UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ENDOFENOTIPOS DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ACTIVOS FÍSICAMENTE VS SEDENTARIOS DURANTE PRUEBA DE ESFUERZO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

FELIPE RICARDO GARAVITO PEÑA

MD MIGUEL MARTINEZ

DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE MEDICINA

MAESTRÍA EN FISIOLOGÍA

BOGOTÁ D.C.

2016

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ENDOFENOTIPOS DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ACTIVOS FÍSICAMENTE VS SEDENTARIOS DURANTE PRUEBA DE ESFUERZO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

FELIPE RICARDO GARAVITO PEÑA

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Fisiología

Director (a):
Título (MD.) Miguel Eduardo Martinez

Línea de Investigación:
Fisiología del Ejercicio

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Medicina, División de Fisiología
Bogotá D.C, Colombia
2016

Dedicatoria

A mi madre,

Por su amor incalculable que aún continúa en nosotros.

Agradecimientos

A mi familia, a mi padre y a mis hermanos Hernando, Diego, Carlos, Leo, Patricia y Camilo, por su apoyo incuestionable y el amor heredado que nos mantiene hoy frente a la adversidad. Al profesor Miguel Martinez por abrir la puerta y permitir la realización del este proyecto. A la profesora Zulma Dueñas por su apoyo en los trabajos de laboratorio y su preocupación. Al Doctor Jesus Astolfo (Decano de la facultad de Cultura Física de la Universidad Santo Tomás) por su gestión directa e indirecta de este trabajo. A la Universidad Santo Tomás y a todos los involucrados en la realización del convenio con la Universidad Nacional de Colombia para el desarrollo de la fase experimental. A Yolanda en el laboratorio de equipos comunes de medicina. A todos mis amigos, especialmente a Edwin, James y Martin por permitirme saber que siempre estarán presentes a pesar de la distancia. A todos aquellos que escucharon mis dilemas académicos Claudia, Jhon Freddy, Yissel, Willy, Tomás, Guillermo, Nope, Jhonsh, Javi, Angela Galvez, al doctor Fernando Rivera, Doctor Francisco García Ucha, Doctor René Barrios. A los voluntarios, pues sin su sangre no sería posible este trabajo. Al grupo de Porras Buhos, por tan valiosa financiación de este proyecto. Y finalmente para que no se diga que agradecí hasta el gato: Gracias Katrina y Yiyo.

Resumen

Este trabajo se propone comparar las posibles asociaciones entre variables fisiológicas y estado de ánimo con relación a la concentración plasmática de BDNF en sujetos sedentarios y activos físicamente expuestos a prueba de ejercicio físico aerobio. Se toma una muestra de 28 estudiantes universitarios, (15 activos físicamente y 13 sedentarios) a quienes se les toman muestras de concentración de BDNF a nivel plasmático, frecuencia cardiaca, percepción del esfuerzo y estado de ánimo antes durante y después de una prueba de esfuerzo incremental en la ciudad de Bogotá. Se observan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos en BDNF, frecuencia cardiaca, vigor y fatiga a los tres minutos de iniciar la prueba y de BDNF, frecuencia cardiaca, percepción del esfuerzo, tensión, vigor, fatiga y confusión una vez finalizada la prueba.

Palabras clave: BDNF, exercise, exercise tolerance, mood.

Abstract

This research work aims to compare possible relationships between physiological variables and mood changes, in relation with plasma concentration of BDNF in sedentary and physically active individuals. This after being exposed to an aerobic physical exercise test. A sample of 28 University students was taken (15 physically active and 13 sedentary), to whom concentration of BDNF at plasma level, heart frequency, effort perception and state of mind samples were taken before and after an incremental effort test in Bogotá City. It was found some important statistically differences between both groups in terms of BDNF, cardiac frequency, strength and fatigue after the first three minutes of the test; and BDNF, cardiac frequency, effort perception, tension, strength, fatigue and confusion once the test was finished.

Tabla de contenido

LISTA DE FIGURAS **9**

LISTA DE TABLAS **10**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **12**

JUSTIFICACIÓN **17**

FUNDAMENTO TEÓRICO **19**

Genes y Sedentarismo **19**

Gen Candidato: BDNF **20**

BDNF y Actividad Física **22**

Figura 2 Efectos del ejercicio sobre el BNDF en el hipocampo y niveles de ARNm23

BDNF y Salud Mental **24**

Endofenotipos un Enfoque para la Caracterización desde la Psiquiatría **26**

Modelos de Caracterización **27**

Modelo Transdisciplinar **28**

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN **29**

OBJETIVOS **29**

GENERAL **29**

ESPECÍFICOS **29**

METODOLOGÍA **31**

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES **31**

Tipo de estudio y diseño general **37**

Universo de estudio, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis y observación. **37**

Criterios de Inclusión y Exclusión **38**

Cronograma de Trabajo **40**

Instrumentos **42**

Intervención propuesta **43**

Prueba de esfuerzo incremental **46**

Fórmulas para Estimar el VO2 47

CONSIDERACIONES ÉTICAS **48**

CONSENTIMIENTO INFORMADO **50**

ANÁLISIS ESTADÍSTICO **55**

RESULTADOS **56**

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA **56**

Interacción del tiempo 56

Interacción del tiempo y del grupo 57

Interacción del Grupo 57

Comparación por Grupos 58

DISCUSIÓN **70**

Cambios en BDNF y su relación con el Estado de Ánimo **71**

BDNF y Ejercicio Físico **71**

Ejercicio Físico y Estado de Ánimo **72**

CONCLUSIONES **75**

RECOMENDACIONES **77**

A. ANEXO: PARMED-X **78**

B. ANEXO: IPAQ **82**

C. ANEXO: BIPI **86**

D. ANEXO: PIED **87**

E. ANEXO: ELISA CHEMIKINE KIT **88**

F. ANEXO: PFA **98**

G. ANEXO: PRUEBAS UNIVARIADAS **100**

BIBLIOGRAFÍA **105**

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 OCHO POSIBLES TRANSCRIPCIONES DE ARN A PARTIR DE DIFERENTES EXONES.....21
FIGURA 2 EFECTOS DEL EJERCICIO SOBRE EL BNDF EN EL HIPOCAMPO Y NIVELES DE ARNM. FUENTE: COTMAN C, BERCHTOLD N. EXERCISE: A BEHAVIORAL INTERVENTION TO ENHANCE BRAIN HEALTH AND PLASTICITY. TRENDS IN NEUROSCIENCES VOL.25 NO.6 JUNE, 2002.....23
FIGURA 3 EFECTOS POSITIVOS DEL EJERCICIO AEROBIO, VIAS DIRECTAS E INDIRECTAS 24
FIGURA 4 COMPARACIÓN DE CONCENTRACIÓN PLASMÁTICA DE BDNF POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 58
FIGURA 5 COMPARACIÓN DE FRECUENCIA CARDIACA POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS.....59
FIGURA 6 COMPARACIÓN DE TEMPERATURA CENTRAL POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS.....60
FIGURA 7 COMPARACIÓN DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS....61
FIGURA 8 COMPARACIÓN DE TENSIÓN POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 62
FIGURA 9 COMPARACIÓN DE DEPRESIÓN POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 63
FIGURA 10 COMPARACIÓN DE HOSTILIDAD POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 64
FIGURA 11 COMPARACIÓN DE VIGOR POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 65
FIGURA 12 COMPARACIÓN DE FATIGA POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS.....66
FIGURA 13 COMPARACIÓN DE CONFUSIÓN POR GRUPOS, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS 67

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 RECURSOS..... 30
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES..... 32
TABLA 3 CRITERIOS DE INCLUSION Y EXCLUSIÓN..... 38
TABLA 4 CRONOGRAMA DE TRABAJO..... 40
TABLA 5 PRUEBA DE ESFERICIDAD..... 55
TABLA 6 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA..... 56
TABLA 7 MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE BDNF PLASMA, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 58
TABLA 8 MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE FRECUENCIA CARDÍACA, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 59
TABLA 9. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE TEMPERATURA, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 60
TABLA 10. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE PERCEPCIÓN DE ESFUERZO, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 61
TABLA 11. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE TENSIÓN, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 62
TABLA 12. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE DEPRESIÓN, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 63
TABLA 13. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE HOSTILIDAD, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 64
TABLA 14. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE VIGOR, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 65
TABLA 15. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE FATIGA, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 66
TABLA 16. MEDIAS Y DESVIACIONES ESTÁNDAR DE LAS MEDIDAS DE CONFUSIÓN, PARA CADA GRUPO, EN LOS DIFERENTES TIEMPOS..... 67
TABLA 17 DIFERENCIAS DE LOS GRUPOS EN CADA UNA DE LAS VARIABLES SEGÚN LOS TIEMPOS DE REALIZACIÓN DE PRUEBA DE ESFUERZO..... 69

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en el estudio de variables psicológicas, fisiológicas y de concentración de Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF) en plasma tanto en sujetos activos físicamente como en sujetos sedentarios, cuando son sometidos a prueba ejercicio de carga incremental. Tal complejo de respuestas pueden estar mediadas por el BDNF al ser, este factor, influenciado por la contracción muscular y ser un indicador del estado de ánimo.

Se seleccionaron un total de 28 sujetos de los cuales 15 son activos físicamente y 13 sedentarios, los cuales realizaron la prueba de esfuerzo en cicloergómetro en horas de la mañana. Según los datos obtenidos se analizan por medio de un Anova factorial de medidas repetidas para comparar las medias en cada una de las variables medidas. Los resultados arrojan diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos principalmente al iniciar el esfuerzo y al finalizar el mismo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I had not then learned the investigator's mantra:
"Try to disprove your own hypothesis."
John W Severinghaus

A pesar del amplio conocimiento acerca de la influencia del Ejercicio Físico (EF) sobre la disminución de la morbilidad y mortalidad producida por enfermedades crónicas no transmisibles, los diseños de planeación de estilos de vida saludable a largo plazo parecen haber fallado (A. Bryan, Hutchison, Seals, & Allen, 2007) Así, no es para nada extraño observar porcentajes de deserción hasta del 50% en población sedentaria después de 6 meses de iniciar un plan de EF aerobio (Sheppard & Parfitt, 2008) ,o que, en programas orientados al control de peso, se demuestre una disminución significativa en todos los componentes de evaluación de la adherencia (asistencia a sesiones, objetivos en el ejercicio, ingesta de grasas y calorías, y autorregulación en la alimentación) durante un periodo dividido en dos fases de seis meses cada una (Acharya et al., 2009).De este modo, la inactividad física es caracterizada como "el más grande problema de salud pública del siglo XXI", pues a pesar de la evidencia y de los esfuerzos investigativos los niveles de inactividad física no han cambiado (Blair, 2009).

En este orden de ideas, para comprender el comportamiento de adherencia al ejercicio es importante relacionar el tipo de ejercicio con respuestas particulares de cada participante, pues las respuestas individuales al ejercicio son bastante heterogéneas de un sujeto a otro, lo cual sugiere una influencia genética (Rankinen & Bouchard, 2008). De igual manera, si tal predisposición se encuentra correlacionada con respuestas fisiológicas y estas a su vez con conductas emocionales que determinaran prospectivamente la adherencia al ejercicio (A. Bryan et al., 2007) , encontramos que el estudio en tal campo debe involucrar dichos aspectos de forma integral con tal de permitir un acercamiento más completo al fenómeno.

Actualmente, en modelos para el ingreso a programas de actividad física (American College of Sports Medicine, 2013; Haskell et al., 2007; Heyward, 2008), se denota la insuficiencia en la caracterización al desarrollar perfiles con base en factores antropométricos, estado de salud, y de condición física para la programación del ejercicio, desestimando la influencia de otros factores (Emocionales-genéticos) que pueden llegar a

determinar la respuesta y, por lo tanto, la adherencia al ejercicio. Los modelos de prescripción (American College of Sports Medicine, 2013) sugieren la necesidad de lograr un equilibrio entre los componentes fisiológicos que favorecerían una mejora en el estado de salud y los que evitarían el riesgo de lesión. Sin embargo, tales factores deben ser mediados por la respuesta afectiva que finalmente determinará la adherencia al ejercicio (Ekkekakis, Hall, & Petruzzello, 2008).

De lo anterior se desprende que tal problemática deba ser abordada por modelos investigativos integrales que caractericen las respuestas al ejercicio. Así, los modelos más cercanos a tal tipo de caracterización se visualizan principalmente en dos campos: respuestas psicológicas y EF, y genética con el EF.

Con respecto a las respuestas psicológicas al ejercicio se hace necesaria la aplicación de modelos de corte interdisciplinar para relacionar lo psicológico y lo fisiológico (Peluso & Andrade, Laura Helena Silveira Guerra de, 2005).Tales modelos deben responder a la necesidad de aclarar en el campo investigativo los marcadores biológicos del metabolismo con relación a las respuestas afectivas para determinar la intensidad correspondiente al ejercicio (Ekkekakis et al., 2008). Desde tal perspectiva, algunos estudios han avanzado al demostrar que el estado de ánimo varía con relación al tipo de ejercicio cuando el nivel de intensidad se hace exhaustivo (cercano al umbral ventilatorio); es decir, con un incremento progresivo de la activación durante el ejercicio las respuestas afectivas logran una valencia más baja (Sheppard & Parfitt, 2008).Sin embargo, cuando la intensidad es auto-suministrada, más que impuesta, se demuestran respuestas afectivas positivas cercanas o sobre los umbrales (Ekkekakis, Parfitt, & Petruzzello, 2011b).Esto permite vislumbrar la posible influencia de las respuestas emocionales en la participación y permanencia en actividades físicas, en la medida en que una respuesta afectiva positiva al ejercicio, así como una posible actitud positiva como respuesta a la fatiga, puede favorecer la adherencia en programas de EF, por cuanto mantiene la motivación en tales actividades (Kwan & Bryan, 2010a).

La actividad física diaria se relaciona con niveles bajos de ansiedad. Los beneficios en la salud mental se empiezan a observar en personas que realizan por lo menos 20 minutos de actividad física por semana, aunque se presenta una mejor respuesta con aumentos de intensidad y volumen (Hamer, Stamatakis, & Steptoe, 2009). El ejercicio físico de orientación aeróbica, mientras siga las consideraciones de salud pública (17.5-kcal/kg/semana; 3-5 días), tiene efectos positivos contra la depresión, en la medida en que significa una carga alta de trabajo, mientras que el ejercicio de baja intensidad puede compararse con un placebo (Dunn, Trivedi, Kampert, Clark, & Chambliss, 2005). No obstante, se ha encontrado evidencia de que la aparición de una respuesta afectiva negativa, es decir, una aparición temprana de displacer frente al ejercicio, es más temprana en sujetos inactivos físicamente u obesos y, además, tal patrón se mantiene hasta el final del ejercicio (Ekkekakis et al., 2008).

Si bien entre el 80% y 90% de los sujetos reportan sentirse bien con el ejercicio, cerca del 50% desertan de los programas (Dishman, 2008). Esta situación parece paradójica: si el ejercicio mejora el estado afectivo, ¿por qué se presentan los niveles de deserción actuales? La respuesta se puede encontrar al prestar atención a cuatro consideraciones clave: 1) el interés de los investigadores por legitimar el papel del ejercicio físico en la salud han priorizado en sus mediciones los efectos positivos del mismo; 2) las escalas de medida de los estados afectivos no toman la totalidad del rango de medida que pudiera evaluar la respuesta afectiva y, por lo tanto, carecen de medidas para evaluar el displacer o los efectos negativos del ejercicio; 3) en muchos estudios los cambios entre el inicio y el efecto posterior al ejercicio no se comparan; 4) la toma de muestras favorece el resultado grupal desestimando las diferencias interindividuales (Backhouse, Ekkekakis, Biddle, Foskett, & Williams, 2007).

Por otra parte, la propensión a realizar actividades de orden deportivo, así como la adherencia, dependen de Genes relacionados con el desempeño atlético (Bray et al., 2009), entre los que se pueden mencionar el Receptor Sensible al Calcio CASR, la Enzima Convertidora de Angiotensina ACE, la Proteína de Unión de Ácidos Grasos 2 FABP2, la Proteína de Desacoplamiento1 UCP1 y la Alfa Actinina 3 ACTN3 (De Moor et al., 2007), APMK b1- b2 (O'Neill et al., 2011).

Otros tipos de estudios centran su atención en la relación genético-fisiológica, desde la perspectiva del ejercicio como herramienta para la rehabilitación en el marco clínico. Estudios como CAREGENE (CArdiac REhabilitation GEnetics of Exercise performance) dan cuenta de las respuestas con relación a factores genéticos y su influencia sobre la potencia aeróbica, de sujetos que con posterioridad a un episodio de Infarto Agudo de Miocardio fueron expuestos a ejercicio exhaustivo (Defoor et al., 2006).Como resultado a tal exposición, se caracterizó la expresión de marcadores genéticos prevalentes en la población que ostentaba mejor rendimiento en la prueba. Otros, por su parte, pretenden hallar la relación entre un gen y la respuesta al EF, relacionando la herencia con la potencia muscular o con la resistencia. Sin embargo, no se debe desestimar la influencia de los factores epigenéticos en la expresión de genética (Flueck, Vaughan, & Westerblad, 2010). La expresión de genes involucrados con la tolerancia a la insulina como efecto del entrenamiento programado en población sedentaria demuestra la prevalencia de polimorfismos particulares en población de un mismo núcleo familiar, lo que parece confirmar que la respuesta al ejercicio depende tanto de componentes genéticos como epigenéticos (Ruchat et al., 2010).

Otros estudios también asociados al papel de la Enzima Convertidora de Angiotensina (ECA) evidencian mejoras en la adaptación al ejercicio y a falla cardiaca (Montgomery & Brull, 2000). Aunque tal expresión genética haya sido una de las más estudiadas, todavía no es totalmente clara su función sobre cada tipo particular de ejercicio, según sea de larga duración o de predominancia anaeróbica (Roth, 2007).

De esta manera, se evidencia la carencia, no solamente de modelos interdisciplinares desde el estudio de variables genéticas, fisiológicas y psicológicas que caractericen de manera integral una respuesta al ejercicio, sino la escasez de estudios que busquen caracterizar un genotipo propio del sedentarismo, debido a la abundancia de estudios realizados en sujetos activos físicamente en contraposición con la poca evidencia de estudios en sujetos sedentarios.

El hecho de que los comportamientos propios de cada ser humano exhiban una predisposición genética, y también unas respuestas fisiológicas propias, implica un complejo sistema de interrelaciones que identifican una conducta en particular. Al respecto, estudios en el campo de la psiquiatría correlacionan un componente genético con respuestas fisiológicas y psicológicas como marcadores de caracterización de un trastorno psiquiátrico. Así, la ruta que media entre un gen y su fenotipo es lo que se denomina como "endofenotipo" (Gottesman & Gould, 2003; Panksepp, 2006a). Este concepto, para este estudio en particular, adquiere importancia en la medida en que permite articular tal serie de niveles de complejidad (genético, fisiológico y psicológico) en el caso del individuo sedentario.

JUSTIFICACIÓN

Los presupuestos teóricos usados en la aplicación del modelo transdisciplinar propuesto por el grupo de trabajo de la Universidad de Colorado Boulder (A. Bryan et al., 2007) permiten observar correlaciones entre variables genéticas, fisiológicas y psicológicas, de tal manera que se asocian ciertos cambios fisiológicos con una predisposición para adoptar hábitos saludables (adherencia al ejercicio). De este modo, se infiere que la presencia o ausencia de un gen se correlaciona con variables fisiológicas que influyen sobre el estado de ánimo de los sujetos durante actividades físicas moderadas y en actividades principalmente sedentarias. Sin embargo, en tal estudio la muestra poblacional es tomada a partir de criterios de inclusión que permiten solamente el ingreso al estudio de sujetos activos físicamente, lo cual deja un espacio abierto para la investigación comparativa entre sujetos activos físicamente comparados con sedentarios.

Por otra parte, en la realización de tal estudio, se expone a los sujetos a ejercicio físico a una intensidad de trabajo constante. Tal procedimiento dificulta la observación de respuestas tanto fisiológicas como emocionales a diferentes intensidades de trabajo, razón por la cual se hace necesario desarrollar una prueba alterna que permita tal observación. Con relación a tales demandas se estima que una prueba esfuerzo incremental favorecería llevar un monitoreo de las respuestas con relación al aumento progresivo de la carga de trabajo.

Tal comparación, siguiendo las orientaciones del modelo, se hace relevante si condujera a caracterizar las posibles diferencias entre las respuestas de endofenotipos de sujetos sedentarios en comparación con endofenotipos de sujetos activos físicamente durante ejercicio físico y, de esta manera, poder dar cimientos teóricos para la formulación de programas de EF enfocados a las características propias de grupos poblacionales sedentarios.

Con relación a la comparación de los niveles circulantes de BDNF (Suero y plasma) entre sujetos activos físicamente y sedentarios sometidos a tres diferentes pruebas de esfuerzo a diferentes intensidades (baja, moderada y alta) se ha encontrado diferencias significativas, principalmente en plasma, que pueden sugerir un papel de tal neurotrofina en la adaptación al ejercicio (Nofuji et al., 2012) . Sin embargo, en tal estudio las comparaciones son hechas con diferentes pruebas para cada tipo de intensidad, lo cual dista de las posibles respuestas dadas a diferentes intensidades en una prueba incremental, lo que se asemejaría más a una situación real.

La mayoría de estudios que correlacionan BDNF circulante (en sangre) y ejercicio físico evidencian incremento de la neurotrofina frente a cargas aeróbicas, pues son pocos los estudios que demuestran el mismo comportamiento durante cargas anaérobicas. No obstante, es débil la evidencia que demuestre el comportamiento de BDNF durante una prueba de esfuerzo, y, a diferentes intensidades durante la prueba, lo cual dificulta comprender la dinámica dosis-respuesta en ejercicio físico (Huang, Larsen, Ried-Larsen, Møller, & Andersen, 2014).

Ahora bien, teniendo en cuenta los indicadores tanto de la Organización Mundial para la Salud (OMS) como de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN 2010) para el sedentarismo y la obesidad, y la poca información que se dispone sobre tal población, en relación con su respuesta afectiva al ejercicio, se subraya la importancia de estudios orientados en este sentido, debido a su relevancia dentro del marco de la salud pública (Ekkekakis et al., 2011b). Esto con el fin de incursionar en proyectos de investigación que apunten a disminuir los factores de riesgo cardiovascular, de cáncer y trastornos metabólicos. Por lo tanto, una investigación de corte transdisciplinar que pretenda acercarse al entendimiento de un posible endofenotipo del sedentarismo beneficiaría tanto al sistema de salud como a la calidad de vida de la población en general, debido a la disminución de costos por atención de enfermedades crónicas desde el marco de la prevención.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Genes y Sedentarismo

Defender un genotipo propio del sedentarismo resulta dispendioso, ya que tal tópico no ha sido tratado lo suficientemente en su individualidad, y ello por dos razones: 1) es tratado en su mayoría dentro de los factores predisponentes de la obesidad, y 2) El hecho de enfatizar sobre una hipotética herencia proclive a la actividad física restringe en sí misma una visión genética de un comportamiento (sedentarismo) para el que no venimos dotados.

Con respecto a este último punto se plantea que, en el proceso de evolución del hombre, más específicamente en el periodo Paleolítico, fue necesaria la conservación de energías ("genotipo ahorrador") (Neel, Weder, & Julius, 1998) para prevenir posteriores épocas de hambruna (Chakravarthy & Booth, 2004), de tal manera que los sustratos consumidos eran almacenados y posteriormente utilizados en actividades de caza y recolección. El inconveniente hoy día es que la ingesta de tales sustratos tiende a estar aumentada con relación al gasto de la misma, generando de esta manera desórdenes metabólicos, razón por la cual el sedentarismo resulta un factor de riesgo para la salud. La inactividad física parece orientar hacia un fenotipo diferente al que el ser humano se encuentra determinado (Booth, Chakravarthy, & Spangenburg, 2002). Por ejemplo, en población de países industrializados (EE.UU) la relación entre el consumo de energía y su gasto favorece el depósito de energía en forma de grasa. Esto subraya la importancia de la actividad física para evitar el depósito excesivo de grasa y la obesidad (Hall, 2011).

Pero no solamente se entiende la funcionalidad de tal genotipo en el marco del ahorro energético, también en tal hipótesis se sustentan las bases genéticas de un comportamiento proclive a la actividad física (Booth, Chakravarthy, Gordon, & Spangenburg, 2002). Quizá por esta razón el rastreo de un genotipo propio del sedentarismo se hace más complejo, aunque es más prolija la búsqueda de evidencia sobre marcadores genéticos de la obesidad

(Frayling et al., 2007; Jonsson et al., 2009; McPherson, 2007) si se tiene en cuenta el sedentarismo como un posible determinante de la obesidad (Marti, Moreno-Aliaga, Hebebrand, & Martinez, 2004; Tremblay & Willms, 2003). El siglo pasado ha sido testigo de la vasta investigación sobre los determinantes genéticos del rendimiento atlético. Sin embargo, hoy día se hace indispensable, como un problema de salud pública, que la ciencia vuelque su interés sobre el estudio de los mecanismos fisiológicos que regulan un comportamiento sedentario (Tipton & American College of Sports Medicine, 2006).

Por lo anterior, se observa la cantidad de genes relacionados con el rendimiento físico y muy pocos hacia el comportamiento sedentario. No obstante, el mecanismo de tal respuesta puede estar más relacionado con la inexpresión de genes en particular que con la de un gen responsable, teniendo en cuenta el concepto de Genotipo ahorrador. En el caso de AMP kinasa se le ha adjudicado un fuerte vínculo con el desempeño físico (Tipton & American College of Sports Medicine, 2006) y a su carencia el favorecimiento de comportamientos sedentarios (O'Neill et al., 2011).

BDNF como Candidato

El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF) fue descubierto en 1982, posterior al descubrimiento del Factor de Crecimiento Nervioso (NGF). Tal factor demostró promover la sobrevivencia de neuronas de una subpoblación de la raíz del ganglio dorsal; posteriormente dicho factor fue purificado en el cerebro porcino (Barde et al., 1982 citado por (Binder & Scharfman, 2004).

El BDNF (Brain Derived Neurotrophic Factor, por sus siglas en inglés) pertenece a la familia de factores neurotróficos, los cuales se unen a receptores específicos como proteínas quinasa de alta afinidad (Trk) y a otros inespecíficos como el receptor P75 (Tapia-Arancibia, Rage, Givalois, & Arancibia, 2004). Las neurotrofinas se liberan en el torrente sanguíneo para unirse a receptores de células nerviosas evitando su muerte (apoptosis) y favoreciendo su replicación y crecimiento. Tal factor, adquiere valiosa importancia en este estudio en particular, ya que los niveles periféricos (plasma y suero) de

se correlacionan positivamente con niveles del mismo factor en el sistema nervioso central (hipocampo) en modelos animales, (Karege, Schwald, & Cisse, 2002; Klein et al.,

2011), debido a su dinámica desde la producción a nivel muscular (Sakuma & Yamaguchi, 2011).

De igual manera, tal neurotrofina atraviesa la barrera hematoencefálica de manera bidireccional, razón por la cual los niveles de BDNF periféricos son un buen marcador de los comportamientos del sistema nervioso central (Pan, Banks, Fasold, Bluth, & Kastin, 1998; Rasmussen et al., 2009), como se mencionó con anterioridad.

El BDNF es localizado en el cromosoma 11p. De los cinco exones en total que lo componen cuatro (I-IV) son asociados con diferentes promotores, mientras el exón V codifica para la proteína madura de BDNF (Binder & Scharfman, 2004; Tapia-Arancibia et al., 2004). Tal organización permite la transcripción de ocho posibles ARN mensajero (Ver figura 1). Sin embargo, particularmente, todos codifican para la misma proteína (Tapia-Arancibia et al., 2004).

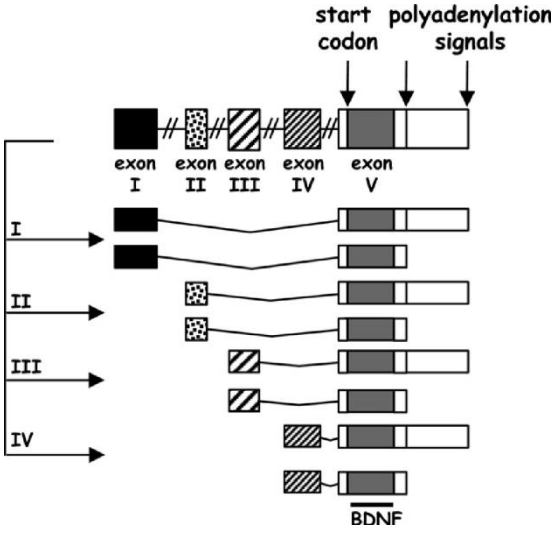


Figura 1 Ocho posibles transcripciones de ARN a partir de diferentes exones
Fuente:Tapia-Arancibia L, Rage F, Givalois L, & Arancibia S. Physiology of BDNF: focus on hypothalamic function. Frontiers in Neuroendocrinology 25: 77–107, 2004.

Se encuentra presente en altas cantidades en el sistema nervioso central, donde es sintetizado en forma de un precursor (pre-proBDNF), el cual posteriormente es escindido en pro BDNF y BDNF maduro (mBDNF) (Quirie et al., 2012). El BDNF, RNAm y trkB se encuentran distribuidas por diferentes zonas del sistema nervioso central, pero es en el hipocampo donde presentan mayor grado de expresión (Binder & Scharfman, 2004).

Diferentes estímulos pueden regular la expresión de BDNF en diferentes zonas cerebrales de acuerdo al tipo de estímulo que se tenga en cuenta. Por ejemplo, desde los incrementos de RNAm en el córtex visual por causa de estimulación lumínica, del ejercicio físico sobre el hipocampo (Binder & Scharfman, 2004) plasmáticos como respuesta adaptativa al dolor en sujetos con Fibromialgia (Nugraha, Karst, Engeli, & Gutenbrunner, 2012) en episodios de migraña y dolor de cabeza (Hindiyeh, Krusz, & Cowan, 2013), hasta su disminución hipotalámica por efecto de la polución ambiental (Bos, De Boever, Int Panis, & Meeusen, 2014).

Aparte de la importancia del BDNF para el desarrollo y sobrevivencia neuronal (Klein et al., 2011), aparece también su papel fundamental en el mecanismo molecular de plasticidad sináptica (Binder & Scharfman, 2004) y de resiliencia cerebral (Tapia-Arancibia et al., 2004).

BDNF y Actividad Física

La actividad física es responsable del aumento en esta proteína (Adlard, Perreau, & Cotman, 2005) así como la expresión de su RNA mensajero (Cotman & Berchtold, 2002; Cotman & Engesser-Cesar, 2002). De igual manera, el ejercicio físico parece aumentar la concentración de BDNF en el hipocampo figura 2 (Neeper, Gomez-Pinilla, Choi, & Cotman, 1995).

De igual manera el BDNF es liberado por el músculo esquelético (Iizuka, Machida, & Hirafuji, 2014) durante la contracción muscular, lo cual estaría hablando del posible aporte de este tejido con los niveles circulantes de dicha neurotrofina.

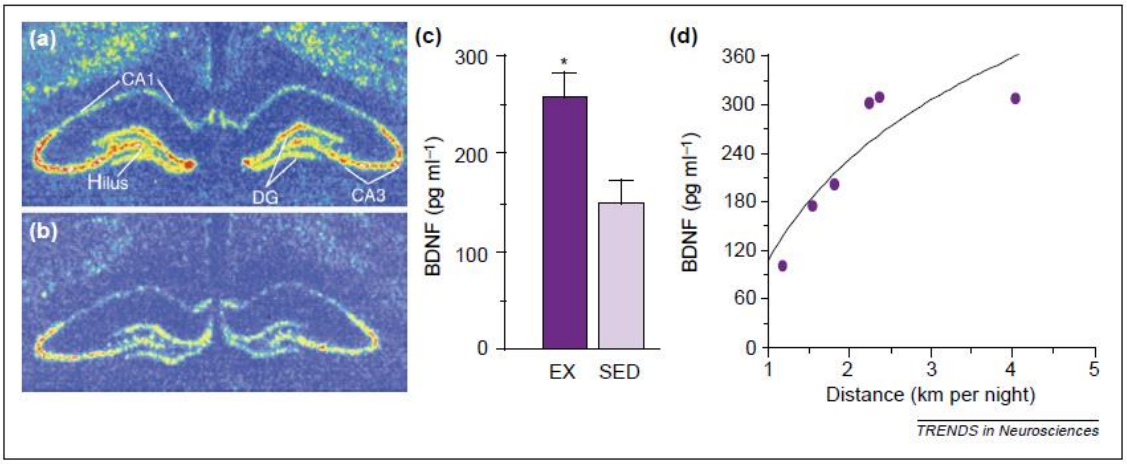


Figura 2 Efectos del ejercicio sobre el BNDF en el hipocampo y niveles de ARNm. Fuente: Cotman C, Berchtold N. Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. Trends in Neurosciences Vol.25 No.6 June, 2002.

Con relación a la expresión de diferentes factores neurotróficos (Factor de Crecimiento Nervioso NGF, Factor de Crecimiento Fibroblástico 2 FGF-2) por efecto del ejercicio, se ha observado que sus incrementos a nivel hipocampal, decrecen rápidamente y su significancia no se hace tan robusta como la expresión de BDNF, por lo que éste último factor puede ser un buen candidato para medir los beneficios a largo plazo del ejercicio relacionadas con el cerebro (Cotman & Berchtold, 2002). De igual manera, el ejercicio no solamente facilita el proceso de plasticidad neuronal por medio del incremento de BDNF sino, también asegura el ambiente propicio para su mantenimiento (Mang, Campbell, Ross, & Boyd, 2013) (figura 3)

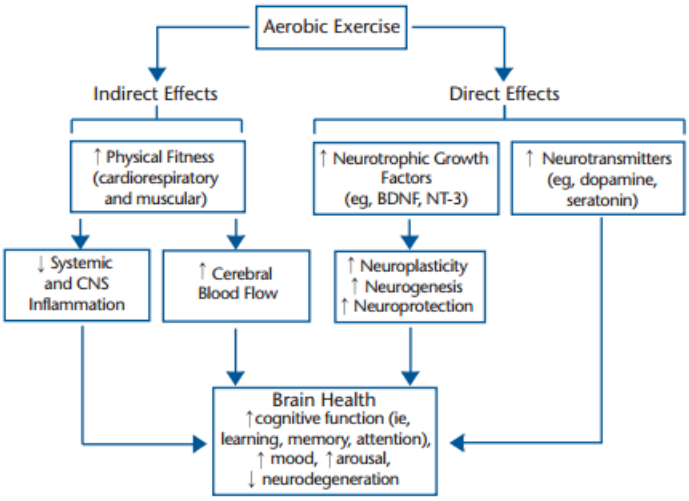


Figura 3 Efectos positivos del ejercicio aerobio, vias directas e indirectas
Fuente: Mang, C. S., Campbell, K. L., Ross, C. J., & Boyd, L. A. (2013). Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: Considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. Physical Therapy, 93(12), 1707-1716. doi:10.2522/ptj.20130053 [doi]

El ejercicio físico y el control del apetito están relacionados con niveles elevados de BDNF en el organismo (Tapia-Arancibia et al., 2004). Esto reviste importancia con relación al tratamiento de control de peso y enfermedades como la Diabetes tipo II.

BDNF y Salud Mental

El ejercicio físico y los tratamientos antidepresivos (farmacológicos) tienen resultados convergentes en cuanto al incremento de BDNF, por lo cual parecería estar involucrado un mecanismo molecular igual en ambos casos (Russo-Neustadt, Beard, Huang, & Cotman, 2000) Los procesos de neurogénesis se favorecen tanto en ambientes enriquecidos como por la realización de EF, no obstante, tales determinantes pueden ser mediados por el efecto del BDNF (Bekinschtein, Oomen, Saksida, & Bussey, 2011).

El mantenimiento de la salud mental y plasticidad neuronal a lo largo de la vida, es un objetivo de la salud pública, y su incremento puede estar relacionado con un comportamiento estimulante y la práctica de ejercicio pueden ayudar a tal fin (Cotman & Berchtold, 2002) para el caso de la enfermedad de Parkinson puede ser un protector frente a neurotoxinas dopaminérgicas mediante la estimulación de BDNF (Ahlskog, 2011).

Es posible que el EF tenga efectos directos sobre la maquinaria genética más que sobre la salud general. Varios sistemas a nivel molecular pueden participar en los beneficios que

proporciona el EF en el cerebro (Cotman & Berchtold, 2002). Para el caso del BDNF se ha evidenciado una participación en el incremento del control respiratorio en mitocondrias cerebrales en ratas (Markham, Bains, Franklin, & Spedding, 2014), lo cual favorecería el funcionamiento de dichas células por medio de un buen abastecimiento energético

El BDNF se relaciona negativamente con episodios de depresión en mujeres que realizan actividad física de manera regular al favorecer la reparación del daño producido por el estrés, de esta manera, quienes tienen mayor expresión de tal gen, presentan menores episodios de depresión (Mata, Thompson, & Gotlib, 2010). La disminución en los niveles de BDNF sérico y plasmáticos en sujetos que presentan trastornos neuropsiquiátricos (cuadros de depresión o ansiedad) puede dar cuenta de este factor como un posible biomarcador de tales afecciones (Klein et al., 2011), además puede ser el responsable de los bajos niveles de concentración y memoria (Adlard et al., 2005). De manera opuesta, sus incrementos, que pueden ser producidos por actividad física, están relacionados con mejoras en procesos de aprendizaje y memoria (Erickson, Miller, & Roecklein, 2012a; Mang et al., 2013).

Si bien la actividad de neurotransmisores en el SNC es importante, actualmente emerge teóricamente la influencia del Sistema Nervioso Periférico mediante componentes como estrógenos, corticosterona y factor de crecimiento de insulina-1 (IGF-1), los cuales incrementan la expresión de BDNF en SNC (Cotman & Berchtold, 2002).

La exposición prolongada a corticoesteroides (Tapia-Arancibia et al., 2004) disminuye la cantidad de BDNF a nivel hipocampal, los mecanismos moleculares que responden por tal proceso se constituyen en un campo de estudio promisorio (Cotman & Berchtold, 2002). Los incrementos producidos a nivel periférico de IGF-1 favorecen el incremento a nivel central al atravesar la barrera hematoencefálica; con ello, mejoran la respuesta del cerebro frente a agresiones y operan como un factor determinante en la producción de BDNF. La información indica que los niveles de IGF-1 pueden iniciar la cascada de producción de

BDNF y, por lo tanto, favorecer el proceso de plasticidad cerebral (Cotman & Berchtold, 2002).

Teniendo en cuenta las relaciones anteriores, el BDNF es un candidato excelente para investigar la correlación entre ejercicio físico y estado de ánimo (A. Bryan et al., 2007). Esto con el propósito de profundizar en el estudio de la adherencia al ejercicio físico y las limitaciones de los modelos actuales frente a la programación enfocada a mejorar estilos de vida saludable, por cuanto se subvalora el papel que cumple el placer por la actividad (Ekkekakis et al., 2011b).

Endofenotipos un Enfoque para la Caracterización desde la Psiquiatría

La Psiquiatría Evolutiva nace a partir del éxito de la Sociobiología y la Psicología Evolutiva (Panksepp, 2006b). Es en un contexto en el que influyen de manera considerable (interdisciplinar) ciertas ciencias humanas en donde se desarrolla el concepto de endofenotipo.

El concepto de endofenotipo abarca los componentes medibles que son invisibles con la simple observación y que median entre una enfermedad y su distante propulsor genético. (Gottesman & Gould, 2003). Son aquella compleja red de estructuras corticales y subcorticales influenciadas por un grupo de genes que al ser estudiados por medio de estrategias endofenotípicas facilita el estudio de elementos cognitivos (van Leeuwen, van den Berg, Stéphanie M, Hoekstra, & Boomsma, 2007). Esto implica que tales estrategias endofenotípicas evalúen tal mediación utilizando marcadores bioquímicos o vías neuronales para identificar la posible causa de la expresión del gen.

El objetivo de cimentar el concepto de endofenotipo es extender un comportamiento neurobiológico hasta el punto en que se pueda comprender desde una conducta emocional (Panksepp, 2006b), es decir, ciertas conductas comunes en sujetos que padecen una enfermedad mental pueden dar cuenta de una raíz común, una raíz neurobiológica. Los mamíferos compartimos un centro emocional en el cerebro que responde a estímulos en particular, y del cual devienen respuestas conductuales específicas con relación a la sexualidad, la maternidad, la ira, la interacción social, el estrés por separación y el juego (Panksepp, 2006b). Así, cada conducta emocional de tal centro emocional puede tener una

vía funcional específica que informaría de un posible gen, o interacción de varios, responsable del comportamiento en cuestión (Panksepp, 2006b). Esta visión de lo cerebral que permite integrar lo molecular con lo emocional, facilita dilucidar el concepto de Endofenotipo.

Criterios para determinar un endofenotipo (Gottesman & Gould, 2003):

1. El endofenotipo se asocia con la enfermedad.

2. Es hereditario.

3. Es independiente del estado del sujeto (se manifiesta aunque la enfermedad no haya debutado aún).

4. En una familia el endofenotipo y la enfermedad son co-segregados.

5. El endofenotipo se encuentra en los miembros afectados de la familia, en quienes no se encuentran afectados en una tasa más alta que en el grueso de la población.

Modelos de Caracterización

Para poder evaluar los diversos factores que causarían la falta de adherencia en planes de hábitos de vida saludables es importante tener en cuenta modelos que integren variables de diferente nivel de complejidad que afectarían el eficiencia de los programas de EF con miras al mejoramiento de la salud. Los modelos planteados para la valoración y prescripción del ejercicio propuestos por el American College of Sport Medicine (ASCM) se limitan a la valoración desde un marco antropométrico y fisiológico, y aunque se pueden llegar a hacer valoraciones del perfil psicológico, éste no reviste mayor importancia dentro del esquema general.

La sugerencia de realizar actividad física por 30 min diarios, o de 60 min/día, para empezar a obtener resultados en la salud, discrepa con el hecho de que las respuestas individuales son diferentes en cada sujeto, llegando incluso al caso de encontrar sujetos

que no responden a tales criterios. Lo anterior permite deducir la necesidad de la individualización del ejercicio (Tipton & American College of Sports Medicine, 2006).

Modelo Transdisciplinar

La investigación que se funda en diferentes disciplinas puede llegar a tener diferentes niveles de desarrollo, de manera que, según su nivel de complejidad, inician siendo multidisciplinares, luego interdisciplinares y finalmente modelos transdisciplinares (Rosenfield, 1992).

No solamente el desarrollo de nuevos conceptos a partir de la implementación de modelos que involucren diferentes áreas de conocimiento permite el avance de cada área por separado, también facilita la creación de campos de investigación y políticas más creativas y de sujetos a cargo más entusiastas (Rosenfield, 1992). Además el abordaje de problemas que se hacen cada vez más complejos lleva a la conceptualización científica hacia la construcción de conocimiento desde varios enfoques que comparten su conocimiento, empujados por la inercia propia del objeto de estudio. Las disciplinas involucradas sostienen, entonces, una importancia compartida dentro de lo que se puede denominar como una “heterarquía” (Kessel & Rosenfield, 2008).

Un modelo transdisiplinar pretende sentar las bases para favorecer la colaboración investigativa entre ciencias de la salud y ciencias humanas, esto con el ánimo de abordar el problema como un fenómeno y tener un acercamiento más profundo (Rosenfield, 1992). Tales modelos se enfocan en problemáticas de orden social, lo cual involucra la salud pública desde el marco en que se incluyen estudios para la investigación de la enfermedad y su impacto epidemiológico.

En este sentido, conviene considerar diversos factores para lograr una representación más completa de la respuesta al EF; en particular, una representación que relacione respuestas desde lo genético hasta el comportamiento determinado por la actividad física (Dishman, 2008). Tal tipo de modelo transdisciplinar (A. Bryan et al., 2007) requiere la observación de un factor genético, por medio de su expresión proteica como BDNF.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe algún tipo de asociación entre el estado de ánimo, las variables fisiológicas Frecuencia Cardiaca, Temperatura, percepción del esfuerzo y la concentración plasmática de BDNF en sujetos sedentarios si se comparan con sujetos activos físicamente, durante el desempeño de una prueba de ejercicio aerobio?

OBJETIVOS

GENERAL

- Comparar las posibles asociaciones entre variables fisiológicas y estado de ánimo con relación a la concentración plasmática de BDNF en sujetos sedentarios y activos físicamente expuestos a prueba de ejercicio físico aerobio.

ESPECÍFICOS

- Emplear un modelo transdisciplinar en la evaluación de sujetos activos físicamente y sedentarios, que asocie variables de concentración plasmática de BDNF, con variables fisiológicas (Temperatura Timpánica, Frecuencia Cardiaca, Escala de Borg) y psicológicas (Tensión-Ansiedad; Depresión-Melancolía; Cólera Hostilidad; Vigor-Actividad; Fatiga-Inercia; Confusión-Desorientación)
- Describir las asociaciones de las variables genéticas, fisiológicas y psicológicas en sujetos sedentarios y activos físicamente.
- Identificar los cambios de las variables durante la exposición de los sujetos al ejercicio.

Tabla 1 Recursos

Recurso	**Costo**	**Institución Financiadora**
Cicloergómetro Cyclus 2	$ 103.891.148	Universidad Santo Tomás. Laboratorio Fisiología del Ejercicio.
Monitor Polar Strainer Plus NV (Reloj)	$ 554.569	Universidad Santo Tomás. Laboratorio Fisiología del Ejercicio.
Human BDNF ELISA 3 Kit. ChemiKine TM Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Sanwich ELISA Kit. Chemicon International, USA & Canada	$ 4.500.000	Universidad Nacional de Colombia
Computador	$ 1.500.000	Universidad Nacional de Colombia
Impresora	$ 250.000	Universidad Nacional de Colombia
Papel Impresora	$ 20.000	Universidad Nacional de Colombia
Tóner Impresora	$ 120.000	Universidad Nacional de Colombia
Fotocopias	$ 100.000	Universidad Nacional de Colombia

METODOLOGÍA

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2 Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD	PRUEBA CONFIABILIDAD
Estado de Ánimo	Tensión-Ansiedad	Se define por adjetivos que reflejan incrementos en la tensión músculo-esquelética. Manifestaciones psicomotoras observables; estados de ansiedad difusa. indicadores de tensión somática que puede no ser observable directamente; Es la señal que permite identificar las características de las variables (McNair, 1971)	**Factor T.** Son 9 los ítems que lo componen: tenso, agitado, a punto de estallar, descontrolado, *relajado**, intranquilo, inquieto, nervioso y ansioso	Evaluación por escala Linkert siendo 0=nada; 1= un poco ; 2= moderadamente; 3= Bastante; 4= muchísimo. La puntuación de cada factor se obtiene de la suma de las respuestas a todos los adjetivos que lo definen. Gracias a un procedimiento estadístico, las escalas están compatibilizadas por medio de una	Test Profile of Moods States (POMS) y Perfil Interactivo de Estados de Ánimo (PIED) (Barrios 2011)
	Depresión-Melancolía	Constituye un estado depresivo, acompañado de un sentimiento de inadecuación personal. indica sentimientos de poca valía, futilidad en la lucha por ajustarse; sentimiento de aislamiento emocional de los demás; tristeza; culpabilidad. (McNair, 1971)	**Factor D.** Los adjetivos que lo componen son Infeliz, dolido, triste, abatido, desesperanzado, torpe, desanimado, solo, desdichado, deprimido, desesperado, desamparado, inútil, aterrorizado y culpable.		
	Cólera-Hostilidad	Representa un sentimiento de ira y antipatía hacia los demás. (McNair,	**Factor A.** Los ítems que lo integran son 12: enfadado, enojado, irritable, resentido,		

		1971)	molesto, rencoroso, amargado, luchador, rebelde, decepcionado, furioso y de mal genio. Describen sentimientos de cólera intensa y evidente; sensaciones leves de hostilidad; componentes más hoscos y suspicaces de hostilidad. (McNair, 1971)	puntuación standard o T Score, de modo que son comparables a la hora de evaluar el gráfico. Todos los items tienen la misma dirección excepto dos: "relajado" en la escala Tensión-ansiedad y "eficiente" en la escala Confusión-desorientación, cuya dirección está invertida. Se puede obtener una puntuación total sumando las puntuaciones en los factores, teniendo en cuenta que Vigor, a diferencia de los	
	Vigor- Actividad	Está definida por adjetivos que Sugieren un estado de ebullición y Energía elevadas. (McNair, 1971)	**Factor V.** Está compuesto por 8 adjetivos que sugieren un estado de ánimo de vigorosidad, euforia y energía elevada: animado, activo, enérgico, alegre, alerta, lleno de energía, despreocupado y vigoroso. (McNair, 1971)		
	Fatiga- Inercia	. Representa estado de ánimo de laxitud, inercia y bajo nivel de energía. Corresponde a un estado de abatimiento (desgaste), inercia y bajo nivel de energía. (McNair, 1971)	**Factor F.** A él se refieren 7 ítems: agotado, apático, fatigado, exhausto, espeso, sin fuerzas y cansado. (McNair,1971)		

	Confusión- Desorientación	Representa un rasgo de ineficiencia cognitiva Corresponde a un estado de abatimiento (desgaste), inercia y bajo nivel de energía.. (McNair, 1971)	**Factor C.** A él se refieren 7 ítems: confundido, incapaz deconcentrarse, aturdido, desorientado,*eficiente**, olvidadizo e inseguro. (McNair, 1971)	demás se resta. Para evitar números negativos, añadimos una constante de 1 00 a la puntuación total.	
Frecuencia Cardiaca	Bradicardia	Se refiere a Frecuencia Cardiaca lenta (Hall, 2011)	Habitualmente se define como menor de 60 latidos por minuto (Hall, 2011)	Pulsaciones por Minuto	Pulsómetro Digital
	Normal	Se refiere a una frecuencia cardiaca Normal	Frecuencia Cardiaca comprendida entre 60 y 100 latidos por minuto (AHA 2014)		
	Taquicardia	Significa Frecuencia Cardiaca rápida (Hall, 2011)	Habitualmente se define en una persona adulta como mas de 100 latidos por (Hall, 2011)		
Temperatura Corporal	Central	Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente. Su unidad en el Sistema Internacional es el kelvin (K). Estado de calor del cuerpo humano o de los seres vivos. (DRAE 2014). Es la temperatura de los tejidos	Temperatura tomada a Nivel timpánico	Grados Centígrados	**Termómetro Infrarrojo Timpánico**

		profundos del organismo (Hall, 2011)			
Intensidad	Extremadamente suave	Grado de fuerza con que se manifiesta un agente natural, una magnitud física, una cualidad, una expresión, etc (DRAE 2014). Tasa a la que es necesario reponer ATP (Chicharro Lopez, 2006)	6	Escala numérica de 6 a 20	Escala de Percepción del Esfuerzo (Borg, 1982; Chicharro & Vaquero, 2006; Lopez, 2006)
	Muy muy suave		7		
	Muy suave		9		
	Suave		11		
	Ni suave ni pesado		13		
	Pesado		15		
	Muy pesado		17		
	Muy muy pesado		19		
	Extremadamente pesado (Esfuerzo Máximo)		20		

BDNF	Concentración Protéica	Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF) por sus siglas en inglés, pertenece a la familia de neurotrofinas. Las neurotrofinas son responsables de la supervivencia y diferenciación neuronal durante el desarrollo pero durante el crecimiento y se implican en varias funciones en el adulto como la plasticidad neuronal (Tapia-Arancibia et al., 2004).	Cantidad de la proteína de BDNF presente en plasma	Pg/mL	Prueba ELISA (Enzime Linked Inmuno Sorbent Assay) sandwich. ChemiKine TM Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Sandwich ELISA Kit. Chemicon International, USA & Canadá
Duración	Tiempo	Magnitud física que permite ordenar la secuencia de los sucesos, estableciendo un pasado, un presente y un futuro. Su unidad en el Sistema Internacional es el segundo. (DRAE 2014)	10 minutos	Tiempo en minutos	Comparación entre el tiempo de inicio y finalización de la prueba

***** Todos los items tienen la misma dirección excepto dos: "relajado" en la escala Tensión-ansiedad y "eficiente" en la escala Confusión-desorientación, cuya dirección está invertida.

Tipo de estudio y diseño general

Diseño Cuasi- Experimental.

Se realizará un estudio cuasi-experimental pre-test post-test de corte transversal con hombres adultos jóvenes, estudiantes universitarios (18-25 años). Se seleccionarán estudiantes, sin inconvenientes de salud que les impidan realizar actividad física. Tales estudiantes serán evaluados por un médico general (Médico Universidad Santo Tomás sede Campus San Alberto Magno) por medio del Examen Médico para Determinar la disposición para la actividad física (PARmed-X) (ver anexo A). De igual manera, cada uno de los participantes será ubicado como sedentario o activo físicamente según el Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ)(Ver anexo B). Finalmente, los participantes deberán diligenciar un formulario de evaluación de fobia a la venopunción (BIPI) (Mas, Jiménez, & San Gregorio, María Angeles Pérez, 2010)(Ver anexo C), con tal de poder determinar los posibles cambios de ánimo provocados por esta condición y que sean, por lo tanto, una variable de confusión.

Los sujetos que cumplan con los criterios de inclusión y firmen debidamente el consentimiento informado podrán realizar la prueba de esfuerzo. Tal prueba se llevará a cabo en horas de la mañana (7-10 am) debido a la actividad cronobiológica propia del BDNF en el organismo (Lommatzsch et al., 2005; Pan et al., 1998). Se le solicitará a los sujetos dormir 8 horas en la noche anterior y no haber consumido alimentos, por lo menos, 2 horas antes de la prueba. De igual manera, no deberán ingerir alimentos ricos en omega 3 (pescados), pues tales alimentos pueden incrementar los niveles de BDNF (Gomez-Pinilla, 2011).

Universo de estudio, selección y tamaño de muestra, unidad de análisis y observación. 28 estudiantes hombres adultos jóvenes con edades entre 18 y 25 años (13 sedentarios y 15 activos físicamente) estudiantes universitarios habitantes en Bogotá.

Criterios de Inclusión y Exclusión

Tabla 3 Criterios De Inclusión y Exclusión

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
VOLUNTARIOS	INCAPACIDAD POR INCONVENIENTES DE SALUD
SUPERAR LA VALORACIÓN MÉDICA	DIAGNÓSTICO ENFERMEDAD MENTAL
SEDENTARIOS O ACTIVOS FÍSICAMENTE*	FACTOR DE RIESGO CARDIOVASCULAR ELEVADO
MAYORES DE EDAD HASTA 25 AÑOS	MENORES DE EDAD
	SEXO FEMENINO**
	SUJETOS CON ALTOS VALORES EN FOBIA A LA VENOPUNCIÓN QUE LE IMPIDAN REALIZAR LA PRUEBA.

*Los sujetos que participen en el proyecto serán clasificados según su nivel de actividad física, el cual se determina por medio del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ). (Ver anexo B)

**Debido a la actividad cronobiológica que puede modificar considerablemente el estado de ánimo y por lo tanto, el estado afectivo durante el ejercicio, se excluye este tipo de población para evitar una variable de confusión. Es posible encontrar variaciones en la producción de BDNF circulante según la etapa del ciclo menstrual. Así, los niveles de BDNF tienden a incrementarse en correlación positiva con los niveles de estradiol.

(Schmidt, McGinty, West, & Sadri-Vakili, 2013; Schmidt-Kassow et al., 2012; Tapia-Arancibia et al., 2004).

Cronograma de Trabajo

Tabla 4 Cronograma de Trabajo

ID	TAREA	FECHA INICIO	DURACIÓN	FECHA FINALIZACIÓN	RESPONSABLE
	COMPARACIÓN ENDOFENOTIPOS DE SUJETOS ACTIVOS FÍSICAMENTE VS SEDENTARIOS EXPUESTOS A PRUEBA DE ESFUERZO	**3-feb**	**149**	**2-jul**	
1	Plantear pregunta de investigación	3-feb	11	14-feb	FELIPE GARAVITO
2	Organización tareas y recursos	10-feb	5	15-feb	FELILPE GARAVITO
3	Búsqueda y selección de participantes	10-feb	20	2-mar	FELIPE GARAVITO
4	Revisión documental fundamentos teóricos	3-mar	30	2-abr	FELIPE GARAVITO
5	Diseño investigación	7-abr	15	18-abr	FELIPE GARAVITO
6	Selección preliminar de los participantes	21-abr	7	28-abr	FELIPE GARAVITO
7	Capacitación aplicación de los protocolos y procesos	4-may	7	11-may	FELIPE GARAVITO

9	Pruebas pre-participación	4-may	7	10-may	FELIPE GARAVITO
10	Aplicación de pruebas de esfuerzo	30-may	15	30-may	FELIPE GARAVITO
11	Sistematización de datos	1-julio	25	26-julio	FELIPE GARAVITO
12	Análisis de datos	26-julio	25	1-agosto	FELIPE GARAVITO
13	Discusión de resultados	1-agosto	15	7-agosto	FELIPE GARAVITO
14	Informe final	7-agosto	7	14-agosto	FELIPE GARAVITO
15	**Hito Fin proyecto**	**15-agosto**	**2**	**17-agosto**	**Fin**

Instrumentos

Perfil Interactivo de Estados de Ánimo en el Deporte (PIED) (Barrios Duarte, 2012): Este es un instrumento que se elaboró con base en el Perfil de Estados de Ánimo o Profile of Mood States (POMS) (McNair, 1971), utilizado para la evaluación de estados de ánimo. La intención del autor fue lograr una versión más parsimoniosa del POMS, manteniendo su estructura factorial, para que fuese utilizada en las condiciones habituales de la preparación deportiva con deportistas cubanos. El test consta de 18 adjetivos, distribuidos en seis listas (una para cada factor). La administración es oral y el evaluado debe calificar en una escala de 0 a 4 cada uno de los factores, considerando los adjetivos que lo componen. La instrucción es la siguiente: "Vamos a conversar sobre cómo te has sentido durante la pasada semana, incluyendo el día de hoy. Se valoran seis dimensiones diferentes. En cada dimensión se ofrecen 3 palabras que describen sensaciones que has podido tener. Puedes haber tenido las tres sensaciones, dos o una, pero siempre debes ofrecer una valoración única, basada en la que más hayas sentido, seleccionando un número en la escala de respuestas". De esta manera se obtiene una única calificación para cada factor. Para el presente estudio, se les pidió a los participantes que evaluaran cada factor considerando cómo se sentían en cada uno de los tiempos (reposo, minuto 3, 6, 9 12, y fase de recuperación). El autor del PIED reporta evidencia de validez criterio, a través de la correlación del PIED con el POMS. Tres factores alcanzaron la condición de aceptables (Depresión, Hostilidad, Vigor) y tres factores oscilaron entre 0.661 y 0.696 (Tensión, Fatiga, Confusión). Considerando que este es un test que ha sido trabajado con población cubana, se decidió realizar una verificación inicial de su validez de contenido para la población colombiana. Para ello, el instrumento fue sometido a evaluación por parte de jueces expertos colombianos, en el área de la psicología del deporte y de la psicometría, con el fin de valorar la pertinencia, coherencia y suficiencia de sus ítems, así como su comprensibilidad. El concepto de los jueces fue favorable para los adjetivos y factores que componen el PIED. (Ver anexo D)

Intervención propuesta

Una vez superadas las pruebas médicas (PARmed-X), los sujetos serán citados a una reunión informativa acerca del proyecto, en donde se diligenciarán formularios de pre-participación, Fobia a la Venopunción y Consentimiento Informado. El IPAQ será enviado de manera virtual a los correos electrónicos de los participantes con tal de evitar la saturación en el diligenciamiento de formularios el mismo día de la reunión. De igual manera, el informe sobre actividad física realizada es una variable constante en el tiempo y, por lo tanto, no se hace necesario controlar las variables al momento de responder la prueba. Finalmente, se dará información acerca de la realización de la prueba de esfuerzo.

El mismo día y antes de iniciar la prueba de esfuerzo, en condiciones de reposo, se realizará el diligenciamiento del Test POMS para observar Estado de Ánimo, se tomará Frecuencia Cardiaca, Temperatura, Escala de Percepción de Esfuerzo y extracción de sangre -4ml- (ver: etapas imprescindibles para la punción venosa) para medir BDNF en plasma. Si bien, las tomas en suero abarcan los niveles de BDNF que se almacenan en plaquetas tanto como circulantes en sangre, los tomados en plasma dan cuenta únicamente de los circulantes. (Lommatzsch et al., 2005).

Una vez iniciada la prueba de esfuerzo, se tomarán muestras de las variables anteriormente mencionadas cada tres minutos (los incrementos de intensidad se realizan cada minuto). Sin embargo, la medida de estados de ánimo durante la prueba se hará por medio del PIED, debido a la sencillez del test y a que mide los mismos factores del POMS, en cuanto es un resumen de éste.

Para la extracción de sangre se utilizará un catéter heparinizado ubicado en la región antecubital, esto con el propósito de evitar múltiples venopunciones e incomodar al paciente. El catéter será sellado por medio de un tapón igualmente heparinizado, del cual serán tomadas las muestras de la siguiente manera:

- Se extraerá la sangre residual de la anterior toma del catéter, por medio del uso de una jeringa desechable.

- Se tomará la muestra de sangre por medio de un tubo al vacío (4ml) con anticoagulante (con EDTA-Acido Etilendiaminotetraacético- K2) para facilitar la separación de los hemocomponentes (células rojas y plasma).

Extraído el plasma, se almacenará a una temperatura de -70 grados centígrados, para posteriormente ser analizada por método de ELISA (Enzime Linked Inmuno Sorbent Assay) utilizando los procedimientos recomendados por Chemicon International, USA & Canada ChemiKine TM Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Sandwich ELISA Kit (ver anexo E).

Al finalizar la prueba se le solicitará al sujeto permanecer a una intensidad del 60% de su FC máxima durante un tiempo igual a la realización de la prueba, con tal de evitar náuseas y desmayos frecuentes al terminar de manera súbita una prueba de esfuerzo.

Se realizarán pilotajes de las pruebas con sujetos diferentes a la población seleccionada para verificar y evaluar procedimientos de toma de muestras

Etapas Imprescindibles para Realizar la Punción Venosa (Vives Corrons & Aguilar Bascompte, 2006).

Es importante aclarar que el procedimiento utilizado para la extracción de sangre será realizado por un profesional capacitado en venopunción, para este caso un enfermero.

Preparación del paciente

1. Correcta identificación del paciente (nombre y dos apellidos)
2. Hacer constar siempre la edad
3. Condiciones de la extracción (reposo y ayuno)
4. Preguntar si es fumador
5. Posición (sentado)

Técnica

1. Aplicar el torniquete (esfignomanómetro o cinta elástica)

2. Cerrar el puño del paciente
3. Selecciona la vena o lugar de punción
4. Limpiar con alcohol el lugar elegido para realizar la punción
5. Revisar que la aguja y la jeringa se hallen en perfectas condiciones
6. Sujetar el brazo del paciente
7. Practicar la punción
8. Liberar el torniquete
9. Abrir el puño del paciente
10. Extraer la aguja
11. Presionar suavemente el lugar de la punción con un algodón humedecido en alcohol
12. Recoger el espécimen y realizar la correcta identificación del mismo
13. Agitar con suavidad la sangre total con anticoagulante y comprobar que no existan microcoágulos

Para facilitar la punción venosa, se aconseja limpiar con anterioridad el área elegida mediante un algodón humedecido en alcohol etílico al 70%, mantener el brazo caliente y aplicar en el antebrazo un manguito esfigmomanométrico (una cinta elástica) a una presión próxima a la diastólica. En el momento de la punción se aconseja cerrar el puño, y que así las venas se hagan más visibles.

Con el fin de evitar una concentración excesiva de las células sanguíneas en el lugar de la punción (hemoconcentración), el manguito debe retirarse después de introducida la aguja en la vena, y una vez extraída, se presionará la zona de punción con el algodón para así evitar la formación de un hematoma.

Prueba de esfuerzo incremental

Si bien existen varios protocolos de evaluación incremental, el mayormente utilizado es el test máximo limitado por síntomas. En este protocolo se toman medidas cada 3 minutos desde que se está en reposo, y la carga de trabajo se incrementa cada minuto. Se anima al participante a dar su mayor esfuerzo durante la prueba pero se advierte que en cualquier momento en que se sienta indispuesto para continuar puede dejar el ejercicio. Es suficiente para hacer reproducible la prueba cuando el paciente no incrementa más de 10ml/min/watt de VO2.

Para seleccionar la carga de trabajo es importante conocer la condición física de cada sujeto, su estado cardiovascular y respiratorio, con tal de evitar inconvenientes de salud durante la prueba. En primera instancia se estima la carga de VO2 teniendo en cuenta el peso, para así calcular el VO2 pico con base en su edad, peso, talla y nivel de actividad física (ver ecuaciones para estimar VO2 de George) según sea el caso. Por medio de la diferencia del VO2 pico menos la carga de VO2 se estima la carga de trabajo a la cual se espera alcanzar el VO2 pico, aproximadamente a los 10 minutos (Wasserman, Hansen, Sue, Stringer, & Whipp, 2005). *Es importante aclarar que, debido al estado de salud de los sujetos sedentarios escogidos para la investigación, se realiza la prueba hasta el VO2 pico estimado.*

En el caso de un sujeto de 170 cm de altura con 80kg de peso y 40 años de edad, se anticipa la carga de VO2 en ml/min así: VO2ml/min =150+6 X 80kg=**630ml/min** como el VO2 en reposo (Wasserman et al., 2005)**.**

Si se desea anticipar el VO2 pico entonces se hará uso de las ecuaciones estimativas según sea para sedentarios o activos físicamente (George, Stone, & Burkett, 1997). Para alcanzar un test incremental de 10 minutos entonces se utiliza la tasa de incremento s: (VO2 máx estimado-VO2 reposo)/100= **Watts** por minuto. Así es de esperar que la prueba pueda terminar antes de los 10 min (Wasserman et al., 2005 pag 146).

Fórmulas para Estimar el VO2

Ecuación para Estimar el VO2 max en Activos Físicamente. Test de George (George et al., 1997)

La población con la cual se desarrolla este test fue una muestra homogénea hombres y mujeres universitarios activos físicamente con edades entre 18-25 años.

La estimación del VO2 máx es semejante a la ecuación desarrollada por Jakcson. Sin embargo, las categorías son más amplias para la ecuación de George al incluir la escala percibida de habilidad funcional (PFA por sus siglas en inglés).

Así el VO2 máx se calcula a partir de la siguiente fórmula

VO2max (ml.kg-1.min-1) = 45.513 + (6.564 * GENERO) – (0.749 * IMC) + (0.724 * PFA)

+ (0.788 * PA-R)

Las variables son iguales que las desarrolladas en la ecuación de Jakcson excepto PFA.

PFA = es la suma de las dos partes de la escala PFA (ver anexo F)

CONSIDERACIONES ÉTICAS

"El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es comprender las causas, evolución y efectos de las enfermedades y mejorar las intervenciones preventivas, diagnósticas y terapéuticas (métodos, procedimientos y tratamientos). Incluso, las mejores intervenciones probadas deben ser evaluadas continuamente a través de la investigación para que sean seguras, eficaces, efectivas, accesibles y de calidad." (Declaración de Helsinki 2013). Con base en la anterior declaración se establecen los parámetros normativos para la realización de procedimientos de la presente investigación.

Procedimientos para garantizar aspectos éticos en las investigaciones con sujetos humanos

Beneficios

- Aumento del rendimiento de la capacidad aeróbica
- Favorecer la condición física general
- Participación en procesos investigativos

Riesgos

- Lesiones osteomioarticulares producidas por el ejercicio
- Muerte súbita producida por ejercicio.

La invitación será entregada por escrito. El experimento se realizará en horas de la mañana (Lommatzsch et al., 2005; Piccinni et al., 2008). El ejercicio físico puede generar molestias como dolores musculares en los días consecutivos a la realización del mismo, de igual manera puede exacerbar lesiones crónicas o aumentar la posibilidad de producir alguna a la cual pueda ser susceptible el sujeto. También puede mejorar la producción de sueño, tanto como la sensación de bienestar. En caso de presentar molestias o inconvenientes los participantes están en plena libertad de dejar el estudio por voluntad propia.

Los resultados relacionados con la identidad de los participantes guardarán completa confidencialidad a menos que el sujeto desee que sean publicados. Así cada sujeto será tenido en cuenta bajo un número cuatro dígitos otorgado el día de la realización de la prueba de esfuerzo, esto con tal de garantizar la privacidad de los datos obtenidos en el estudio. No obstante, el sujeto podrá acceder a sus resultados llegado el caso que así lo dispusiera. De esta manera, se revisarán las coincidencias en las bases de datos según el código y la identificación del sujeto para que le sean entregados los resultados.

La investigación cumple con características de riesgo mínimo según Resolución nº 008430 de 1993 (4 de octubre de 1993 artículo 11), por cuanto al realizar venopunciones se extrae aproximadamente un total de 25 ml de sangre total en cinco tubos de 5ml en el momento de la realización de una única prueba de esfuerzo. Sin embargo, la prueba de esfuerzo requiere llegar a intensidades que van de moderadas a altas, razón por la cual se integra en el marco de Investigación con Riesgo Mayor al Mínimo de la misma Resolución.

El sujeto de investigación recibirá una copia del consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

El propósito de la siguiente prueba de esfuerzo es medir las respuestas en cuanto al Estado de Ánimo, Frecuencia Cardiaca, Temperatura y Percepción del Esfuerzo con relación a la concentración Proteica de Neurotrofinas en sangre durante una prueba de esfuerzo incremental con duración estimada de 10 minutos.

Con el fin de observar la concentración en plasma del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), la extracción de la muestra de sangre se realizará por medio de la implantación de un catéter heparinizado en la región antecubital. 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 cada 3 minutos: al inicio, durante 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)

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 un leve 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 proteícas de BDNF. 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 Facultad de Medicina de la Universidad Nacional por aproximadamente un mes, hasta que se completen el total de muestras para realizar análisis en conjunto con tal de minimizar costos.

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 de 2013 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 Pública, por la cual se adopta el Decálogo de Derechos de los Pacientes aprobado por la Asociación Médica Mundial en Lisboa en 1981.

Con el fin de dar inicio a 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 de sangre, FC, Temperatura, Intensidad (Escala de Borg) y de Estado de ánimo (PIED).

A continuación, se dará inicio a la prueba física sólo en las personas en las cuales se haya descartado cualquier factor de riesgo. La duración de la prueba física es de 10min y la intensidad será determinada por el estimado del VO2 para cada sujeto de manera

individual Durante la realización de la prueba se tomarán muestras de las mismas variables cada 3, 6, 9, y 12 minutos.

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 los cuestionarios PARmed-X e 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 se siente seguro de continuarla, avisar a uno de los asistentes para que se tomen las medidas pertinentes.

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 sólo realizarán la prueba con previa autorización médica. En estos casos tenemos: 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 ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE ENDOFENOTIPOS DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS ACTIVOS FISICAMENTE VS SEDENTARIOS DURANTE PRUEBA DE ESFUERZO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, 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 y a la Universidad Nacional de Colombia.

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, declaro 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.

Fecha: _____

Firma Profesional Evaluador: _____

Firma Paciente: _____

Testigo 1

Nombre:_____

Dirección:_____

Teléfono: _____

Parentesco: _____

Firma _____

Testigo 2

Nombre:_____

Dirección:_____

Teléfono: _____

Parentesco: _____

Firma _____

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Debido a la naturaleza del estudio se realiza un Análisis de Varianza Factorial de diseño Mixto, el cual, nos permite ver comparaciones de las variables con relación al tiempo (medidas repetidas) y además, comparaciones entre los grupos en que se divide el estudio (Sedentarios y Activos Físicamente).

Para el análisis de las medias de las diferentes condiciones se ajustan los efectos principales mediante ajustes post-hoc Bonferroni, por ser el índice más conservador recomendado en la literatura.

Tabla 5 Prueba de Esfericidad

Prueba de esfericidad de Mauchly[a]

Efecto intra-sujetos		W de Mauchly	Chi-cuadrado aprox.	gl	Sig.	Epsilon[b]		
						Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	Límite-inferior
TIEMPO	BDNF	,525	15,744	9	,073	,780	,933	,250
	FC	,092	58,353	9	,000	,430	,475	,250
	TEMP	,058	69,655	9	,000	,455	,506	,250
	BORG	,117	52,376	9	,000	,481	,539	,250
	TENS	,643	10,784	9	,292	,802	,963	,250
	DEP	,175	42,590	9	,000	,658	,767	,250
	HOST	,028	87,097	9	,000	,397	,435	,250
	VIGOR	,495	17,161	9	,047	,763	,909	,250
	FAT	,555	14,361	9	,111	,790	,947	,250
	CONF	,263	32,630	9	,000	,625	,724	,250

Contrasta la hipótesis nula de que la matriz de covarianza error de las variables dependientes transformadas es proporcional a una matriz identidad.

a. Diseño: Intersección + GRUPO

Diseño intra-sujetos: TIEMPO

b. Puede usarse para corregir los grados de libertad en las pruebas de significación promediadas. Las pruebas corregidas se muestran en la tabla Pruebas de los efectos inter-sujetos.

Se realiza prueba de esfericidad de Mauchly para las variables intra sujetos (BDNF, FC, Temperatura, Borg, Tensión, Depresión, Hostilidad, Vigor, Fatiga y Confusión).Variables

como BDNF, Tensión y Fatiga cumplen con el supuesto de esfericidad (P>0.05). Para las variables que no cumplen dicho supuesto se utiliza el indicador que coincida con la potencia observada mayor (ver Anexo G)

Para comprobar el supuesto de homocedasticidad para los factores entre sujetos (Grupos: AF y SED), se utiliza la prueba de Levene (P>0,05).

RESULTADOS

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

Se tienen en cuenta, según los criterios de inclusión a 28 sujetos con edades entre 18 y 25 años aparentemente sanos, de los cuales 15 son Activos Físicamente (AF) y 13 Sedentarios (SED) según criterios de IPAQ. Dentro del grupo AF se encuentran dos futbolistas (delanteros), un practicante de judo, un practicante de duatlón (ciclismo y atletismo), un practicante de patinaje de velocidad y ciclismo de resistencia, 2 ciclomontañistas, 2 ciclistas de ruta, 3 corredores de fondo (5 km -10 km), un triatleta y un sujeto que utiliza como único medio de transporte la bicicleta, cuyo gasto calórico semanal es comparable con sujetos altamente activos.

Tabla 6. Descripción de la Muestra

	AF (15)		**SED (13)**	
	media	desv est	media	desv est
EDAD	21,83	2,12	19,55	1,21
PESO (kg)	66,17	8,35	63,46	7,02
TALLA (m)	1,73	0,03	1,73	0,05
IMC	22,08	2,65	21,31	2,28
VO2 basal L/min	547,00	50,09	530,78	42,13
VO2 E Rel ml/min	56,18	8,20	44,13	6,14
VO2 E Tot L/min	3682,08	499,23	2778,44	326,70
Watts	31,35	4,91	22,48	3,21

Nota: IMC=peso/talla^2; VO2 basal= Consumo de oxígeno estimado en condiciones vitales mínimas; VO2 Rel= Consumo de oxígeno relativo al peso (VO2 tot/peso); VO2 tot= Consumo de Oxígeno total o absoluto.

Interacción del tiempo

Existe una interacción significativa entre el factor tiempo y las variables: *BDNF*, F (4,104)=6,22, p<0,05, eta cuadrado=0,19; *Frecuencia Cardiaca* F (4,104)=217,8, p<0,05, eta cuadrado=0,89; *Percepción del Esfuerzo de Borg* F (4,104)=83,9, p<0,05, eta cuadrado=0,76; *Hostilidad* F (4,104)=6,16 p<0,05, eta cuadrado=0,19; *Fatiga* F (4,104)=57,61 p<0,05, eta cuadrado=0,68 ; *Confusión* F (4,104)=3,88, p<0,05, eta cuadrado=0,13(ver anexo G). **Significado**: *el comportamiento del BDNF, frecuencia cardiaca, percepción del esfuerzo, hostilidad, fatiga y confusión no es el mismo con relación al tiempo si se ignora la división de factores inter-sujetos (AF y SED).*

Interacción del tiempo y del grupo

Existe una interacción significativa entre los factores tiempo x grupo y las variables: Escala de percepción del Esfuerzo de Borg F (4,104)=7,18, p<0,05, eta cuadrado=0,22; Fatiga F (4,104)=2,72, p<0,05, eta cuadrado=0,09 (ver anexo G). **Significado**: *el comportamiento de la escala de percepción del esfuerzo y fatiga no es el mismo con relación al tiempo y tampoco se comporta igual entre sujetos sedentarios y activos físicamente.*

Interacción del Grupo

Existe un efecto principal significativo del grupo en las variables BDNF F (1,26)=8,13, p<0,05, eta cuadrado=0,24; Escala de Percepción del Esfuerzo F (1,26)=7,60, p<0,05, eta cuadrado=0,23, y Fatiga F (1,26)=8,11, p<0,05, eta cuadrado=0,24. **Significado:** *Las variables BDNF, Escala de Percepción del Esfuerzo y Fatiga, se comportan de manera diferente según sean sujetos Activos Físicamente o Sedentarios.*

Comparación por Grupos

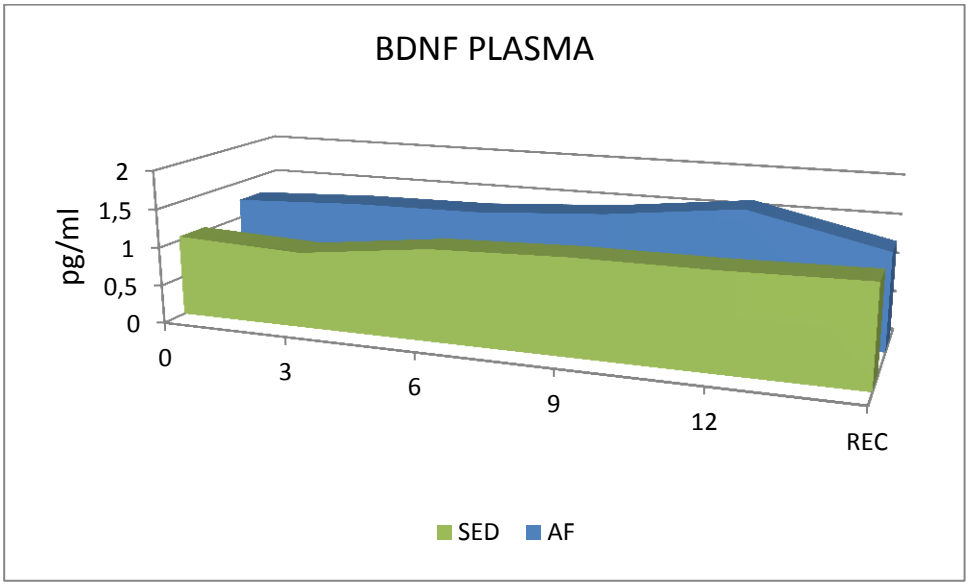


Figura 4 Comparación de Concentración Plasmática de BDNF por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 7 Medias y desviaciones estándar de las medidas de BDNF plasma, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	1,28	1,34	1,37	1,46	1,66	1,29
	D.E.	0,48	0,36	0,41	0,17	0,52	0,26
SED	**Media**	1,05	0,98	1,18	1,23	1,23	1,27
	D.E.	0,27	0,20	0,27	0,34	0,28	0,24

La concentración de BDNF presenta diferencias estadísticamente significativas a los 3 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos Activos Físicamente (M= 1,34, DE= 0,036) o Sedentarios (M= 0,98, DE= 0,2). De igual manera, para los 9 minutos AF (M= 1,46,

DE=0,17) o SED (M= 1,23, DE= 0,34) y para los 12 minutos AF (M= 1,66, DE= 0,52) o SED (M= 1,23, DE= 0,28).

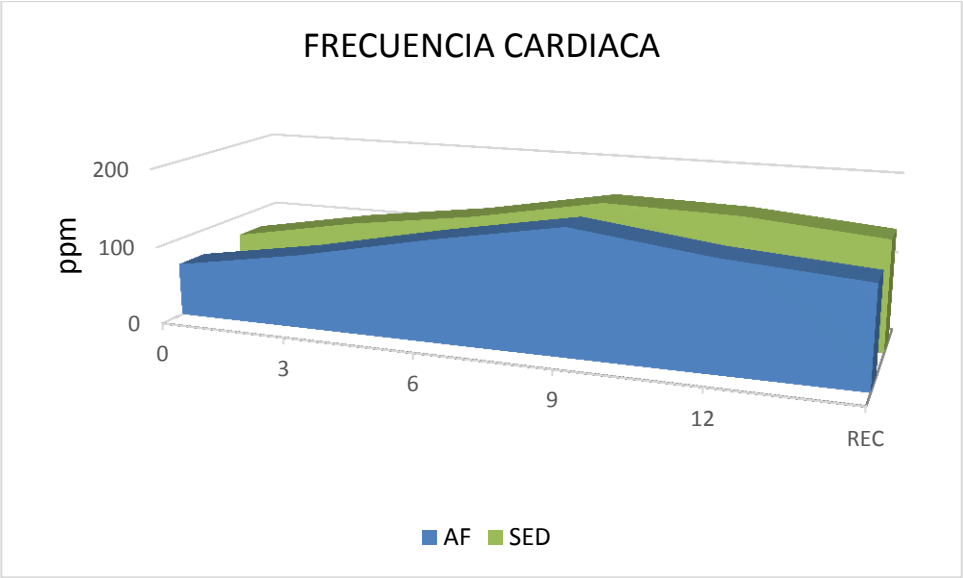


Figura 5 Comparación de Frecuencia Cardiaca por grupos, en los diferentes tiempos.

Tabla 8 Medias y desviaciones estándar de las medidas de frecuencia cardíaca, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	68	95,4	129,4	158,21	137,64	124,50
	D.E.	14,19	11,54	11,92	12,73	23,31	27,13
SED	**Media**	74,08	103,75	126,58	157,50	153,75	139,25
	D.E.	8,71	10,54	13,85	20,12	17,69	18,43

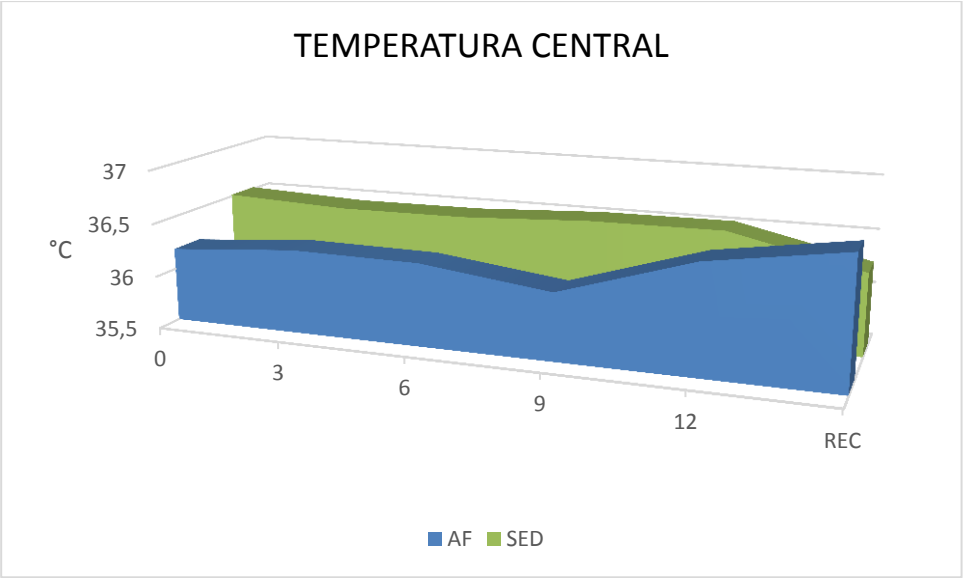


Figura 6 Comparación de Temperatura Central por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 9. Medias y desviaciones estándar de las medidas de temperatura, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	36,27	36,37	36,37	36,21	36,60	36,70
	D.E.	0,68	0,65	0,64	0,94	0,63	0,50
SED	**Media**	36,52	36,47	36,48	36,53	36,54	36,27
	D.E.	0,57	0,57	0,63	0,39	0,54	0,06

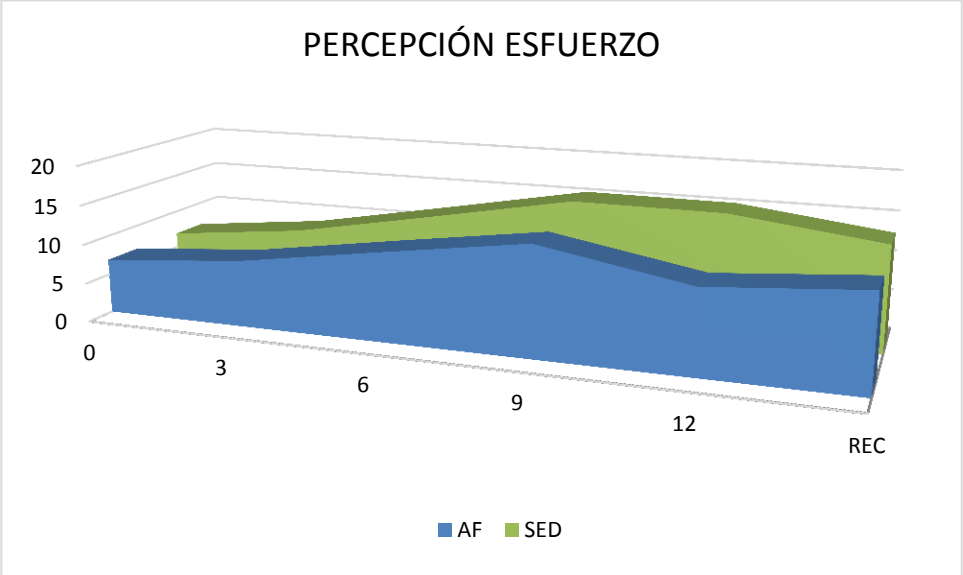


Figura 7 Comparación de Percepción del Esfuerzo por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 10. Medias y desviaciones estándar de las medidas de percepción de esfuerzo, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	6,93	8,53	11,2	14,15	10,79	12,00
	D.E.	1,03	2,29	2,65	2,61	3,57	1,15
SED	**Media**	6,92	8,83	12,17	15,58	15,50	13,25
	D.E.	0,95	0,99	1,57	1,93	2,33	1,89

La Escala de Percepción del Esfuerzo presenta diferencias estadísticamente significativas a los 12 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos AF (M= 10,7, DE= 3.57) o SED (M= 15.5, DE= 2.32).

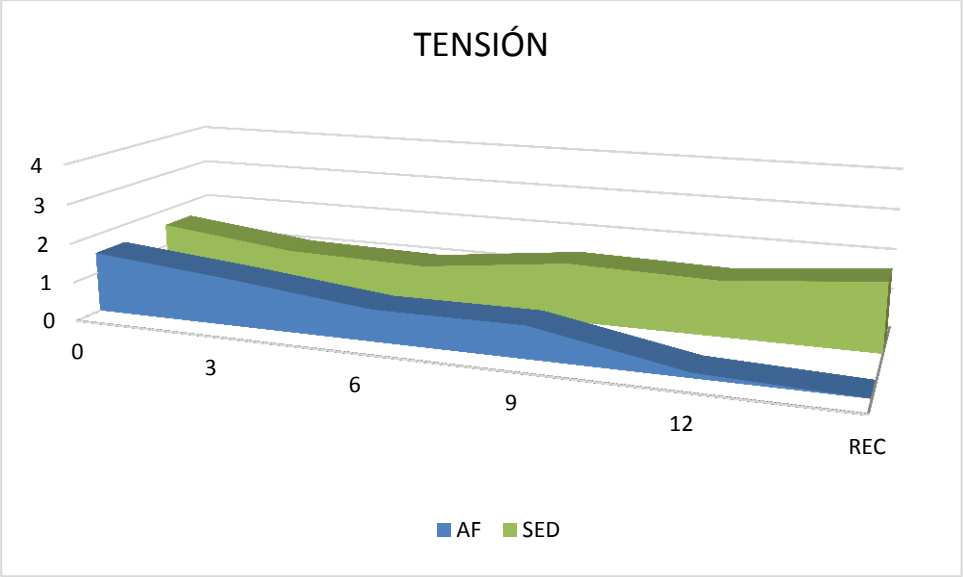


Figura 8 Comparación de Tensión por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 11. Medias y desviaciones estándar de las medidas de tensión, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	1,54	1,08	0,72	0,87	0,14	0,00
	D.E.	1,13	1,39	1,16	1,13	0,35	0,00
SED	**Media**	1,58	1,17	1,08	1,50	1,42	1,75
	D.E.	0,95	1,07	1,19	1,50	1,32	1,26

La variable tensión presenta diferencias estadísticamente significativas a los 12 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos Activos Físicamente ($M=0.14$, $DE=0.35$) o Sedentarios ($M=1.42$, $DE=1.32$).

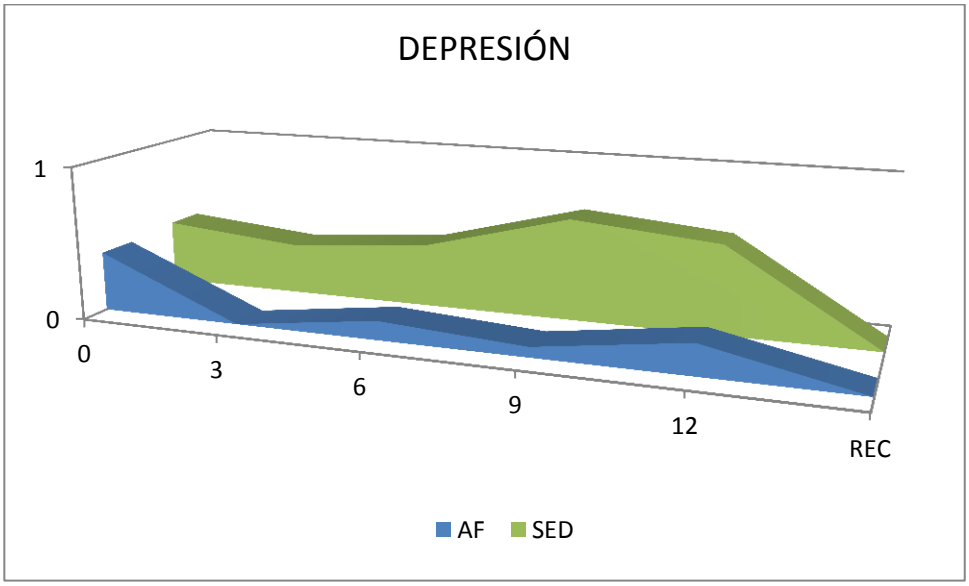


Figura 9 Comparación de Depresión por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 12. Medias y desviaciones estándar de las medidas de depresión, para cada grupo, en los diferentes tiempos

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	0,21	0,00	0,06	0,07	0,21	0,00
	D.E.	0,77	0,00	0,26	0,26	0,41	0,00
SED	**Media**	0,42	0,33	0,42	0,67	0,58	0,00
	D.E.	0,86	1,11	1,11	1,25	1,11	0,00

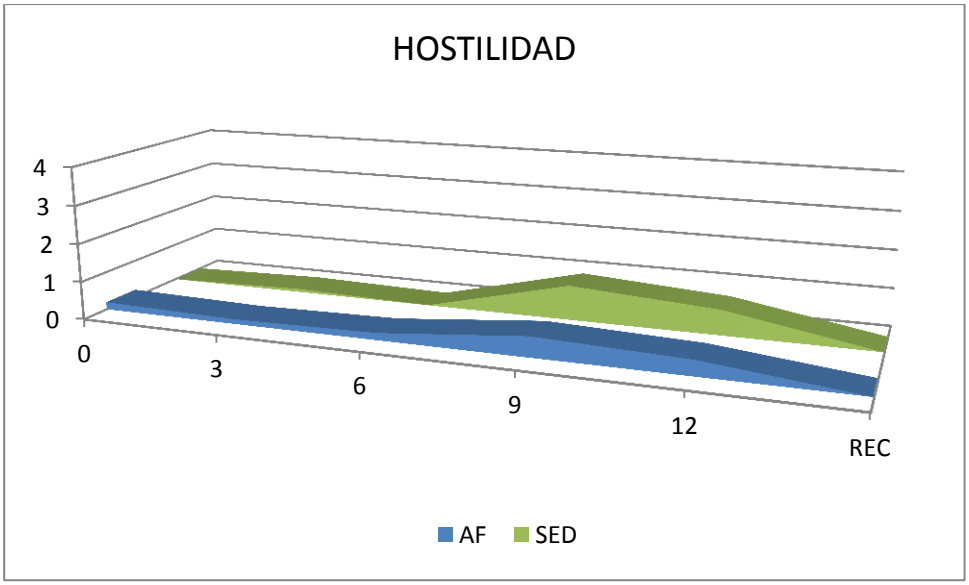


Figura 10 Comparación de Hostilidad por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 13. Medias y desviaciones estándar de las medidas de hostilidad, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	0,14	0,13	0,20	0,57	0,43	0,00
	D.E.	0,35	0,35	0,56	1,40	1,05	0,00
SED	**Media**	0,00	0,08	0,00	0,92	0,67	0,00
	D.E.	0,00	0,28	0,00	1,19	1,03	0,00

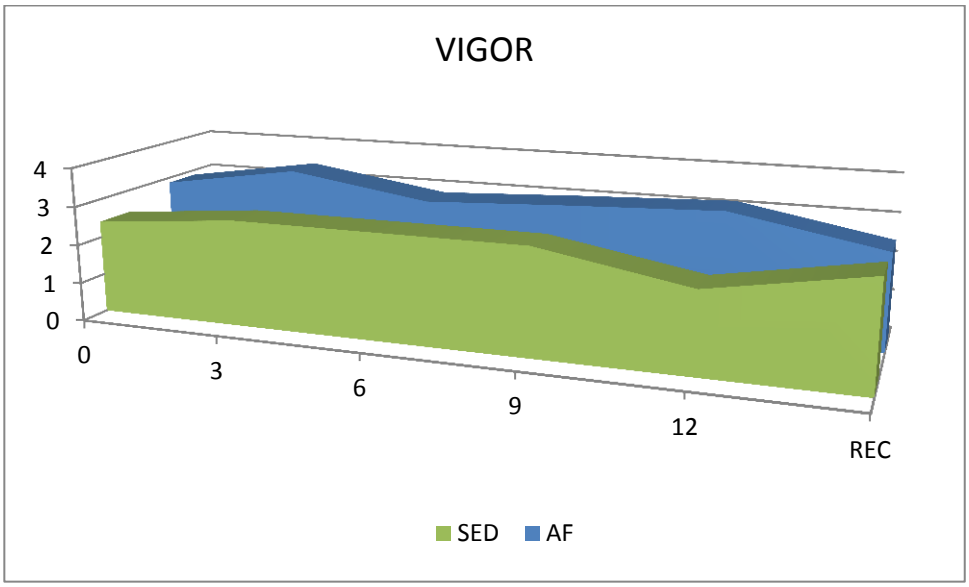


Figura 11 Comparación de Vigor por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 14. Medias y desviaciones estándar de las medidas de vigor, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	2,86	3,40	2,87	2,99	3,14	2,50
	D.E.	1,24	0,63	0,99	1,25	0,83	1,00
SED	**Media**	2,42	2,75	2,75	2,75	2,08	2,75
	D.E.	0,64	0,83	0,83	1,23	1,32	0,50

La variable vigor presenta diferencias estadísticamente significativas a los 3 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos Activos Físicamente (M= 3.4, DE=0.63) o Sedentarios (M= 2,75, DE=0.83). De igual manera para los 12 minutos AF (M= 3.14, DE= 0.83) o SED (M= 2.08, DE=1.32).

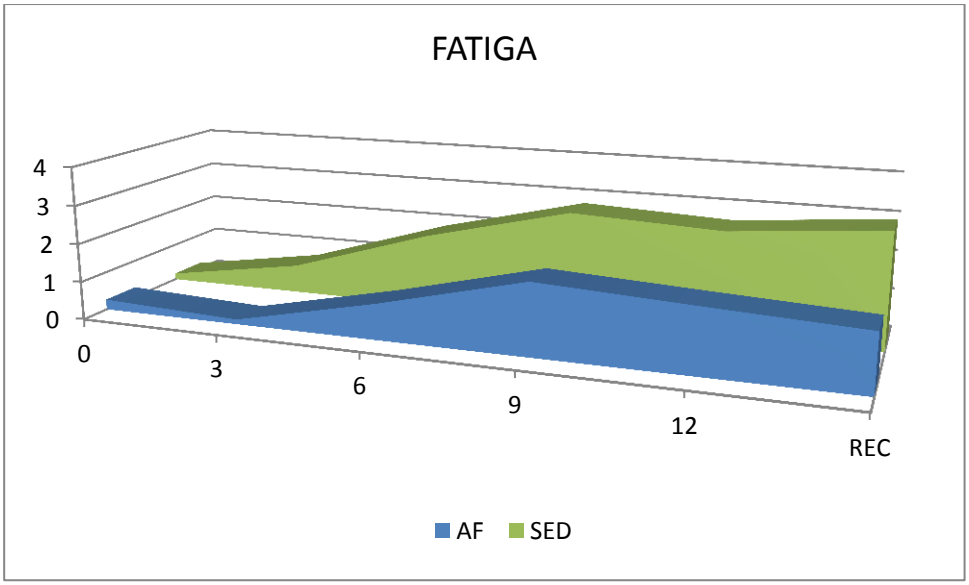


Figura 12 Comparación de fatiga por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 15. Medias y desviaciones estándar de las medidas de fatiga, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	0,29	0,13	1	1,99	1,79	1,50
	D.E.	0,59	0,35	0,93	1,36	1,08	0,58
SED	**Media**	0,17	0,75	1,92	2,83	2,67	3,00
	D.E.	0,37	0,83	0,76	0,69	0,94	0,82

Las variable de fatiga presentan diferencias estadísticamente significativas a los 3 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos Activos Físicamente (M=0.13, DE=0.35) o Sedentarios (M=0.75, DE=0.83). De igual manera, para los 6 minutos AF (M= 1, DE=0.93) o SED (M= 1.92, DE=0.76) y para los 12 minutos AF (M= 1.79, DE=1.08) o SED (M= 2.67, DE=0.94).

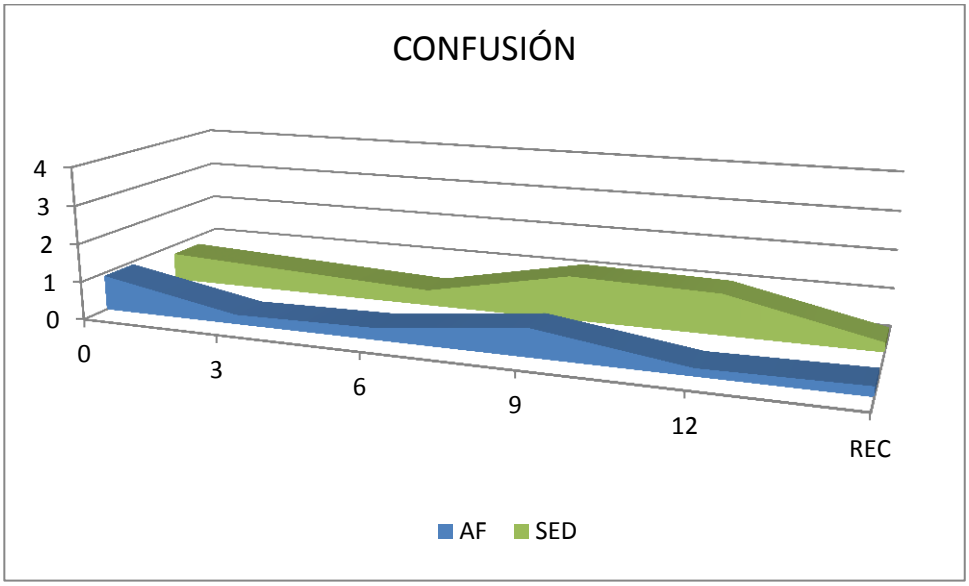


Figura 13 Comparación de Confusión por grupos, en los diferentes tiempos

Tabla 16. Medias y desviaciones estándar de las medidas de confusión, para cada grupo, en los diferentes tiempos.

		0	3	6	9	12	REC
AF	**Media**	0,79	0,27	0,33	0,78	0,21	0,25
	D.E.	1,20	0,59	0,82	1,01	0,41	0,50
SED	**Media**	0,75	0,58	0,42	1,17	1,08	0,25
	D.E.	0,72	0,64	0,86	1,40	1,26	0,50

La variable confusión presenta diferencias estadísticamente significativas a los 12 minutos ($P<0.05$) según si son sujetos Activos Físicamente (M=0.21, DE=0.41) o Sedentarios (M= 1,08, DE=1.26).

Tabla 17 Correlaciones entre las medias de las variables para el grupo AF

	TEMP	FC	TENS	HOST	VIGOR	FAT	CONF	BDNF	DEP
BORG	-,105	,970**	-,551	,855	-,133	,874	,080	,517	-,278
TEMP		,142	-,771	,011	,396	,179	-,840	,707	,330
FC			-,738	,853	-,033	,913*	-,128	,688	-,198
TENS				-,550	-,208	-,713	,646	-,918*	-,118
HOST					-,085	,952*	,225	,715	,126
VIGOR						-,203	-,584	,213	-,440
FAT							,061	,795	,196
CONF								-,415	,204
BDNF									,342

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 18 Correlaciones entre las medias de las variables para el grupo SED

	TEMP	FC	TENS	HOST	VIGOR	FAT	CONF	BDNF	DEP
BORG	,544	,991**	,036	,850	-,180	,997**	,637	,911*	,848
TEMP		,453	,832	,761	-,657	,499	,916*	,639	,849
FC			-,053	,836	-,097	,990**	,592	,854	,798
TENS				,450	-,475	-,007	,738	,179	,541
HOST					-,217	,824	,922*	,722	,946*
VIGOR						-,119	-,450	-,274	-,272
FAT							,590	,917*	,832
CONF								,574	,894*
BDNF									,855

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 19 Diferencias de los grupos en cada una de las variables según los tiempos de realización de prueba de esfuerzo

Variables	0 min	3 min	6 min	9 min	12 min
BDNF		0,04*		0,03*	0,01*
FC		0,05**			0,05*
TEMP					
BORG					0,00*
TENSIÓN					0,01*
DEPRESIÓN					
HOSTILIDAD					
VIGOR		0,02*			0,01*
FATIGA		0,01*	0,01*	0,05**	0,03*
CONFUSIÓN					0,01*

Nota: * diferencia estadísticamente significativa a 0.05; ** diferencia estadísticamente significativa a 0.1. Obsérvese coincidencias entre BDNF, FC, Vigor y Fatiga en 3 min; BDNF y Fatiga en 9 min; BDNF, FC, Escala de Percepción del Esfuerzo (Borg), Tensión, Vigor, Fatiga y Confusión después de terminada la prueba 12 min. Tener en cuenta que la prueba tiene una duración de 10 min.

DISCUSIÓN

Se han realizado estudios que relacionan, por una parte, los niveles periféricos de BDNF en sangre con el desempeño cardiovascular o el nivel de actividad física (Coelho et al., 2013) y por otra, con el proceso de contractilidad miocárdica (Fulgenzi et al., 2015) dichos niveles pueden ser observados de acuerdo a la respuesta frente a cargas agudas o de ejercicio crónico (Huang, Larsen, Ried-Larsen, Moller, & Andersen, 2014). De acuerdo a lo anterior, el ejercicio físico agudo puede incrementar los niveles de BDNF periféricos en suero y plasma posterior al ejercicio (14 estudios). No obstante, en dicha revisión, a excepción de un estudio, se demuestra niveles significativos de tal neurotrofina en plasma, en prueba en cicloergómetro (Zoladz et al., 2008). Sumado a lo anterior, dichos niveles alcanzados no perduran en el tiempo. En el caso de la respuesta del ejercicio aeróbico crónico las respuestas son contradictorias frente a los niveles basales de BDNF plasmático, pues dos estudios demuestran incrementos mientras uno no demuestra diferencias. Solamente un estudio compara las respuestas de BDNF en plasma posterior al ejercicio entre sujetos activos físicamente y sedentarios, sin encontrar diferencias estadísticamente significativas al comparar tres protocolos (maximal, al 60% VO2 max, y al 40%VO2 max); sin embargo, sí hay un efecto significativo del tiempo sobre los niveles de la neurotrofina si se compara estado de reposo y posterior a la actividad (Nofuji et al., 2012), aunque es de observar que para dicho estudio se toman muestras en población femenina. Al contrario (Cho et al., 2012) encuentra diferencias significativas en plasma en hombres universitarios después de una prueba de esfuerzo incremental maximal. Un estudio encuentra diferencias significativas de BDNF en plasma durante una prueba incremental maximal en remo (Rasmussen et al., 2009) ; sin embargo, los sujetos son sometidos a esfuerzo continuo (10-15% debajo del umbral de lactato) por un periodo de cuatro horas. Dicha sobre expresión del BDNF a nivel periférico puede ser relacionada con una producción cerebral (70-80%) y en otra cantidad por parte de la contracción muscular; sin embargo, parece que la producción de BDNF muscular tiene un efecto local y no ha sido comprobada su liberación a la circulación; (Raschke & Eckel, 2013; Rasmussen et al., 2009). Cabe preguntar entonces, ¿quién es el responsable de dicho restante de concentración sanguínea de BDNF durante el esfuerzo?

Para el caso de una sesión de ejercicio, los incrementos en BDNF presentan resultados moderados, si bien se intensifican conforme incrementa la frecuencia en las sesiones; mientras que respuestas a nivel basal de la neurotrofina son bajos con relación a ejercicio realizado de manera sistemática (Szuhany, Bugatti, & Otto, 2015). Por otra parte, se ha demostrado una dependencia de los niveles de BDNF a nivel hipocampal; y de manera inmediata, con el desarrollo de actividad física (Ploughman, Austin, Glynn, & Corbett, 2015); de igual manera en otras zonas del SNC como cerebelo, neocorteza caudal, amígdala, médula espinal lumbar (Voss, Vivar, Kramer, & van Praag, 2013).

Cambios en BDNF y su relación con el Estado de Ánimo

Diferentes estudios refieren un incremento de estados de ánimo positivos con relación al ejercicio (Fox, 1999) sin embargo, para este estudio, dichos estados de ánimo adquieren valores negativos en sujetos sedentarios, una vez terminado el esfuerzo aeróbico de orden incremental, por cuanto se observa un incremento de la tensión. En contraposición, los sujetos activos físicamente refieren una disminución de la tensión por debajo de los niveles antes de la prueba con la finalización de la carga de esfuerzo, lo cual coincide con incrementos en vigor y en BDNF, lo que se ajusta a una explicación de relación causa-efecto (A. D. Bryan et al., 2011)

BDNF y Ejercicio Físico

El BDNF parece jugar un rol en la integración y optimización de respuestas adaptativas a medioambientes adversos: el ejercicio sirve como mediador de dichas respuestas en el SNC, sistema nervioso vegetativo y periférico, favoreciendo la disminución del apetito e incrementando el gasto energético (Rothman & Mattson, 2013) Así mismo, la señalización de esta neurotrofina en el tronco cerebral puede incrementar el tono parasimpático y estar relacionado con la bradicardia del deportista (Mattson, 2012), 2012). Esto puede ser observado desde los hallazgos propios de este estudio: el incremento de dicho factor es

mayor en sujetos activos físicamente que en sedentarios durante la prueba de esfuerzo. Para el caso de sujetos con mayor desempeño físico, dicho factor estaría soportando la demanda energética necesaria y favoreciendo el balance energético, todo ello con frecuencias cardiacas más bajas durante el esfuerzo. Por otra parte, es de resaltar que a los tres minutos de la prueba de esfuerzo coinciden las diferencias estadísticamente significativas entre los grupos del incremento del BDNF y la Frecuencia Cardiaca (ver tablas 7 y 8). En este sentido varios autores proponen el BDNF, en bajos niveles, como un biomarcador de riesgo cardiovascular (Hang et al., 2015; Kaess et al., 2015; Kermani & Hempstead, 2007; Lorgis et al., 2009; Takashio et al., 2015), lo cual coincide con el riesgo que implica el sedentarismo con patologías cardiacas.

Los niveles de corticoesteroides (hormonas del estrés) se incrementan con relación al ejercicio, tanto en sangre como en SNC. Paradójicamente, este resultado coincide con un incremento de los niveles de BDNF, como se ha mencionado con anterioridad. Esto puede ser explicado desde el proceso de regulación negativa de los glucocorticoides sobre el BDNF (Rothman & Mattson, 2013). En la prueba de esfuerzo se puede observar un efecto positivo con el aumento de BDNF en ambos grupos cuando incrementa la intensidad del esfuerzo.

Podría intentar relacionarse el incremento de BDNF, en los dos grupos, con la altura (2625 msnm); no obstante, es de aclarar que en estudios realizados al respecto los sujetos son expuestos a alturas de 3.800 msnm, y los incrementos de BDNF no parecen ser afectados por la altura (Van Cutsem et al., 2015) sino por el ejercicio.

Ejercicio Físico y Estado de Ánimo

Las respuestas afectivas positivas frente al esfuerzo parecen estar relacionadas con períodos sub umbrales (Umbral Ventilario, Umbral de lactato, Umbral Anaeróbico); mientras que las respuestas negativas se relacionan con periodos supra umbrales (Ekkekakis, Parfitt, & Petruzzello, 2011a; Ekkekakis et al., 2008; Parfitt, Rose, & Burgess, 2006), de igual manera los incrementos de lactato están relacionados con bajos incrementos en tranquilidad y emociones positivas, así como los incrementos en

catecolaminas se relacionan favorablemente con emociones negativas como el dolor y bajos incrementos en la tranquilidad (Magnan, Nilsson, Marcus, Ciccolo, & Bryan, 2013). De igual manera, al exponer a población regular (No atletas, no sedentarios) a ejercicio físico, al 65% del VO2 max, los sujetos demuestran incrementos en emociones positivas tanto como decrementos en emociones negativas durante la prueba de esfuerzo a 30 min; posterior al ejercicio la respuesta emocional positiva y la tranquilidad incrementan, así como la respuesta emocional negativa y la fatiga disminuyen (Kwan & Bryan, 2010b). En conclusión, la intensidad del ejercicio es un factor determinante con relación a la respuesta afectiva, o de estado de ánimo.

Ahora bien, según los datos obtenidos para este estudio, la respuesta afectiva parece comportarse de manera diferente para sujetos activos físicamente si se comparan con sujetos sedentarios por ejemplo: la Tensión para los sujetos AF es más baja en todos los periodos de la prueba de esfuerzo y tiene una reducción conforme inicia el ejercicio en los dos grupos, pero al incrementar la intensidad (valores cercanos al umbral anaeróbico, 70% del VO2max) los sujetos AF presentan un comportamiento de meseta mientras que el grupo SED incrementa sus valores de Tensión; para el periodo de reposo, el grupo AF retorna a valores cercanos a 0 mientras que el grupo SED se mantienen elevados con una tendencia al incremento. El Vigor tiene valores más altos en AF durante toda la prueba, pero al iniciar la prueba (3min) los valores de AF incrementan y establecen diferencia con SED ($P<0.05$); al finalizar el esfuerzo (12min) los valores se incrementan mientras que los SED disminuyen el Vigor ($P>0,05$) (ver tabla 14)

Ahora nos ocuparemos de un estudio de significativa importancia para nuestro trabajo, en la medida en que dicha investigación realiza análisis justamente sobre la totalidad de factores de estado de ánimo que se trabajan para esta investigación; a diferencia, de los anteriores estudios que acabamos de revisar, los cuales, solamente nos han permitido hacer comparaciones con alguna de las variables.

Dicho estudio (Oliveira, Slama, Deslandes, Furtado, & Santos, 2013) observa las respuestas de estado de ánimo, de una población de 50 sujetos aparentemente saludables, en tres momentos (antes, durante y después del ejercicio), cuando son expuestos a esfuerzos de tipo interválico y continuo. Las respuestas de estado de ánimo durante el esfuerzo corresponden con lo descrito en párrafos anteriores, es decir, determinadas por respuestas fisiológicas como el umbral anaeróbico. No obstante, las respuestas de estado de ánimo antes y después de la prueba, que fueron tomadas con la herramienta POMS, la cual mide los mismos estados de ánimo propuestos para esta investigación (Tensión, Depresión, Fatiga, Hostilidad, Vigor, Fatiga y Confusión), demuestran el siguiente comportamiento:

- Se demuestra una interacción significativa del tiempo sobre La Tensión y la Fatiga con disminución de la tensión y un aumento de la fatiga en ambas condiciones
- Factores como Hostilidad, Confusión, Depresión muestran tendencias a disminuir conforme termina el ejercicio
- El Factor Vigor muestra incrementos en ejercicio interválico y decrementos en ejercicio continuo.

Por otra parte, factores cognitivos pueden estar afectando las respuestas anímicas, con posterioridad al ejercicio (Parfitt et al., 2006; Privitera, Antonelli, & Szal, 2014; Rose & Parfitt, 2010); así mismo como un efecto favorable en experiencias emocionales positivas y desfavorable en experiencias emocionales negativas durante el esfuerzo físico (65% del VO2 max; 30 min) determinan actitudes favorables hacia el ejercicio, concepto de autoeficacia e intenciones de ejercitarse con posterioridad (Kwan & Bryan, 2010a). Así, sujetos que no han sido ejercitados o sometidos a pruebas como las realizadas para este estudio pueden presentar niveles elevados en factores como la tensión y bajos en vigor al finalizar el esfuerzo. Al respecto, cargas auto-suministradas pueden favorecer respuestas afectivas positivas frente al ejercicio al percibir una alta autonomía del sujeto con la actividad; sin embargo, la intensidad parece ser un determinante más fuerte frente a dichas respuestas (Oliveira, Deslandes, & Santos, 2015).

CONCLUSIONES

- La Percepción del Esfuerzo, Frecuencia Cardiaca y Fatiga aumentan mientras Hostilidad y Confusión disminuyen con relación al tiempo conforme aumentan los niveles de BDNF plasmático en los dos grupos.

- La Percepción del Esfuerzo y la Fatiga son más elevados en sujetos Sedentarios con relación al tiempo si se comparan con sujetos Activos Físicamente

- El BDNF plasmático es más elevado para sujetos en todos los periodos de la prueba para sujetos Activos Físicamente si se comparan con sujetos sedentarios

- A los tres minutos de iniciada la prueba se observan diferencias entre los dos grupos con incrementos en BDNF y el Vigor en los sujetos Activos Físicamente y en Fatiga y Frecuencia Cardiaca en el grupo Sedentarios, al mismo tiempo que se observa una disminución de los niveles de BDNF plasmático en el último grupo.

- A los nueve minutos de iniciada la prueba se observa un incremento en la fatiga que se detiene en este punto con niveles más altos para el grupo de Sedentarios; los niveles de BDNF en sujetos Sedentarios tienden a mantenerse mientras que, para los Activos Físicamente continua con su incremento.

- A los doce minutos de iniciada la prueba (2 minutos de recuperación) los niveles plasmáticos de BDNF continúan con incremento en Sujetos Activos Físicamente mientras que en Sedentarios tienden a mantenerse estables; La Frecuencia Cardiaca, la Percepción del Esfuerzo, la Fatiga, Confusión y la Tensión demuestran un patrón de recuperación (disminución) más alto para Sujetos Activos Físicamente que para Sedentarios; El vigor aumenta en sujetos Activos Físicamente mientras disminuye en sujetos Sedentarios.

- No existen diferencias entre los dos grupos en Temperatura, Depresión y Hostilidad en ningún tiempo durante la prueba

- Los niveles de BDNF a nivel plasmático varían con relación a los niveles de reposo en ambos grupos y tienden a recuperarse conforme termina la prueba demostrando un "*efecto switch" del ejercicio* sobre dicha neurotrofina.

RECOMENDACIONES

Los estudios que correlacionan BDNF y respuestas psicológicas, se encuentran enmarcados en trastornos psiquiátricos y neurológicos, no obstante no se ha encontrado evidencia acerca de las respuestas agudas con relación al incremento de dicha neurotrofina y su correlación con el estado de ánimo, como se observa para este estudio, por lo cual, se hace preciso realizar estudios en tal campo y con muestras poblacionales más grandes.

Conforme varían las respuestas emocionales con relación a umbrales se hace importante investigar como diferentes neurotrofinas varían en dichos periodos.

Es importante comparar las respuestas del endofenotipo estudiado en esta investigación en entrenamiento de tipo interválico y continuo.

.

A. ANEXO: PARMED-X

Physical Activity Readiness
Medical Examination
(revised 2002)

PARmed-X PHYSICAL ACTIVITY READINESS MEDICAL EXAMINATION

The PARmed-X is a physical activity-specific checklist to be used by a physician with patients who have had positive responses to the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). In addition, the Conveyance/Referral Form in the PARmed-X can be used to convey clearance for physical activity participation, or to make a referral to a medically-supervised exercise program.

Regular physical activity is fun and healthy, and increasingly more people are starting to become more active every day. Being more active is very safe for most people. The PAR-Q by itself provides adequate screening for the majority of people. However, some individuals may require a medical evaluation and specific advice (exercise prescription) due to one or more positive responses to the PAR-Q.

Following the participant's evaluation by a physician, a physical activity plan should be devised in consultation with a physical activity professional (CSEP-Certified Personal Trainer™ or CSEP-Certified Exercise Physiologist™). To assist in this, the following instructions are provided:

PAGE 1: • Sections A, B, C, and D should be completed by the participant BEFORE the examination by the physician. The bottom section is to be completed by the examining physician.

PAGES 2 & 3: • A checklist of medical conditions requiring special consideration and management.

PAGE 4: • Physical Activity & Lifestyle Advice for people who do not require specific instructions or prescribed exercise.

• Physical Activity Readiness Conveyance/Referral Form - an optional tear-off tab for the physician to convey clearance for physical activity participation, or to make a referral to a medically-supervised exercise program.

This section to be completed by the participant

A PERSONAL INFORMATION:

NAME _____

ADDRESS _____

_____

TELEPHONE _____

BIRTHDATE _____ GENDER _____

MEDICAL No. _____

B PAR-Q: Please indicate the PAR-Q questions to which you answered YES

- ❑ Q 1 Heart condition
- ❑ Q 2 Chest pain during activity
- ❑ Q 3 Chest pain at rest
- ❑ Q 4 Loss of balance, dizziness
- ❑ Q 5 Bone or joint problem
- ❑ Q 6 Blood pressure or heart drugs
- ❑ Q 7 Other reason: _____

C RISK FACTORS FOR CARDIOVASCULAR DISEASE:
Check all that apply

- ❑ Less than 30 minutes of moderate physical activity most days of the week.
- ❑ Currently smoker (tobacco smoking 1 or more times per week).
- ❑ High blood pressure reported by physician after repeated measurements.
- ❑ High cholesterol level reported by physician.
- ❑ Excessive accumulation of fat around waist.
- ❑ Family history of heart disease.

Please note: *Many of these risk factors are modifiable. Please refer to page 4 and discuss with your physician.*

D PHYSICAL ACTIVITY INTENTIONS:

What physical activity do you intend to do?

_____

_____

_____

This section to be completed by the examining physician

Physical Exam:

Ht	Wt	BP i) /
		BP ii) /

Conditions limiting physical activity:

- ❑ Cardiovascular
- ❑ Musculoskeletal
- ❑ Respiratory
- ❑ Abdominal
- ❑ Other

Tests required:

- ❑ ECG
- ❑ Blood
- ❑ Exercise Test
- ❑ Urinalysis
- ❑ X-Ray
- ❑ Other

Physical Activity Readiness Conveyance/Referral:

Based upon a current review of health status, I recommend:

Further Information:
- ❑ Attached
- ❑ To be forwarded
- ❑ Available on request

- ❑ No physical activity
- ❑ Only a medically-supervised exercise program until further medical clearance
- ❑ Progressive physical activity:
  - ❑ with avoidance of: _____
  - ❑ with inclusion of: _____
  - ❑ under the supervision of a CSEP-Certified Exercise Physiologist™
- ❑ Unrestricted physical activity–start slowly and build up gradually

CSEP | SCPE

© Canadian Society for Exercise Physiology www.csep.ca

Physical Activity Readiness
Medical Examination
(revised 2002)

PARmed-X PHYSICAL ACTIVITY READINESS MEDICAL EXAMINATION

Following is a checklist of medical conditions for which a degree of precaution and/or special advice should be considered for those who answered "YES" to one or more questions on the PAR-Q, and people over the age of 69. Conditions are grouped by system. Three categories of precautions are provided. Comments under Advice are general, since details and alternatives require clinical judgement in each individual instance.

	Absolute Contraindications	Relative Contraindications	Special Prescriptive Conditions	ADVICE
	Permanent restriction or temporary restriction until condition is treated, stable, and/or past acute phase.	Highly variable. Value of exercise testing and/or program may exceed risk. Activity may be restricted. Desirable to maximize control of condition. Direct or indirect medical supervision of exercise program may be desirable.	Individualized prescriptive advice generally appropriate: • limitations imposed; and/or • special exercises prescribed. May require medical monitoring and/or initial supervision in exercise program.	
Cardiovascular	❑ aortic aneurysm (dissecting) ❑ aortic stenosis (severe) ❑ congestive heart failure ❑ crescendo angina ❑ myocardial infarction (acute) ❑ myocarditis (active or recent) ❑ pulmonary or systemic embolism—acute ❑ thrombophlebitis ❑ ventricular tachycardia and other dangerous dysrhythmias (e.g., multi-focal ventricular activity)	❑ aortic stenosis (moderate) ❑ subaortic stenosis (severe) ❑ marked cardiac enlargement ❑ supraventricular dysrhythmias (uncontrolled or high rate) ❑ ventricular ectopic activity (repetitive or frequent) ❑ ventricular aneurysm ❑ hypertension—untreated or uncontrolled severe (systemic or pulmonary) ❑ hypertrophic cardiomyopathy ❑ compensated congestive heart failure	❑ aortic (or pulmonary) stenosis—mild angina pectoris and other manifestations of coronary insufficiency (e.g., post-acute infarct) ❑ cyanotic heart disease ❑ shunts (intermittent or fixed) ❑ conduction disturbances • complete AV block • left BBB • Wolff-Parkinson-White syndrome ❑ dysrhythmias—controlled ❑ fixed rate pacemakers	• clinical exercise test may be warranted in selected cases, for specific determination of functional capacity and limitations and precautions (if any). • slow progression of exercise to levels based on test performance and individual tolerance. • consider individual need for initial conditioning program under medical supervision (indirect or direct).
			❑ intermittent claudication	progressive exercise to tolerance
			❑ hypertension: systolic 160-180; diastolic 105+	progressive exercise; care with medications (serum electrolytes; post-exercise syncope; etc.)
Infections	❑ acute infectious disease (regardless of etiology)	❑ subacute/chronic/recurrent infectious diseases (e.g., malaria, others)	❑ chronic infections ❑ HIV	variable as to condition
Metabolic		❑ uncontrolled metabolic disorders (diabetes mellitus, thyrotoxicosis, myxedema)	❑ renal, hepatic & other metabolic insufficiency	variable as to status
			❑ obesity ❑ single kidney	dietary moderation, and initial light exercises with slow progression (walking, swimming, cycling)
Pregnancy		❑ complicated pregnancy (e.g., toxemia, hemorrhage, incompetent cervix, etc.)	❑ advanced pregnancy (late 3rd trimester)	refer to the "PARmed-X for PREGNANCY"

References:

Arraix, G.A., Wigle, D.T., Mao, Y. (1992). Risk Assessment of Physical Activity and Physical Fitness in the Canada Health Survey Follow-Up Study. **J. Clin. Epidemiol.** 45:4 419-428.

Mottola, M., Wolfe, L.A. (1994). Active Living and Pregnancy. In: A. Quinney, L. Gauvin, T. Wall (eds.), **Toward Active Living: Proceedings of the International Conference on Physical Activity, Fitness and Health**. Champaign, IL: Human Kinetics.

PAR-Q Validation Report, British Columbia Ministry of Health, 1978.

Thomas, S., Reading, J., Shephard, R.J. (1992). Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). **Can. J. Spt. Sci.** 17: 4 338-345.

The PAR-Q and PARmed-X were developed by the British Columbia Ministry of Health. They have been revised by an Expert Advisory Committee of the Canadian Society for Exercise Physiology chaired by Dr. N. Gledhill (2002).

No changes permitted. You are encouraged to photocopy the PARmed-X, but only if you use the entire form.

Disponible en français sous le titre
«Évaluation médicale de l'aptitude à l'activité physique (X-AAP)»

Continued on page 3...

Physical Activity Readiness
Medical Examination
(revised 2002)

	Special Prescriptive Conditions	ADVICE
Lung	❑ chronic pulmonary disorders	special relaxation and breathing exercises
	❑ obstructive lung disease ❑ asthma	breath control during endurance exercises to tolerance; avoid polluted air
	❑ exercise-induced bronchospasm	avoid hyperventilation during exercise; avoid extremely cold conditions; warm up adequately; utilize appropriate medication.
Musculoskeletal	❑ low back conditions (pathological, functional)	avoid or minimize exercise that precipitates or exasperates e.g., forced extreme flexion, extension, and violent twisting; correct posture, proper back exercises
	❑ arthritis—acute (infective, rheumatoid; gout)	treatment, plus judicious blend of rest, splinting and gentle movement
	❑ arthritis—subacute	progressive increase of active exercise therapy
	❑ arthritis—chronic (osteoarthritis and above conditions)	maintenance of mobility and strength; non-weightbearing exercises to minimize joint trauma (e.g., cycling, aquatic activity, etc.)
	❑ orthopaedic	highly variable and individualized
	❑ hernia	minimize straining and isometrics; stregthen abdominal muscles
	❑ osteoporosis or low bone density	avoid exercise with high risk for fracture such as push-ups, curl-ups, vertical jump and trunk forward flexion; engage in low-impact weight-bearing activities and resistance training
CNS	❑ convulsive disorder not completely controlled by medication	minimize or avoid exercise in hazardous environments and/or exercising alone (e.g., swimming, mountain climbing, etc.)
	❑ recent concussion	thorough examination if history of two concussions; review for discontinuation of contact sport if three concussions, depending on duration of unconsciousness, retrograde amnesia, persistent headaches, and other objective evidence of cerebral damage
Blood	❑ anemia—severe (< 10 Gm/dl) ❑ electrolyte disturbances	control preferred; exercise as tolerated
Medications	❑ antianginal ❑ antiarrhythmic ❑ antihypertensive ❑ anticonvulsant ❑ beta-blockers ❑ digitalis preparations ❑ diuretics ❑ ganglionic blockers ❑ others	NOTE: consider underlying condition. Potential for: exertional syncope, electrolyte imbalance, bradycardia, dysrhythmias, impaired coordination and reaction time, heat intolerance. May alter resting and exercise ECG's and exercise test performance.
Other	❑ post-exercise syncope	moderate program
	❑ heat intolerance	prolong cool-down with light activities; avoid exercise in extreme heat
	❑ temporary minor illness	postpone until recovered
	❑ cancer	if potential metastases, test by cycle ergometry, consider non-weight bearing exercises; exercise at lower end of prescriptive range (40-65% of heart rate reserve), depending on condition and recent treatment (radiation, chemotherapy); monitor hemoglobin and lymphocyte counts; add dynamic lifting exercise to strengthen muscles, using machines rather than weights.

*Refer to special publications for elaboration as required

The following companion forms are available online: http://www.csep.ca/forms

The **Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q)** - a questionnaire for people aged 15-69 to complete before becoming much more physically active.

The **Physical Activity Readiness Medical Examination for Pregnancy (PARmed-X for PREGNANCY)** - to be used by physicians with pregnant patients who wish to become more physically active.

For more information, please contact the:

Canadian Society for Exercise Physiology
370-18 Louisa Ottawa, ON K1R 6Y6
Tel. 1-877-651-3755 • FAX (613) 234-3565 • Online: www.csep.ca

Note to physical activity professionals...

It is a prudent practice to retain the completed Physical Activity Readiness Conveyance/Referral Form in the participant's file.

© Canadian Society for Exercise Physiology www.csep.ca/forms

Continued on page 4...

Physical Activity Readiness
Medical Examination
(revised 2002)

PARmed-X PHYSICAL ACTIVITY READINESS MEDICAL EXAMINATION

PARmed-X Physical Activity Readiness Conveyance/Referral Form

Based upon a current review of the health status of _____, I recommend:

- ❑ No physical activity
- ❑ Only a medically-supervised exercise program until further medical clearance
- ❑ Progressive physical activity
  - ❑ with avoidance of: _____
  - ❑ with inclusion of: _____
  - ❑ under the supervision of a CSEP-Certified Exercise Physiologist™
- ❑ Unrestricted physical activity — start slowly and build up gradually

_____ M.D.

_____ 20_____
(date)

Further Information:
- ❑ Attached
- ❑ To be forwarded
- ❑ Available on request

Physician/clinic stamp:

NOTE: This physical activity clearance is valid for a maximum of six months from the date it is completed and becomes invalid if your medical condition becomes worse.

4

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (Octubre de 2002)

VERSIÓN CORTA FORMATO AUTO ADMINISTRADO - ÚLTIMOS 7 DíAS

PARA USO CON JÓVENES Y ADULTOS DE MEDIANA EDAD (15-69 años)

Los Cuestionarios Internacionales de Actividad Física (IPAQ, por sus siglas en inglés) contienen un grupo de 4 cuestionarios. La versión larga (5 objetivos de actividad evaluados independientemente) y una versión corta (4 preguntas generales) están disponibles para usar por los métodos por teléfono o auto administrada. El propósito de los cuestionarios es proveer instrumentos comunes que pueden ser usados para obtener datos internacionalmente comparables relacionados con actividad física relacionada con salud.

Antecedentes del IPAQ
El desarrollo de una medida internacional para actividad física comenzó en Ginebra en 1998 y fue seguida de un extensivo exámen de confiabilidad y validez hecho en 12 países (14 sitios) en el año 2000. Los resultados finales sugieren que estas medidas tienen aceptables propiedades de medición para usarse en diferentes lugares y en diferentes idiomas, y que son apropiadas para estudios nacionales poblacionales de prevalencia de participación en actividad física.

Uso del IPAQ
Se recomienda el uso de los instrumentos IPAQ con propósitos de monitoreo e investigación. Se recomienda que no se hagan cambios en el orden o redacción de las preguntas ya que esto afectará las propiedades sicométricas de los instrumentos.

Traducción del Inglés y Adaptación Cultural
Traducción del Inglés es sugerida para facilitar el uso mundial del IPAQ. Información acerca de la disponibilidad del IPAQ en diferentes idiomas puede ser obtenida en la página de internet www.ipaq.ki.se. Si se realiza una nueva traducción recomendamos encarecidamente usar los métodos de traducción nuevamente al Inglés disponibles en la página web de IPAQ. En lo possible por favor considere poner a disposición de otros su version traducida en la página web de IPAQ. Otros detalles acerca de traducciones y adaptación cultural pueden ser obtenidos en la página web.

Otros Desarrollos de *IPAQ*
Colaboración Internacional relacionada con IPAQ es continua y un ***Estudio Internacional de Prevalencia de Actividad Física*** se encuentra en progreso. Para mayor información consulte la página web de IPAQ.

Información Adicional
Información más detallada del proceso IPAQ y los métodos de investigación usados en el desarrollo de los instrumentos IPAQ se encuentra disponible en la página www.ipaq.ki.se y en Booth, M.L. (2000). Assessment of Physical Activity: An International Perspective. Research

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted utilizó siendo físicamente activo(a) en los **últimos 7 días**. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en el jardín y en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense acerca de todas aquellas actividades **vigorosas** que usted realizó en los **últimos 7 días**. Actividades **vigorosas** son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas **vigorosas** como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

   _____ **días por semana**

   ☐ Ninguna actividad física vigorosa → ***Pase a la pregunta 3***

2. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le tomó realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realizó?

   _____ **horas por día**

   _____ **minutos por día**

   ☐ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca de todas aquellas actividades **moderadas** que usted realizo en los **últimos 7 días**. Actividades **moderadas** son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense *solamente* en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

   _____ **días por semana**

   ☐ Ninguna actvidad física moderada → ***Pase a la pregunta 5***

USA Spanish version translated 3/2003 - SHORT LAST 7 DAYS SELF-ADMINISTERED version of the IPAQ – Revised August 2002

4. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a caminar en los **últimos 7 días**. Esto incluye trabajo en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos?

_____ **días por semana**

☐ No caminó → ***Pase a la pregunta 7***

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días **caminando**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció **sentado(a)** en la semana en los **últimos 7 días**. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluír tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando television.

7. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un **día en la semana**?

_____ **horas por día**

_____ **minutos por día**

☐ No sabe/No está seguro(a)

Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.

C. ANEXO: BIPI

BIPI

Síntomas →

Situaciones	Pienso que no voy a ser capaz de soportar la situación	Creo que "algo serio me va a pasar"	Percibo que no voy a poder aguantar mucho tiempo sin marearme	Me siento confuso, aturdido	Creo que la gente va a captar mi malestar	Considero que no voy a poder reaccionar	Recuerdo experiencias pasadas y anticipo el pánico	Pienso que voy a desmayarme	Necesito salir de ahí antes de hacer el ridículo	Pienso que debía haber evitado la situación ya que este estado no es nuevo para mí	Se acelera el ritmo de mi corazón	Sudan mis manos y/o axilas	Se tensan mis músculos	Siento que me voy mareando	Respiro con mayor frecuencia	Un sudor frío recorre mi cuerpo	Siento un mayor bombeo de sangre por el cuerpo	Siento calor en la cara	Palidece mi cara	Me desmayo	Siento un nudo en la garganta	Siento molestias en el estómago	Evito ir. Lo evito	Me temblan las piernas y/o las manos	Me escapo de la situación inmediatamente	Me muevo inquieto de un lugar a otro, en el asiento, etc.	Mis palabras no salen tan fluidas, o se me entrecorta la voz	Puntuación en cada situación
	Puntuaciones										**Puntuaciones**												**Puntuaciones**					
1. Cuando veo un herido ensangrentado en la carretera o en TV tras un accidente																												
2. Cuando veo salir sangre de mi brazo o del dedo tras un pinchazo con una aguja																												
3. Cuando me ponen una inyección intravenosa																												
4. Al observar un tubo de ensayo con sangre																												
5. Escuchando una conversación relacionada con la sangre																												
6. Cuando pienso que tengo que acompañar a un familiar para hacerse una extracción de sangre o la cura de una herida abierta																												
7. Si observo poner una inyección intramuscular a otra persona																												
8. Cuando describo a otra persona una experiencia o situación relacionada con la sangre																												
9. Cuando pienso que la enfermera tiene que introducir la aguja en la vena para extraerme sangre																												
10. Si presencio una operación o intervención quirúrgica																												
11. Cuando pienso en tener que atender a un familiar (hijo, padre) para limpiar o curar una herida																												
12. Cuando veo un charco de sangre en el suelo																												
13. Cuando entro en un hospital																												
14. Cuando pienso que tengo que hacerme un análisis de sangre																												
15. Cuando pienso que al ir a Urgencias de un hospital puedo ver una camilla con una sábana manchada de sangre																												
16. Cuando pienso que han de ponerme una anestesia local para una intervención leve																												
17. Cuando pienso en la posibilidad de donar sangre para un familiar o amigo																												
18. Cuando después de darme un golpe en la nariz pienso que puedo empezar a sangrar																												
Puntuación de cada síntoma en las situaciones																												
TOTAL																												

D. ANEXO: PIED

Perfil Interactivo de Estados de Ánimo en el Deporte

Autor: René Barrios Duarte, Dpto. Psicología IMD, Cuba

ESCALA DE VALORACIÓN

0	1	2	3	4
NADA	UN POCO	MODERADO	BASTANTE	MUCHÍSIMO

TIPOS DE SENSACIONES

T	Inquieto(a) / Ansioso(a) / Intranquilo(a)
D	Desanimado(a) / Triste / Solo(a),
H	Molesto(a) / Furioso(a) / De mal genio
V	Activo(a) / Alegre / Lleno(a) de energía
F	Agotado(a) / Cansado(a) / Fatigado(a)
C	Inseguro(a) / Desorientado(a) Incapaz de concentrarme

E. ANEXO: ELISA CHEMIKINE KIT

CHEMICON®
INTERNATIONAL
a Serologicals® Company

***ChemiKine*™**

Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) Sandwich ELISA Kit

Cat. No. CYT306

FOR RESEARCH USE ONLY
Not for use in diagnostic procedures

USA & Canada
Phone: +1(800) 437-7500 • Fax: +1 (951) 676-9209 • Europe +44 (0) 23 8026 2233
Australia +61 3 9839 2000 • Germany +49-6192-207300 • ISO Registered Worldwide
www.chemicon.com • custserv@chemicon.com • techserv@chemicon.com

Introduction

ChemiKine™ Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) kit is a sandwich enzyme immunoassay (EIA), which measures BDNF. The kit will measure BDNF from human and rat.

Test Principle

With the ***ChemiKine*** BDNF assay system, rabbit polyclonal antibodies generated against human BDNF are coated onto a microplate and are used to capture BDNF from a sample. BDNF specific, biotin conjugated, mouse monoclonal antibodies detect the captured BDNF. After addition of streptavidin-enzyme, substrate and stop solution the amount of BDNF is determined. The standard curve demonstrates a direct relationship between Optical Density (OD) and BDNF concentration: i.e., the higher the OD the higher the BDNF concentration in the sample.

Application

ChemiKine BDNF kit is designed to measure the amount of BDNF in cell culture supernatants, tissue homogenates and biological fluid (serum, plasma, and serum-free) samples from human and rat. There are enough reagents included in this kit for two 96-well immuno-assay plates. Running duplicate wells for samples and standards is recommended.

For Research Use Only. Not for use in diagnostic procedures.

Analytical Sensitivity and Detection Limits

Sensitivity:	7.8 pg/mL
Range of Detection:	7.8 pg/mL to 500 pg/mL
Crossreactivity:	No significant cross reactivity with NGF, NT4/5 or NT3
Intra-assay Variation:	± 3.7% (125 pg/mL)
Inter-assay Variation:	± 8.5 % (125 pg/mL)

Kit Materials

1. ChemiKine BDNF ELISA Plate: (Part No. 60238) Two Pre-coated with Rabbit anti-Human BDNF Polyclonal Antibody 96-Well Immunoplates sealed in foil pouches.
2. Wash Buffer Concentrate: (Part No. 60245) One 100 mL (10X) bottle of Concentrate.
3. Standard/Sample Diluent: (Part No. 60240) One 60 mL bottle (Ready to Use).
4. BDNF Standard (Recombinant Human): (Part No. 60237) Two vials (Lyophilized).
5. Biotinylated Mouse anti-Human BDNF Monoclonal Antibody: (Part No. 60583) One 25 µL vial.
6. Streptavidin-Enzyme conjugate: (Part No. 60582) One 50 µL vial of HRP conjugated Streptavidin.
7. TMB/E Solution: (Part No. 60096) Two 10 mL bottles of a Ready to Use solution of 3,3',5,5'-tetramethylbenzidine in a proprietary buffer with enhancer.
8. Stop Solution (Part No. 60260): One 22 mL bottle of an HCl solution.

Materials Not Supplied

1. Multi-channel or repeating pipettes
2. Plate shaker (optional)
3. Pipettors & tips capable of accurately measuring 10-1000 μL
4. Graduated serological pipettes
5. 96-well microplate Reader with 450 nm filter
6. Graph paper for manual plotting of data
7. Polystyrene test tubes for standard and sample dilutions
8. Mechanical vortex
9. One 1 or 2 liter container

Precautions

- Wash Buffer and Sample Buffer contain thimerosol. Thimerosol is highly toxic by inhalation, contact with skin or if swallowed. Thimerosol is a possible mutagen and should be handled accordingly.
- The instructions provided have been designed to optimize the kit's performance. Deviation from the instructions may result in suboptimal performance of the kit and the failure to produce accurate data.

Technical Hints

- Manual Plate Washing: Vigorous washing and complete removal of all liquid by aspiration at the end of each washing step is very important to obtain low background values.
- **Recommended Method for Plate Washing:**
  1. Remove existing fluid from each well by flicking the plate over a sink. Subsequently blot the plate on clean paper towels.
  2. Forcefully pipet 250 μL of diluted Wash Buffer into each well with a multi-channel pipet.
  3. Remove fluid from each well by flicking the plate over a sink. Subsequently blot the plate on clean paper towels.
  4. Repeat washing and flicking 4 times.

Preparation of Reagents

1. **Biotinylated Mouse anti-Human BDNF Monoclonal Antibody**

   Immediately before use dilute the biotinylated antibody 1:1,000 with Sample Diluent. Do not store diluted solutions.

2. **Streptavidin-Enzyme Conjugate**

   Immediately before use dilute the HRP conjugate 1:1,000 with Sample Diluent. Do not store diluted solutions.

3. **BDNF Standard**

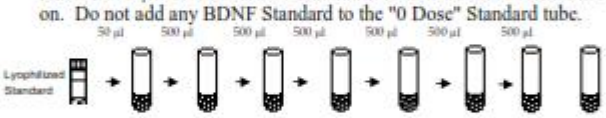
   Note: *When opening lyophilized Standard, remove rubber stopper gently as the lyophilizate may have become dislodged during shipping.*

   Reconstitute the standard vial with the volume of Sample Diluent indicated on the label to give a relative BDNF concentration of 10,000 pg/mL. This stock material is then used to generate a standard curve. Use the Sample Diluent to make the dilutions. A suggested dilution scheme is as follows:

   a) Label 7 test tubes #1-7 and "0 dose". Add 950 µL of the Sample Diluent to Standard tube #1. Add 500 µL of the Sample Diluent to Standard tubes #2-7 and the "0 dose".

   b) Add 50 µL of the stock Standard solution to tube #1 and vortex. This is Standard tube #1 with a concentration of 500 pg/mL.

   c) Standards #2-7 are then prepared by performing a 1:2 dilution of the preceding standard. Refer to Fig. 1. For example, to make Standard #2, remove 500 µL of Standard #1 and add it to tube #2 and vortex and so on. Do not add any BDNF Standard to the "0 Dose" Standard tube.



Standard Number:	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	0 dose
Initial Volume (µL):	950	500	500	500	500	500	500	500
Concentration (pg/mL):	500	250	125	62.5	31.25	15.63	7.82	0.0

Figure 1: Serial Dilution of BDNF Standard

Note: *The BDNF Standard curve can be set up with a different serial dilution scheme by making appropriate adjustments to the dilution pattern.*

4. **Wash Buffer**

   Add the entire contents of the 10X Wash Buffer Concentrate to appropriate container, QS to 1 liter with deionized water. Stir to homogeneity.

Preparation of Samples

It is recommended that you test each sample in duplicate. The samples should be diluted with Sample/Standard Diluent 1:2 and further diluted by a two-fold serial dilution and run down a column of the plate. Alternatively, you can screen samples at a single concentration (in triplicate) and reassay all positive samples to determine the exact BDNF concentration.

Tissue samples should be rapidly excised, weighed and snap frozen in liquid nitrogen prior to storage at -70°C. Within two weeks of freezing, tissue samples should be homogenized in ice cold homogenization buffer consisting of 100mM Tris/HCl, pH 7, containing 2% bovine serum albumin (BSA), 1M NaCl, 4mM EDTA.Na$^+$, 2% Triton X-100, 0.1% sodium azide and the protease inhibitors (Sigma) 5 µg/mL aprotinin, 0.5 µg/mL antipain, 157 µg/mL benzamidine, 0.1 µg/mL pepstatin A and 17 µg/mL phenylmethyl-sulphonyl fluoride. Homogenates should be prepared in approximately 20 to 100 volumes of the homogenization buffer to tissue wet weight, but the most appropriate ratio needs to be determined by the user for each tissue. The homogenates are centrifuged at 14,000xg for 30 minutes. The resulting supernatants should be used for the BDNF assay.

Storage of Kit Components

Maintain the unopened kit at 2-8°C until expiration date indicated on the label. After opening the kit maintain the Rabbit anti-BDNF Polyclonal Antibody Coated Plate, Biotin Conjugated Mouse anti-BDNF Monoclonal Antibody, Wash Buffer, Sample Diluent, Streptavidin-Enzyme Conjugate, TMB Solution and Stop Solution at 2-8°C until expiration date indicated on the label. Maintain the BDNF Standard, at 2-8°C for up to 30 days after reconstitution.

Assay Instructions

1. Place the desired number of ***ChemiKine*** Brain Derived Neurotrophic Factor strips in the strip well plate holder.

2. Add 100 µL of Standards 0 through 7 or samples to wells. It is recommended that standards and samples be run in duplicate.

   Note: *A standard curve must be run at each setting.*

3. Seal the plate with a plate sealer. Incubate the plate at 2-8°C overnight (on a shaker if possible).

4. **IMPORTANT WASH STEP:**

   Gently remove the plate sealer and wash the plate at least 4 times. A thorough washing of the plate is extremely important to reduce background. We recommend using a multi-channel pipette to fill each well with 250 µL of diluted Wash Buffer. Fluid removal from the wells is best accomplished by inverting the plate over a sink and flicking the fluid out of the wells and then blotting the plate on clean paper towels. Using the multichannel pipet add 250 µL of Wash Buffer to each well; flick and blot the plate. Repeat this procedure for a total of 4 times.

   For users of automatic plate washers: It is important to ensure that the wash apparatus is properly maintained and operating correctly. Tubing and tips can easily become clogged, leading to incomplete washing and inadequate aspiration of wells. The result may be poor precision and an unsuitable standard curve. For best results, we recommend at least 4 wash cycles.

5 Add 100 µL of the diluted biotinylated mouse anti-BDNF monoclonal antibody (see reagent preparation section) to each well. Cover the plate and incubate at room temperature for 2-3 hours (on shaker if possible). Wash as described in Step 4.

6. Add 100 µL of the diluted streptavidin-HRP conjugate solution (see reagent preparation section) to each well. Cover the plate and incubate at room temperature for 1 hour (on shaker if possible). Wash as described in Step 4.

7. Warm TMB to room temperature. Add 100 µL of TMB/E Substrate to each well. Incubate at room temperature for 15 minutes. (The 500 pg/mL standard should achieve a deep blue color). Stop the reaction by adding 100 µL of Stop Solution to each well. The blue color will change to yellow. Immediately read the plate at 450 nm (color will fade over time).

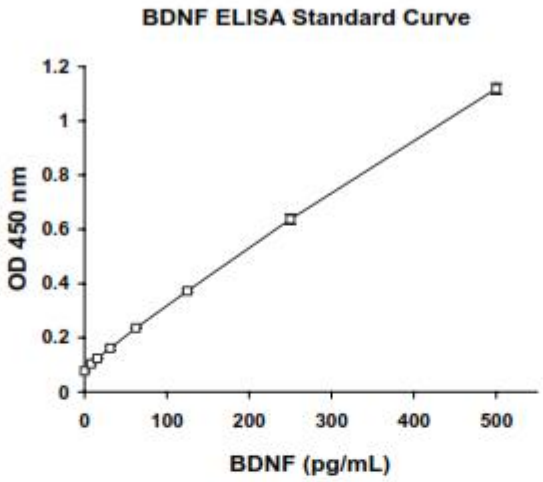
CAUTION: *Bubbles in the wells will cause inaccurate readings. Ensure that all bubbles are removed prior to taking the absorbance reading.*

Calculation of Results

Manual Plotting: Plot the standard curve on graph paper. Known concentrations of BDNF are plotted on the X-axis and the corresponding OD on the Y-axis. The standard curve should result in a graph that shows a direct relationship between BDNF concentrations and the corresponding ODs (absorbances). In other words, the greater the concentration of BDNF in the sample, the higher the OD. The concentration of BDNF in unknown samples may be determined by plotting the sample OD on the Y-axis, then drawing a horizontal line to intersect with the standard curve. A vertical line dropped from this point intersects the X-axis at the concentration of BDNF in the unknown sample.

Plate Reader/PC Interface: An alternative approach is to enter the data into a computer program curve fitting software. A good fit can be obtained with a linear regression analysis. Some data points at the top or bottom of the range tested may need to be dropped to get a good fit. Currently existing spreadsheet software can perform such plotting.

Sample Graph



Reference:

Laske, C., et al. (2007) Increased BDNF serum concentration in fibromyalgia with or without depression or antidepressants. *Journal of Psychiatric Research*. **41**:600-605.

Tramontina, J., et al. (2007) Val66met polymorphism and serum brain-derived neurotrophic factor levels in bipolar disorder. *Molecular Psychiatry*. **12**:230-231.

Neumeister, A., et al., (2005) Effects of Tryptophan Depletion on Serum Levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Unmedicated Patients with Remitted Depression and Healthy Subjects. *Am. J. Psychiatry*. **162**:805-807.

Warranty

These products are warranted to perform as described in their labeling and in CHEMICON® literature when used in accordance with their instructions. THERE ARE NO WARRANTIES, WHICH EXTEND BEYOND THIS EXPRESSED WARRANTY AND CHEMICON® DISCLAIMS ANY IMPLIED WARRANTY OF MERCHANTABILITY OR WARRANTY OF FITNESS FOR PARTICULAR PURPOSE. CHEMICON®'s sole obligation and purchaser's exclusive remedy for breach of this warranty shall be, at the option of CHEMICON®, to repair or replace the products. In no event shall CHEMICON® be liable for any proximate, incidental or consequential damages in connection with the products.

©2002 – Chemicon® International, Inc. - By Chemicon® International, Inc. All rights reserved. No part of these works may be reproduced in any form without permissions in writing.

F. ANEXO: PFA

Prediction Tests

Perceived Functional Ability (PFA)

Suppose you were going to exercise continuously on an indoor track for 1 mile. Which exercise pace is just right for you –not too easy and not too hard?

1 Walking at a slow pace (18 minutes per mile or more)
2 Walking at a slow pace (17-18 minutes per mile)
3 Walking at a medium pace (16-17 minutes per mile)
4 Walking at a medium pace (15-16 minutes per mile)
5 Walking at a fast pace (14-15 minutes per mile)
6 Walking at a fast pace (13-14 minutes per mile)
7 Jogging at a slow pace (12-13 minutes per mile)
8 Jogging at a slow pace (11-12 minutes per mile)
9 Jogging at a medium pace (10-11 minutes per mile)
10 Jogging at a medium pace (9-10 minutes per mile)
11 Jogging at a fast pace (8-9 minutes per mile)
12 Jogging at a fast pace (7-8 minutes per mile)
13 Running at a fast pace (7 minutes per mile or less)

How fast could you cover a distance of 3 miles and NOT become breathless or overly fatigued? Be realistic

1 I could walk the entire distance at a slow pace (18 minutes per mile or more)
2 I could walk the entire distance at a slow pace (17-18 minutes per mile)
3 I could walk the entire distance at a medium pace (16-17 minutes per mile)
4 I cold walk the entire distance at a medium pace (15-16 minutes per mile)
5 I could walk the entire distance at a fast pace (14-15 minutes per mile)
6 I could walk the entire distance at a fast pace (13-14 minutes per mile)
7 I could jog the entire distance at a slow pace (12-13 minutes per mile)
8 I could jog the entire distance at a slow pace (11-12 minutes per mile)
9 I could jog the entire distance at a medium pace (10-11 minutes per mile)
10 I could jog the entire distance at a medium pace (9-10 minutes per mile)
11 I cold jog the entire distance at a fast pace (8-9 minutes per mile)
12 I could jog the entire distance at a fast pace (7-8 minutes per mile)
13 I could run the entire distance at a fast pace (7 minutes per mile or less)

G. ANEXO: PRUEBAS UNIVARIADAS

Contrastes univariados

Origen	Medida		Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.	Eta al cuadrado parcial	Parámetro de no centralidad Parámetro
TIEMPO	BDNF	Esfericidad asumida	1,676	4	,419	6,221	,000	,193	24,885
		Greenhouse-Geisser	1,676	3,120	,537	6,221	,001	,193	19,413
		Huynh-Feldt	1,676	3,731	,449	6,221	,000	,193	23,214
		Límite-inferior	1,676	1,000	1,676	6,221	,019	,193	6,221
	FC	Esfericidad asumida	138463,948	4	34615,987	217,791	,000	,893	871,163
		Greenhouse-Geisser	138463,948	1,719	80564,868	217,791	,000	,893	374,309
		Huynh-Feldt	138463,948	1,900	72894,632	217,791	,000	,893	413,695
		Límite-inferior	138463,948	1,000	138463,948	217,791	,000	,893	217,791
	TEMP	Esfericidad asumida	,664	4	,166	1,228	,304	,045	4,911
		Greenhouse-Geisser	,664	1,818	,365	1,228	,299	,045	2,232
		Huynh-Feldt	,664	2,023	,328	1,228	,302	,045	2,483
		Límite-inferior	,664	1,000	,664	1,228	,278	,045	1,228
	BORG	Esfericidad asumida	1169,124	4	292,281	83,907	,000	,763	335,629
		Greenhouse-Geisser	1169,124	1,924	607,586	83,907	,000	,763	161,455
		Huynh-Feldt	1169,124	2,155	542,573	83,907	,000	,763	180,801
		Límite-inferior	1169,124	1,000	1169,124	83,907	,000	,763	83,907
	TENS	Esfericidad asumida	7,642	4	1,911	2,287	,065	,081	9,148
		Greenhouse-Geisser	7,642	3,206	2,384	2,287	,080	,081	7,333
		Huynh-Feldt	7,642	3,851	1,985	2,287	,068	,081	8,807
		Límite-inferior	7,642	1,000	7,642	2,287	,143	,081	2,287
	DEP	Esfericidad asumida	1,000	4	,250	1,460	,220	,053	5,839
		Greenhouse-Geisser	1,000	2,632	,380	1,460	,236	,053	3,842

TIEMPO * GRUPO	HOST	Huynh-Feldt	1,000	3,068	,326	1,460	,231	,053	4,479
		Límite-inferior	1,000	1,000	1,000	1,460	,238	,053	1,460
		Esfericidad asumida	10,727	4	2,682	6,156	,000	,191	24,626
		Greenhouse-Geisser	10,727	1,587	6,758	6,156	,008	,191	9,772
		Huynh-Feldt	10,727	1,739	6,170	6,156	,006	,191	10,703
		Límite-inferior	10,727	1,000	10,727	6,156	,020	,191	6,156
	VIGOR	Esfericidad asumida	3,953	4	,988	1,686	,159	,061	6,742
		Greenhouse-Geisser	3,953	3,052	1,295	1,686	,176	,061	5,145
		Huynh-Feldt	3,953	3,637	1,087	1,686	,165	,061	6,130
		Límite-inferior	3,953	1,000	3,953	1,686	,206	,061	1,686
	FAT	Esfericidad asumida	111,270	4	27,817	57,613	,000	,689	230,452
		Greenhouse-Geisser	111,270	3,161	35,199	57,613	,000	,689	182,127
		Huynh-Feldt	111,270	3,788	29,374	57,613	,000	,689	218,239
		Límite-inferior	111,270	1,000	111,270	57,613	,000	,689	57,613
	CONF	Esfericidad asumida	6,817	4	1,704	3,878	,006	,130	15,514
		Greenhouse-Geisser	6,817	2,500	2,726	3,878	,018	,130	9,697
		Huynh-Feldt	6,817	2,894	2,356	3,878	,013	,130	11,225
		Límite-inferior	6,817	1,000	6,817	3,878	,060	,130	3,878
	BDNF	Esfericidad asumida	,289	4	,072	1,071	,375	,040	4,286
		Greenhouse-Geisser	,289	3,120	,093	1,071	,367	,040	3,343
		Huynh-Feldt	,289	3,731	,077	1,071	,373	,040	3,998
		Límite-inferior	,289	1,000	,289	1,071	,310	,040	1,071
	FC	Esfericidad asumida	1592,805	4	398,201	2,505	,047	,088	10,021
		Greenhouse-Geisser	1592,805	1,719	926,769	2,505	,100	,088	4,306

	Huynh-Feldt	1592,805	1,900	838,535	2,505	,095	,088	4,759
	Límite-inferior	1592,805	1,000	1592,805	2,505	,126	,088	2,505
TEMP	Esfericidad asumida	,595	4	,149	1,101	,360	,041	4,402
	Greenhouse-Geisser	,595	1,818	,327	1,101	,336	,041	2,001
	Huynh-Feldt	,595	2,023	,294	1,101	,341	,041	2,226
	Límite-inferior	,595	1,000	,595	1,101	,304	,041	1,101
BORG	Esfericidad asumida	99,999	4	25,000	7,177	,000	,216	28,707
	Greenhouse-Geisser	99,999	1,924	51,969	7,177	,002	,216	13,810
	Huynh-Feldt	99,999	2,155	46,408	7,177	,001	,216	15,464
	Límite-inferior	99,999	1,000	99,999	7,177	,013	,216	7,177
TENS	Esfericidad asumida	6,038	4	1,510	1,807	,133	,065	7,228
	Greenhouse-Geisser	6,038	3,206	1,883	1,807	,149	,065	5,794
	Huynh-Feldt	6,038	3,851	1,568	1,807	,136	,065	6,958
	Límite-inferior	6,038	1,000	6,038	1,807	,190	,065	1,807
DEP	Esfericidad asumida	,562	4	,141	,820	,515	,031	3,281
	Greenhouse-Geisser	,562	2,632	,214	,820	,474	,031	2,159
	Huynh-Feldt	,562	3,068	,183	,820	,489	,031	2,516
	Límite-inferior	,562	1,000	,562	,820	,373	,031	,820
HOST	Esfericidad asumida	1,627	4	,407	,934	,448	,035	3,734
	Greenhouse-Geisser	1,627	1,587	1,025	,934	,382	,035	1,482
	Huynh-Feldt	1,627	1,739	,936	,934	,389	,035	1,623
	Límite-inferior	1,627	1,000	1,627	,934	,343	,035	,934
VIGOR	Esfericidad asumida	3,868	4	,967	1,649	,167	,060	6,598
	Greenhouse-Geisser	3,868	3,052	1,267	1,649	,184	,060	5,034
	Huynh-Feldt	3,868	3,637	1,064	1,649	,174	,060	5,999
	Límite-inferior	3,868	1,000	3,868	1,649	,210	,060	1,649
FAT	Esfericidad asumida	5,246	4	1,312	2,716	,034	,095	10,866
	Greenhouse-Geisser	5,246	3,161	1,660	2,716	,047	,095	8,587
	Huynh-Feldt	5,246	3,788	1,385	2,716	,037	,095	10,290
	Límite-inferior	5,246	1,000	5,246	2,716	,111	,095	2,716
CONF	Esfericidad asumida	3,399	4	,850	1,934	,110	,069	7,736
	Greenhouse-Geisser	3,399	2,500	1,360	1,934	,143	,069	4,836

		Huynh-Feldt	3,399	2,894	1,175	1,934	,133	,069	5,597
		Límite-inferior	3,399	1,000	3,399	1,934	,176	,069	1,934
	BDNF	Esfericidad asumida	7,006	104	,067				
		Greenhouse-Geisser	7,006	81,132	,086				
		Huynh-Feldt	7,006	97,017	,072				
		Límite-inferior	7,006	26,000	,269				
	FC	Esfericidad asumida	16529,918	104	158,942				
		Greenhouse-Geisser	16529,918	44,685	369,919				
		Huynh-Feldt	16529,918	49,387	334,700				
		Límite-inferior	16529,918	26,000	635,766				
Error(TIEMPO)	TEMP	Esfericidad asumida	14,052	104	,135				
		Greenhouse-Geisser	14,052	47,275	,297				
		Huynh-Feldt	14,052	52,589	,267				
		Límite-inferior	14,052	26,000	,540				
	BORG	Esfericidad asumida	362,272	104	3,483				
		Greenhouse-Geisser	362,272	50,029	7,241				
		Huynh-Feldt	362,272	56,024	6,466				
		Límite-inferior	362,272	26,000	13,934				
	TENS	Esfericidad asumida	86,878	104	,835				
		Greenhouse-Geisser	86,878	83,361	1,042				
		Huynh-Feldt	86,878	100,119	,868				
		Límite-inferior	86,878	26,000	3,341				
	DEP	Esfericidad asumida	17,819	104	,171				

		Greenhouse-Geisser	17,819	68,429	,260			
		Huynh-Feldt	17,819	79,767	,223			
		Límite-inferior	17,819	26,000	,685			
	HOST	Esfericidad asumida	45,300	104	,436			
		Greenhouse-Geisser	45,300	41,268	1,098			
		Huynh-Feldt	45,300	45,202	1,002			
		Límite-inferior	45,300	26,000	1,742			
	VIGOR	Esfericidad asumida	60,972	104	,586			
		Greenhouse-Geisser	60,972	79,356	,768			
		Huynh-Feldt	60,972	94,561	,645			
		Límite-inferior	60,972	26,000	2,345			
	FAT	Esfericidad asumida	50,215	104	,483			
		Greenhouse-Geisser	50,215	82,191	,611			
		Huynh-Feldt	50,215	98,488	,510			
		Límite-inferior	50,215	26,000	1,931			
	CONF	Esfericidad asumida	45,699	104	,439			
		Greenhouse-Geisser	45,699	65,009	,703			
		Huynh-Feldt	45,699	75,245	,607			
		Límite-inferior	45,699	26,000	1,758			

a. Calculado con alfa = ,05

BIBLIOGRAFÍA

Acharya, S. D., Elci, O. U., Sereika, S. M., Music, E., Styn, M. A., Turk, M. W., & Burke, L. E. (2009). Adherence to a behavioral weight loss treatment program enhances weight loss and improvements in biomarkers. *Patient Preference and Adherence, 3*, 151-160.

Adlard, P. A., Perreau, V. M., & Cotman, C. W. (2005). The exercise-induced expression of BDNF within the hippocampus varies across life-span. *Neurobiology of Aging, 26*(4), 511-520. doi:S0197458004002027 [pii]

Ahlskog, J. E. (2011). Does vigorous exercise have a neuroprotective effect in parkinson disease? *Neurology, 77*(3), 288-294. doi:10.1212/WNL.0b013e318225ab66 [doi]

American College of Sports Medicine. (2013). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription* Lippincott Williams & Wilkins.

Backhouse, S. H., Ekkekakis, P., Biddle, S. J., Foskett, A., & Williams, C. (2007). Exercise makes people feel better but people are inactive: Paradox or artifact? *Journal of Sport and Exercise Psychology, 29*(4), 498.

Barrios Duarte, R. (2012). *Elaboración De Un Istrumento Para Evaluar Estados De Ánimo En Deportistas De Alto Rendimiento,*

Bekinschtein, P., Oomen, C. A., Saksida, L. M., & Bussey, T. J. (2011). Effects of environmental enrichment and voluntary exercise on neurogenesis, learning and memory, and pattern separation: BDNF as a critical variable? *Seminars in Cell & Developmental Biology, 22*(5), 536-542. doi:10.1016/j.semcdb.2011.07.002 [doi]

Binder, D. K., & Scharfman, H. E. (2004). Mini review. *Growth Factors, 22*(3), 123-131.

Blair, S. N. (2009). Physical inactivity: The biggest public health problem of the 21st century. *British Journal of Sports Medicine, 43*(1), 1-2. doi:43/1/1 [pii]

Booth, F. W., Chakravarthy, M. V., & Spangenburg, E. E. (2002). Exercise and gene expression: Physiological regulation of the human genome through physical activity. *The Journal of Physiology, 543*(2), 399-411.

Booth, F. W., Chakravarthy, M. V., Gordon, S. E., & Spangenburg, E. E. (2002). Waging war on physical inactivity: Using modern molecular ammunition against an ancient enemy. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985), 93*(1), 3-30. doi:10.1152/japplphysiol.00073.2002 [doi]

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc, 14*(5), 377-381.

Bos, I., De Boever, P., Int Panis, L., & Meeusen, R. (2014). Physical activity, air pollution and the brain. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 44*(11), 1505-1518. doi:10.1007/s40279-014-0222-6 [doi]

Bray, M., Hagberg, J., Perusse, L., Rankinen, T., Roth, S., Wolfarth, B., & Bouchard, C. (2009). The human gene map for performance and health-related fitness phenotypes: The 2006-2007 update. *Medicine Science in Sports Exercise, 41*(1), 35.

Bryan, A., Hutchison, K. E., Seals, D. R., & Allen, D. L. (2007). A transdisciplinary model integrating genetic, physiological, and psychological correlates of voluntary exercise. *Health Psychology, 26*(1), 30.

Bryan, A. D., Nilsson, R., Tompkins, S. A., Magnan, R. E., Marcus, B. H., & Hutchison, K. E. (2011). The big picture of individual differences in physical activity behavior change: A transdisciplinary approach. *Psychology of Sport and Exercise, 12*(1), 20-26. doi:10.1016/j.psychsport.2010.05.002 [doi]

Chakravarthy, M. V., & Booth, F. W. (2004). Eating, exercise, and "thrifty" genotypes: Connecting the dots toward an evolutionary understanding of modern chronic diseases. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985), 96*(1), 3-10. doi:10.1152/japplphysiol.00757.2003 [doi]

Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiologa del ejercicio/physiology of exercise* Ed. Médica Panamericana.

Cho, H. C., Kim, J., Kim, S., Son, Y. H., Lee, N., & Jung, S. H. (2012). The concentrations of serum, plasma and platelet BDNF are all increased by treadmill VO(2)max performance in healthy college men. *Neuroscience Letters, 519*(1), 78-83. doi:10.1016/j.neulet.2012.05.025 [doi]

Coelho, F. G., Gobbi, S., Andreatto, C. A., Corazza, D. I., Pedroso, R. V., & Santos-Galduroz, R. F. (2013). Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): A systematic review of experimental studies in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics, 56*(1), 10-15. doi:10.1016/j.archger.2012.06.003 [doi]

Cotman, C. W., & Berchtold, N. C. (2002). Exercise: A behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences, 25*(6), 295-301.

Cotman, C. W., & Engesser-Cesar, C. (2002). Exercise enhances and protects brain function. *Exercise and Sport Sciences Reviews, 30*(2), 75-79.

De Moor, M. H., Spector, T. D., Cherkas, L. F., Falchi, M., Hottenga, J. J., Boomsma, D. I., & De Geus, E. J. (2007). Genome-wide linkage scan for athlete status in 700 british female DZ twin pairs. *Twin Research and Human Genetics, 10*(06), 812-820.

Defoor, J., Martens, K., Zielinska, D., Matthijs, G., Van Nerum, H., Schepers, D., . . . Vanhees, L. (2006). The CAREGENE study: Polymorphisms of the beta1-adrenoceptor gene and aerobic power in coronary artery disease. *European Heart Journal, 27*(7), 808-816. doi:ehi737 [pii]

Dishman, R. K. (2008). Gene–physical activity interactions in the etiology of obesity: Behavioral considerations. *Obesity, 16*(S3), S60-S65.

Dunn, A. L., Trivedi, M. H., Kampert, J. B., Clark, C. G., & Chambliss, H. O. (2005). Exercise treatment for depression: Efficacy and dose response. *American Journal of Preventive Medicine, 28*(1), 1-8.

Ekkekakis, P., Parfitt, G., & Petruzzello, S. J. (2011a). The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities. *Sports Medicine, 41*(8), 641-671.

Ekkekakis, P., Hall, E. E., & Petruzzello, S. J. (2008). The relationship between exercise intensity and affective responses demystified: To crack the 40-year-old nut, replace the 40-year-old nutcracker! *Annals of Behavioral Medicine : A Publication of the Society of Behavioral Medicine, 35*(2), 136-149. doi:10.1007/s12160-008-9025-z [doi]

Ekkekakis, P., Parfitt, G., & Petruzzello, S. J. (2011b). The pleasure and displeasure people feel when they exercise at different intensities: Decennial update and progress towards a tripartite rationale for exercise intensity prescription. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 41*(8), 641-671. doi:10.2165/11590680-000000000-00000 [doi]

Erickson, K. I., Miller, D. L., & Roecklein, K. A. (2012a). The aging hippocampus: Interactions between exercise, depression, and BDNF. *The Neuroscientist : A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry, 18*(1), 82-97. doi:10.1177/1073858410397054 [doi]

Erickson, K. I., Miller, D. L., & Roecklein, K. A. (2012b). The aging hippocampus: Interactions between exercise, depression, and BDNF. *The Neuroscientist : A Review Journal Bringing Neurobiology, Neurology and Psychiatry, 18*(1), 82-97. doi:10.1177/1073858410397054 [doi]

Flueck, M., Vaughan, D., & Westerblad, H. (2010). Linking genes with exercise: Where is the cut-off? *European Journal of Applied Physiology, 110*(6), 1095-1098.

Fox, K. R. (1999). The influence of physical activity on mental well-being. *Public Health Nutrition, 2*(3A), 411-418. doi:S1368980099000567 [pii]

Frayling, T. M., Timpson, N. J., Weedon, M. N., Zeggini, E., Freathy, R. M., Lindgren, C. M., . . . McCarthy, M. I. (2007). A common variant in the FTO gene is associated with body mass index and predisposes to childhood and adult obesity. *Science (New York, N.Y.), 316*(5826), 889-894. doi:1141634 [pii]

Fulgenzi, G., Tomassoni-Ardori, F., Babini, L., Becker, J., Barrick, C., Puverel, S., & Tessarollo, L. (2015). BDNF modulates heart contraction force and long-term homeostasis through truncated TrkB.T1 receptor activation. *The Journal of Cell Biology, 210*(6), 1003-1012. doi:jcb.201502100 [pii]

George, J. D., Stone, W. J., & Burkett, L. N. (1997). Non-exercise VO2max estimation for physically active college students. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 29*(3), 415-423.

Gomez-Pinilla, F. (2011). Collaborative effects of diet and exercise on cognitive enhancement. *Nutrition and Health, 20*(3-4), 165-169.

Gottesman, I. I., & Gould, T. D. (2003). The endophenotype concept in psychiatry: Etymology and strategic intentions. *American Journal of Psychiatry, 160*(4), 636-645.

Hall, J. E. (2011). *Guyton y hall. tratado de fisiología médica* Elsevier Health Sciences.

Hamer, M., Stamatakis, E., & Steptoe, A. (2009). Dose-response relationship between physical activity and mental health: The scottish health survey. *British Journal of Sports Medicine, 43*(14), 1111-1114. doi:10.1136/bjsm.2008.046243 [doi]

Hang, P., Zhao, J., Cai, B., Tian, S., Huang, W., Guo, J., . . . Du, Z. (2015). Brain-derived neurotrophic factor regulates TRPC3/6 channels and protects against myocardial infarction in rodents. *International Journal of Biological Sciences, 11*(5), 536-545. doi:10.7150/ijbs.10754 [doi]

Haskell, W. L., Lee, I., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., . . . Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: Updated recommendation for adults from the american college of sports medicine and the american heart association. *Circulation, 116*(9), 1081.

Heyward, V. H. (2008). *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio* Editorial Médica Panamericana.

Hindiyeh, N. A., Krusz, J. C., & Cowan, R. P. (2013). Does exercise make migraines worse and tension type headaches better? *Current Pain and Headache Reports, 17*(12), 380-013-0380-5. doi:10.1007/s11916-013-0380-5 [doi]

Huang, T., Larsen, K., Ried-Larsen, M., Møller, N., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 24*(1), 1-10.

Huang, T., Larsen, K. T., Ried-Larsen, M., Moller, N. C., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 24*(1), 1-10. doi:10.1111/sms.12069 [doi]

Iizuka, K., Machida, T., & Hirafuji, M. (2014). Skeletal muscle is an endocrine organ. *Journal of Pharmacological Sciences, 125*(2), 125-131. doi:DN/JST.JSTAGE/jphs/14R02CP [pii]

Jonsson, A., Renström, F., Lyssenko, V., Brito, E. C., Isomaa, B., Berglund, G., . . . Franks, P. W. (2009). Assessing the effect of interaction between an FTO variant (rs9939609) and physical activity on obesity in 15,925 swedish and 2,511 finnish adults. *Diabetologia, 52*(7), 1334-1338.

Kaess, B. M., Preis, S. R., Lieb, W., Beiser, A. S., Yang, Q., Chen, T. C., . . . Stewart, A. F. (2015). Circulating brain-derived neurotrophic factor concentrations and the risk of cardiovascular disease in the community. *Journal of the American Heart Association, 4*(3), e001544. doi:10.1161/JAHA.114.001544 [doi]

Karege, F., Schwald, M., & Cisse, M. (2002). Postnatal developmental profile of brain-derived neurotrophic factor in rat brain and platelets. *Neuroscience Letters, 328*(3), 261-264.

Kermani, P., & Hempstead, B. (2007). Brain-derived neurotrophic factor: A newly described mediator of angiogenesis. *Trends in Cardiovascular Medicine, 17*(4), 140-143. doi:S1050-1738(07)00076-X [pii]

Kessel, F., & Rosenfield, P. L. (2008). Toward transdisciplinary research: Historical and contemporary perspectives. *American Journal of Preventive Medicine, 35*(2), S225-S234.

Klein, A. B., Williamson, R., Santini, M. A., Clemmensen, C., Ettrup, A., Rios, M., . . . Aznar, S. (2011). Blood BDNF concentrations reflect brain-tissue BDNF levels across species. *The International Journal of Neuropsychopharmacology / Official Scientific Journal of the Collegium Internationale Neuropsychopharmacologicum (CINP), 14*(3), 347-353. doi:10.1017/S1461145710000738 [doi]

Kwan, B. M., & Bryan, A. D. (2010a). Affective response to exercise as a component of exercise motivation: Attitudes, norms, self-efficacy, and temporal stability of intentions. *Psychology of Sport and Exercise, 11*(1), 71-79. doi:10.1016/j.psychsport.2009.05.010 [doi]

Kwan, B. M., & Bryan, A. (2010b). In-task and post-task affective response to exercise: Translating exercise intentions into behaviour. *British Journal of Health Psychology, 15*(1), 115-131. doi:10.1348/135910709X433267

Lommatzsch, M., Zingler, D., Schuhbaeck, K., Schloetcke, K., Zingler, C., Schuff-Werner, P., & Virchow, J. C. (2005). The impact of age, weight and gender on BDNF levels in human platelets and plasma. *Neurobiology of Aging, 26*(1), 115-123.

Lopez, J. (2006). In Fernandez A. (Ed.), *Fisiología del ejercicio* (3rd ed.). madrid: medica panamericana.

Lorgis, L., Amoureux, S., Vergely, C., Zeller, M., Cottin, Y., & Rochette, L. (2009). Brain-derived neurotrophic factor (BDNF): Role of this neurotrophin in cardiovascular physiopathology. [Le brain-derived neurotrophic factor (BDNF) : role de cette neurotrophine dans la physiopathologie cardiovasculaire] *Annales De Cardiologie Et D'Angeiologie, 58*(2), 99-103. doi:10.1016/j.ancard.2008.11.001 [doi]

Magnan, R. E., Nilsson, R., Marcus, B. H., Ciccolo, J. T., & Bryan, A. D. (2013). A transdisciplinary approach to the selection of moderators of an exercise promotion intervention: Baseline data and rationale for colorado STRIDE. *Journal of Behavioral Medicine, 36*(1), 20-33. doi:10.1007/s10865-011-9385-x [doi]

Mang, C. S., Campbell, K. L., Ross, C. J., & Boyd, L. A. (2013). Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: Considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. *Physical Therapy, 93*(12), 1707-1716. doi:10.2522/ptj.20130053 [doi]

Markham, A., Bains, R., Franklin, P., & Spedding, M. (2014). Changes in mitochondrial function are pivotal in neurodegenerative and psychiatric disorders: How important is BDNF? *British Journal of Pharmacology, 171*(8), 2206-2229. doi:10.1111/bph.12531 [doi]

Marti, A., Moreno-Aliaga, M., Hebebrand, J., & Martinez, J. (2004). Genes, lifestyles and obesity. *International Journal of Obesity, 28*, S29-S36.

Mas, M. B., Jiménez, A. M. L., & San Gregorio, María Angeles Pérez. (2010). Inventario de fobia a la sangre (BIPI): Desarrollo, fiabilidad y validez. *Anales De Psicología, 26*(1), 58-71.

Mata, J., Thompson, R. J., & Gotlib, I. H. (2010). BDNF genotype moderates the relation between physical activity and depressive symptoms. *Health Psychology, 29*(2), 130.

Mattson, M. P. (2012). Evolutionary aspects of human exercise--born to run purposefully. *Ageing Research Reviews, 11*(3), 347-352. doi:10.1016/j.arr.2012.01.007 [doi]

McNair, D. (1971). *Manual profile of mood states* Educational & Industrial testing service.

McPherson, R. (2007). Genetic contributors to obesity. *Canadian Journal of Cardiology, 23*, 23A-27A.

Montgomery, H., & Brull, D. (2000). Gene–environment interactions and the response to exercise. *International Journal of Experimental Pathology, 81*(5), 283-287.

Neel, J. V., Weder, A. B., & Julius, S. (1998). Type II diabetes, essential hypertension, and obesity as" syndromes of impaired genetic homeostasis": The" thrifty genotype" hypothesis enters the 21st century. *Perspectives in Biology and Medicine, 42*(1), 44-74.

Neeper, S. A., Gomez-Pinilla, F., Choi, J., & Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature, 373*(6510), 109. doi:10.1038/373109a0 [doi]

Nofuji, Y., Suwa, M., Sasaki, H., Ichimiya, A., Nishichi, R., & Kumagai, S. (2012). Different circulating brain-derived neurotrophic factor responses to acute exercise between physically active and sedentary subjects. *Journal of Sports Science & Medicine, 11*(1), 83-88.

Nugraha, B., Karst, M., Engeli, S., & Gutenbrunner, C. (2012). Brain-derived neurotrophic factor and exercise in fibromyalgia syndrome patients: A mini review. *Rheumatology International, 32*(9), 2593-2599. doi:10.1007/s00296-011-2348-2 [doi]

Oliveira, B. R., Deslandes, A. C., & Santos, T. M. (2015). Differences in exercise intensity seems to influence the affective responses in self-selected and imposed exercise: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 6*, 1105. doi:10.3389/fpsyg.2015.01105 [doi]

Oliveira, B. R., Slama, F. A., Deslandes, A. C., Furtado, E. S., & Santos, T. M. (2013). Continuous and high-intensity interval training: Which promotes higher pleasure? *PloS One, 8*(11), e79965. doi:10.1371/journal.pone.0079965 [doi]

O'Neill, H. M., Maarbjerg, S. J., Crane, J. D., Jeppesen, J., Jorgensen, S. B., Schertzer, J. D., . . . Steinberg, G. R. (2011). AMP-activated protein kinase (AMPK) beta1beta2 muscle null mice reveal an essential role for AMPK in maintaining mitochondrial content and glucose uptake during exercise. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 108*(38), 16092-16097. doi:10.1073/pnas.1105062108 [doi]

Pan, W., Banks, W. A., Fasold, M. B., Bluth, J., & Kastin, A. J. (1998). Transport of brain-derived neurotrophic factor across the blood–brain barrier. *Neuropharmacology, 37*(12), 1553-1561.

Panksepp, J. (2006a). Emotional endophenotypes in evolutionary psychiatry. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 30*(5), 774-784.

Panksepp, J. (2006b). Emotional endophenotypes in evolutionary psychiatry. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry, 30*(5), 774-784. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.pnpbp.2006.01.004

Parfitt, G., Rose, E. A., & Burgess, W. M. (2006). The psychological and physiological responses of sedentary individuals to prescribed and preferred intensity exercise. *British Journal of Health Psychology, 11*(Pt 1), 39-53. doi:10.1348/135910705X43606 [doi]

Peluso, M. A. M., & Andrade, Laura Helena Silveira Guerra de. (2005). Physical activity and mental health: The association between exercise and mood. *Clinics, 60*(1), 61-70.

Piccinni, A., Marazziti, D., Del Debbio, A., Bianchi, C., Roncaglia, I., Mannari, C., . . . Domenici, L. (2008). Diurnal variation of plasma Brain-Derived neurotrophic factor (BDNF) in humans: An analysis of sex differences. *Chronobiology International, 25*(5), 819-826.

Ploughman, M., Austin, M. W., Glynn, L., & Corbett, D. (2015). The effects of poststroke aerobic exercise on neuroplasticity: A systematic review of animal and clinical studies. *Translational Stroke Research, 6*(1), 13-28. doi:10.1007/s12975-014-0357-7 [doi]

Privitera, G. J., Antonelli, D. E., & Szal, A. L. (2014). An enjoyable distraction during exercise augments the positive effects of exercise on mood. *Journal of Sports Science & Medicine, 13*(2), 266-270.

Quirie, A., Hervieu, M., Garnier, P., Demougeot, C., Mossiat, C., Bertrand, N., . . . Prigent-Tessier, A. (2012). Comparative effect of treadmill exercise on mature BDNF production in control versus stroke rats. *PloS One, 7*(9), e44218.

Rankinen, T., & Bouchard, C. (2008). Gene–physical activity interactions: Overview of human studies. *Obesity, 16*(S3), S47-S50.

Raschke, S., & Eckel, J. (2013). Adipo-myokines: Two sides of the same coin--mediators of inflammation and mediators of exercise. *Mediators of Inflammation, 2013*, 320724. doi:10.1155/2013/320724 [doi]

Rasmussen, P., Brassard, P., Adser, H., Pedersen, M. V., Leick, L., Hart, E., . . . Pilegaard, H. (2009). Evidence for a release of brain-derived neurotrophic factor from the brain during exercise. *Experimental Physiology, 94*(10), 1062-1069.

Rose, E. A., & Parfitt, G. (2010). Pleasant for some and unpleasant for others: A protocol analysis of the cognitive factors that influence affective responses to exercise. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 7*, 15-5868-7-15. doi:10.1186/1479-5868-7-15 [doi]

Rosenfield, P. L. (1992). The potential of transdisciplinary research for sustaining and extending linkages between the health and social sciences. *Social Science & Medicine, 35*(11), 1343-1357.

Roth, S. M. (2007). *Genetics primer for exercise science and health* Human Kinetics.

Rothman, S. M., & Mattson, M. P. (2013). Activity-dependent, stress-responsive BDNF signaling and the quest for optimal brain health and resilience throughout the lifespan. *Neuroscience, 239*, 228-240. doi:10.1016/j.neuroscience.2012.10.014 [doi]

Ruchat, S., Rankinen, T., Weisnagel, S., Rice, T., Rao, D., Bergman, R., . . . Perusse, L. (2010). Improvements in glucose homeostasis in response to regular exercise are influenced by the PPARG Pro12Ala variant: Results from the HERITAGE family study. *Diabetologia, 53*(4), 679-689.

Russo-Neustadt, A., Beard, R., Huang, Y., & Cotman, C. (2000). Physical activity and antidepressant treatment potentiate the expression of specific brain-derived neurotrophic factor transcripts in the rat hippocampus. *Neuroscience, 101*(2), 305-312.

Sakuma, K., & Yamaguchi, A. (2011). The recent understanding of the neurotrophin's role in skeletal muscle adaptation. *Journal of Biomedicine & Biotechnology, 2011*, 201696. doi:10.1155/2011/201696 [doi]

Schmidt, H. D., McGinty, J. F., West, A. E., & Sadri-Vakili, G. (2013). Epigenetics and psychostimulant addiction. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine, 3*(3), a012047. doi:10.1101/cshperspect.a012047 [doi]

Schmidt-Kassow, M., Schadle, S., Otterbein, S., Thiel, C., Doehring, A., Lotsch, J., & Kaiser, J. (2012). Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women. *Neuroreport, 23*(15), 889-893. doi:10.1097/WNR.0b013e32835946ca [doi]

Sheppard, K. E., & Parfitt, G. (2008). Patterning of physiological and affective responses during a graded exercise test in sedentary men and boys. *Journal of Exercise Science & Fitness, 6*(2), 121-129.

Szuhany, K. L., Bugatti, M., & Otto, M. W. (2015). A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Psychiatric Research, 60*, 56-64. doi:10.1016/j.jpsychires.2014.10.003 [doi]

Takashio, S., Sugiyama, S., Yamamuro, M., Takahama, H., Hayashi, T., Sugano, Y., . . . Ogawa, H. (2015). Significance of low plasma levels of brain-derived neurotrophic factor in patients with heart failure. *The American Journal of Cardiology, 116*(2), 243-249. doi:10.1016/j.amjcard.2015.04.018 [doi]

Tapia-Arancibia, L., Rage, F., Givalois, L., & Arancibia, S. (2004). Physiology of BDNF: Focus on hypothalamic function. *Frontiers in Neuroendocrinology, 25*(2), 77-107.

Tipton, C. M., & American College of Sports Medicine. (2006). *ACSM's advanced exercise physiology* Lippincott Williams & Wilkins.

Tremblay, M. S., & Willms, J. D. (2003). Is the canadian childhood obesity epidemic related to physical inactivity? *International Journal of Obesity, 27*(9), 1100-1105.

Van Cutsem, J., Pattyn, N., Vissenaeken, D., Dhondt, G., De Pauw, K., Tonoli, C., . . . Roelands, B. (2015). The influence of a mild thermal challenge and severe hypoxia on exercise performance and serum BDNF. *European Journal of Applied Physiology, 115*(10), 2135-2148. doi:10.1007/s00421-015-3193-x [doi]

van Leeuwen, M., van den Berg, Stéphanie M, Hoekstra, R. A., & Boomsma, D. I. (2007). Endophenotypes for intelligence in children and adolescents. *Intelligence, 35*(4), 369-380.

Vives Corrons, J. L., & Aguilar Bascompte, J. L. (2006). *Manual de técnicas de laboratorio en hematología* Barcelona: Masson.

Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences, 17*(10), 525-544. doi:10.1016/j.tics.2013.08.001 [doi]

Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005). *Principles of exercise testing and interpretation, indian reprint* Lippincott Williams & Wilkins.

Zoladz, J. A., Pilc, A., Majerczak, J., Grandys, M., Zapart-Bukowska, J., & Duda, K. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men.

Journal of Physiology and Pharmacology : An Official Journal of the Polish Physiological Society, 59 Suppl 7, 119-132.

WEBGRAFÍA

American Heart Association (AHA) en http://www.heart.org/HEARTORG/Conditions/More/MyHeartandStrokeNews/All-About-Heart-Rate-Pulse_UCM_438850_Article.jsp. Extraido el 17 de abril de 2014

Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) en. http://lema.rae.es/drae/?val=temperatura. Extraido el 17 abril de 2014.