**Formato de presentación de proyectos para ser sometidos ante el Comité de ética Institucional de Investigación.**

**Título: EFECTO AGUDO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO EN EL MÉTODO DE %1RM VS LOS PROVOCADOS EN UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE EL MÉTODO DE VMP SOBRE: LA VFC, BIOMARCADORES INFLAMATORIOS EN UNA POBLACIÓN DE ADULTOS JÓVENES UNIVERSITARIOS**

**Nombres y apellidos de los investigadores**

**- Felipe Ricardo Garavito Peña.** (Líder de Proyecto)

Docente Investigador Grupo GICAEDS

Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación

**- Angie Ivonne Andrea Grillo.** (Coinvestigador)

Docente Investigador Grupo GICAEDS

Facultad de Cultura Física Deporte y Recreación

**Tipo de proyecto FODEIN**

**EFECTO AGUDO DEL ENTRENAMIENTO DE FUERZA BASADO EN EL MÉTODO DE %1RM VS LOS PROVOCADOS EN UNA SESIÓN DE ENTRENAMIENTO MEDIANTE EL MÉTODO DE VMP SOBRE: LA VFC, BIOMARCADORES INFLAMATORIOS EN UNA POBLACIÓN DE ADULTOS JÓVENES UNIVERSITARIOS**

**Resumen**

**Objetivo**: Determinar los efectos agudos causados en una sesión de entrenamiento de fuerza basado en el método de %1RM vs los provocados en una sesión de entrenamiento mediante el método de VMP sobre: la VFC, biomarcadores inflamatorios en una población de adultos jóvenes.

**Metodología**: Ensayo Clínico Aleatorizado, La población estará compuesta por 40 participantes adultos jóvenes entre 18-23 años (20 hombres y 20 mujeres) que deseen participar voluntariamente en el estudio y que cumplan con los criterios de inclusión como no presentar limitaciones físicas, problemas de salud o lesiones músculo esqueléticas que pudieran afectar las pruebas, que no sean fumadores, ni estén consumiendo medicamentos o suplementos nutricionales, que realicen actividad física regular reglada, y que no hayan realizado entrenamiento de fuerza.

**Resultados Esperados**: Se espera obtener un perfil diferenciado que determine como es el comportamiento de los diferentes factores pro y antiinflamatorios que repercuten sobre el sistema nervioso autónomo desde diferentes protocolos de ejercicio. De esta manera, se pueden determinar los programas de entrenamiento más eficientes teniendo en cuenta la respuesta de carga interna frente a los estímulos estresores provocados por el entrenamiento.

**Conclusiones**: El proyecto se encuentra en fase de aprobación, por lo que, al momento no hay resultados de los cuales se puedan extraer conclusiones.

**Palabras clave:** Fuerza, velocidad media propulsiva, variabilidad cardiaca, IL6- IL10-IL13,TNF, marcadores inflamatorios

**Introducción**

La creciente demanda de programas de entrenamiento para la salud, así mismo como del perfeccionamiento en el entrenamiento deportivo, tanto a nivel escolar, recreativo como de rendimiento, exige que la planificación de los mismos sean desarrollados como estándares de orden científico.

Para el caso de la mayoría de los deportes, la explosividad hace parte integral de la mayoría de manifestaciones de juego, por lo tanto el trabajo de la fuerza enfocado sobre este indicador adquiere valiosa importancia dentro de los procesos de planificación deportiva. Dichos procesos, entonces han desarrollado sus métodos sobre porcentajes basados en la fuerza máxima, desestimando la velocidad de ejecución con la posible consecuencia de desarrollo de procesos de fatiga tempranos y de lesiones deportivas.

Así es como es importante determinar como el sistema nervioso autónomo y la respuesta inflamatoria está respondiendo a diferentes métodos de entrenamiento para poder planificar así las cargas tanto en el ejercicio físico para la salud como poder determinar los tiempos de recuperación en el alto rendimiento.

**Planteamiento del problema y pregunta de investigación.**

En el contexto del deporte la fuerza es importante en todas las disciplinas deportivas y un factor determinante del rendimiento en la mayoría de ellas, lo cual ha conducido a que en la actualidad el entrenamiento en fuerza muscular se constituya en uno de los pilares fundamentales del entrenamiento bien sea con miras al rendimiento deportivo o la condición física. En el campo de la actividad física y salud la función muscular ha sido identificada como un predictor independiente de hospitalización, discapacidad, factor de riesgo para múltiples enfermedades y muerte (1) (2).

Las acciones musculares dinámicas y la velocidad del movimiento son componentes esenciales de la producción de energía, necesaria para mantener funciones vitales y de grandes costos energéticos. Por lo tanto, el incremento de fuerza muscular junto con la velocidad componentes de la ecuación de la potencia muscular, implica una capacidad importante de la aptitud física general.

El entrenamiento para mejorar las capacidades musculares es un tema de gran importancia y a la vez muy controvertido, debido a que se han utilizado una gran variedad de métodos con diferentes aproximaciones teóricas y metodológicas (tipo de ejercicio, frecuencia, intensidad y volumen) que conducen a resultados contradictorios. González Badillo y Gorostiaga (3) indican que los métodos de entrenamiento de la fuerza se han desarrollado desde dos perspectivas la primera a un conocimiento adquirido a través de la experiencia que han tenido los entrenadores a lo largo del tiempo con los deportistas y el segundo es derivado de los estudios científicos.

De allí surge el entrenamiento a un porcentaje determinado de la 1RM, método que ha a través de diversas estudios ha aportado evidencias empíricas de sus efectos en el mejoramiento de la fuerza, sin embargo han surgido una serie de cuestionamientos como la dificultad para cuantificar y controlar de manera objetiva la carga real, las adaptaciones neuromusculares que se generan de mejor manera mediante movimientos rápidos, las lesiones por el trabajo con altos pesos y su cuestionada la incidencia para el desarrollo de la potencia.

El avance y la comprensión de los conocimientos de los aspectos mecánicos, fisiológicos y neuromusculares subyacentes a diferentes estímulos de entrenamiento de fuerza, condujo desde hace algunos años a una transformación en el paradigma del entrenamiento de la fuerza en relación con la velocidad de ejecución y la magnitud de la carga. La velocidad con que se ejecuta un movimiento en el entrenamiento en fuerza es de gran importancia debido a que es un factor determinante de la intensidad. A mayor velocidad de ejecución de una misma carga más elevada será la intensidad, lo cual tendrá efectos sobre el entrenamiento.(4). Los efectos que se producen a nivel de la estructura muscular y de la activación neuromuscular dependen del grado y tipo de estimulación que se aplique.,(4) (5, 6) aseguran que entrenar a una determinada velocidad de ejecución es más acertado y beneficioso en cuanto a ganancias de fuerza. Sin embargo estos dos tipos de entrenamiento en fuerza no solo generan efectos a nivel neuromuscular, se producen igualmente una serie de respuestas metabólicas y fisiológicas que son necesarias de observar como es el caso de los efectos cardiovasculares y los biomarcadores inflamatorios.

La variabilidad cardiaca (VFC) es una variable cardiovascular clave que se ha relacionado con la funcionalidad del sistema nervioso autónomo y la mortalidad cardiovascular. Investigaciones recientes determinan a la VFC como un indicador fisiológico del estrés durante el ejercicio y de recuperación pos ejercicio.(7) Aunque la VFC es un método prometedor y objetivo para rastrear las respuestas de los atletas, la mayoría de las investigaciones se han centrado en el entrenamiento aeróbico, y muy pocos estudios han examinado los efectos agudos y crónicos del entrenamiento de fuerza. En la revisión de la literatura se reportan pocos estudios dedicados a observar el efecto agudo que genera el entrenamiento en fuerza sobre VFC. Se identificaron dieciocho estudios basados en el en el entrenamiento con el método de %1RM y ninguno en relación con el método de VMP, o que compare el efecto agudo de estos dos métodos de entrenamientos en fuerza. Es decir se desconocen los efectos de este tipo de entrenamiento e fuerza sobre la VFC.

Por otra parte si bien es cierto se ha demostrado que el ejercicio físico regular promueve efectos antiinflamatorios en el músculo esquelético (8) existe controversia al respecto. Se ha observado que El ejercicio intenso induce un aumento de los niveles de una serie de citoquinas pro y antiinflamatorias, inhibidores de citoquinas naturales y quimiocinas. Por lo tanto, después de un ejercicio intenso se observa un incremento en los niveles plasmáticos de TNF, IL -1beta, receptores de TNF (TNF-R), IL-10, IL-8 y la proteína inflamatoria de macrófagos (MIP) -1.(9) Por ejemplo, la concentración de IL-6 puEde llegar a incrementarse hasta cien veces después de una carrera de larga duración. Existe gran cantidad de estudios sobre los efectos de ejercicio aeróbico de larga duración en el incremento de las concentraciones de IL-6; IL-10 IL-13 y NTF, pero muy pocos sobre el entrenamiento en fuerza. En el campo de la fuerza se ha los efectos del ejercicio excéntrico y concéntrico (10, 11) pero se desconocen los efectos que puede generar sobre estos marcadores inflamatorios un entrenamiento en fuerza al 80% y uno basado en la VMP.

¿Qué efectos agudos genera una sesión de entrenamiento de fuerza al 80% de 1RM vs el uno basado en la VMP sobre la VFC y los biomarcadores inflamatorios (IL6, IL10, IL13, y TNF)?

**Justificación de la investigación.**

Este proyecto aporta a la consolidación teórica y metodológica del grupo de investigación, en el tema del desarrollo de la fuerza, en los contextos de la salud y deporte. Problemática que el grupo ha venido trabajando desde hace más de diez años. El presente estudio no solo se articula a investigaciones previas realizadas por el grupo, es el resultado de la identificación de nuevos problemas de investigación que surgieron de las investigaciones anteriores: “Efectos de la velocidad de ejecución en el entrenamiento de fuerza sobre la masa muscular, la densidad ósea, la activación neuromuscular e indicadores de potencia y fuerza maxima”, proyecto que se encuentra en la fase de elaboración de dos artículos, y que fue realizado en cooperación con la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA y la Universidad Santo Tomas; “Efectos de un programa de entrenamiento de fuerza basado en % de 1RM y uno de velocidad de ejecución, sobre la potencia máxima, velocidad, salto y calidad muscular en mujeres futbolistas” del cual hay un artículo ya publicado en revista Q3 y otro que se encuentra en evaluación en una revista Q3, y dos ponencias internacionales proyecto que fue realizado en colaboración con la Universidad de Santo Tomas; “Efectos de entrenamientos de fuerza vs potencia, sobre la capacidad funcional y la calidad muscular de adultos mayores”, del cual hay dos artículos en Q3 en proceso de evaluación, y fue presentado en dos congresos internacionales y uno nacional.”Asociación entre marcadores metabólicos, composición corporal, y diferentes manifestaciones de la fuerza en adultos jóvenes”, del cual existen dos artículos publicados en revistas colombianas categorizadas en B, y dos ponencias internacionales.

Para la presente convocatoria el proyecto aporta desde la conformación de redes interinstitucionales pues se realiza en convenio con la Universidad Pedagógica Nacional (Laboratorio de Fisiología del Ejercicio) y la Universidad Nacional (Facultad de Fisioterapia, laboratorio de Equipos Comunes de Medicina). En este sentido, se abrirán espacios para el análisis de muestras biológicas, lo cual complementa la labor de los laboratorios de pruebas funcionales de la Universidad Santo Tomás y de la UPN. Finalmente, la conformación de dichas redes favorece la categorización del grupo de investigación frente a métricas colciencias.

**Objetivos**

* *General:*
* Determinar los efectos agudos causados en una sesión de entrenamiento de fuerza basado en el método de %1RM vs los provocados en una sesión de entrenamiento mediante el método de VMP sobre: la VFC, biomarcadores inflamatorios en una población de adultos jóvenes.
* Específicos:

En una población de jóvenes universitarios identificar:

Los efectos agudos sobre la VFC, IL-6; IL10 IL-13 y NTF generados por un entrenamiento basado 80%RM

Los efectos agudos sobre la VFC, IL-6; IL10 IL-13 y NTF generados por un entrenamiento basado en la VMP.

**Marco Teórico**

En la últimas dos décadas el entrenamiento en fuerza a sufrido una gran transformación cuando al concepto tradicional de intensidad determinado por un porcentaje de la 1RM, se le contrapuso la velocidad de ejecución como componente para determinar la intensidad del entrenamiento de fuerza. (5) .(12-14) (15) plantean que cuando se mueve una carga a la mayor velocidad, ésta producirá una mayor potencia y un mayor índice de trabajo, razón por la cual se afirman la intensidad del ejercicio varía con relación a la velocidad de ejecución, es decir, a mayor velocidad mayor será la intensidad y el efecto neuromuscular del entrenamiento. Por ende, cuando se realizan movimientos a menor velocidad, generan una disminución de la fuerza rápida (16). Estos estudios concluyen que la velocidad de ejecución es determinante para desarrollar y aumentar la potencia y la fuerza máxima muscular por el nivel de adaptaciones neuromusculares y estructurales que se logran en la fibra muscular, lo cual mejora sustancialmente la capacidad para movilizar cargas durante el entrenamiento. (17).

La velocidad de ejecución cambia con respecto a las cargas, en donde se evidencia que se reducirá la velocidad pico en función del aumento de la carga externa. Y el aumento de la magnitud de la carga externa será el aumento del tiempo de ejecución total de cada repetición. Se sugiere que el entrenamiento en potencia, genera una mayor activación neuronal que el entrenamiento con cargas altas. De acuerdo a lo reportado en estudios donde emplearon la medición de la actividad electromiografía integrada (EMG) parte del rendimiento mejorado de la potencia muscular podría provenir de adaptaciones neuromusculares, tales como, mayor inhibición de los músculos antagonistas, mejor contracción sinérgica del músculo, aumento en la activación de los músculos sinergistas, inhibición de los mecanismos de protección neuronal y / o una mayor excitabilidad de las motoneuronas(18) . Otro posible mecanismo de adaptación neuronal debida al entrenamiento de fuerza realizado a alta velocidad, es la frecuencia de desconexión de la unidad motora y mayor sincronización y activación de las unidades motoras. (19)

En el entrenamiento con cargas superiores al 80% del 1RM ocurre un fenómeno denominado “sticking region” o “sticking period”(20), en donde se especifica como la primera pérdida de velocidad de la barra durante la fase ascendente. Además relacionan esta región a una falta de eficiencia mecánica o fallo muscular originada a que no aplicó la aceleración suficiente (20)

El entrenamiento de fuerza genera efectos agudos y crónicos, a nivel cardiovascular y uno de los más destacados y que ha generado gran interés es la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC), por su importancia en la determinación del balance autonómico del sistema nervioso(21-23). La VFC está influenciada por cambios en el medio interno y externo como por ejemplo la temperatura, el consumo de cafeína, alcohol y la actividad física.(24)

Las variaciones en la frecuencia cardíaca pueden evaluarse por varios métodos Quizás las más sencillas de realizar son las medidas del dominio del tiempo. Con estos métodos, se determina la frecuencia cardíaca en cualquier momento o los intervalos entre complejos normales sucesivos. En un registro electrocardiográfico (ECG) continuo, se detecta cada complejo QRS y los llamados intervalos de normal a normal (NN) (es decir, todos los intervalos entre complejos QRS adyacentes resultantes de despolarizaciones del nódulo sinusal), o la frecuencia cardíaca instantánea. Las variables simples en el dominio del tiempo que pueden calcularse incluyen el intervalo NN medio, la frecuencia cardíaca media, la diferencia entre el intervalo NN más largo y el más corto, la diferencia entre la frecuencia cardíaca diurna y diurna, etc.(25) .La VFC determinada por las variaciones del tiempo de latido a latido en la frecuencia cardíaca, es el resultado del control dinámico del sistema cardiovascular gobernado por las actividades nerviosas simpáticas y parasimpáticas.(26).

Esta medida no invasiva ha atraído un gran interés debido a su correlación significativa del estado de salud y la morbilidad cardiovascular (27), el estado de bienestar y el desequilibrio esfuerzo-recuperación (28) y la mortalidad por todas las causas (29) (15).

El análisis de la VFC se ha utilizado ampliamente en las ciencias del deporte para evaluar el control autónomo de la frecuencia cardíaca (FC) en reposo (30, 31) (32) y durante el ejercicio moderado (33) (34), pero ha sido poco estudiada durante el ejercicio intenso (es decir, con la intensidad del ejercicio por encima del umbral ventilatorio).

En sujetos sanos, el análisis espectral de grabaciones de VFC a corto plazo (5-20 min) proporciona dos picos de frecuencia principales: un pico de alta frecuencia (AF) correspondiente con la frecuencia de respiración (FR), entre 0,2 Hz en reposo y 1 Hz durante el ejercicio intenso Este fenómeno se llama "arritmia sinusal respiratoria" (ASR). El pico de HF resultante principalmente de los cambios en el búfer barorreflejo inducidos por el efecto mecánico de la respiración(35) y mediado por la actividad del sistema nervioso parasimpático cardíaco (SNP)(36) (37). El pico baja frecuencia (BF) (cerca de 0.1 Hz) que es inducido tanto por el sistema nervioso simpático (SNS) como por el control cardiovascular (25) Durante el ejercicio incremental se presenta un aumento en el tono simpático y la retirada de la actividad parasimpática.(38)

Los avances tecnológicos en la electromiografía y el uso de monitores de ritmo cardiaco permitió estudiar el comportamiento de la VFC durante la actividad física para determinar objetivamente los cambios generados por la actividad física, observar el desequilibrio autonómico en el sistema nervioso en atletas sobreentrenados(39), determinar el estado de los deportistas tras los entrenamientos realizados y de esta forma ajustar las cargas de entrenamiento, diagnosticar y prevenir el cansancio, caracterizar aspectos emocionales como ansiedad y estrés precompetitivo (40).

Algunos autores han sugerido que la VFC puede medir la acumulación de fatiga inducida por el entrenamiento que puede ocurrir durante los períodos de alta tensión de entrenamiento sin una recuperación adecuada. El meta análisis realizado por (41) concluye que los aumentos en los índices vagales de VFC en reposo y post-ejercicio, en la frecuencia cardiaca de reposo (FCR) post-ejercicio y la aceleración de FC son evidentes cuando se produce una adaptación positiva al entrenamiento, lo que permite aumentos en el rendimiento. Sin embargo, los aumentos en la VFC y la FCR después del ejercicio también se producen en respuesta a la sobrecarga del entrenamiento, lo que demuestra que pueden ser necesarias medidas adicionales de tolerancia al entrenamiento para determinar si los cambios inducidos por el entrenamiento en estos parámetros están relacionados con adaptaciones positivas o negativas. Que la VFC en reposo no se ve afectada en gran medida por las sobrecargas, aunque esto puede ser el resultado de problemas metodológicos que justifican una mayor investigación. Finalmente que la aceleración de la FC parece disminuir en respuesta al entrenamiento excesivo, por lo que puede ser un indicador potencial de fatiga inducida por el entrenamiento.

Las investigaciones enfocadas en los efectos provocados en VFC tras el entrenamiento de fuerza están centradas especialmente en el método del porcentaje de una repetición máxima como se puede observar en el estudio de (42) en donde se realizó un entrenamiento basado en la realización de 10 repeticiones máximas y se observa una diferencia significativa en el cambio del intervalo R-R después de la prueba(43) en otros estudios se centran en conocer las diferencias entre varios porcentajes de 1RM al igual que con diferente número de series y la variación en el orden de diferentes ejercicios (43-46)

(44) realizaron una intervención utilizando cargas superiores al 70% y al 50% de una 1RM e identificaron que las cargas altas pueden producir una alteración transitoria en la modulación autonómica cardíaca, que puede representar un aumento en el riesgo cardiovascular, lo que no ocurre cuando se utilizan cargas del 50% de 1-RM. De esta forma, la prescripción del ejercicio de fuerza con el 50% de 1-RM puede ser una importante estrategia para minimizar el riesgo en aquellos individuos que presentan mayor riesgo cardiovascular. (47, 48) en poblaciones con adultos jóvenes normotensos y adultos mayores no identificaron cambios significativos en la VFC luego de un entrenamiento de fuerza a largo plazo.

La función principal de las citoquinas es regular la función inmune. Sin embargo, sus efectos también tienen una gran influencia en la proliferación, diferenciación, migración, supervivencia y apoptosis celular, lo que implica un papel importante en el control homeostático de diversos tejidos, órganos y sistemas. (49) Las citoquinas son una familia diversa de moléculas de señalización intracelular que regulan la inflamación y respuestas inmunes (50), son producidas por una variedad de células y generalmente actúan de manera autocrina o paracrina en concentraciones muy bajas en los tejidos. La inflamación localizada suele ser una respuesta de protección fisiológica a la lesión tisular inicial (51). Sin embargo, una respuesta elevada puede provocar la liberación de citoquinas en la circulación, que se convierte en patógena, autodestructiva y, a veces, fatal para el huésped (50, 51). Sin embargo, la producción de citoquinas está modulada por una serie de estímulos fisiológicos como el ejercicio intenso, las hormonas del estrés, el déficit energético y el estrés oxidativo.(52)

Las citoquinas se clasifican en pro inflamatoria o antiinflamatoria de acuerdo a su comportamiento. Como mecanismo regulador para restablecer la homeostasis se liberan en la circulación citoquinas antiinflamatorias que amortiguan la cascada de citoquinas proinflamatorias (53) Las principales citoquinas antiinflamatorias son: interleuquina (IL) IL-4, IL-10, IL11 e IL-13, que inhiben la producción de citoquinas proinflamatorias (54). También juegan este rol la IL-6, el antagonista del receptor IL-1 (IL-1ra), la proteína quimioatrayente de monocitos (MCP-1) que puede actuar indirectamente como una citoquina antiinflamatoria al inhibir la producción de IL-12(55) La IL-12 una citoquina proinflamatoria que cumple una función inmunomoduladora, que activa la inmunidad celular, (56) sin embargo, la subunidad p40 libre de IL-12 puede actuar indirectamente como una citoquina antiinflamatoria por inhibición de las acciones de IL-12 (Heinzel et al. 1997).Pero aún no son claros los efectos del ejercicio sobre biomarcadores sistémicos inflamatorios. (8). Y las proinflamatorias TNF-α, IL-1ß, IL-2, IL-6, IL-8, IL-12, IFN-γ.

La IL-6 tiene múltiples funciones, como estimular el sistema inmunológico, mantener la homeostasis metabólica y actuar con propiedades pro y antiinflamatorias (57 36) (58 34) La IL-6 induce la salida de glucosa hepática y la lipólisis lo que indica que la IL-6 puede representar un vínculo importante entre la contracción de los músculos esqueléticos y los cambios metabólicos relacionados con el ejercicio.(9)

El músculo esquelético ha sido identificado recientemente como un órgano endocrino que produce y libera citoquinas y otros péptidos, que son producidos, expresados y liberados por las fibras musculares en respuesta a la contracción muscular, los cuales ejercen efectos paracrinos, autocrinos o endocrinos, (53) y pueden influir en el metabolismo de otros tejidos y órganos.

El ejercicio intenso induce el aumento en los niveles en una serie de citoquinas pro y antiinflamatorias, inhibidores de citoquinas naturales y quimiocinas. Por lo tanto, después de un ejercicio intenso se observa niveles plasmáticos elevados de factor de necrosis tumoral (TNF) -alfa, IL-1 beta, antagonista del receptor de IL-1 (IL-1ra), receptores de TNF (TNF-R), IL-6,IL-10, IL-8 y la proteína inflamatoria de macrófagos (MIP) -1 (56) Aunque muchas de estas citoquinas también se expresan en el músculo esquelético , no todas se liberan a la circulación durante el ejercicio(49)

La IL-6 se produce localmente en respuesta al ejercicio al contraer los músculos esqueléticos, la liberación neta del músculo hacia el plasma puede explicar el aumento de la concentración arterial. (59) De todas las citoquinas que se producen en respuesta al ejercicio, la IL-6 es la que presenta los mayores incrementos.(9). La magnitud de la respuesta de IL-6 inducida por el ejercicio depende de la intensidad y especialmente de la duración del ejercicio, mientras que el tipo de ejercicio tiene poco efecto (60) Una reciente revisión realizada por (49) sobre los cambios en las concentraciones circulantes de citoquinas después del ejercicio, indican que dichas modificaciones generalmente dependen de la combinación de la duración, intensidad y tipo de ejercicio. En consecuencia, una disminución de la concentración plasmática de IL-6 en reposo, así como en respuesta al ejercicio, parece caracterizar la adaptación al entrenamiento (61)

El ejercicio físico realizado de forma regular puede generar efectos antiinflamatorios en el músculo esquelético y en el tejido adiposo Una gran cantidad de estudios han reportado concentraciones plasmáticas elevadas de citoquinas antiinflamatorias como IL-1ra, IL-4, IL-10, IL-12p40 y MCP-1 después de varias formas de ejercicio, incluido el de corta duración (62, 63), de fuerza (64) (65), carrera cuesta abajo (66, 67), ciclismo excéntrico intenso (68) y carrera de ciclismo de resistencia;(63, 69-71) Por otra parte (72-75) Indican que la respuesta de estas citoquinas no es tan significativa durante y después del ejercicio intenso de corta duración (49, 72), o el ejercicio de contracción excéntrica (76) (77, 78),(79). Estas respuestas no dependen del daño muscular inducido por el ejercicio, pero están relacionadas con la intensidad del ejercicio (carga / estrés fisiológico))(53, 72, 80).

Las concentraciones de IL-6 en el plasma aumentan con el ejercicio. Sin embargo parece ser que es el ejercicio de resistencia es el que produce mayor incremento en la concentración plasmática (53, 81). La IL-6 circulante puede aumentar hasta 120 veces, la IL-1ra (hasta 90), IL-10 (hasta 80), IL-8 (15 ) y la proteína quimioatrayente de monocitos (MCP-1) (hasta 3)(52, 82, 83). En reposo, el contenido de ARNm de IL-6 es muy bajo, sin embargo en respuesta al ejercicio, se puede detectar un aumento del contenido de ARNm de IL-6 en el músculo esquelético después de 30 minutos de ejercicio, y al final del ejercicio puede haber un aumento de hasta 100.

En cuanto a la modalidad (excéntrico o concéntrico) en que se ejerce la contracción muscular igualmente se han identificado diferencias en las respuestas de las citoquinas. Protocolos con ejercicios excéntricos, (84);(10, 85), o combinados (concéntrico y excéntrico) (86) (69)o concéntrico puro (87) (11) indican que en general, es el ejercicio excéntrico donde se presentan las concentraciones más elevadas de IL-6 en plasma. Esta diferencia se ha atribuido al daño muscular inducido por el ejercicio excéntrico (88). Sin embargo, estudios recientes no han apoyado este hallazgo y es probable que la IL-6 se produzca como consecuencia directa de las contracciones musculares concéntricas y excéntricas y esté involucrada en los mecanismos de reparación posteriores en relación con el daño muscular.(59)

Existe una variabilidad individual sustancial en la magnitud de los cambios en estas citoquinas en plasma después del ejercicio.

**Metodología**

**Población y muestra**

La población estará compuesta por 40 participantes adultos jóvenes entre 18-23 años (20 hombres y 20 mujeres) que deseen participar voluntariamente en el estudio y que cumplan con los criterios de inclusión como no presentar limitaciones físicas, problemas de salud o lesiones músculo esqueléticas que pudieran afectar las pruebas, que no sean fumadores, ni estén consumiendo medicamentos o suplementos nutricionales, que realicen actividad física regular reglada, y que no hayan realizado entrenamiento de fuerza. El estudio fue diseñado siguiendo las normas deontológicas reconocidas por la Declaración de Helsinki (89) y la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia (90). Los participantes serán informadas de los detalles y objetivos del estudio, de la confidencialidad de la información y de su uso exclusivo para fines científicos y deberán firmar el consentimiento informado. El proyecto será presentado ante el comité de ética de la investigación de la universidad para obtener su aprobación.

**Protocolo**

La evaluación de las variables del estudio se realizará en tres sesiones separadas por 72 horas de recuperación, durante este tiempo ningún evaluado puede realizar algún tipo de entrenamiento. La organización y secuencia de las pruebas se llevará a cabo como se presenta en la tabla 1. Las pruebas se realizaron siempre a la misma hora por los efectos que tienen los ritmos circadianos en el rendimiento neuromuscular y en la VFC (91, 92). Se realizará una sesión introductoria para la evaluación de la composición corporal, y la familiarización con las pruebas enfatizando en la técnica de ejecución.

Antes de la valoración de cada prueba se llevará a cabo un calentamiento general con una duración total de 10 minutos distribuidos de la siguiente manera, 5 minutos de trote en banda a una velocidad a 8 km/h y 5 minutos de estiramientos activos y movilidad articular. Seguidamente un calentamiento específico de trabajo en la máquina Smith con el solo peso de la barra.

Tabla 1 Organización de las pruebas

PRUEBAS DÍA 1

1.Identificación de la fuerza máxima en press de pecho

PRUEBAS DÍA 2

Identificación de la fuerza máxima en sentadilla profunda

Pruebas día 3

Identificación de la fuerza máxima en press inclinado

La estatura se medirá con una precisión de 0,5 cm durante una inhalación máxima utilizando un estadiómetro (Seca 202, Seca Ltd., Hamburg, Germany). El peso corporal con una báscula electrónica (Healht Metter 599 KL IL. USA ) con 0.50 grs. de precisión.

Fuerza máxima.

La fuerza máxima de tren superior e inferior se valorará mediante el método de 1RM en una máquina Smith, que permite el desplazamiento vertical de la barra a lo largo de una trayectoria fija, con una fuerza de fricción muy baja entre la barra y los carriles de soporte. La máquina Smith no dispone de ningún tipo de mecanismo de contrapeso, actuando idéntico a pesos libres (es decir, carga isoinercial).(93) Se realizará un calentamiento específico utilizando únicamente el peso de la barra, efectuando 3 series de 8 repeticiones y después de 3 minutos de recuperación se procede a estimar la fuerza máxima.

Durante la ejecución de las prueba los participantes observarán los resultados de la velocidad en cada repetición y serán motivadas por los evaluadores para que realicen su mejor esfuerzo.

Los miembros superiores se evaluaran mediante el test de press de banca plano y el inclinado utilizando el protocolo propuesto por Sanchez-Medina, Perez, & González-Badillo (2010) (14) Acostados en un banco plano en posición supina y con los pies apoyados en el banco, las manos colocadas en la barra ligeramente más abierta que el ancho de los hombros (5-7cm). Se medirá la amplitud del agarre de manera que puedan ser reproducidos por cada sujeto en cada serie. Los participantes fueron instruidos para que desciendan la barra de forma lenta y controlada hasta llegar a 1 centímetro de la parte superior de la apófisis xifoide y esperar en estado de alerta, hasta que escuche la orden del evaluador de realizar la extensión de los brazos a máxima velocidad sin elevar el tronco y los hombros del banco. La pausa debe tener una duración de aproximadamente 1,5s (5) esto con el fin de evitar el efecto de rebote y permitir mediciones más reproducibles y consistentes. Durante toda la prueba los participantes observarán los resultados de la velocidad en cada repetición y serán motivados por los evaluadores para que realizaran su mejor esfuerzo.

El test iniciará con una carga de 10kg y se ejecutarán cuatro repeticiones, seguidamente se realizarán incrementos progresivos del 5kg con los que se llevarán a cabo tres repeticiones con cada peso, hasta que la velocidad media propulsiva (VMP) alcanzada sea inferior a 0,50 m•s-1. (94) A partir de ese momento, los incrementos serán de 1 a 2 kg , ejecutando dos repeticiones con cada peso hasta cuando las participantes sean incapaces de realizar la extensión a 180° y la VMP sea inferior o igual a 0.20ms. La última carga que cada sujeto pueda levantar correctamente hasta la extensión completa, se considerará como su 1RM. Este mismo protocolo se utilizará en el press inclinado cambia únicamente la posición. Los descansos entre series serán de tres minutos para cargas inferiores al 80% de la RM estimada y de 5 minutos para cargas superiores al 80% de la RM estimada.(5); Fernandez & Hoyos 2017;

La fuerza máxima de miembros inferiores se evaluará mediante sentadilla profunda utilizando el mismo protocolo que el descrito anteriormente pero se iniciará con una carga de 20kg, con incrementos de 10kg. , hasta que la velocidad media propulsiva (VMP) alcanzada sea inferior a 0,60 m•s-1 A partir de ese momento, los incrementos serán de 3-5kg. Los sujetos iniciarán desde una posición vertical con las rodillas y las caderas totalmente extendidas, y los pies separados al ancho de los hombros y la barra debe descansar sobre los trapecios a nivel del acromion. Esta posición se verificará cuidadosamente de manera que pueda ser reproducida en cada serie. Por razones de estandarización y seguridad, los participantes deberán descender de forma controlada con una velocidad media de la barra de (~ 0.50– 0.70m • s − 1) hasta obtener una flexion en las rodillas que conduzca a un ángulo tibiofemoral de 35–45 ° en el plano sagital, el cual será medido con un goniómetro (Nexgen Ergonomics, Point Claire, Quebec, Canadá) para lograr una sentadilla profunda(95), al llegar a dicha posición deberan realizar una pausa de 1.5 s. y ante la orden del evaludor ejecutar una extensión a maxima velocidad. Para el registro, control de la velocidad de desplazamiento de la barra, se utilizará un transductor lineal de velocidad (T-FORCE DynamicMeasurement System2, Ergotech Consulting S.L., Murcia, España) que proporcionó retroalimentación auditiva y visual en tiempo real con una velocidad de muestreo de 1000Hz, que determina automáticamente las fases excéntricas y concéntricas de cada repetición, así como la fase propulsora de la fase concéntrica durante la cual la aceleración de la barra es mayor que la aceleración debida a la gravedad.(94)

La VMP que se utilizará en las sesiones de entrenamiento se obtendrá a partir de los resultados alcanzados en la prueba de 1 RM, en los tres tipos de ejercicio, los participantes ejecutarán dos repeticiones en cada movimiento con cargas equivalentes al 40-50-60-70-80 % de la 1RM. Utilizando para su ejecución los protocolos mencionados anteriormente (94) Los descansos entre series serán de tres minutos. Para el cálculo de la VMP y la potencia pico, se utilizó un transductor lineal de velocidad (T-FORCE DynamicMeasurement System2, ErgotechConsulting S.L., Murcia, España)

**Forma de Recolección de Muestras**

**Intervención propuesta**

Se llevará a cabo una semana de adaptación y mejora de la técnica de ejecución de los tipos de ejercicios a realizar. Finalizado este proceso los sujetos realizarán una sesión de entrenamiento en press de banca, press inclinado y sentadilla profunda, con una carga que pueda ser movilizada a una velocidad máxima de 0.40ms−1 (La cual fue obtenida previamente en cada sujeto y en cada movimiento) y ejecutarán 4 series de 10-12 repeticiones en cada movimiento, dejando tres minutos de recuperación entre cada serie y seis entre cada tipo de ejercicio. 72 después realizarán una sesión de entrenamiento con los mismos tipos de ejercicios y protocolos de ejecución, con una carga que pueda ser movilizada a una velocidad máxima de 0.80ms−1 (La cual fue obtenida previamente en cada sujeto y en cada movimiento) y ejecutarán 4 series y repeticiones hasta que se presente una pérdida del 10% de la VMP. Se dejarán tres minutos de recuperación entre cada serie y seis entre cada tipo de ejercicio.

Antes de cada sesión realizarán un calentamiento general y otro específico como se describió anteriormente. La ejecución de los movimientos se realizará atendiendo los mismos protocolos que se describieron anteriormente para la evaluación.

Para el monitoreo y registro de la VFC se implementará el siguiente protocolo.

Los participantes siempre realizarán las sesiones de entrenamiento a la misma hora. Se le indicará a los sujetos que ingieran alimentos dos horas antes de la sesión, que no realicen, ejercicios moderados o intensos e ingirieran alcohol por al menos 48 horas de antelación, y de cafeína en las últimas 12 horas, que durmiesen en horarios reglados. Adicionalmente, las sesiones experimentales serán implementadas en días donde los participantes presenten rutinas semejantes.

En cada sesión experimental, al ingresar al laboratorio los participantes permanecerán sentados en reposo por 10 minutos a una temperatura de 20-25 ◦C. Acto seguido, se mide la frecuencia cardíaca por un lapso de 10 minutos continuos, por medio de un electrocardiógrafo (Cardiax ) (período pre intervención). Tras las mediciones de reposo, se realizará las sesiones de entrenamiento que serán igualmente registradas y grabadas (período intervención). Al finalizar, los participantes retornan a la posición de reposo sentados por 60 minutos (período pos intervención). La frecuencia cardíaca se obtendrá en intervalos de 10 minutos.

Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca

La modulación autonómica del sistema cardiovascular se obtendrá por medio de la técnica de análisis espectral de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Se utilizarán los intervalos R-R obtenidos con el cardiax. De esta manera, períodos estacionarios del tacograma con al menos 500 latidos, se descompondrán en bandas de baja (BF) y alta (AF) frecuencias por el método autorregresivo, para lo cual se utilizara el software Kubios VFC (Finlandia), de conformidad a las recomendaciones del Task Force de Análisis Espectral. Se consideraran como fisiológicamente significativas las frecuencias entre 0,04 y 0,4 Hz, teniendo en cuenta que el componente de BF es representado por las oscilaciones entre 0,04 y 0,15 Hz y el de AF por las oscilaciones entre 0,15 y 0,4 Hz.

Marcadores inflamatorios

Se tomarán muestras de sangre de 5 ml de la vena antecubital en tubos Vacutainer. Estas muestras se centrifugaran a 2500 rev min71 a 48ºC durante 20 min. Las muestras se almacenaran en alícuotas en tubos Eppendorff a 7808C hasta su análisis. El factor de necrosis tumoralα (TNFα), y las interleuquinas 6,10,13 se determinarán mediante el método ELISA. Todas las muestras se determinaran por duplicado para garantizar la precisión de los resultados. Las citoquinas y los biomarcadores se evaluarán: antes, al finalizar y 1h después de cada sesión de entrenamiento. (96-98) (60) (52)

**Tabla 1.** Cronograma de Trabajo

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **FASE** | **FEB** | **MAR** | **AB** | **MAY** | **JUN** | **JUL** | **AG** | **SEP** | **OCT** | **NOV** |
| Capacitación | **X** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Selección de la población |  | **X** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Aplicación de Criterios de Inclusión |  |  | **X** |  |  |  |  |  |  |  |
| Pilotaje de Protocolos |  |  | **X** |  |  |  |  |  |  |  |
| Firma de actas de inicio y legalización de documentos |  |  | **X** |  |  |  |  |  |  |  |
| Fase experimental ejercicio agudo |  |  |  | **X** | **X** | **X** |  |  |  |  |
| Análisis de muestras de Laboratorio ELISA |  |  |  |  |  |  | **X** | **X** |  |  |
| Análisis bases de datos |  |  |  |  |  |  |  | **X** |  |  |
| Socialización de Resultados |  |  |  |  |  |  |  |  | **X** |  |
| Informe Final |  |  |  |  |  |  |  |  | **X** | **X** |

**Presupuesto**

**Tabla 2.** Presupuesto

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Recurso solicitado FODEIN** | | |
| Concepto | Descripción | Monto |
| Personal científico | 10 horas semanales Investigador Principal | $24912 valor hora= **$8968000** |
| 8 horas semanales 2do Investigador | $24912 Valor hora =**$7174656** |
| Auxilio a investigadores | Reconocimiento económico a estudiantes de pregrado | \_ |
| Asistentes de investigación | Reconocimiento económico a estudiantes de posgrado | \_ |
| Equipos | Consultar en adquisiciones y suministros para evitar duplicidad | \_ |
| Software | Consultar en departamento TICS para evitar duplicidad | \_ |
| Materiales | 3 Kits ELISA BDNF, 3 Kits ELISA IGF 1, material venopuncion | $12000000 |
| Papelería |  |  |
| Fotocopias |  |  |
| Salidas de campo | Lugar, tiempos, actividades, investigadores | \_ |
| Material bibliográfico | Libros, suscripciones a revistas, etc | \_ |
| Publicaciones | Libros, traducciones publicación en revistas |  |
| Servicios técnicos | Personal para toma de muestras de sangre | $400000\_ |
| Movilidad académica | Eventos para socialización de avances y resultados, pasantías | \_ |
| Organización de eventos | Eventos para difusión de resultados |  |
|  | Total | **$28.542.656** |
| **Contrapartida externa**  Para proyectos en cooperación y alianza estratégica | | |
| **Institución** | **Descripción** | **Monto** |
|  | Detalle los montos y los conceptos |  |
|  |  |  |
|  | Total |  |

**Consideraciones éticas**

Efecto agudo del entrenamiento de fuerza basado en el método de %1RM vs los provocados en una sesión de entrenamiento mediante el método de VMP sobre: la VFC, biomarcadores inflamatorios en una población de adultos jóvenes universitarios.

El propósito de la siguiente prueba de esfuerzo es medir las respuestas en la Variabilidad Cardíaca, y marcadores Pro y anti inflamatorios  en al comparar dos tipos de entrenamiento de fuerza, uno basado en la Velocidad Media Propulsiva y el otro Basa en el porcentaje de la fuerza máxima.

Con tal de observar la expresión los biomarcadores inflamatorios (IL6, IL10, IL13, y TNF) la extracción de la muestra de sangre se realizará por medio de la implantación de un catéter heparinizado en la región antecubital, o por medio de venopunción simple. Tal procedimiento será realizado por un profesional en salud (enfermero). Además, el procedimiento facilita la extracción de sangre con una única venopunción, y la toma de las muestras de sangre al inicio y al finalizar la prueba.

Riesgos Frente a la Venopunción

Los riesgos son mínimos y fácilmente tratables:

•Molestia en el punto de la punción

•Pequeño sangrado en pacientes con alteraciones de la coagulación

•Hematoma en la zona de la punción

•Flebitis (inflamación/infección de la vena utilizada en la punción)

En caso de presentar alguna de las molestias anteriores, el sujeto será tratado por el enfermero encargado y remitido al servicio médico instalado en el Campus San Alberto Magno para su tratamiento.

**Contraindicaciones del estudio**

El paciente debe consultar con su médico antes de realizar el examen en caso de:

•Toma o uso de anticoagulantes

La extracción de sangre es levemente dolorosa dado que el tipo de aguja utilizado es de un calibre pequeño. El paciente puede sentir una leve presión en el antebrazo al colocar la banda elástica y como un pequeño pellizco en el momento de la punción.

Una vez realizada la extracción sanguínea las muestras se almacenarán en tubos al vacío, los cuales, contienen los reactivos para preservar los componentes sanguíneos (células rojas y plasma). Posteriormente, serán separados dichos componentes para obtener el plasma sanguíneo, del cual serán tomadas las muestras de biomarcadores inflamatorios (IL6, IL10, IL13, y TNF), el componente restante será desechado con el tubo en el cual fue recolectada en un contenedor dispuesto para el manejo de residuos biológicos para, posteriormente, ser incinerado.

La muestra de plasma sanguíneo será almacenada a una temperatura de -70 grados centígrados para posteriormente ser analizada. Las muestras serán almacenadas en el laboratorio de equipos comunes de la Univerisdad Nacional por aproximadamente un mes, hasta que se completen el total de muestras para realizar análisis masivo con tal de minimizar costos.

**RIESGO**: La investigación es cumple con características de riesgo mínimo según resolución N.º 008430 de 1993(4 de octubre de 1993 articulo 11), por cuanto al realizar venopunciones se extrae aproximadamente un total de 10 ml de sangre total en dos tubos de 5ml en cada sesión de entrenamiento. Sin embargo, la prueba de esfuerzo requiere llegar a intensidades de moderadas a altas; razón por la cual se integra en el marco de Investigación con Riesgo Mayor al Mínimo de la misma resolución

**BENEFICIO:** El presente proyecto busca establecer en la fase aguda, como el ejercicio físico puede elevar de manera importante en la concentración de proteínas neurotróficas circulantes, siendo esta una apuesta sobre la cual población adulta mayor podría centrar su proceso de trabajo y mejorar aspectos tales como la cognición, estado de ánimo y velocidad de procesamiento. Lo anterior, en procura de establecer protocolos de ejercicio físico que favorezcan la funcionalidad y la adherencia a programas enfocados a la salud en el adulto mayor.

Se garantizará la confidencialidad de las muestras pues serán codificadas con un número arbitrario diferenciado de la cédula de ciudadanía y el nombre del participante, de igual manera la investigación en curso es regida bajo los principios éticos planteados en la declaración de Helsinki y dentro de la legislación colombiana bajo el código de ética (ley 23 del 18 de febrero de 1981) y su decreto reglamentario número 3380 del 30 de noviembre de 1981, además de la resolución 13437 de 1991 del Ministerio de Salud Publica, por la cual de adopta el Decálogo de Derechos de los Pacientes aprobado por la Asociación Médica Mundial en Lisboa en 1981.

Con el fin de iniciar la prueba, es necesario realizar una valoración inicial donde se revisen los antecedentes personales y familiares de los participantes y se detecten factores de riesgo que pueden ser contraindicados en el ejercicio físico.

El día de la prueba se debe disponer de mínimo dos horas. Se recomienda el uso de ropa deportiva pantaloneta si es posible. Antes de iniciar la prueba física, se tomarán muestras sangre y de variabilidad de frecuencia cardiaca. A continuación, se dará inicio a la prueba física solo en las personas en las cuales se haya descartado cualquier factor de riesgo. La duración de la prueba física estará entre 30 y 90 min y la intensidad será determinada por el porcentaje de fuerza máxima indicado y la velocidad de ejecución.

El personal encargado de coordinar la prueba estará atento a brindar recomendaciones pertinentes durante la prueba, basándose en la información consignada en la historia clínica y el cuestionario IPAQ.

Durante la prueba se pueden presentar efectos adversos como: caídas, fatiga muscular, mareo, ataques cardíacos, desgarros musculares, fracturas, esguinces, mareo, pérdida de la conciencia, entre otros. Por lo cual, es necesario seguir las recomendaciones previas al ejercicio (buena alimentación, hidratación y sueño), ser lo más claro sobre el estado de salud previo y nivel de actividad física. También es importante, que si siente algún síntoma que le esté dificultando la realización de la prueba y no sé siente seguro de continuarla, avisar a uno de los asistentes para que se tomen las medidas pertinentes, dentro de las cuales estará presente el traslado al servicio médico de la universidad.

Los sujetos que presenten alguna de las contraindicaciones absolutas no podrán realizar la prueba.

Dentro de éstas se incluye, la angina inestable, arritmias cardíacas, miocarditis, embolia pulmonar, infección sistémica y aneurisma. Por otro lado, las personas que presentan una contraindicación relativa solo realizarán la prueba con previa autorización médica. En estos casos tenemos a: enfermedad valvular, alteraciones electrolíticas como hipopotasemia o hipomagnesemia, hipertensión arterial severa, enfermedad metabólica no controlada.

Yo\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ con c.c.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ he sido informado sobre el protocolo de la prueba de esfuerzo perteneciente al proyecto de investigación denominado **Efecto agudo del entrenamiento de fuerza basado en el método de %1RM vs los provocados en una sesión de entrenamiento mediante el método de VMP sobre: la VFC, biomarcadores inflamatorios en una población de adultos jóvenes universitarios,** así mismo como de los efectos adversos y las contraindicaciones absolutas y relativas. Conozco que, si llegase a presentar alguna contraindicación absoluta, el protocolo de ejercicio no podrá realizarse hasta que esta condición se estabilice o trate adecuadamente. Si llegase a presentar alguna contraindicación relativa, dicha contraindicación puede ser anulada si los beneficios del ejercicio superan los riesgos.

 Afirmo que he brindado toda la información acerca de mi estado de salud. Si presento alguna condición física que pueda alterar mi desempeño durante la prueba detectada en la evaluación física o por notificación médica, seguiré las recomendaciones dadas por el profesional pertinente.  Si no las sigo, me hago responsable de mi salud y bienestar; librando de cualquier responsabilidad a quienes lideran el proyecto de investigación, a la Universidad Santo Tomás de Bogotá.

Al firmar este consentimiento informado, aceptó la total responsabilidad sobre mi salud y bienestar. Igualmente, afirmó que he leído y entendido este documento y que las dudas que he presentado me han sido aclaradas en su totalidad. Así mismo, declaró que me encuentro en perfectas condiciones físicas, o, que presento una condición que afecta mi salud la cual se encuentra controlada mediante tratamiento médico, o, me hago responsable por el estado de mi salud debido a que no tengo aprobación médica, aunque me fue informado. Así mismo retiro toda la responsabilidad sobre el profesional a cargo de la práctica y acepto mi responsabilidad al participar en estas pruebas.

**MANEJO DE LA INFORMACION**: La participación en este estudio es estrictamente voluntaria. La información que se recoja será confidencial y no se usara para ningún otro propósito fuera de los de la investigación en curso. Sus respuestas registradas en la encuesta serán codificadas usando un número de identificación y por lo tanto, serán anónimas. Si tiene alguna duda sobre este proyecto, puede hacer preguntas en cualquier momento durante su participación en él; para lo cual puede contactar al Investigador principal de la USTA (sus datos se encuentran al final de este documento). Igualmente, puede retirarse del proyecto en cualquier momento sin que eso lo perjudique en ninguna forma en su folio de vida. Acceso a la información: Señor participante, usted tendrá acceso a los datos y resultados derivados de las pruebas incluso durante el desarrollo del proyecto, por medio de una solicitud verbal y/o escrita al investigador principal. Por último, es importante hacer la aclaración que NO tiene ningún costo participar en el presente estudio, razón por la cual tampoco recibirá remuneración económica de ningún concepto. La aplicación de los protocolos y demás pruebas de valoración se llevarán a cabo al interior de la USTA en el laboratorio de Ciencias Morfofuncionales de la Facultad de Cultura Física, Deporte y Recreación en donde se tienen las instalaciones necesarias para mantener la seguridad y la realización a cabalidad de los protocolos de investigación.

Fecha: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma Profesional Evaluador: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma Paciente: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Testigo 1

Nombre: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Parentesco: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Testigo 2

Nombre: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Parentesco: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**FELIPE RICARDO GARAVITO PEÑA**

Investigador principal USTA Firma del Investigador

Celular: 3114646015

**ANGIE IVONNE ANDREA GRILLO**

Nombre Co Investigadora USTA Firma de la Investigadora

Celular: 3108561519

**APARTADO AUTORIZACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS PERSONALES**

De conformidad con lo definido por la Ley 1581 de 2012, el Decreto Reglamentario 1377 de 2013, la Circular Externa 002 de 2015 expedida por la Superintendencia de Industria y Comercio, la política interna de manejo de la información, Autorizo de manera libre, voluntaria, previa, explícita, informada e inequívoca a los investigadores del proyecto anteriormente expuesto, para que en los términos legalmente establecidos realice la recolección, almacenamiento, uso, circulación, supresión y en general, el tratamiento de los datos personales que he procedido a entregar o que entregaré, en virtud del desarrollo del estudio de investigación.

Dicha autorización para adelantar el tratamiento de mis datos personales se extiende durante la ejecución del proyecto de investigación y sus productos de divulgación y con posterioridad al finiquito de este, siempre que tal tratamiento se encuentre relacionado con las finalidades para las cuales los datos personales, fueron inicialmente suministrados.

Dada a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_de \_\_\_\_\_\_\_\_

Cordialmente,

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

NOMBRE:

C.C. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Referencias/Bibliografía**

**1. Kyle Mitchell W, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. Frontiers in Physiology. 2012;3:1-18.**

**2. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick EM, Goodpaster BH, Kritchevsky SB, et al. Strength, but not muscle mass, is associated with mortality in the health, aging and body composition study cohort. The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences. 2006;61(1):72-7.**

**3. González-Badillo J, Gorostiaga E. Fundamentos del entrenamiento de la fuerza. Aplicación al alto rendimiento deportivo. Madrid INDE; 1995.**

**4. Gonzalez-Badillo JJ, Sanchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. Int J Sports Med. 2010;31(5):347-52.**

**5. Gonzalez-Badillo JJ, Rodriguez-Rosell D, Sanchez-Medina L, Gorostiaga EM, Pareja-Blanco F. Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. European journal of sport science. 2014;14(8):772-81.**

**6. Sánchez-Medina L, Pallarés JG, Pérez CE, Morán-Navarro R, González-Badillo JJ. Estimation of Relative Load From Bar Velocity in the Full Back Squat Exercise. Sports Med Int Open. 2017;1(2):E80-E8.**

**7. Holmes CJ, Wind SA, Esco MR. Heart Rate Variability Responses to an Undulating Resistance Training Program in Free-Living Conditions: A Case Study in a Collegiate Athlete. Sports (Basel, Switzerland). 2018;6(4).**

**8. Libardi CA, Souza GV, Gaspari AF, Dos Santos CF, Leite ST, Dias R, et al. Effects of concurrent training on interleukin-6, tumour necrosis factor-alpha and C-reactive protein in middle-aged men. Journal of sports sciences. 2011;29(14):1573-81.**

**9. Pedersen BK, Steensberg A, Schjerling P. Exercise and interleukin-6. Current opinion in hematology. 2001;8(3):137-41.**

**10. Rohde T, MacLean DA, Richter EA, Kiens B, Pedersen BK. Prolonged submaximal eccentric exercise is associated with increased levels of plasma IL-6. The American journal of physiology. 1997;273(1 Pt 1):E85-91.**

**11. Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen TL, MacLean DA, Pedersen BK. Exercise-induced increase in serum interleukin-6 in humans is related to muscle damage. J Physiol. 1997;499 ( Pt 3):833-41.**

**12. McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. J Strength Cond Res. 2002;16(1):75-82.**

**13. Kawamori N, Newton RU. Velocity Specificity of Resistance Training: Actual Movement Velocity Versus Intention to Move Explosively. Strength & Conditioning Journal. 2006;28(2):86-91.**

**14. Sanchez-Medina L, Perez CE, Gonzalez-Badillo JJ. Importance of the propulsive phase in strength assessment. Int J Sports Med. 2010;31(2):123-9.**

**15. Sanchez-Medina L, Gonzalez-Badillo JJ. Velocity loss as an indicator of neuromuscular fatigue during resistance training. Med Sci Sports Exerc. 2011;43(9):1725-34.**

**16. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. Med Sci Sports Exerc. 2004;36(4):674-88.**

**17. Buitrago S, Wirtz N, Yue Z, Kleinoder H, Mester J. Mechanical load and physiological responses of four different resistance training methods in bench press exercise. J Strength Cond Res. 2013;27(4):1091-100.**

**18. Hakkinen K, Kraemer WJ, Newton RU, Alen M. Changes in electromyographic activity, muscle fibre and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. Acta Physiol Scand. 2001;171(1):51-62.**

**19. Sayers SP. High velocity power training in older adults. Current aging science. 2008;1(1):62-7.**

**20. van den Tillaar R, Ettema G. The "sticking period" in a maximum bench press. Journal of sports sciences. 2010;28(5):529-35.**

**21. Behringer M, Vom Heede A, Matthews M, Mester J. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents: a meta-analysis. Pediatric exercise science. 2011;23(2):186-206.**

**22. Rezk CC, Marrache RC, Tinucci T, Mion D, Jr., Forjaz CL. Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. European journal of applied physiology. 2006;98(1):105-12.**

**23. Garcia P, Nascimento Dda C, Tibana RA, Barboza MM, Willardson JM, Prestes J. Comparison between the multiple-set plus 2 weeks of tri-set and traditional multiple-set method on strength and body composition in trained women: a pilot study. Clinical physiology and functional imaging. 2016;36(1):47-52.**

**24. Kleiger RE, Miller JP, Bigger JT, Jr., Moss AJ. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction. The American journal of cardiology. 1987;59(4):256-62.**

**25. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Circulation. 1996;93(5):1043-65.**

**26. Chen JL, Yeh DP, Lee JP, Chen CY, Huang CY, Lee SD, et al. Parasympathetic nervous activity mirrors recovery status in weightlifting performance after training. Journal of strength and conditioning research. 2011;25(6):1546-52.**

**27. Kristal-Boneh E, Raifel M, Froom P, Ribak J. Heart rate variability in health and disease. Scandinavian journal of work, environment & health. 1995;21(2):85-95.**

**28. Hanson EK, Godaert GL, Maas CJ, Meijman TF. Vagal cardiac control throughout the day: the relative importance of effort-reward imbalance and within-day measurements of mood, demand and satisfaction. Biological psychology. 2001;56(1):23-44.**

**29. Karemaker JM, Lie KI. Heart rate variability: a telltale of health or disease. European heart journal. 2000;21(6):435-7.**

**30. Hedelin R, Kentta G, Wiklund U, Bjerle P, Henriksson-Larsen K. Short-term overtraining: effects on performance, circulatory responses, and heart rate variability. Medicine and science in sports and exercise. 2000;32(8):1480-4.**

**31. Pichot V, Busso T, Roche F, Garet M, Costes F, Duverney D, et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. Medicine and science in sports and exercise. 2002;34(10):1660-6.**

**32. Portier H, Louisy F, Laude D, Berthelot M, Guezennec CY. Intense endurance training on heart rate and blood pressure variability in runners. Medicine and science in sports and exercise. 2001;33(7):1120-5.**

**33. Cottin F, Papelier Y, Escourrou P. Effects of exercise load and breathing frequency on heart rate and blood pressure variability during dynamic exercise. International journal of sports medicine. 1999;20(4):232-8.**

**34. Macor F, Fagard R, Amery A. Power spectral analysis of RR interval and blood pressure short-term variability at rest and during dynamic exercise: comparison between cyclists and controls. International journal of sports medicine. 1996;17(3):175-81.**

**35. Taylor JA, Eckberg DL. Fundamental relations between short-term RR interval and arterial pressure oscillations in humans. Circulation. 1996;93(8):1527-32.**

**36. Eckberg DL. Sympathovagal balance: a critical appraisal. Circulation. 1997;96(9):3224-32.**

**37. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. Circulation research. 1986;59(2):178-93.**

**38. Cottin F, Medigue C, Lepretre PM, Papelier Y, Koralsztein JP, Billat V. Heart rate variability during exercise performed below and above ventilatory threshold. Medicine and science in sports and exercise. 2004;36(4):594-600.**

**39. Hynynen E, Uusitalo A, Konttinen N, Rusko H. Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. Medicine and science in sports and exercise. 2006;38(2):313-7.**

**40. da Silva VP, de Oliveira NA, Silveira H, Mello RG, Deslandes AC. Heart rate variability indexes as a marker of chronic adaptation in athletes: a systematic review. Annals of noninvasive electrocardiology : the official journal of the International Society for Holter and Noninvasive Electrocardiology, Inc. 2015;20(2):108-18.**

**41. Bellenger CR, Fuller JT, Thomson RL, Davison K, Robertson EY, Buckley JD. Monitoring Athletic Training Status Through Autonomic Heart Rate Regulation: A Systematic Review and Meta-Analysis. Sports medicine (Auckland, NZ). 2016;46(10):1461-86.**

**42. Monteiro ER, Novaes JS, Fiuza AG, Portugal E, Triani FS, Bigio L, et al. Behavior of Heart Rate Variability After 10 Repetitions Maximum Load Test for Lower Limbs. International journal of exercise science. 2018;11(6):834-43.**

**43. Kingsley JD, Mayo X, Tai YL, Fennell C. Arterial Stiffness and Autonomic Modulation After Free-Weight Resistance Exercises in Resistance Trained Individuals. Journal of strength and conditioning research. 2016;30(12):3373-80.**

**44. Lima AHRdA, Forjaz CLdM, Silva GQdM, Menêses AL, Silva AJMR, Ritti-Dias RM. Efeito agudo da intensidade do exercício de força na modulação autonômica cardíaca pós-exercício. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. 2011;96:498-503.**

**45. Figueiredo T, Rhea MR, Peterson M, Miranda H, Bentes CM, dos Reis VM, et al. Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. Journal of strength and conditioning research. 2015;29(6):1556-63.**

**46. Lemos S, Figueiredo T, Marques S, Leite T, Cardozo D, Willardson JM, et al. Effects of Strength Training Sessions Performed with Different Exercise Orders and Intervals on Blood Pressure and Heart Rate Variability. International journal of exercise science. 2018;11(2):55-67.**

**47. Carter JR, Ray CA, Downs EM, Cooke WH. Strength training reduces arterial blood pressure but not sympathetic neural activity in young normotensive subjects. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2003;94(6):2212-6.**

**48. Madden KM, Levy WC, Stratton JK. Exercise training and heart rate variability in older adult female subjects. Clinical and investigative medicine Medecine clinique et experimentale. 2006;29(1):20-8.**

**49. Peake JM, Della Gatta P, Suzuki K, Nieman DC. Cytokine expression and secretion by skeletal muscle cells: regulatory mechanisms and exercise effects. Exercise immunology review. 2015;21:8-25.**

**50. Hasegawa H, Mizoguchi I, Chiba Y, Ohashi M, Xu M, Yoshimoto T. Expanding Diversity in Molecular Structures and Functions of the IL-6/IL-12 Heterodimeric Cytokine Family. Frontiers in immunology. 2016;7:479.**

**51. Hung YL, Suzuki K. The pattern recognition receptors and lipopolysaccharides (LPS)-induced systemic**

**inflammation. Int J Res Stud Med Health Sci. 2017;2:1-7.**

**52. Peake JM, Suzuki K, Hordern M, Wilson G, Nosaka K, Coombes JS. Plasma cytokine changes in relation to exercise intensity and muscle damage. European journal of applied physiology. 2005;95(5-6):514-21.**

**53. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscle as an endocrine organ: focus on muscle-derived interleukin-6. Physiological reviews. 2008;88(4):1379-406.**

**54. Elenkov IJ, Chrousos GP, Wilder RL. Neuroendocrine regulation of IL-12 and TNF-alpha/IL-10 balance. Clinical implications. Annals of the New York Academy of Sciences. 2000;917:94-105.**

**55. Omata N, Yasutomi M, Yamada A, Iwasaki H, Mayumi M, Ohshima Y. Monocyte chemoattractant protein-1 selectively inhibits the acquisition of CD40 ligand-dependent IL-12-producing capacity of monocyte-derived dendritic cells and modulates Th1 immune response. Journal of immunology (Baltimore, Md : 1950). 2002;169(9):4861-6.**

**56. Suzuki K. Cytokine Response to Exercise and Its Modulation. Antioxidants (Basel). 2018;7(1):17.**

**57. Scheller J, Chalaris A, Schmidt-Arras D, Rose-John S. The pro- and anti-inflammatory properties of the cytokine interleukin-6. Biochimica et biophysica acta. 2011;1813(5):878-88.**

**58. Dinan NE, Zak RB, Shute RJ, Laursen T, Bubak M. Exercise-Induced Interleukin-6 and Metabolic Responses in Hot, Temperate, and Cold Conditions. Journal of Human Performance in Extreme Environments. 2017;13(1):8-11.**

**59. Steensberg A, van Hall G, Osada T, Sacchetti M, Saltin B, Klarlund Pedersen B. Production of interleukin-6 in contracting human skeletal muscles can account for the exercise-induced increase in plasma interleukin-6. J Physiol. 2000;529 Pt 1(Pt 1):237-42.**

**60. Ostrowski K, Hermann C, Bangash A, Schjerling P, Nielsen JN, Pedersen BK. A trauma-like elevation of plasma cytokines in humans in response to treadmill running. J Physiol. 1998;513 ( Pt 3)(Pt 3):889-94.**

**61. Fischer CP. Interleukin-6 in acute exercise and training: what is the biological relevance? Exercise immunology review. 2006;12:6-33.**

**62. Brenner IK, Natale VM, Vasiliou P, Moldoveanu AI, Shek PN, Shephard RJ. Impact of three different types of exercise on components of the inflammatory response. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1999;80(5):452-60.**

**63. Suzuki K, Nakaji S, Kurakake S, Totsuka M, Sato K, Kuriyama T, et al. Exhaustive exercise and type-1/type-2 cytokine balance with special focus on interleukin-12 p40/p70. Exercise immunology review. 2003;9:48-57.**

**64. Hirose L, Nosaka K, Newton M, Laveder A, Kano M, Peake J, et al. Changes in inflammatory mediators following eccentric exercise of the elbow flexors. Exercise immunology review. 2004;10:75-90.**

**65. Smith LL, Anwar A, Fragen M, Rananto C, Johnson R, Holbert D. Cytokines and cell adhesion molecules associated with high-intensity eccentric exercise. European journal of applied physiology. 2000;82(1-2):61-7.**

**66. Malm C, Sjodin TL, Sjoberg B, Lenkei R, Renstrom P, Lundberg IE, et al. Leukocytes, cytokines, growth factors and hormones in human skeletal muscle and blood after uphill or downhill running. J Physiol. 2004;556(Pt 3):983-1000.**

**67. Petersen AM, Pedersen BK. The anti-inflammatory effect of exercise. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2005;98(4):1154-62.**

**68. Toft AD, Jensen LB, Bruunsgaard H, Ibfelt T, Halkjaer-Kristensen J, Febbraio M, et al. Cytokine response to eccentric exercise in young and elderly humans. American journal of physiology Cell physiology. 2002;283(1):C289-95.**

**69. Ostrowski K, Rohde T, Asp S, Schjerling P, Pedersen BK. Pro- and anti-inflammatory cytokine balance in strenuous exercise in humans. J Physiol. 1999;515 ( Pt 1):287-91.**

**70. Peters EM, Anderson R, Nieman DC, Fickl H, Jogessar V. Vitamin C supplementation attenuates the increases in circulating cortisol, adrenaline and anti-inflammatory polypeptides following ultramarathon running. International journal of sports medicine. 2001;22(7):537-43.**

**71. Suzuki K, Yamada M, Kurakake S, Okamura N, Yamaya K, Liu Q, et al. Circulating cytokines and hormones with immunosuppressive but neutrophil-priming potentials rise after endurance exercise in humans. European journal of applied physiology. 2000;81(4):281-7.**

**72. Suzuki K, Nakaji S, Yamada M, Totsuka M, Sato K, Sugawara K. Systemic inflammatory response to exhaustive exercise. Cytokine kinetics. Exercise immunology review. 2002;8:6-48.**

**73. Goh J, Lim C, Suzuki K. Effects of Endurance-, Strength-, and Concurrent Training on Cytokines and Inflammation: Scientific Basics and Practical Applications. 2019. p. 125-38.**

**74. Suzuki K, Naganuma S, Totsuka M, Suzuki KJ, Mochizuki M, Shiraishi M, et al. Effects of exhaustive endurance exercise and its one-week daily repetition on neutrophil count and functional status in untrained men. International journal of sports medicine. 1996;17(3):205-12.**

**75. Sugama K, Suzuki K, Yoshitani K, Shiraishi K, Miura S, Yoshioka H, et al. Changes of thioredoxin, oxidative stress markers, inflammation and muscle/renal damage following intensive endurance exercise. Exercise immunology review. 2015;21:130-42.**

**76. Peake J, Nosaka K, Suzuki K. Characterization of inflammatory responses to eccentric exercise in humans. Exercise immunology review. 2005;11:64-85.**

**77. Kanda K, Sugama K, Sakuma J, Kawakami Y, Suzuki K. Evaluation of serum leaking enzymes and investigation into new biomarkers for exercise-induced muscle damage. Exercise immunology review. 2014;20:39-54.**

**78. Kanda K, Sugama K, Hayashida H, Sakuma J, Kawakami Y, Miura S, et al. Eccentric exercise-induced delayed-onset muscle soreness and changes in markers of muscle damage and inflammation. Exercise immunology review. 2013;19:72-85.**

**79. Peake JM, Suzuki K, Wilson G, Hordern M, Nosaka K, Mackinnon L, et al. Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. Medicine and science in sports and exercise. 2005;37(5):737-45.**

**80. Peake J, Wilson G, Hordern M, Suzuki K, Yamaya K, Nosaka K, et al. Changes in neutrophil surface receptor expression, degranulation, and respiratory burst activity after moderate- and high-intensity exercise. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2004;97(2):612-8.**

**81. Reihmane D, Jurka A, Tretjakovs P, Dela F. Increase in IL-6, TNF-alpha, and MMP-9, but not sICAM-1, concentrations depends on exercise duration. European journal of applied physiology. 2013;113(4):851-8.**

**82. Nieman DC, Davis JM, Henson DA, Gross SJ, Dumke CL, Utter AC, et al. Muscle cytokine mRNA changes after 2.5 h of cycling: influence of carbohydrate. Medicine and science in sports and exercise. 2005;37(8):1283-90.**

**83. Nieman DC, Henson DA, Davis JM, Angela Murphy E, Jenkins DP, Gross SJ, et al. Quercetin's influence on exercise-induced changes in plasma cytokines and muscle and leukocyte cytokine mRNA. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2007;103(5):1728-35.**

**84. Sprenger H, Jacobs C, Nain M, Gressner AM, Prinz H, Wesemann W, et al. Enhanced release of cytokines, interleukin-2 receptors, and neopterin after long-distance running. Clinical immunology and immunopathology. 1992;63(2):188-95.**

**85. Hellsten Y, Frandsen U, Orthenblad N, Sjodin B, Richter EA. Xanthine oxidase in human skeletal muscle following eccentric exercise: a role in inflammation. J Physiol. 1997;498 ( Pt 1):239-48.**

**86. Ostrowski K, Hermann C, Bangash A, Schjerling P, Nielsen JN, Pedersen BK. A trauma-like elevation of plasma cytokines in humans in response to treadmill running. J Physiol. 1998;513 ( Pt 3):889-94.**

**87. Ullum H, Haahr PM, Diamant M, Palmo J, Halkjaer-Kristensen J, Pedersen BK. Bicycle exercise enhances plasma IL-6 but does not change IL-1 alpha, IL-1 beta, IL-6, or TNF-alpha pre-mRNA in BMNC. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 1994;77(1):93-7.**

**88. Utter AC, Kang J, Nieman DC, Williams F, Robertson RJ, Henson DA, et al. Effect of carbohydrate ingestion and hormonal responses on ratings of perceived exertion during prolonged cycling and running. European journal of applied physiology and occupational physiology. 1999;80(2):92-9.**

**89. Asociación médica mundial. Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos Asociación medica mundial [noviembre 2018]. Available from: www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/.**

**90. Resolucion numero 8430 de Octubre 4 de 1993., (1993).**

**91. Mora-Rodriguez R, Garcia Pallares J, Lopez-Samanes A, Ortega JF, Fernandez-Elias VE. Caffeine ingestion reverses the circadian rhythm effects on neuromuscular performance in highly resistance-trained men. PLoS One. 2012;7(4):e33807.**

**92. Pallares JG, Lopez-Samanes A, Fernandez-Elias VE, Aguado-Jimenez R, Ortega JF, Gomez C, et al. Pseudoephedrine and circadian rhythm interaction on neuromuscular performance. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2015;25(6):e603-12.**

**93. Sanchez-Medina L, Gonzalez-Badillo JJ, Perez CE, Pallares JG. Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. Int J Sports Med. 2014;35(3):209-16.**

**94. Pallares JG, Sanchez-Medina L, Perez CE, De La Cruz-Sanchez E, Mora-Rodriguez R. Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. Journal of sports sciences. 2014;32(12):1165-75.**

**95. Hartmann H, Wirth K, Klusemann M. Analysis of the load on the knee joint and vertebral column with changes in squatting depth and weight load. Sports medicine (Auckland, NZ). 2013;43(10):993-1008.**

**96. Ihalainen JK, Ahtiainen JP, Walker S, Paulsen G, Selanne H, Hamalainen M, et al. Resistance training status modifies inflammatory response to explosive and hypertrophic resistance exercise bouts. Journal of physiology and biochemistry. 2017;73(4):595-604.**

**97. Ihalainen JK, Peltonen H, Paulsen G, Ahtiainen JP, Taipale RS, Hamalainen M, et al. Inflammation status of healthy young men: initial and specific responses to resistance training. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme. 2018;43(3):252-8.**

**98. Prestes J, Shiguemoto G, Botero JP, Frollini A, Dias R, Leite R, et al. Effects of resistance training on resistin, leptin, cytokines, and muscle force in elderly post-menopausal women. Journal of sports sciences. 2009;27(14):1607-15.**