad-por-alex-viedma-bp-157cfb26d9e1f5>.
6. Peña, G., 2013. Generalidades del ‘HIT’ aplicado a esfuerzos cardiovasculares en los programas de salud y fitness. *EFDeportes.com, Revista Digital*. [en línea], vol. 9. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/GeneralidadesdelHITaplicadoaesfuerzosc cardiovascular esenlosprogramasdesaludyfitness.pdf>.

7. SEDICI. La Plata: Andrés Parodi; [2015, citado 09 de julio 2018]. disponible en: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60559/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/60559/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3)
8. HARBER, M.P., FRY, A.C., RUBIN, M.R., SMITH, J.C. y WEISS, L.W., 2004. Skeletal muscle and hormonal adaptations to circuit weight training in untrained men. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* [en línea], vol. 14, no. 3, pp. 176-185. [Consulta: 9 julio 2018]. ISSN 0905-7188, 1600-0838. DOI 10.1111/j.1600-0838.2003.371.x. Disponible en: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1600-0838.2003.371.x>.
9. CLAROS, J.A.V., CRUZ, M.V.Q. y BELTRÁN, Y.H., 2012. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA CONDICIÓN FÍSICA FUNCIONAL Y LA ESTABILIDAD EN ADULTOS MAYORES. *Hacia la Promoción de la Salud*, pp. 12.
10. Cruz, F.A.G., 2013. Consideraciones especiales del entrenamiento funcional en deportes. *Iatreia* [en línea], vol. 26, no. 4-S, pp. 7. [Consulta: 31 enero 2018]. ISSN 2011-7965. Disponible en: <https://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/17122>.
11. PILCH, W.B., MUCHA, D.M., PAŁKA, T.A., SUDER, A.E., PIOTROWSKA, A.M., TYKA, A.K., TOTA, Ł.M. y AMBROŻY, T., 2015. The influence of a 12-week program of physical activity on changes in body composition and lipid and carbohydrate status in postmenopausal women. *Menopausal Review* [en línea], vol. 4, pp. 231-237. [Consulta: 21 julio 2018]. ISSN 1643-8876. DOI 10.5114/pm.2015.56311. Disponible en: <http://www.termedia.pl/doi/10.5114/pm.2015.56311>.
12. AHN, N. y KIM, K., 2016. Effects of 12-week exercise training on osteocalcin, high-sensitivity C-reactive protein concentrations, and insulin resistance in elderly females with osteoporosis. *Journal of Physical Therapy Science* [en línea], vol. 28, no. 8, pp. 2227-2231. [Consulta: 21 julio 2018]. ISSN 0915-5287, 2187-5626. DOI 10.1589/jpts.28.2227. Disponible en: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/8/28\\_jpts-2016-176/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/8/28_jpts-2016-176/_article).

13. JULIAN, V., THIVEL, D., PEREIRA, B., COSTES, F., RICHARD, R. y DUCLOS, M., 2016. Improving Peripheral and Central Vascular Adjustments during Exercise through a Training Program in Adolescents with Obesity. *Obesity Facts* [en línea], vol. 9, no. 5, pp. 321-331. [Consulta: 21 julio 2018]. ISSN 1662-4025, 1662-4033. DOI 10.1159/000447456. Disponible en: <https://www.karger.com/Article/FullText/447456>.
14. High intensity aerobic interval training: history and clinical exercise physiology. [en línea], [2016]. [Consulta: 21 julio 2018]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072016000300002](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072016000300002).
15. ATEHORTÚA, D.S., GALLO, J.A., RICO, M. y DURANGO, L., 2011. Efecto de un programa de rehabilitación cardiaca basado en ejercicio sobre la capacidad física, la función cardiaca y la calidad de vida, en pacientes con falla cardiaca. *Revista Colombiana de Cardiología* [en línea], vol. 18, no. 1, pp. 25-36. [Consulta: 21 julio 2018]. ISSN 01205633. DOI 10.1016/S0120-5633(11)70163-2. Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0120563311701632>
16. Mora Fernández, M., Mora Vicente, J., González Montesinos, J.L. y Faraldo Rodríguez, F.J., 2005. Valoración de las mejoras provocadas en la capacidad aeróbica en mujeres sedentarias tras un programa de ejercicios. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte / International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport* [en línea], vol. 5, no. 17. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 1577-0354. Disponible en: <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=54221999004>.
17. Secchi, J.D. y García, G.C., 2013. Aptitud física cardiorrespiratoria y riesgo cardiometabólico en personas adultas jóvenes. *Revista Española de Salud Pública* [en línea], vol. 87, no. 1, pp. 35-48. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 1135-5727. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1135-57272013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1135-57272013000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
18. García, G., María, A., Ramos Bermúdez, S. y Aguirre, O.D., 2016. Scientific Quality of Field Tests to Calculate VO<sub>2</sub>max: Systematic Review. *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 14, no. 2, pp. 247-260. ISSN 1692-7273. DOI 10.12804/revsalud14.02.2016.09.

19. Huerta Ojeda, Á., Galdames Maliqueo, S., Cataldo Guerra, M., Barahona Fuentes, G., Rozas Villanueva, T., Cáceres Serrano, P., Huerta Ojeda, Á., Galdames Maliqueo, S., Cataldo Guerra, M., Barahona Fuentes, G., Rozas Villanueva, T. y Cáceres Serrano, P., 2017. Efectos de un entrenamiento intervalado de alta intensidad en la capacidad aeróbica de adolescentes. *Revista médica de Chile* [en línea], vol. 145, no. 8, pp. 972-979. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 0034-9887. DOI 10.4067/s0034-98872017000800972. Disponible en: [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0034-98872017000800972&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0034-98872017000800972&lng=es&nrm=iso&tlng=pt).
20. Alarcón Hormazábal, M., Delgado Floody, P., Castillo Mariqueo, L., Thuiller Lepelegy, N., Bórquez Becerra, P., Sepúlveda Mancilla, C. y Rebolledo Quezada, S., 2016. Efectos de 8 semanas de entrenamiento intervalado de alta intensidad sobre los niveles de glicemia basal, perfil antropométrico y VO<sub>2</sub> máx de jóvenes sedentarios con sobrepeso u obesidad. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], vol. 33, no. 2, pp. 284-288. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 0212-1611. DOI 10.20960/nh.104. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0212-16112016000200015&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112016000200015&lng=es&nrm=iso&tlng=es).
21. Waeber, B., Burnier, M., Nussberger, J. y Brunner, H.R., 1990. Trials using a crossover design and ambulatory blood pressure recordings to determine the efficacy of antihypertensive agents in individual patients. *Journal of Hypertension. Supplement: Official Journal of the International Society of Hypertension*, vol. 8, no. 4, pp. S37-41. ISSN 0952-1178.
22. Alfonso J. Cruz-Jentoft, 2010. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis / Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. Vol. 39, Número 4 pp 412–423. [Consulta: 13 enero 2018]. Disponible en: [http://www.sarcopenia.es/pdf/age\\_and\\_ageing.pdf](http://www.sarcopenia.es/pdf/age_and_ageing.pdf).
23. Colón, P., J, C., Sánchez Collado, P. y Cuevas, M.J., 2014. Beneficios del entrenamiento de fuerza para la prevención y tratamiento de la sarcopenia. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], vol. 29, no. 5, pp. 979-988. [Consulta: 26 febrero 2018]. ISSN 0212-1611. DOI 10.3305/nh.2014.29.5.7313. Disponible en:



[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S021216112014000500004&lng=es&nrm=iso&tIng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S021216112014000500004&lng=es&nrm=iso&tIng=es).

24. Deschenes, M.R., 2004. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, vol. 34, no. 12, pp. 809-824. ISSN 0112-1642.

25. Lexell, J., 1995. Human aging, muscle mass, and fiber type composition. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, vol. 50 Spec No, pp. 11-16. ISSN 1079-5006.

26. Silventoinen, K., Magnusson, P.K.E., Tynelius, P., Batty, G.D. y Rasmussen, F., 2009. Association of body size and muscle strength with incidence of coronary heart disease and cerebrovascular diseases: a population-based cohort study of one million Swedish men. *International Journal of Epidemiology*, vol. 38, no. 1, pp. 110-118. ISSN 1464-3685. DOI 10.1093/ije/dyn231.

27. Jang, Y.C. y Van Remmen, H., 2011. Age-associated alterations of the neuromuscular junction. *Experimental Gerontology*, vol. 46, no. 2-3, pp. 193-198. ISSN 1873-6815. DOI 10.1016/j.exger.2010.08.029.

28. Luff, A.R., 1998. Age-associated changes in the innervation of muscle fibers and changes in the mechanical properties of motor units. *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 854, pp. 92-101. ISSN 0077-8923.

29. Wolfe, R.R., 2006. The underappreciated role of muscle in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 84, no. 3, pp. 475-482. ISSN 0002-9165.

30. Vásquez, F., Díaz, E., Lera, L., Meza, J., Salas, I., Rojas, P., Atalah, E. y Burrows, R., 2013. Efecto residual del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil. *Nutrición Hospitalaria [en línea]*, vol. 28, no. 2, pp. 333-339. [Consulta: 31 enero 2018]. ISSN 0212-1611. DOI 10.3305/nh.2013.28.2.6159. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0212-16112013000200010&lng=es&nrm=iso&tIng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112013000200010&lng=es&nrm=iso&tIng=es).

31. Srikanthan, P., Hevener, A.L. y Karlamangla, A.S., 2010. Sarcopenia exacerbates obesity-associated insulin resistance and dysglycemia: findings from the National Health

and Nutrition Examination Survey III. PloS One, vol. 5, no. 5, pp. e10805. ISSN 1932-6203. DOI 10.1371/journal.pone.0010805.

32. Sangenis, P., 2001. Mi método para estar en forma definitivamente. Bogotá, Colombia. Ed. Norma.

33. Díaz, H. y E, P., 2006. Flexibilidad: Evidencia Científica y Metodología del Entrenamiento - G-SE / Editorial Board / Dpto. Contenido. PubliCE [en línea]. [Consulta: 31 enero 2018]. Disponible en: <https://g-se.com/flexibilidad-evidencia-cientifica-y-metodologia-del-entrenamiento-789-sa-S57cfb27185532>.

34. Ayala, F., Sainz De Baranda, P., Cejudo, A. y Santonja, F., 2013. Pruebas angulares de estimación de la flexibilidad isquiosural: descripción de los procedimientos exploratorios y valores de referencia. Revista Andaluza de Medicina del Deporte [en línea], vol. 6, no. 3, pp. 120-128. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 1888-7546. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1888-754620130003000006&lng=es&nrm=iso&tIng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1888-754620130003000006&lng=es&nrm=iso&tIng=es).

35. Harvey, D., 1998. Assessment of the flexibility of elite athletes using the modified Thomas test. British Journal of Sports Medicine [en línea], vol. 32, no. 1, pp. 68-70. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 0306-3674. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1756061/>.

36. Davis, D.S., Anderson, I.B., Carson, M.G., Elkins, C.L. y Stuckey, L.B., 2008. Upper Limb Neural Tension and Seated Slump Tests: The False Positive Rate among Healthy Young Adults without Cervical or Lumbar Symptoms. The Journal of Manual & Manipulative Therapy [en línea], vol. 16, no. 3, pp. 136-141. [Consulta: 13 abril 2018]. ISSN 1066-9817. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2582423/>.

37. Di Santo, M., 1999a. Evaluación de la Flexibilidad - G-SE. PubliCE [en línea]. [Consulta: 14 abril 2018]. Disponible en: <https://g-se.com/evaluacion-de-la-flexibilidad-22-sa-h57cfb270e7243>.

38. Centeno Prada, R., 2013. Valores de Referencia para Saltos en Plataforma Dinamométrica en una Población de Andaluces. [Consulta: 13 marzo 2018]. Disponible en:

[https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/781/ramon\\_antonio\\_centeno\\_tesis.pdf?sequence=1](https://rio.upo.es/xmlui/bitstream/handle/10433/781/ramon_antonio_centeno_tesis.pdf?sequence=1).

39. Aplicación del Test de Salto DJ (Drop Jump) con Plataforma de Contacto - BioKinetics. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 13 abril 2018]. Disponible en: <https://g-se.com/aplicacion-del-test-de-salto-dj-drop-jump-con-plataforma-de-contacto-bp-M57cfb26d02ff4>.

40. Hauschild, V.D., Degroot, D.W., Hall, S.M., Grier, T.L., Deaver, K.D., Hauret, K.G. y Jones, B.H., 2017. Fitness tests and occupational tasks of military interest: a systematic review of correlations. *Occupational and Environmental Medicine*, vol. 74, no. 2, pp. 144-153. ISSN 1470-7926. DOI 10.1136/oemed-2016-103684.

41. Hinshaw, T.J., Stephenson, M.L., Sha, Z. y Dai, B., 2018. Effect of External Loading on Force and Power Production During Plyometric Push-ups. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol. 32, no. 4, pp. 1099-1108. ISSN 1533-4287. DOI 10.1519/JSC.0000000000001953.

42. Prueba de flexiones | Alto Rendimiento. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 13 marzo 2018]. Disponible en: <http://altorendimiento.com/prueba-de-flexiones/>.