



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales

**IMPACTO DE DIFERENTES TIPOS DE EJERCICIO EN SÍNTOMAS
DEPRESIVOS Y FUNCIONES EJECUTIVAS**

TESIS

para obtener el grado de
LICENCIADO EN PSICOLOGÍA

Presenta:

Gabriel Andrés Miranda Sandoval

Director de tesis

Dr. Rubén Avilés Reyes

Comité tutorial:

Dra. Loreta Isabel Romero Wells

Lic. Edgar Adrián Arias Chavez

Dr. Alberto Jimenez Maldonado

Ensenada, Baja California



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA
CALIFORNIA FACULTAD DE CIECIAS
ADMINISTRATIVAS Y SOCIALES, CAMPUS
ENSENADA.



**“Impacto de diferentes tipos de ejercicio en síntomas
depresivos y funciones ejecutivas”**

TESIS


PARA CUBRIR LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
(Licenciatura en psicología)

PRESENTA

Gabriel Andrés Miranda Sandoval
365317

A quien el Comité de Tesis autoriza el trabajo terminal, después de haber efectuado una revisión minuciosa del mismo y de acuerdo con el Art. 19 del R.G.E.P.E.P, las y los señores profesores emiten los siguientes votos aprobatorios mediante firma autógrafa:


Dr. Rubén Aviles Reyes
DIRECTOR


Dra. Loreta Isabel Romero Wells
SINODAL


Mtro. Edgar Adrián Arias Chávez
SINODAL


Dr. Alberto Jiménez Maldonado
SINODAL

“Por la Realización Plena del Ser”

C.c.p.- Archivo

C.c.p.- Minutario

AGRADECIMIENTOS

A los doctores Javier Tadeo Sánchez Betancourt, Rubén Avilés Reyes y Luis Ángel Llamas Alonso por mostrarme y abrazarme en el mundo de las neurociencias, por contagiarme de su pasión y su gran labor como investigadores, les debo gran parte de mi formación como profesional pero también como humano; gracias por aconsejarme, escucharme, contenerme y orientarme en los momentos más bajos así como más altos dentro de mi carrera. Me siento orgulloso de decir que aprendí y me inspiré de ustedes. Quisiera algún día inspirar a otros como ustedes me inspiraron a mí. Gracias por confiar siempre, aún cuando ni yo lo hacía.

A mis padres Maribel y Gabriel, a quienes les debo la vida, gracias por enseñarme los valores que hoy cargo conmigo tanto dentro como fuera de la universidad, también por apoyarme en mi cambio de carrera y permitirme entrar a psicología, que tanto amo y tanto me apasiona. Espero algún día poder regresarles algo de todo lo que han hecho por mí.

A mis abuelos Jorge y Blanca, por criarme en distintas etapas de mi vida, por hacerme fuerte y capaz de afrontar adversidades, logros y errores con la cabeza en alto. Me dieron su ambición y sus ganas de salir adelante como un ejemplo a seguir. Espero que ambos descansen en paz.

A mi hermana Marissa y a mis primos Jorge y Andrea, gracias por demostrarme su amor y cariño cada día, me alegra inspirarles tanto como ustedes me inspiran a mí; me dan fuerza y motivación, haciéndome querer dar más de mí siempre. Gracias por ser como son y nunca dejarme solo.

A mi tío y tías Jorge, Adriana y Blanca, gracias por siempre estar pendiente de mí, cuidarme y criarme para ser la persona que soy; por aconsejarme y tenerme en cuenta para todo a pesar de no estar tan cerca de ustedes como quisiera.

A mis compañeras y compañeros de la carrera, gracias por acompañarme en cada momento, les deseo el éxito en sus vidas y espero poder ser parte de ellas cuando me necesiten o los necesite. Me enseñaron a disfrutar de las clases y ver la pasión a la psicología desde distintas áreas tan variadas entre sí; son grandes personas y estaré agradecido siempre por el cariño y apoyo que me brindan festejando mis logros como si fueran suyos.

SEMBLANZA

Gabriel Andrés Miranda Sandoval es egresado de la licenciatura en psicología por la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales (FCAyS) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) finalizó sus estudios con un promedio de 88.10. Realizó su servicio social comunitario en las “Jornadas estudiantiles de apoyo a la comunidad” también realizó su servicio social profesional en el proyecto “Apoyo de evaluación neuropsicológica a estudiantes y trabajadores” aplicando y evaluando pruebas neuropsicológicas y entregando retroalimentación a los participantes; llevó a cabo sus prácticas profesionales en el Proyecto de Vinculación con Valor Curricular “Teleneuropsicología”

Fue presidente organizador y fundador del Primer Congreso Estudiantil de Psicología “COEPSI CIMARRÓN” dentro de la FCAyS, evento que reunió a estudiantes e investigadores de la región para compartir conocimientos y experiencias llevado a cabo del 11 al 15 de noviembre del 2023.

Colaboró en diversos proyectos de investigación relacionados a la neuropsicología y psicofisiología como “Biomarcadores y Cognición”, “Teoría de la Mente y Reconocimiento de Emociones” esto en colaboración con la Universidad Pontificia Bolivariana (UPB) seccional Bucaramanga Colombia y en el proyecto “Teleneuropsicología” supervisando y liderando al equipo de estudiantes tanto en la UABC como en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) gestionando la realización de pruebas aplicadas; trabajando en estrecha colaboración con profesores de tiempo completo de la FCAyS.

Ha presentado diversos carteles de investigación y divulgación científica siendo parte activa de congresos celebrados tanto en la FCAyS como en distintas partes del país; ha impartido charlas por parte de DIF Municipal sobre una variedad de temáticas relacionadas a la psicología y la psicoeducación.

Cuenta con distintos cursos realizados, enfocados en la evaluación neuropsicológica en adulto joven y adulto mayor, también en psicología deportiva, así como en gestión de proyectos y análisis de datos, cursos impartidos en su mayoría por Google y NeuroClass.

Actualmente se desempeña en actividades con enfoque en la psicología deportiva, brindando sesiones grupales a jugadoras del equipo de flag football “Marineras”, desarrollando proyectos de psicoeducación, mejora cognitiva y estrategias de gestión emocional.

RESUMEN

La Actividad Física (AF) es un factor determinante en el desarrollo y evolución de las diferentes especies como los animales y los seres humanos, involucra procesos tanto físicos como cognitivos por lo que ayuda a mejorar estos aspectos. Por tal razón, el sedentarismo que se vive actualmente puede afectar el desempeño cognitivo y asociarse con alteraciones del estado de ánimo. Aplicando toda la información que se conoce sobre ejercicio aeróbico y anaeróbico, es crucial estudiar y entender cómo un plan de ejercicio físico (EF) puede ayudar a mejorar estos síntomas emocionales y mejorar las funciones cognitivas. En este estudio se evaluó el impacto que tiene el EF aeróbico con adultos que practican running (grupo Runners), el EF anaeróbico con adultos que practican levantamiento de pesas (grupo Gyms) y una vida sedentaria (grupo Sedentarios) en funciones cognitivas como la memoria de trabajo (MT) y la flexibilidad cognitiva (FC); así como los síntomas de depresión y ansiedad. s

Se analizaron 61 participantes dentro de los 3 grupos: Gyms (n=19), Runners (n=18) y Sedentarios (n=24). En la evaluación de síntomas de depresión (BDI-II), los Runners mostraron menor puntuación en comparación con los otros grupos, con una diferencia significativa ($p=0.0137$). Al medir la MT, se observó una tendencia a la significancia ($p=0.0531$) donde los Runners resultaron superiores a los Gyms; y al medir FC los Runners tuvieron menos errores en la prueba comparándolos con los otros grupos, lo que resultó en una diferencia significativa ($p=0.0307$).

Los resultados coinciden con la literatura revisada, se concluye que hay un mayor beneficios en el grupo de runners aunque es necesario realizar estudios adicionales que incluyan grupo de EF Mixto y el impacto del EF anaeróbico en funciones cognitivas.

Palabras clave: ejercicio físico, aeróbico, anaeróbico, sedentarismo, síntomas de depresión, síntomas de ansiedad, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva.

ÍNDICE TEMÁTICO

- I. INTRODUCCIÓN**
- II. MARCO TEÓRICO**
 - 1. FILOGENIA DEL EJERCICIO**
 - 2. RELACIÓN DEL EJERCICIO CON NUESTROS ANTEPASADOS**
 - 3. EJERCICIO Y ACTUALIDAD**
 - 3.1. Ejercicios Aeróbicos**
 - 3.2. Ejercicios Anaeróbicos**
 - 3.3. Ejercicio físico y sistema nervioso**
 - 4. ANTECEDENTES**
- III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**
- IV. MÉTODO**
- V. RESULTADOS**
- VI. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**
- VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- VIII. ANEXOS**

I. INTRODUCCIÓN

Hasta poco antes del siglo XXI, el ejercicio físico (EF) no tenía un papel prioritario dentro de la rutina diaria del ser humano, hacerlo por gusto era considerado algo ilógico, consideraban que consumía mucho tiempo y los resultados no eran visibles rápidamente, por lo que las personas no adaptan su estilo de vida hacia la práctica diaria o constante del ejercicio físico (Cuesta & Calle., 2013). Con el paso del tiempo y conociendo cada vez más información sobre este tema, hoy se ve al ejercicio físico como algo beneficioso y necesario para la salud en una variedad de aspectos realmente significativos, siendo este una parte clave en la rutina diaria. El EF se divide en dos grandes ramas para su clasificación, por un lado el ejercicio aeróbico que depende del sistema respiratorio y el ejercicio anaeróbico que depende de la resistencia de los músculos usando la glucólisis y el consumo de ATP celular como sistema de energía. En este contexto, se ha observado que los dos tipos de ejercicio generan beneficios, sin embargo, sus efectos específicos difieren y, a la fecha, se sigue investigando a fondo las diferencias en sus contribuciones a funciones ejecutivas y los beneficios en temas de salud mental.

Los fundamentos de esta investigación parten de un conocimiento general de que el ejercicio es bueno para todas las especies, ya que fue y será parte del motivo de nuestra evolución como especie así como la mejora de las funciones que nos hacen ser humanos. Las funciones ejecutivas que aquí se miden son necesarias para el día a día en los animales y humanos por lo que nos pareció necesario evaluar estas dos funciones con vistas a investigar más en el futuro.

La relevancia de estudiar el impacto diferencial de los tipos de ejercicio radica en que, en un contexto moderno marcado por el sedentarismo donde según datos oficiales, de la población mayor a 18 años residente en áreas urbanas, 23.6% realizó actividad física suficiente (mínimo 30 minutos 3 veces por semana), 15.3% hizo actividad física insuficiente y el 60.2% fue inactivo físicamente (INEGI., 2023), nos indica que es cada vez más necesario optimizar las intervenciones preventivas para maximizar los beneficios del ejercicio en temas de salud mental y cognición en este caso; esta investigación busca aportar más información sobre estos tipos de ejercicio y el cómo impacta a estas cuestiones, buscando determinar qué tipo de ejercicio puede ofrecer mayores beneficios a la salud mental y al rendimiento cognitivo (funciones ejecutiva) en los practicantes.

II. MARCO TEÓRICO

1. FILOGENIA DEL EJERCICIO Y SU IMPACTO EN LA COGNICIÓN:

La actividad física (AF) es definida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos que requiere gasto energético y que conlleve a esfuerzos aeróbicos o anaeróbicos, se manifiesta como una conducta presente a lo largo de la escala filogenética, y está vinculada estrechamente con el logro de objetivos fundamentales como la obtención de alimentos, la evasión de peligros y la exploración del entorno (Pontzer et al., 2018). La AF es beneficiosa a tal punto que incluso podemos apreciar su efecto en tipos de vida tan diferente a los humanos como los insectos (Watanabe et al., 2017). Un análisis de la relación entre la AF y el rendimiento biológico se llevó a cabo en un estudio de revisión realizado por Dyakonova et al. (2022), en este se investigó los efectos de la AF en diferentes especies como los nematodos (*Caenorhabditis elegans*), caracoles (*Lymnaea stagnalis*), insectos como el grillo (*Gryllus bimaculatus*) y la mosca (*Drosophila* spp); cada especie fue medida haciendo su patrón de movimiento natural para después someterla a rutinas de ejercicio físico (EF), este se caracteriza por ser controlado, medido y encaminado a cierto objetivo (Dasso. N., 2018). Encontraron que en los nematodos, la acción de nadar constantemente fue un factor protector contra la neurodegeneración, condujo a un aumento del aprendizaje asociativo y la regeneración acelerada de los nervios; por otro lado, los caracoles al arrastrarse mejoraron la toma de decisiones en un entorno nuevo, lo que les provee mejor adaptabilidad a condiciones inesperadas, en las moscas aumentó la resistencia, mejoró el sueño y el comportamiento a la hora de la alimentación; en grillos se observó una mejora de la orientación de vuelo, y en la tasa de apareamiento, como consecuencia aparente de una mejor la fonotaxis e inhibición (Dyakonova et al. 2022).

Estos beneficios, inicialmente identificados en organismos no humanos, también se han aplicado a mamíferos, destacando su relevancia para la comprensión de esta relación entre la AF y la mejora de funciones específicas. Por ejemplo, en ratones se verificó que el ejercicio físico (EF) mejoraba la ejecución en tareas de separación de patrones sensoriales y motores en comparación con los animales sedentarios; estos resultados muestran una mejora en la discriminación espacial relacionada con la neurogénesis inducida por la actividad física (Creer, et al., 2010). La aplicación de EF aeróbico crónico también se ha vinculado a mejoras en el rendimiento cognitivo en adultos jóvenes, observándose beneficios similares a los encontrados en ratones, lo que refuerza la idea de que la AF impacta positivamente en la discriminación espacial y la neurogénesis (Cassilhas et al., 2016).

El EF aeróbico en primates no humanos, específicamente en macacos de cola larga (mono cynomolgus) ha demostrado tener impacto en relación con el flujo sanguíneo cerebral y las funciones cognitivas (Rhyu et al., 2010). Este aumento en el suministro de sangre cerebral se asoció con mejoras en la memoria, la atención, la inhibición y flexibilidad cognitiva (Rhyu et al., 2010). En esta misma investigación se concluyó después de un periodo de entrenamiento diario por 5 meses que los primates no humanos experimentaron un aumento en su volumen vascular en la corteza motora. Esta adaptación vascular sugiere una respuesta positiva del sistema circulatorio como resultado del EF aeróbico regular; más después de 3 meses de sedentarismo estos resultados no se mantuvieron. Esto sugiere que la interrupción de la AF regular y una vida sedentaria puede afectar negativamente a los beneficios cognitivos conseguidos anteriormente (Rhyu et al., 2010).

Los estudios antes descritos desarrollados en diferentes especies resaltan una concordancia referente a los efectos positivos de la AF sobre aspectos clave de la cognición y las funciones ejecutivas, como el aprendizaje, la memoria, la plasticidad cerebral y la neurogénesis. Estos cambios han sido observados mayormente en el hipocampo, una región cerebral clave para la memoria y el aprendizaje; y sugieren la existencia de mecanismos neuronales conservados a lo largo de la evolución que subyacen a los beneficios cognitivos que se derivan del ejercicio (Voss, et al, 2013).

Además de los abordajes de ejercicios aeróbicos, se ha demostrado también la eficacia del EF anaeróbico contra el deterioro de la memoria espacial en ratones con enfermedad de Alzheimer esporádica inducida por estreptozotocina (STZ), la cual disminuye la señalización de la insulina en el cerebro, genera altos niveles de estrés oxidativo, lo que daña las mitocondrias y provoca muerte neuronal. Esto hace que los ratones tratados con STZ desarrollen problemas de memoria y aprendizaje, lo que reproduce algunos síntomas cognitivos del Alzheimer en humanos. Se les indujo a sesiones de entrenamiento anaeróbico utilizando una escalera 4 semanas después de las dosis de STZ (Martini, et al. 2020).

2. RELACIÓN DEL EJERCICIO CON NUESTROS ANTEPASADOS:

A lo largo de la historia, el estilo de vida del ser humano ha experimentado cambios significativos. Respecto a esto, es conocido que el ser humano no siempre ha estado en grandes ciudades que facilitan la movilidad y el acceso a alimentos. Lo cierto es que más del 99% de la historia que hay como seres humanos ha transcurrido fuera de estos entornos civilizados. Los humanos antepasados han dependido de atributos como la fuerza, la velocidad, la atención, la capacidad viso-espacial y la resistencia para sobrevivir. Este estilo de vida se conoce como “cazadores-recolectores” (hunter-gatherers por su traducción al inglés), y aún en la actualidad se encuentran comunidades que practican la caza y/o la recolección en su día a día, manteniendo en cierta medida las tradiciones y condiciones de los humanos antepasados (Jones, 2016).

En los últimos años con el auge en el interés por saber más sobre la actividad física y sus beneficios, se ha hablado de este estilo de vida como ideal para promover la salud, encontrando un punto óptimo para la mejora de varios aspectos físicos y cognitivos en el humano, previniendo con éxito la aparición de enfermedades metabólicas y cardiovasculares. Discutiendo la salud cerebral de una sociedad cazadora-recolectora, Pontzer et al. (2018) hicieron una revisión en la comunidad Hadza ubicada en el norte de Tanzania; proporcionando datos relevantes para comprender la salud cerebral de este grupo. Primeramente, se observó que los niveles de actividad física de los miembros de la comunidad Hadza son altos, promediando más de 135 minutos de AF moderada y vigorosa por día, esto es más de lo marcado como recomendable en sociedades urbanizadas, donde encontramos que los médicos recomiendan sesiones de 30 a 60 minutos por día (Berlin, et al., 2006). También dan a conocer que su gasto energético diario es similar al de las poblaciones industrializadas, pero sus dietas son menos densas en energía y más ricas en fibra y micronutrientes, es por eso que la prevalencia de obesidad en los Hadza es muy baja (<5%), y el porcentaje medio de grasa corporal se encuentra dentro del rango permitido (mujeres: 24-28%, hombres: 9-18%). La esperanza de vida de esta población se acerca a las sociedades urbanizadas actuales, mientras que la presencia de enfermedades metabólicas y cardiovasculares características de nuestra sociedad, presentan baja prevalencia (Pontzer et al., 2018).

Otra de las sociedades que mantienen costumbres cercanas al estilo de vida de cazadores-recolectores es la comunidad rarámuri, que se mantienen alejados del estilo de vida actual en sociedades urbanizadas. En su cultura, la carrera por persecución es importante para

la caza de animales como el venado y puede durar días hasta que la presa se agote y se dé por vencida. Es así como se ha investigado la condición física de individuos de esa cultura a través del consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), un parámetro confiable de la condición física. Para marcar un contexto, un deportista de alto rendimiento tiene valores que van de 65 a 90 $ml/kg/min^{-1}$. En el caso de los rarámuris se han observado valores de 63 $ml/kg/min^{-1}$, lo que indica que están en excelente estado de forma, quedando cerca de los valores de deportistas de élite occidentales. Los rarámuris que adoptan un estilo de vida occidental tienen valores de 46 que son similares a los de población sedentaria tanto en México como en Estados Unidos. Es probable que nuestros antepasados tuvieran valores de condición física similares debido a la necesidad del movimiento para la supervivencia (Rivera-Morales, et al., 2018).

3. EJERCICIO FÍSICO Y FUNCIÓN COGNITIVA:

Se ha investigado mucho sobre la Actividad Física (AF) como un factor positivo en la salud mental, encontrando que esta puede disminuir síntomas depresivos, de ansiedad, y estrés. Siendo una gran ayuda a procesos psicoterapéuticos en la búsqueda de un bienestar mental (también dentro de un bienestar físico e integral del ser humano); se comenta que unos 20-40 minutos de ejercicio físico (EF) aeróbico pueden mejorar la ansiedad y el estado de ánimo durante varias horas. Las personas que sufren depresión suelen realizar menor actividad física, por lo que los beneficios se verán mayor reflejados en este tipo de personas (Atlantis et al, 2004).

3.1. Ejercicios aeróbicos:

Un ejercicio aeróbico se refiere al esfuerzo menor de la capacidad máxima de un individuo y que implica mayor duración en una escala de minutos (Seals et al., 2019). Generalmente implican como principal fuente de energía la glucólisis (oxidación de la glucosa para generar moléculas de adenosín trifosfato (ATP), de ahí que se atribuyen a los carbohidratos como el combustible preferido para este tipo de esfuerzos), aunque si el esfuerzo se mantiene por más de 40 minutos el sistema energético empleado será la oxidación lípidos (Brooks, et al. 1994). Requieren del movimiento rítmico de grandes grupos de músculos y para suministrarles energía se requiere del oxígeno para aprovechar tanto a la glucosa como a la grasa (Santos-Parker, et al., 2014). Algunos de los principales ejemplos de este tipo de ejercicios son el correr, andar en bicicleta o la natación.

El ejercicio aeróbico reduce el riesgo de enfermedades cardiovasculares, estas se relacionan con menor flujo sanguíneo dirigido al cerebro, afectando todo tipo de funciones cerebrales necesarias para nuestro día a día (Santos-Parker et al., 2014). La evidencia respalda los beneficios que el EF aeróbico aporta al sistema nervioso, influyendo positivamente en aspectos cruciales, como la capacidad para facilitar la recuperación tras una lesión, poniéndolo como un componente valioso en los procesos de rehabilitación (Praag, et al., 1999). Por otra parte, el ejercicio aeróbico se asocia con una mayor producción de los factores neurotróficos, vinculados con la supervivencia y la diferenciación de las células progenitoras en el sistema nervioso como el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), factor neurotrófico derivado de la línea celular glial (GDNF), factor de crecimiento nervioso (NGF); así como la producción de receptores como el receptor de tirosina quinasa B (TrkB) y el receptor de baja afinidad del factor neurotrófico (p75NTR), lo que proporciona mejoras en la

neuroplasticidad y la función cognitiva en modelos humanos y animales (Fernandes et al., 2020).

El impacto del EF aeróbico sobre las funciones ejecutivas es favorable; en un estudio de revisión donde se seleccionaron 21 investigaciones que asocian al ejercicio aeróbico con la atención, control de impulsos y flexibilidad cognitiva; se encontró una mejora moderada-buena en tales funciones después de programas de entrenamiento moderado en pacientes adolescentes diagnosticados con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) (Liang, et al., 2021).

El ejercicio aeróbico de intensidad moderada puede mejorar el estado de ánimo y el bienestar de las personas con trastorno depresivo mayor (TDM), en un estudio realizado en 2005, 40 personas (15 hombres y 25 mujeres) que recibían tratamientos para TDM se expusieron a hacer ejercicio al 60-70% de su pico de consumo de oxígeno (VO_{2peak}) durante 30 minutos; previamente completaron el Perfil de Estados de Ánimos y la Escala de Experiencias de Ejercicio Subjetivas utilizándose como indicadores de estado de ánimo (se realizaron 5 minutos antes y 5, 30 y 60 minutos después del ejercicio). Se encontró una reducción de angustia, depresión, confusión, fatiga, tensión e ira; así como un aumento significativo en sus puntuaciones de bienestar y vigor (Bartholomew et al., 2005)

Otras investigaciones han demostrado que los EF aeróbicos mejoran la cognición, funciones ejecutivas de personas con Alzheimer y personas con lesiones cerebrales; esto debido a la neurogénesis provocada por el ejercicio, dando como resultado una mejora general en estas personas (Ben-Zeev et al., 2022)

3.2. Ejercicios anaeróbicos:

Un EF anaeróbico se caracteriza por su elevada intensidad, la poca duración y por el sistema de energía que emplea para mantenerse, que principalmente son las reservas de ATP y fosfocreatina en las células además de la glucólisis. Una vez que se realizan este tipo de esfuerzos (con duración de 5 segundos a 2 minutos) los sistemas de energía se restablecen, razón por la cual hay una necesidad de descanso de al menos 30 segundos (Ben-Zeev et al., 2022). Como el esfuerzo es rápido se puede prescindir del uso de oxígeno para producir energía ya que se utilizarán los recursos energéticos que el cuerpo tenga en ese momento.

Honkala et al. (2018) compararon el efecto del EF anaeróbico de alta intensidad y poca duración (intervalos de 30 segundos, llevando a sesiones diarias de 15 minutos por dos

semanas) y el EF aeróbico de intensidad moderada (con una duración entre 40 y 60 minutos de ciclismo al 60 % de la capacidad aeróbica de los participantes) sobre la sensibilidad a la insulina y metabolismo de la glucosa en la sustancia gris cerebral en pacientes sedentarios. Se encontró un mejor efecto sobre la insulina y glucosa en los pacientes que realizaron el esfuerzo máximo en intervalos (esfuerzo aeróbico), por lo que podría ser una excelente opción para mejorar el metabolismo cerebral en personas que tengan poco tiempo para activarse por su rutina diaria.

Por otro lado, se conoce también que el ejercicio anaeróbico induce la producción y liberación de factores de crecimiento endotelial vascular (VEGF); comparando a un grupo de ratones sedentarios con un grupo de ratones expuestos a entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), se encontró un aumento significativo del VEGF y de la densidad capilar del giro dentado del hipocampo en el segundo grupo, lo que produce una mayor neurogénesis hipocampal (Morland et al., 2017). También se ha encontrado que con 12 semanas de entrenamiento de resistencia se mejora la memoria verbal retardada en adultos sanos de mediana edad, sin importar el diseño del entrenamiento (Marston, et al. 2019).

A este punto, es importante mencionar que aunque los beneficios del entrenamiento aeróbico sobre la función cognitiva están bien documentados, hay varias investigaciones que sugieren que el HIIT tiene un impacto aún mayor que el entrenamiento aeróbico continuo de menor intensidad (Ben-Zeev et al., 2022). Tales autores hablaron sobre la relación entre el EF anaeróbico y las funciones cerebrales en humanos, donde comenta que el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT por sus siglas en inglés) muestra incrementos en la segregación en concentraciones de BDNF comparándolos con un entrenamiento moderado-intenso. Esta tendencia también se vio en la cantidad de neurogénesis y mejora de la cognición.

3.3. Ejercicio físico y sistema nervioso:

Hasta hace unos años los beneficios del ejercicio sobre la actividad cerebral habían sido debatidos en la comunidad científica. Sin embargo, recientemente comenzó a recibir la atención con gran interés por los efectos que este tiene sobre funciones cognitivas como el aprendizaje espacial y la memoria; siendo este un método no farmacológico para mantener la salud cerebral en su punto por más tiempo comparándolo con las personas que no practican ninguna actividad física, pudiendo ser un gran apoyo en el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas y/o condiciones psiquiátricas (Cassilhas et al., 2016). Estos beneficios han

sido demostrados en diferentes rangos de edades, desde personas de edad avanzada hasta personas más jóvenes.

En un estudio realizado por Chapman et al., 2013, examinaron los cambios en el flujo sanguíneo cerebral, la cognición y el estado físico en 37 adultos sedentarios cognitivamente sanos, asignándoles a un grupo de entrenamiento físico o a un grupo control (esto hecho aleatoriamente); después de 12 semanas de actividad física, se verían mejoras en el flujo sanguíneo cerebral, lo que ayuda a la memoria a corto y largo plazo del grupo de ejercicio.

Moon et al. (2016) llevaron a cabo una investigación para determinar cómo los cambios inducidos por el ejercicio en los músculos son capaces de generar cambios en el hipocampo y mejoras en la memoria, en modelos animales y en corredores habituales. Los resultados mostraron que correr se relaciona con el aumento de la concentración del factor secretor muscular catepsina B, que lleva a un aumento de la neurogénesis en el hipocampo y mejora en la función cognitiva en primates no humanos y humanos, proponiéndose a esa proteína como uno de los mecanismos por los que hacer ejercicio beneficia al cerebro.

Un estudio realizado por Chorpaka et al (2021) donde 26 participantes sanos completaron una carrera de 10 minutos en una cinta rodante al 50% del pico de consumo de oxígeno conocido como VO2Peak (carrera moderada) para posteriormente tener una sesión de reposo en orden aleatorio. Se evaluó el estado de ánimo y la función ejecutiva, así como sus sustratos neurales en la corteza prefrontal (CPF) a través del tiempo de interferencia de la tarea Stroop de emparejamiento de colores y palabras, y el estado de ánimo se evaluó mediante la Escala de Estado de Ánimo Bidimensional, antes y después de ambas sesiones; se investigaron los cambios en el flujo sanguíneo en áreas prefrontales mientras se realizaba la prueba antes mencionada utilizando espectroscopia funcional de infrarrojo cercano. La sesión de actividad física produjo un aumento significativo de la excitación, el nivel de placer, hubo una reducción significativamente mayor del tiempo de interferencia Stroop y un aumento de las señales de aumento de oxígeno (Oxy-Hb) en las CPF bilaterales, esto en comparación con el grupo control. Encontraron una asociación significativa entre el nivel de placer, el tiempo de reacción de interferencia Stroop y los CPF dorsolaterales izquierdos, importantes en el control inhibitorio y la regulación del estado de ánimo.

En un metaanálisis realizado en 2019 se llegaron a varias conclusiones interesantes, en un trastorno depresivo mayor el ejercicio redujo la depresión y la ansiedad en niños, adultos y adultos mayores. Por otro lado se identificó que el ejercicio funciona como un tratamiento complementario para reducir síntomas positivos y negativos de la esquizofrenia, mejorando la cognición en personas que la padecen, también mejoró la cognición en niños con trastorno de déficit de atención con hiperactividad (TDAH). Dentro de la misma revisión se observaron beneficios para las persona con depresión pre/postnatal, anorexia nerviosa/bulimia nervios, trastornos por atracón, trastornos de estrés postraumático y trastornos por consumo de sustancias (Ashdown-Franks et al., 2019).

“El ejercicio es una intervención sencilla que beneficia profundamente la cognición. En mamíferos, correr aumenta la neurogénesis en el hipocampo, un área del cerebro importante para la memoria. Describimos los cambios dinámicos en el número de nuevas neuronas y las conexiones aferentes a lo largo de su maduración.” Estos cambios están vinculados a una mejora en el aprendizaje (Vivar et al., 2017).

El EF aeróbico reduce los síntomas de ansiedad al reducir los niveles de estrés, mejorando el estado de ánimo; esto se logra ya que al realizar EF como el running se liberan endorfinas y se reducen niveles de cortisol (Lin et al., 2023).

Se encontró que el aumento de la intensidad y el tiempo de la realización de ejercicio tanto aeróbico como de resistencia está negativamente correlacionado con el riesgo de generar depresión, mejorando así los síntomas y niveles depresivos. La intensidad y el efecto a largo plazo son temas de investigación actuales, ya que se ha demostrado que el ejercicio remodela la estructura cerebral de los pacientes con síntomas depresivos o depresión diagnosticada, activa la función en áreas cerebrales relacionadas, promueve cambios de adaptación conductual y mantiene la integridad del volumen del hipocampo y materia blanca, mejorando el procesamiento cerebral y retrasando la neurodegeneración en pacientes con depresión (Zhao, et al. 2020).

4. ANTECEDENTES:

Memoria de Trabajo

“La memoria de trabajo es un sistema cerebral que proporciona almacenamiento temporal y manipulación de la información necesaria para tareas cognitivas complejas, como la comprensión del lenguaje, el aprendizaje y el razonamiento”, clave para la realización de tareas cotidianas como recordar un número de teléfono, realizar operaciones matemáticas “mentalmente” o transcribir un texto de un lugar a otro (Rathore et al., 2017); este sistema involucra diversas áreas cerebrales como la corteza premotora y motora suplementaria, corteza prefrontal dorsolateral anterior, corteza prefrontal anterior, parte del giro frontal inferior y los campos visuales frontales (Wager., Smith., 2003).

Se han demostrado en diversos estudios los beneficios que tiene el ejercicio sobre diversas funciones cognitivas y dentro de estas se encuentra la memoria de trabajo, se ha encontrado que una actividad física (AF) crónica mejora significativamente la memoria de trabajo en sujetos sanos, mientras que la actividad física aguda no concede ningún resultado significativo sobre la memoria de trabajo.

Flexibilidad cognitiva

La flexibilidad cognitiva refiere a la capacidad de disposición con la que se puede cambiar selectivamente entre los procesos cognitivos con el objetivo de generar respuestas conductuales apropiadas a cada situación de un entorno cambiante; permite desvincularse de una tarea anterior y comenzar una nueva al reconfigurar un nuevo conjunto de respuestas; se relaciona a la resolución de problemas, la creatividad y a la inteligencia fluida, lo que se asocia popularmente con la concepción que se tiene de un actuar inteligente en los humanos; esta se desarrolla a lo largo de la vida y se puede ver comprometida en varios trastornos del neurodesarrollo (Dajani, et al. 2015, Cantwell, et al. 2022).

Un estudio buscó la relación que tiene la flexibilidad cognitiva con el ejercicio aeróbico, se realizó una intervención de 10 semanas donde los controles fueron sometidos a solo 2 días de ejercicio físico (EF), la mitad del grupo estuvo activo de 3 a 4 días de la semana y la otra mitad realizó EF de 5 a 7 días de la semana; los análisis realizados notaron mejoras en la flexibilidad cognitiva en todos los grupos (Masley, et al. 2009).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Como anteriormente vimos, la actividad física (AF) a lo largo del tiempo ha sido fundamental para la evolución de las especies, se sabe que esta afecta positivamente en diversos organismos (humanos y no humanos) dentro de varias funciones biológicas esenciales como la neurogénesis, la plasticidad sináptica, la memoria y la flexibilidad cognitiva. A pesar de eso, en las sociedades modernas el sedentarismo ha tomado relevancia en el estilo de vida de las personas, lo que ha llevado a una disminución general de los niveles de AF, con esto también se han visto comprometidos los beneficios para la salud y la cognición. Según estudios contemporáneos de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 31% de los adultos no cumplen con los niveles recomendados de AF, y de mantenerse así, se estima que la proporción en el año 2030 será del 35% (World Health Organization. 2024).

En el presente trabajo de tesis, consideramos crucial entender cómo los diferentes tipos de ejercicio físico (EF) afectan en diferentes áreas del humano, particularmente en el cerebro y la cognición en un entorno actual marcado por el sedentarismo. Se sabe que la AF regular puede disminuir la probabilidad de desarrollar enfermedades mentales y neurodegenerativas (Pascoe, et al. 2020, Radák, et al. 2010).

Sabiendo esto, es necesario profundizar en los efectos específicos de cada tipo de ejercicio y cómo podemos aplicarlos de manera efectiva en las intervenciones preventivas como un primer paso a la salud mental. , lo que provoca que nos surja la siguiente duda ¿Cómo optimizar las intervenciones basadas en el ejercicio físico para maximizar sus beneficios a nivel cerebral y cognitivo, considerando factores como intensidad, duración y frecuencia?. Asimismo, ¿qué impacto tiene cada tipo de ejercicio sobre la cognición y los síntomas de depresión y ansiedad?

Justificación

La realización de ejercicio es recomendada por sus beneficios a la salud, entre los que se encuentran las mejoras en funciones cerebrales (incluso en otras especies). A pesar de ese conocimiento, queda la duda de si todos los ejercicios son igual de beneficiosos ya que algunos difieren en intensidad, duración y uso de vías metabólicas. Consideramos que el determinar qué ejercicio es más o menos beneficioso es importante para la generación de propuestas de activación física, para que esta incluya los mejores ejercicios posibles para la prevención de problemas de salud como el deterioro cognitivo o alteraciones del estado de ánimo. El objetivo del presente trabajo de tesis se enfoca en determinar si existen diferencias

en el rendimiento cognitivo y estado de ánimo en personas que practican diferentes deportes como el atletismo, fútbol o levantamiento de pesas. Se ha formulado la hipótesis de que el efecto de cada deporte sobre las pruebas neuropsicológicas será diferente en función del deporte practicado.

Objetivo General

Explorar los efectos del ejercicio físico en funciones cognitivas y en el estado de ánimo en personas sedentarias, practicantes de running y personas que practican levantamiento de pesas de manera regular.

Objetivos Específicos

1. Determinar las funciones cognitivas en personas sedentarias y practicantes de diferentes deportes a través de las pruebas Digital Span Test y Tarjetas de Berg para evaluar Flexibilidad Cognitiva
2. Comparar los síntomas de ansiedad y depresión en los grupos evaluados mediante las pruebas TAG (GADI) y BDI-II, respectivamente
3. Relacionar el nivel de actividad física con el estado de ánimo y función cognitiva en los grupos evaluados.

Hipótesis General

Habrán diferencias en las funciones cognitivas medidas así como en la puntuación de las pruebas de depresión y ansiedad entre los grupos de cada tipo de ejercicio (aeróbico y anaeróbico) y el grupo sedentario.

Hipótesis Específicas

1. Las personas que practican running tendrán menor sintomatología depresiva y ansiosa a comparación de el grupo de sedentarios y personas que practican gym.
2. Las personas que practican gym tendrán un peor desempeño cognitivo a comparación de las personas que practican running.
3. Las personas que sedentarias presentarán mayores síntomas de ansiedad que las personas que practican running

Definición de variables

Variables Independientes

- Personas con actividad física aeróbica.
- Personas con actividad física anaeróbica.
- Personas con vida sedentaria

Variables Dependientes

- A. Evaluación cognitiva:
 1. Puntuación en prueba Digital Span Test para evaluar Memoria de Trabajo.
 2. Puntuación en prueba Tarjetas de Berg para evaluar Flexibilidad Cognitiva.
- B. Evaluación de la sintomatología depresiva y de ansiedad.

1. Puntuación en prueba TAG (GADI) para medir los síntomas de ansiedad que presenta la persona.
 2. Puntuación en prueba BDI-II para medir los síntomas de depresión que presenta la persona.
- C. Nivel de Actividad Física Aeróbica y Anaeróbica

V. MÉTODO

Participantes:

Se seleccionaron deportistas recreativos con un mínimo de 6 meses de experiencia en el ejercicio físico que realizan, contando con sesiones de por lo menos 30 minutos, 3 o más veces por semana los participantes con estas características fueron clasificados en función del deporte que realizaban y fueron distribuidos en los grupos “Running” y “Gym”, también se contemplaron participantes que contaran con edades similares pero que fueran sedentarios para el grupo control.

La selección se realizó por un método por conveniencia, a través de una convocatoria abierta en redes sociales y contacto directo en unidades deportivas de la ciudad de Ensenada, Baja California; se llevó a cabo un estudio de tipo no paramétrico, no experimental, transversal.

Criterios de Inclusión:

Se consideró a personas de 18 años en adelante, sin distinción de sexo, tampoco tomamos en cuenta la escolaridad de la persona. En el caso de los participantes que realizan deporte, estas personas debían de contar con más de 6 meses de experiencia en el deporte, realizándose 3 o más veces por semana al menos 30 minutos por día.

Los participantes se dividieron en 4 grupos, dependiendo del deporte que practiquen, en el caso de las personas que no practiquen algún deporte, se tomaron en cuenta para el grupo sedentario. Los grupos se consideraron y nombraron de la siguiente manera: Running (Aeróbico), Gym (Anaeróbico) y Sedentarismo (Grupo sedentario).

Criterios de no inclusión:

- Trastorno psicológico psiquiátrico diagnosticado.
- Consumo de sustancias.
- Consumo de alcohol más de 3 veces por semana.
- Estar bajo algún tratamiento crónico (hipertensión, colesterol).
- Asistir a terapia psicológica mínimo 2 veces a la semana.
- Estar lesionado(a) hace más de 3 semanas.
- Tener menos de 6 meses de práctica continua en el ejercicio que realizan (solo para grupo de running y gym).
- Obtener un puntaje por debajo del 7 en prueba RAVEN

Instrumento

- *Cuestionario Internacional de Actividad Física en su versión corta (IPAQ)* (Ruiz-Tendero et al., 2012): Para clasificar a los participantes se utilizó un cuestionario donde se medía su AF con preguntas sobre los días y el tiempo que le dedica a cada intensidad de AF la persona evaluada; se clasificaban en 2 categorías, personas que hacen actividad física vigorosa (AFV) y las que hacen AF moderada (AFM).
- *Inventario de Evaluación TAG (GADI)* (Padros, et al. 2019) : Se aplicó el inventario para evaluar el nivel de síntomas ansiosos del participante, teniendo un límite de 25 puntos para indicar normalidad en los síntomas.
- *Inventario de Depresión de Beck* (Padros, et al. 2001): Se aplicó el BDI-II para evaluar síntomas depresivos, la clasificación va de 0-13 como mínimos síntomas, 14-19 como leve, 20-28 como moderada y de 29-63 como grave.
- *Raven Breve* (Raven, 2019): Como método de inclusión/exclusión se aplicó la versión breve de 12 reactivos de la prueba RAVEN, donde se descartaron a las personas que sacaban puntaje por debajo de 7 puntos.
- *Digital Span Test* (Dspan): Para evaluar la memoria de trabajo verbal, se aplicó la prueba “Dspan” (Digital Span Test), aplicado desde el programa de libre acceso Psychology Experimental Building Language (PEBL-2; Mueller y Piper, 2014), esta prueba consiste en recordar secuencias numéricas en cierto orden, donde la cantidad de dígitos aumenta en longitud a lo largo del desempeño del participante. Después de la presentación de la serie numérica, el participante ingresa la secuencia que considera, esperando colocar los mismos números en el mismo orden que se le presentaron correctamente y presionar el botón "Enter". Posterior a esto, aparece un indicador que marcará "Correcto" o "Incorrecto". Inicialmente, se presentan 3 dígitos, y estos aumentan en caso de que la persona responda correctamente. Si el participante comete dos errores consecutivos, la prueba finaliza. A mayor número de dígitos, se considera que la capacidad de memoria de trabajo del participante es mayor (Dikmen et al., 1999)
- *Tarjetas de Berg*: Para evaluar la flexibilidad cognitiva se aplicó la prueba “Tarjetas de Berg” desde el programa de libre acceso Psychology Experimental Building Language (PEBL-2; Mueller y Piper, 2014), una versión corta y estandarizada de la conocida prueba “Tarjetas de Wisconsin”, consiste en clasificar la tarjeta que se nos presenta en

alguna de las 4 pilas que nos muestran. Las formas de clasificación varían a lo largo de la prueba y pueden ser 3 posibilidades, clasificación por color de las figuras dentro de la tarjeta, por el número de objetos dentro de la tarjeta, o por figura dentro de la tarjeta. Cuando seleccionamos con el ratón una pila, nos da un estímulo de “correcto o incorrecto” en caso de que sea correcto, la persona puede seguir con su forma de clasificar, en caso de marcar incorrecto, la persona debe cambiar su forma de clasificar dentro de las 3 opciones antes mencionadas; los resultados muestran el total de errores y aciertos perseverativos (Fox et al., 2013).

Procedimiento:

La muestra se recabó a través de una convocatoria en diferentes medios como redes sociales, promoción en gimnasios locales de Ensenada, Baja California, equipos de running y carteles dentro de las instalaciones de UABC Valle Dorado. Las personas contestaron un formulario a través de Google Forms donde después de leer y aceptar el consentimiento informado recopilamos sus datos de contacto, edad, datos sociodemográficos y médicos, esto para saber si la persona es apta para la realización de las pruebas neuropsicológicas; se les cuestionó sobre cuánto tiempo y cuántos días realizaban el deporte que practican para calcular su nivel de actividad física por medio del Cuestionario Internacional de Actividad Física (IPAQ), posteriormente se les presenta el formulario de Evaluación TAG (GADI) para medir los niveles de ansiedad y el Inventario de Depresión de Beck (BDI-II) para evaluar los síntomas de depresión que tienen las personas; se presentó un Cuestionario de Ciclo Menstrual para las personas de sexo femenino y para finalizar se realizó el Test de Matrices Progresivas (RAVEN) para conocer si el CI de la persona está dentro de la normalidad, la cual establecimos que empieza a partir de 7 respuestas correctas, si las personas no lograban alcanzar mínimamente las 7 respuestas correctas se les dejaba de considerar para las pruebas neuropsicológicas. Se formaron los grupos correspondientes según el tipo de deporte que practican.

Una vez revisado el formulario nos poníamos en contacto con las personas que cumplieran los criterios de inclusión y acordábamos un día para realizar la siguiente fase de la evaluación siendo estas las pruebas neuropsicológicas realizadas en computadora; se les citaba a los participantes dentro de las cámaras de Gesell del edificio E en UABC Valle Dorado para posteriormente explicarles lo que contestaron en el formulario de Google Forms. Una vez la persona conocía la intención de llevar a cabo estas pruebas se pasaba a la aplicación de Dspan y BCST, dos pruebas neuropsicológicas en computadora que miden

memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva respectivamente, una vez acabadas las dos pruebas se les daba a conocer sus resultados y antes de cerrar con las personas se les comentaba que se les hará llegar estos resultados de forma escrita a sus correos. Se registró a todos los participantes en la base de datos para después realizar los análisis estadísticos en el software GraphPad Prism 10 v10.3.1. Para comparar los resultados de los 3 grupos en cada prueba se comprobó si los datos eran normales, para decidir qué análisis estadístico utilizar, en el caso de que hayan sido normales se usó one-way ANOVA, y en los casos que los datos no estuvieran distribuidos normalmente se utilizó el Kruskal-Wallis Test; para el caso de las matrices de correlación se buscó la correlación positiva o negativa que tienen las pruebas que se aplicaron, esto se hizo en función de cada grupo, por lo que se analizó la normalidad en la distribución de los datos para determinar el análisis que se realizará; para el caso de que los datos sean normales se utilizó una r de pearson, y una r de spearman para aquellos casos que los datos no fueran distribuidos normalmente.

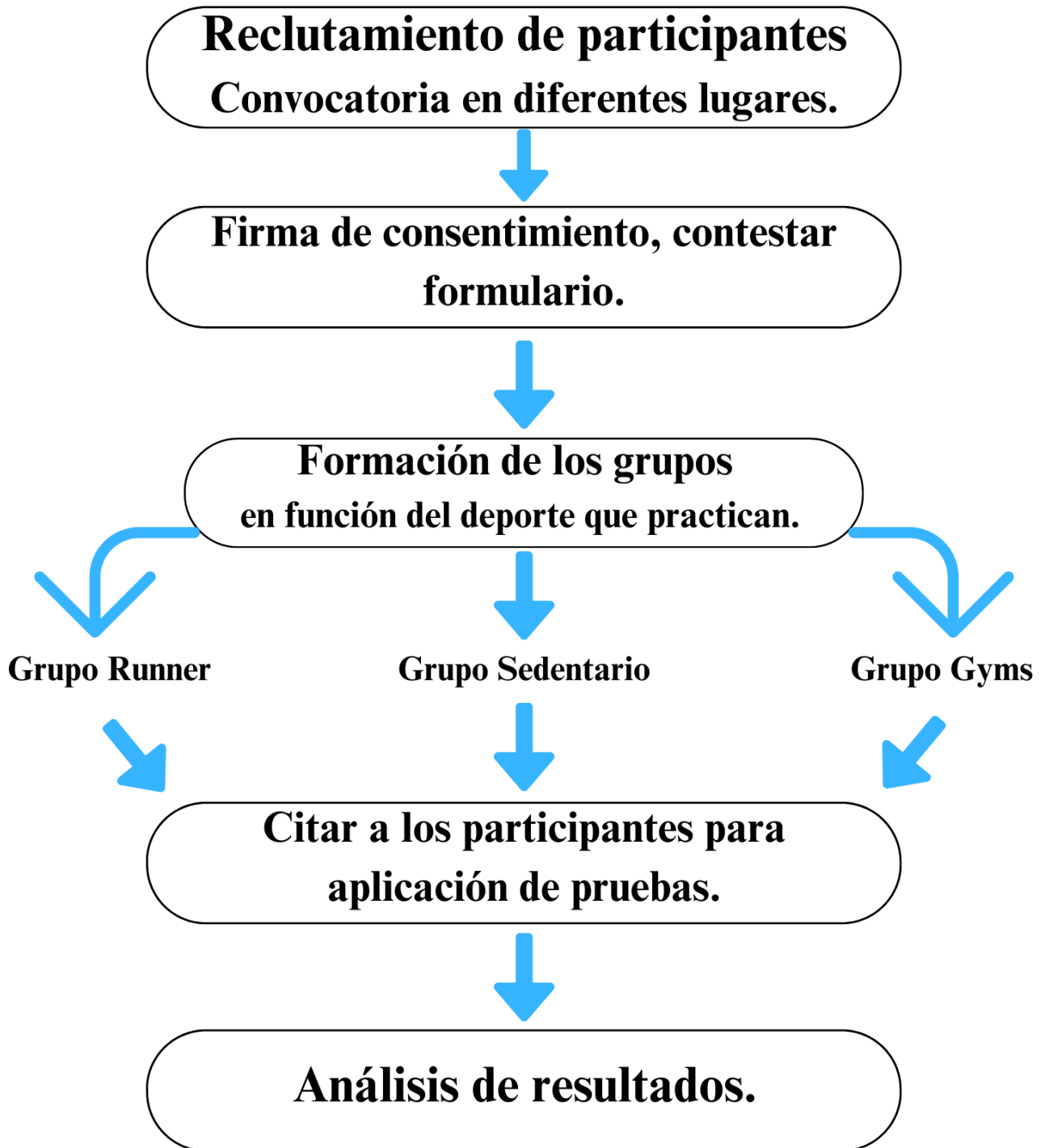


Figura 1. Procedimiento de la investigación

Consideraciones éticas

El progreso de las ciencias de la salud se basa en la investigación, la cual, en último término, tiene que recurrir muchas veces a la experimentación con humanos. La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los investigadores y otras personas que realizan investigación en personas. Por lo tanto el deber del investigador es promover y velar por la salud de los participantes. Los conocimientos obtenidos por los estudios así como la conciencia del investigador han de subordinarse al cumplimiento de su deber. Es decir, la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre primacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad (Ait, 2015).

La importancia de regirnos por un código ético en el proceso no solo de nuestra investigación, sino en el quehacer diario como profesionales es más que evidente. Un código de ética para cualquier profesión es un conjunto de principios que alientan o prohíben determinados tipos de conducta profesional. Es decir, la manera de cómo el profesional debe conducirse con el público al cual le ofrece sus servicios, así como con otros profesionales (Sociedad Mexicana de Psicología, 2009).

Nos enfocamos en este caso al *consentimiento informado* que, dentro de un proceso de investigación, es el derecho propio e inminente del voluntario (sea sano o con algún padecimiento) así como de sus tutores (en caso de ser menor de edad o no tener las facultades para elección propia de participar) de conocer todo el proceso que se llevará a cabo con un fin específico.

El consentimiento informado es obligatorio, siendo el formulario escrito conveniente para deslindar responsabilidad de sucesos previsibles; esto a nivel ético y legal. Las principales características que nuestro documento presenta son las siguientes:

1. Título de la investigación a realizar.
2. Nombre del voluntario (en caso necesario del tutor) o mantener su anonimato sin necesidad de reconocer por su nombre al participante.
3. Directo, breve y lenguaje simple.
4. Objetivo de la investigación.
5. Procedimiento a realizar.
6. Beneficios que se pueden esperar para el voluntario.
7. Posibles riesgos del proceso de investigación.

8. Sobre el abandono voluntario de la investigación.
9. Sobre la confiabilidad y comunicación de resultados.
10. Nombre y firma del responsable de la investigación.
11. Autorización para poder ser utilizados los resultados obtenidos para una posible publicación así como asegurar la confidencialidad del voluntario.
12. Institución (es) que avalan dicha investigación

V. RESULTADOS:

Inventario de Evaluación TAG (GADI)

Al realizar la comparación entre los grupos en función de la actividad que practican midiendo los síntomas ansiosos se encontró que en el grupo sedentario (n=24) hubo un valor medio de 24 (DE=14.46), mientras que en el grupo de deportistas que practican running (n=18) hubo una media de 30.22 (DE=18.46); para los criterios de esta prueba el grupo running se encontraba por encima del límite establecido para marcar ansiedad en la persona, el cual es un puntaje de 25. El análisis estadístico reveló que no hubo diferencias significativas entre los grupos. En el caso de la población que practica gym (n=19) hubo un valor medio de 23.63 (DE=19.33), lo que tampoco muestra una diferencia significativa al compararla con los otros grupos.

Los resultados del ANOVA no mostraron un valor significativo ($p= 0.4582$)

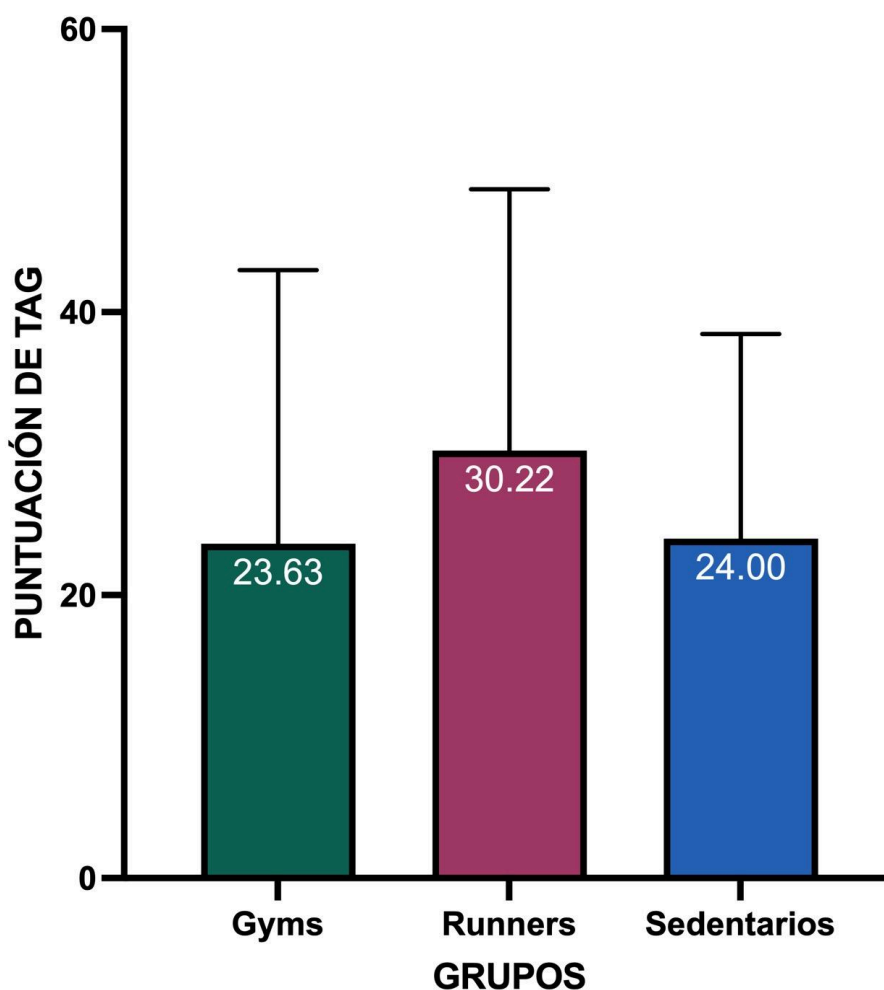


Figura 2. Puntuación de TAG en función del deporte.

Inventario de Depresión de Beck (BDI-II)

Comparando los resultados de los 3 grupos en función de la actividad que practican al medir sintomatología depresiva se encontró que en la población que practica gym (n=19) hubo una media de 15.53 (DE=12.18), siendo el grupo con sintomatología más alta; en el grupo de personas que practican running (n=19) hubo una media de 7.22 (DE=6.86), por otro lado el grupo de sedentarios (n=24) tuvo una media de 14.13 (DE=9.44); para los criterios de esta prueba el grupo de practicantes de gym y los sedentarios se encontraban en un nivel de depresión leve, mientras que el grupo de runners se encontraba en un nivel mínimo de depresión. El análisis reveló que hubo diferencias significativas entre los grupos, indicando que las personas que practican running tienen menos sintomatología depresiva comparándolos con personas que practican gym o personas sedentarias.

Los resultados del ANOVA mostraron un valor significativo en esta ($p= 0.0137$)

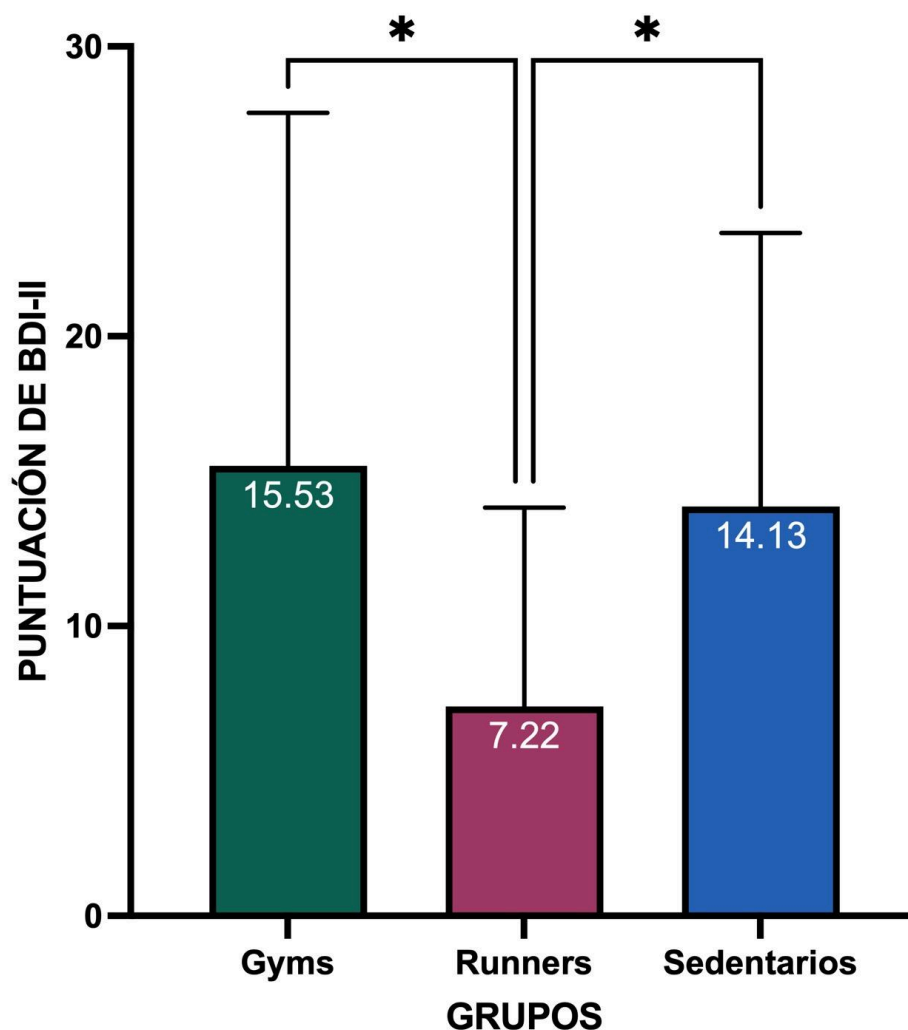


Figura 3. Puntuación de BDI-II en función del deporte.

Digital Span Test (DSPAN) (Memoria de trabajo)

Se encontró que al dividir la muestra en función del deporte que practican, midiendo la memoria de trabajo de los participantes, en el grupo de personas que practican gym (n=19) hubo un valor medio de 5.52 (DE=1.02), mientras que en el grupo de runners (n=18) obtuvo un valor medio de 6.44 (DE=1.09); marcando una diferencia significativa entre ambos grupos, lo cual indica que la población que practica gym tiene más dificultad que las personas que practican running al momento de realizar pruebas de memoria de trabajo. Por otro lado, el grupo de personas sedentarias (n=24) obtuvo una media de 6.04 (DE=1.19), la cual no fue significativo comparándolo con los otros dos grupos.

Los resultados del ANOVA mostraron una tendencia a la significancia(p= 0.0531)

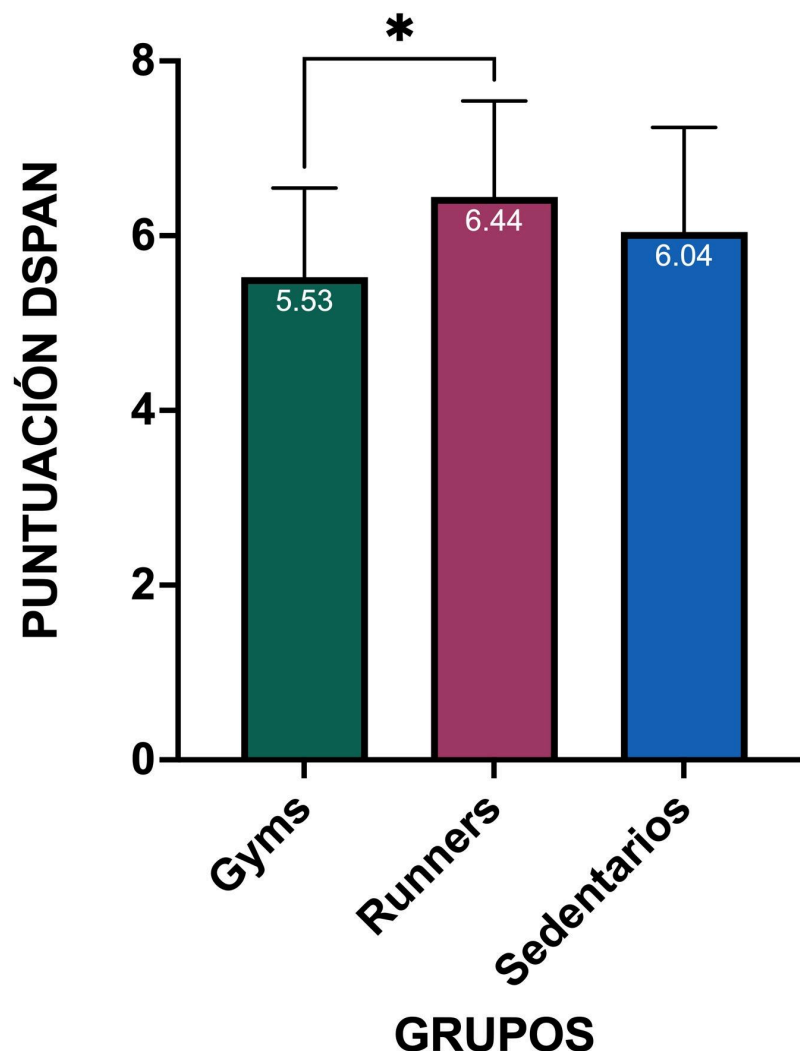


Figura 4. Puntuación de DSPAN en función del deporte.

Tarjetas de Berg (BCST) (Flexibilidad Cognitiva)

PersError (Errores perseverativos)

Se evaluaron los errores perseverativos en una prueba de flexibilidad cognitiva en una población y se dividió a los participantes en función del deporte que practican, en el grupo de personas que practican gym (n=19) se encontró una media de 18.53 (DE=5.47), mientras que en el grupo de runners (n=18) se encontró una media de 13.83 (DE=4.49); este análisis reveló que hubo diferencias significativas entre estos dos grupos, indicando que las personas que practican running tienen menos respuestas incorrectas perseverativas que las personas que practican gym. La población sedentaria (n=24) presentó una media de 18.54 (DE=10.42), más no mostró una diferencia significativa al compararla con otros grupos.

Los resultados del ANOVA mostraron un valor significativo ($p= 0.0307$)

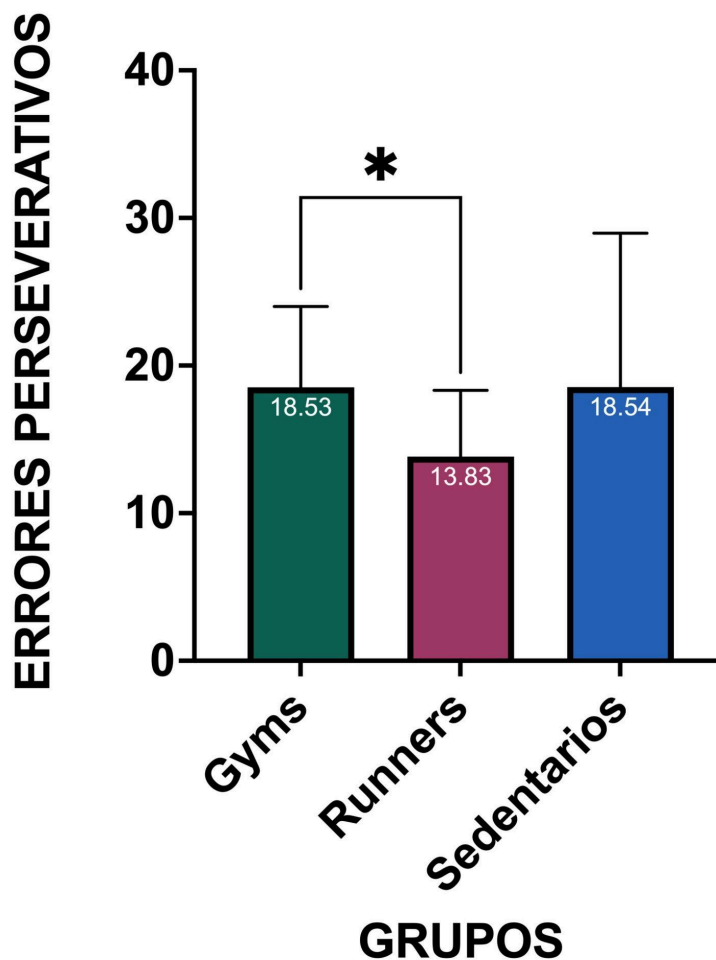


Figura 5. Errores perseverativos en la prueba BCST (Tarjetas de Berg) en función del deporte.

Correlaciones en personas que practican gym:

TAG vs BDI-II

Al realizar una r de Spearman encontramos que hay una correlación positiva altamente significativa ($r=0.687$, $p<0.001$) entre la puntuación de la prueba TAG y la prueba BDI-II.

TAG vs PersError

Se encontró que una correlación negativa muy significativa ($r=-0.54$, $p<0.01$) entre el test TAG y la prueba de flexibilidad cognitiva (FC).

BDI-II vs PersError

Encontramos una correlación negativa significativa ($r=-0.52$, $p<0.05$) entre la prueba BDI-II y la prueba de FC.

BDI-II vs RAVEN

Se encontró una tendencia a la significancia en la correlación positiva entre la prueba RAVEN y la prueba BDI-II.

DSPAN vs PersError

Se encontró una tendencia a la significancia en la correlación negativa entre la prueba de memoria de trabajo (MT) y la prueba de FC

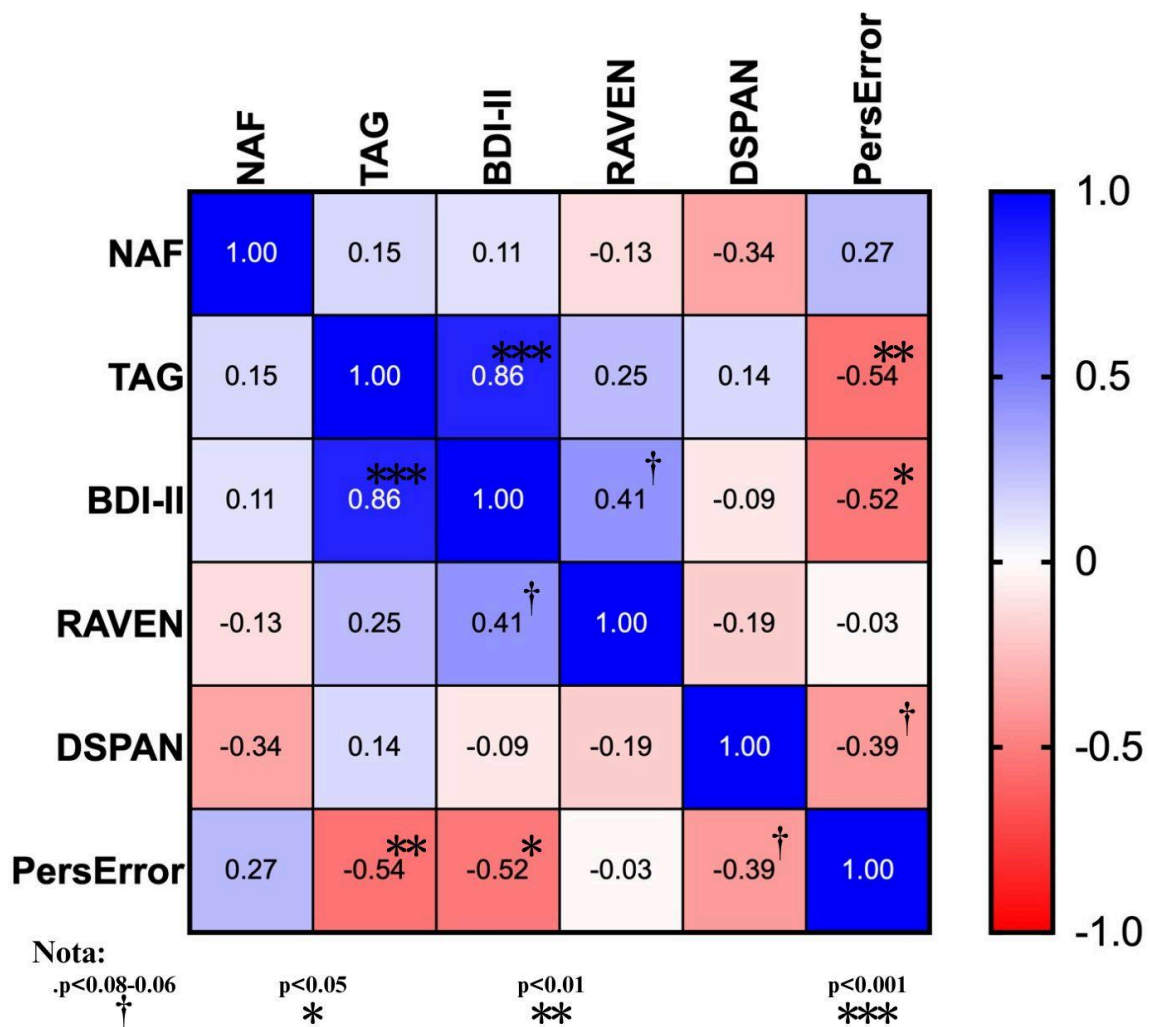
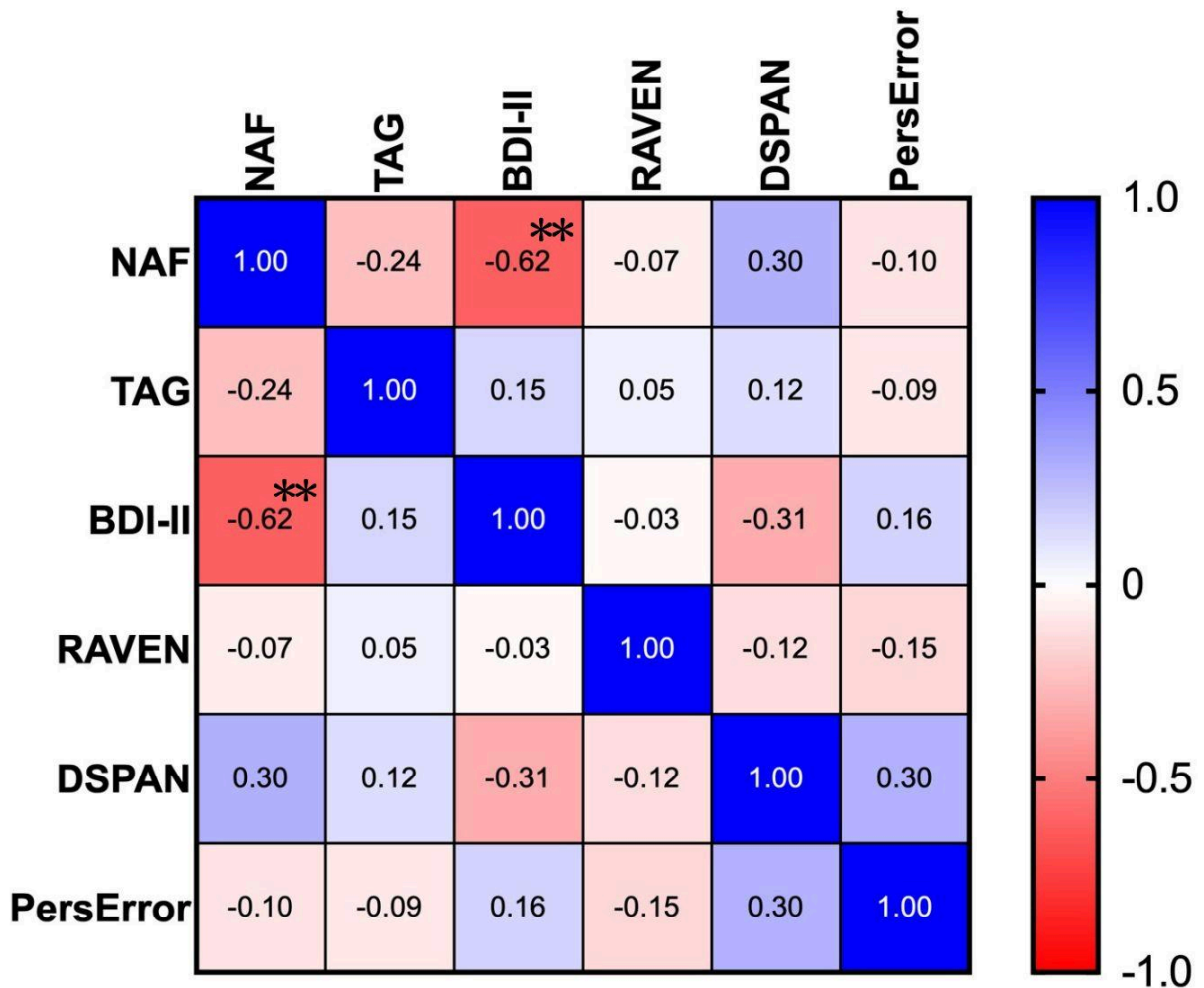


Figura 6. Correlación de resultados del grupo de Gyms.

Correlaciones en personas que practican running:

NAF vs BDI-II

Al realizar una r de Spearman se encontró una correlación negativa muy significativa ($r=-0.62$, $p<0.01$) entre el Nivel de Actividad Física (NAF) y la prueba BDI-II.



Nota:

.p<0.08-0.06
†

p<0.05
*

p<0.01
**

p<0.001

Figura 7. Correlación de resultados del grupo Runners.

Correlaciones en personas sedentarias:

TAG vs BDI-II

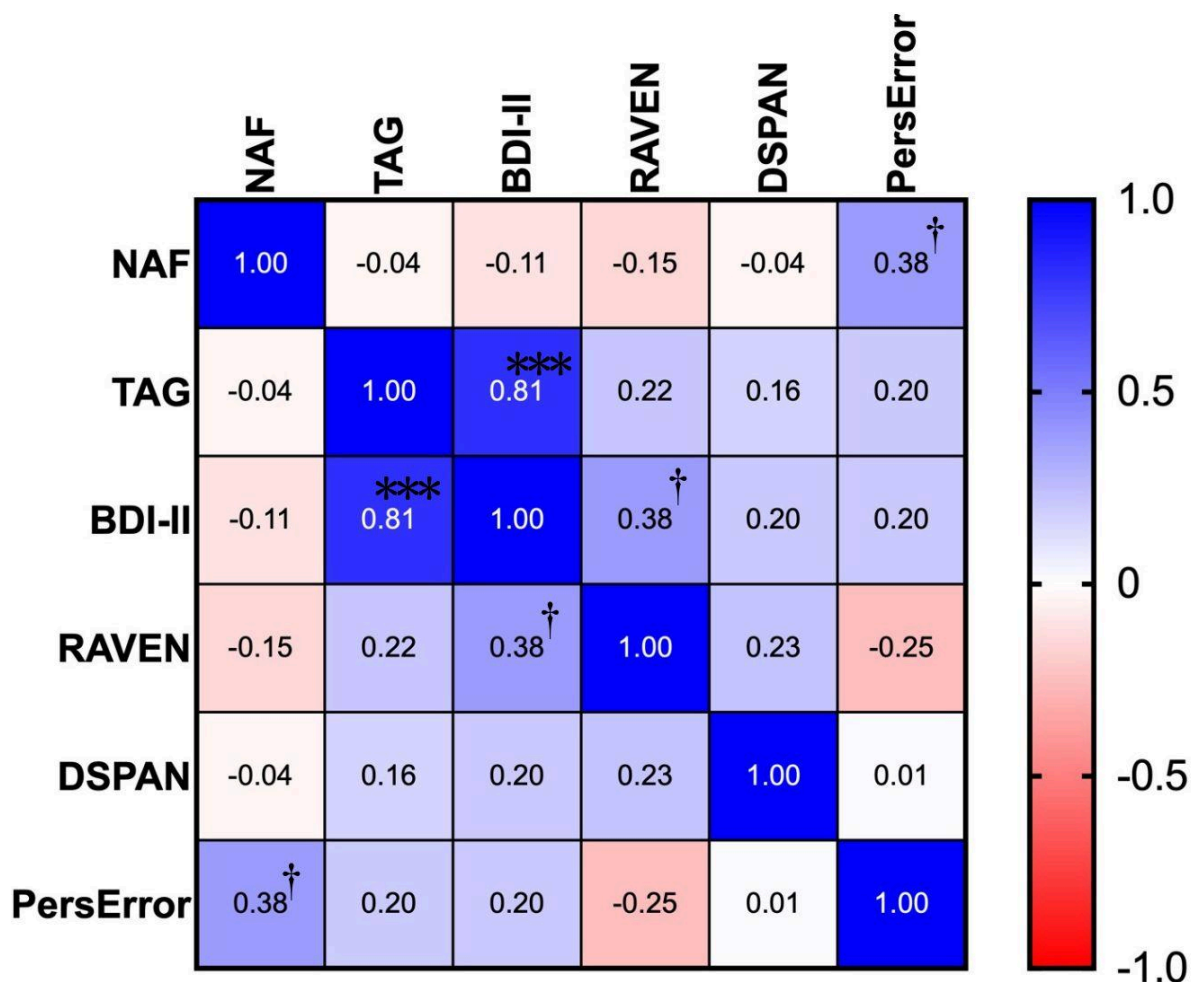
Después de realizar una r de Spearman, se encontró una correlación positiva altamente significativa ($r=0.81$, $p<0.001$) entre el puntaje de la prueba TAG y el puntaje de la prueba BDI-II.

NAF vs PersError

Encontramos una tendencia a la significancia en la correlación positiva entre NAF y la prueba BCST.

RAVEN vs BDI-II

Encontramos una tendencia a la significancia en la correlación positiva entre la prueba RAVEN y la prueba BDI-II.



Nota:
 † .p<0.08-0.06
 * p<0.05
 ** p<0.01
 *** p<0.001

Figura 8. Correlación de resultados del grupo Sedentarios.

VI. DISCUSIÓN

Después de analizar los resultados de estas pruebas podemos decir que el grupo que resultó ser significativamente superior en cuanto a la mejora de síntomas depresivos y mejora de funciones ejecutivas como lo son la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva se refiere es el ejercicio aeróbico; esto se puede relacionar a la fuente de energía principal que utiliza este tipo de ejercicio como lo es la glucólisis o la oxidación de lípidos en caso de tener una duración mayor a 40 minutos (Brooks, et al. 1994), así como al constante aumento del flujo sanguíneo cerebral a causa del aceleramiento del ritmo cardiaco, esto aunado a los beneficios de tener un cerebro correctamente oxigenado de manera constante, trae como beneficio como la mejora en tareas de memoria y atención (Moss, et al. 1998, Tomoto, et al. 2022) y en la gestión emocional para la regulación y mejora de síntomas de depresión (Mather, et al. 2022).

Impacto del ejercicio físico síntomas de depresión.

Al analizar los resultados del Inventario de Beck (BDI-II) para medir la sintomatología depresiva nos encontramos con diferencias significativas entre el grupo de runners y cada uno de los otros 2 grupos, siendo el grupo Runners los que menos sintomatología depresiva presentaron a lo largo de la prueba y siendo el grupo Gyms los que más síntomas depresivos presentaron, estando en la clasificación “leve” según la escala de la prueba mencionada, al igual que con la ansiedad, también es bien sabido que el tener una vida sedentaria puede tener relación con síntomas depresivos (Schuch, et al. 2018), lo llamativo en estos resultados es la poca diferencia entre los niveles de depresión entre el grupo de Sedentarios y el grupo de Gyms; diferentes estudios han revelado resultados similares en adultos jóvenes y adultos mayores (Kim, et al. 2019, Costa, et al. 2022).

Al correlacionar el nivel de actividad física y los niveles de depresión de las personas que practican gym no se encontró una correlación significativa entre estas dos, consideramos que si se amplía la muestra podría haber una correlación entre estas dos variables.

Impacto del ejercicio físico en memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva

Pasando a las pruebas neuropsicológicas se encontró una diferencia significativa entre los resultados del grupo de gyms y el grupo de runners en memoria de trabajo, el grupo de sedentarios obtuvo una puntuación relativamente similar a los runners sin tener una diferencia significativa con el grupo de gyms; en esta prueba para los sedentarios se esperaba que

tuvieran un resultado similar o menor al grupo de gyms, buscando una explicación descubrimos que en varios experimentos no hubo una mejora en la memoria de trabajo al aplicar ejercicios de fuerza (Pontifex, et al. 2019), más se comenta que si se aplican ejercicios de fuerza de alta intensidad como lo es el HIIT podría haber mejoras significativas en la memoria de trabajo (Lachman, et al. 2006).

En la prueba Tarjetas de Berg (BCST) consideramos los errores perseverativos como el dato a analizar; en este sentido, hicimos los análisis estadístico correspondientes encontrando diferencias significativas entre los resultados obtenidos por el grupo de runners y el grupo de gyms, siendo este último el que tuvo más errores perseverativos ya que la prueba les permitía avanzar más al tener más errores, el grupo de sedentarios tuvo menos errores que los gyms y más errores que los runners; esto según estudios se debe a que a diferencia de el ejercicio anaeróbico, el ejercicio aeróbico puede mejorar la flexibilidad cognitiva desde la primera sesión (Heath, et al. 2020, Masley, et al. 2009).

Así concluyendo con los resultados obtenidos podemos comentar lo siguiente:

El ejercicio aeróbico resultó ser más beneficioso que el ejercicio anaeróbico para la mejora significativa de síntomas de ansiedad y depresión, así como de la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Haciendo los análisis con los 3 grupos se encontró que el grupo de sedentarios se quedaba en medio de los otros dos grupos en la mayoría de pruebas (exceptuando la prueba TAG), aunque no podemos indicar la razón del porqué el grupo Gyms fue más bajo en estas pruebas.

Limitaciones del estudio:

Nuestro estudio presentó algunas limitaciones que podrían ser tomadas en cuenta para futuras investigaciones:

- Tener en cuenta la escolaridad de los participantes.
- Aumentar la cantidad de participantes en cada uno de los grupos.
- La utilización de la prueba TAG no tuvo la respuesta esperada, se podría cambiar por el inventario de Beck de para síntomas de ansiedad.

Recomendaciones para futuros estudios

- Consideramos que se necesitan más estudios para poder decir que el ejercicio anaeróbico no mejora alguna de estas variables, lo que a nuestra consideración abre una ventana en búsqueda de los efectos específicos del ejercicio anaeróbico sobre la depresión, ansiedad y funciones ejecutivas.
- La búsqueda de formar un grupo extra que combine los dos tipos de ejercicios, este grupo mixto nos podría dar otra visión de cómo se podría abordar una rutina de ejercicio semanal en busca de una mayor salud cerebral y física.
- Considerar la realización de un estudio basado en el sexo y el efecto de estos tipos de ejercicio tanto en hombres como en mujeres específicamente.
- Buscar la correlación entre el nivel de actividad física y los síntomas depresivos en las personas que practican gym, ya que es el grupo que en este caso obtuvo más puntuación en la prueba BDI-II. Así como el impacto que tiene este tipo de ejercicio en personas con un diagnóstico de depresión.

VII. REFERENCIAS

1. Ait, J. (2015). WMA Declaration of Helsinki—ethical principles for medical research involving human subjects. *Journal of Ethics*, 4(10). Recuperado de <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
2. Ashdown-Franks, G., Firth, J., Carney, R., Carvalho, A., Hallgren, M., Koyanagi, A., Rosenbaum, S., Schuch, F., Smith, L., Solmi, M., Vancampfort, D., & Stubbs, B. (2019). El ejercicio como medicina para los trastornos mentales y de uso de sustancias: una meta-revisión de los beneficios para los resultados neuropsiquiátricos y cognitivos. *Medicina Deportiva*, 50, 151-170. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01187-6>.
3. Atlantis, E., Chow, C., Kirby, A., & Singh, M. (2004). An effective exercise-based intervention for improving mental health and quality of life measures: a randomized controlled trial.. *Preventive medicine*, 39 2, 424-34 . <https://doi.org/10.1016/J.YPMED.2004.02.007>.
4. Bartholomew, J., Morrison, D., & Ciccolo, J. (2005). Effects of acute exercise on mood and well-being in patients with major depressive disorder.. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 12, 2032-7 . <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000178101.78322.DD>.
5. Ben-Zeev, T., Shoenfeld, Y., & Hoffman, J. R. (2022). The Effect of Exercise on Neurogenesis in the Brain. *The Israel Medical Association journal : IMAJ*, 24(8), 533–538.
6. Berlín, J., Storti, K. y Brach, J. (2006). Uso de monitores de actividad para medir la actividad física en condiciones de vida libre. *Fisioterapia* , 86 8, 1137-45. <https://doi.org/10.1093/PTJ/86.8.1137> .
7. Brooks, G. A., & Mercier, J. (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the "crossover" concept. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md. : 1985), 76(6), 2253–2261. <https://doi.org/10.1152/jappl.1994.76.6.2253>
8. Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The Impact of Menstrual Cycle Phase on Athletes' Performance: A Narrative Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(4), 1667. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>

9. Cassilhas, R. C., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2016). Physical exercise, neuroplasticity, spatial learning and memory. *Cellular and molecular life sciences : CMLS*, 73(5), 975–983. <https://doi.org/10.1007/s00018-015-2102-0>
10. Cassilhas, R. C., Viana, V. A., Grassmann, V., Santos, R. T., Santos, R. F., Tufik, S., & Mello, M. T. (2007). The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(8), 1401–1407. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318060111f>
11. Cantwell, A., Buckholtz, J. W., Atencia, R., & Rosati, A. G. (2022). The origins of cognitive flexibility in chimpanzees. *Developmental science*, 25(5), e13266. <https://doi.org/10.1111/desc.13266>
12. Chesney, M. A., & Tasto, D. L. (1975). The development of the menstrual symptom questionnaire. *Behaviour research and therapy*, 13(4), 237–244. [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(75\)90028-5](https://doi.org/10.1016/0005-7967(75)90028-5)
13. Costa, T., Seffrin, A., Filho, J., Togni, G., Castardeli, E., Lira, C., Vancini, R., Knechtle, B., Rosemann, T., Andrade, M., & Orcid, I. (2022). Effects of aerobic and strength training on depression, anxiety, and health self-perception levels during the COVID-19 pandemic.. *European review for medical and pharmacological sciences*, 26(15), 5601-5610 . https://doi.org/10.26355/eurrev_202208_29433.
14. Cox, E., O'dwyer, N., Cook, R., Vetter, M., Cheng, H., Rooney, K., & O'Connor, H. (2016). Relationship between physical activity and cognitive function in apparently healthy young to middle-aged adults: A systematic review.. *Journal of science and medicine in sport*, 19(8), 616-28 . <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.09.003>.
15. Creer, D. J., Romberg, C., Saksida, L. M., van Praag, H., & Bussey, T. J. (2010). Running enhances spatial pattern separation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(5), 2367–2372. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911725107>
16. Cuesta Hernández, M., & Calle Pascual, A. L. (2013). Beneficios del ejercicio físico en población sana e impacto sobre la aparición de enfermedad [Benefits of exercise in healthy population and impact on disease occurrence]. *Endocrinología y nutrición: organo de la Sociedad Espanola de Endocrinologia y Nutricion*, 60(6), 283–286. <https://doi.org/10.1016/j.endonu.2013.03.003>

17. D. Dajani R., y Uddin, L. Q. (2015). Desmitificando la flexibilidad cognitiva: Implicaciones para la neurociencia clínica y del desarrollo. *Tendencias en neurociencias*, 38(9), 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.07.003>
18. Damrongthai, C., Kuwamizu, R., Suwabe, K., Ochi, G., Yamazaki, Y., Fukuie, T., Adachi, K., Yassa, M. A., Churdchomjan, W., & Soya, H. (2021). Benefit of human moderate running boosting mood and executive function coinciding with bilateral prefrontal activation. *Scientific reports*, 11(1), 22657. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-01654-z>
19. Dasso, N. (2018). How is exercise different from physical activity? A concept analysis. *Nursing Forum*, 54, 45–52. <https://doi.org/10.1111/nuf.12296>.
20. Dyakonova, V., Mezheritskiy, M., Boguslavsky, D., Dyakonova, T., Chistopolsky, I., Ito, E., & Zakharov, I. (2022). Exercise and the Brain: Lessons From Invertebrate Studies. *Frontiers in behavioral neuroscience*, 16, 928093. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.928093>
21. Fernandes, M., Ordônio, T., Santos, G., Santos, L., Calazans, C., Gomes, D., & Santos, T. (2020). Effects of Physical Exercise on Neuroplasticity and Brain Function: A Systematic Review in Human and Animal Studies. *Neural Plasticity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8856621>.
22. Fox, C., Mueller, S., Gray, H., Raber, J., & Piper, B. (2013). Evaluation of a Short-Form of the Berg Card Sorting Test. *PLoS ONE*, 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063885>.
23. Gothe, N. P., Khan, I., Hayes, J., Erlenbach, E., & Damoiseaux, J. S. (2019). Yoga Effects on Brain Health: A Systematic Review of the Current Literature. *Brain plasticity (Amsterdam, Netherlands)*, 5(1), 105–122. <https://doi.org/10.3233/BPL-190084>
24. Heath, M., & Shukla, D. (2020). A Single Bout of Aerobic Exercise Provides an Immediate “Boost” to Cognitive Flexibility. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01106>.
25. Honkala, S. M., Johansson, J., Motiani, K. K., Eskelinen, J. J., Virtanen, K. A., Löyttyniemi, E., Knuuti, J., Nuutila, P., Kalliokoski, K. K., & Hannukainen, J. C. (2018). Short-term interval training alters brain glucose metabolism in subjects with insulin resistance. *Journal of cerebral blood flow and metabolism : official journal of the International Society of Cerebral Blood Flow and Metabolism*, 38(10), 1828–1838. <https://doi.org/10.1177/0271678X17734998>

26. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). Módulo de práctica deportiva y ejercicio físico (MOPRADEF), 2022. Comunicado de Prensa Núm. 34/23. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/moprade/def/doc/resultados_moprade_2022.pdf
27. Jones, N. B. (2016). *Demography and evolutionary ecology of Hadza hunter-gatherers* (Vol. 71). Cambridge University Press.
28. Joshi, A., Pendse, T., y Vaidya, S. (2018) Efecto del ejercicio aeróbico moderado en el estrés percibido durante la fase lútea del ciclo menstrual en estudiantes que siguen un curso profesional. *Revista Nacional de Fisiología, Farmacia y Farmacología*, 8, 705-708. <https://doi.org/10.5455/NJPPP.2018.8.1146213122017>.
29. Kim, Y., O'Sullivan, D., & Shin, S. (2019). Can 24 weeks strength training reduce feelings of depression and increase neurotransmitter in elderly females?. *Experimental Gerontology*, 115, 62-68. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.11.009>.
30. Lachman, M., Neupert, S., Bertrand, R., & Jette, A. (2006). The effects of strength training on memory in older adults.. *Journal of aging and physical activity*, 14 1, 59-73 . <https://doi.org/10.1123/JAPA.14.1.59>.
31. Liang, X., Li, R., Wong, S. H. S., Sum, R. K. W., & Sit, C. H. P. (2021). The impact of exercise interventions concerning executive functions of children and adolescents with attention-deficit/hyperactive disorder: a systematic review and meta-analysis. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 18(1), 68. <https://doi.org/10.1186/s12966-021-01135-6>
32. Lin, Y., & Gao, W. (2023). The effects of physical exercise on anxiety symptoms of college students: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1136900>.
33. Marston, K., Peiffer, J., Rainey-Smith, S., Gordon, N., Teo, S., Laws, S., Sohrabi, H., Martins, R., & Brown, B. (2019). Resistance training enhances delayed memory in healthy middle-aged and older adults: A randomised controlled trial.. *Journal of science and medicine in sport*. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.06.013>.
34. Martini, F., Régis Leite, M., Gonçalves Rosa, S., Pregardier Klann, I., y Wayne Nogueira, C. (2020). El ejercicio de fuerza suprime el deterioro de la memoria espacial inducido por STZ y modula la vía de señalización BDNF/ERK-CAMKII/CREB en el hipocampo de los ratones. *Bioquímica y función celular*, 38(2), 213–221. <https://doi.org/10.1002/cbf.3470>

35. Masley, S., Roetzheim, R. y Gualtieri, T. (2009). El Ejercicio Aeróbico Mejora La Flexibilidad Cognitiva. *Revista de Psicología Clínica en Entornos Médicos*, 16, 186-193. <https://doi.org/10.1007/s10880-009-9159-6>.
36. Mather, M., y Thayer, J. (2018) Cómo la variabilidad de la frecuencia cardíaca afecta a las redes cerebrales de regulación de las emociones. *Opinión actual en Ciencias del Comportamiento*, 19, 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2017.12.017>.
37. Moon, H. Y., Becke, A., Berron, D., Becker, B., Sah, N., Benoni, G., Janke, E., Lubejko, S. T., Greig, N. H., Mattison, J. A., Duzel, E., & van Praag, H. (2016). Running-Induced Systemic Cathepsin B Secretion Is Associated with Memory Function. *Cell metabolism*, 24(2), 332–340. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.05.025>
38. Morland, C., Andersson, K. A., Haugen, Ø. P., Hadzic, A., Kleppa, L., Gille, A., Rinholm, J. E., Palibrk, V., Diget, E. H., Kennedy, L. H., Stølen, T., Hennestad, E., Moldestad, O., Cai, Y., Puchades, M., Offermanns, S., Vervaeke, K., Bjørås, M., Wisløff, U., Storm-Mathisen, J., ... Bergersen, L. H. (2017). Exercise induces cerebral VEGF and angiogenesis via the lactate receptor HCAR1. *Nature communications*, 8, 15557. <https://doi.org/10.1038/ncomms15557>
39. Moss, M., Scholey, A. y Wesnes, K. (1998). La administración de oxígeno mejora selectivamente el rendimiento cognitivo en adultos jóvenes sanos: un estudio cruzado doble ciego controlado con placebo. *Psicofarmacología*, 138, 27-33. <https://doi.org/10.1007/s002130050641>.
40. Pontzer, H., Wood, B. M., & Raichlen, D. A. (2018). Hunter-gatherers as models in public health. *Obesity Reviews*, 19, 24-35.
41. Praag, H., Christie, B., Sejnowski, T., & Gage, F. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice.. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96 23, 13427-31 . <https://doi.org/10.1073/PNAS.96.23.13427>.
42. Ramos-Loyo, J., & Sanz-Martin, A. (2017). Emotional experience and recognition across menstrual cycle and in premenstrual disorder. *International Journal of Psychological Studies*, 9(4), 33. <https://doi.org/10.5539/ijps.v9n4p33>
43. Rathore, A., & Lom, B. (2017). The effects of chronic and acute physical activity on working memory performance in healthy participants: a systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *Systematic reviews*, 6(1), 124. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0514-7>

44. Radák, Z., Hart, N., Sarga, L., Koltai, E., Atalay, M., Ohno, H., & Boldogh, I. (2010). Exercise plays a preventive role against Alzheimer's disease.. *Journal of Alzheimer's disease* : JAD, 20 3, 777-83 . <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-091531>.
45. Rhyu, I., Bytheway, J., Kohler, S., Lange, H., Lee, K., Boklewski, J., McCormick, K., Williams, N., Stanton, G., Greenough, W., y Cameron, J. (2010). Efectos del entrenamiento con ejercicios aeróbicos sobre la función cognitiva y la vascularidad cortical en monos. *Neurociencia* , 167, 1239-1248. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2010.03.003> .
46. Rivera-Morales, Javier, Vargas Guadarrama, Luis Alberto, & Sotuyo, Solange. (2019). Una mirada antropológica a la resistencia física de los rarámuri. *Anales de antropología*, 53(1), 89-99. Epub 30 de noviembre de 2019.<https://doi.org/10.22201/ia.24486221e.2019.1.64596>
47. Ruiz-Tendero G, De Vicente E, Vegara-Meseguer J. Sedentary behavior and physical levels in university students and workers. *Journal of Sport and Health Research*. 2012;4:83-92. Disponible en <https://recyt.fecyt.es/index.php/JSJR/issue/view/4182>
48. Santos-Parker, J. R., LaRocca, T. J., & Seals, D. R. (2014). Aerobic exercise and other healthy lifestyle factors that influence vascular aging. *Advances in physiology education*, 38(4), 296–307. <https://doi.org/10.1152/advan.00088.2014>
49. Schuch, F., Vancampfort, D., Firth, J., Rosenbaum, S., Ward, P., Silva, E., Hallgren, M., Leon, A., Dunn, A., Deslandes, A., Fleck, M., Carvalho, A., y Stubbs, B. (2018) Actividad física y depresión incidente: un metanálisis de estudios de cohortes prospectivos. *La revista americana de psiquiatría*, 175 7, 631-648 .<https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2018.17111194>.
50. Sociedad Mexicana de Psicología. (2009). Código ético del psicólogo. México: Sociedad Mexicana de Psicología.
51. Stubbs, B., Koyanagi, A., Hallgren, M., Firth, J., Richards, J., Schuch, F., Rosenbaum, S., Mugisha, J., Veronese, N., Lahti, J. y Vancampfort, D. (2017). Actividad física y ansiedad: una perspectiva de la Encuesta Mundial de Salud. *Journal of affective disorders*, 208, 545-552 .<https://doi.org/10.1016/j.jad.2016.10.028>.
52. Timinkul, A., Kato, M., Omori, T., Deocarís, C., Ito, A., Kizuka, T., Sakairi, Y., Nishijima, T., Asada, T. y Soya, H. (2008). Efecto de mejora del volumen sanguíneo cerebral mediante ejercicio suave en hombres jóvenes sanos: un estudio de espectroscopia de infrarrojo cercano. *Investigación en neurociencia* , 61, 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.neures.2008.03.012> .

53. Tomoto, T., Verma, A., Kostroske, K., Tarumi, T., Patel, N., Pasha, E., Riley, J., Tinajero, C., Hynan, L., Rodrigue, K., Kennedy, K., Park, D., & Zhang, R. (2022). One-year aerobic exercise increases cerebral blood flow in cognitively normal older adults. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 43, 404 - 418. <https://doi.org/10.1177/0271678X221133861>.
54. Vivar, C., & van Praag, H. (2017). Running Changes the Brain: the Long and the Short of It. *Physiology (Bethesda, Md.)*, 32(6), 410–424. <https://doi.org/10.1152/physiol.00017.2017>
55. 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. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>
56. Wager, T., & Smith, E. (2003). Estudios de neuroimagen de la memoria de trabajo: Neurociencia Cognitiva, Afectiva y Conductual, 3, 255-274. <https://doi.org/10.3758/CABN.3.4.255>.
57. Watanabe, L. P., & Riddle, N. C. (2017). Characterization of the Rotating Exercise Quantification System (REQS), a novel Drosophila exercise quantification apparatus. *PloS one*, 12(10), e0185090. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185090>
58. World Health Organization: WHO. Actividad física. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>. Published 26 de junio de 2024.
59. Zhao, J., Jiang, W., Wang, X., Cai, Z., Liu, Z. y Liu, G. (2020). Ejercicio, plasticidad cerebral y depresión. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 26, 885 - 895. <https://doi.org/10.1111/cns.13385>.

ANEXOS

Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ (1)



Imprimir formulario

Enviar por correo electrónico

PROMOCIÓN
DE LA
SALUD
EN EL
LUGAR
DE TRABAJO

VERSIÓN PARA LOS USUARIOS/AS DE LA EMPRESA

CUESTIONARIO INTERNACIONAL DE ACTIVIDAD FÍSICA (IPAQ)

Nos interesa conocer el tipo de actividad física que usted realiza en su vida cotidiana. Las preguntas se referirán al tiempo que destinó a estar activo/a en los últimos 7 días. Le informamos que este cuestionario es totalmente anónimo.

Muchas gracias por su colaboración

1.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos realizo actividades físicas intensas tales como levantar pesos pesados, cavar, ejercicios hacer aeróbicos o andar rápido en bicicleta?	
Días por semana (indique el número)	
Ninguna actividad física intensa (pase a la pregunta 3)	<input type="checkbox"/>
2.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física intensa en uno de esos días?	
Indique cuántas horas por día	
Indique cuántos minutos por día	
No sabe/no está seguro	<input type="checkbox"/>
3- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días hizo actividades físicas moderadas tales como transportar pesos livianos, o andar en bicicleta a velocidad regular? No incluya caminar	
Días por semana (indicar el número)	
Ninguna actividad física moderada (pase a la pregunta 5)	<input type="checkbox"/>
4.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a una actividad física moderada en uno de esos días?	
Indique cuántas horas por día	
Indique cuántos minutos por día	
No sabe/no está seguro	<input type="checkbox"/>
5.- Durante los últimos 7 días, ¿en cuántos días caminó por lo menos 10 minutos seguidos?	
Días por semana (indique el número)	
Ninguna caminata (pase a la pregunta 7)	<input type="checkbox"/>
6.- Habitualmente, ¿cuánto tiempo en total dedicó a caminar en uno de esos días?	
Indique cuántas horas por día	
Indique cuántos minutos por día	
No sabe/no está seguro	<input type="checkbox"/>
7.- Durante los últimos 7 días, ¿cuánto tiempo pasó sentado durante un día hábil?	
Indique cuántas horas por día	
Indique cuántos minutos por día	
No sabe/no está seguro	<input type="checkbox"/>

Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ (2)



PROMOCIÓN
DE LA
SALUD
EN EL
LUGAR
DE TRABAJO

VALOR DEL TEST:

1. Caminatas: $3'3 \text{ MET}^\dagger \times \text{minutos de caminata} \times \text{días por semana}$ (Ej. $3'3 \times 30 \text{ minutos} \times 5 \text{ días} = 495 \text{ MET}$)
2. Actividad Física Moderada: $4 \text{ MET}^\dagger \times \text{minutos} \times \text{días por semana}$
3. Actividad Física Vigorosa: $8 \text{ MET}^\dagger \times \text{minutos} \times \text{días por semana}$

A continuación sume los tres valores obtenidos:

Total = caminata + actividad física moderada + actividad física vigorosa

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN:

● Actividad Física Moderada:

1. 3 o más días de actividad física vigorosa por lo menos 20 minutos por día.
2. 5 o más días de actividad física moderada y/o caminata al menos 30 minutos por día.
3. 5 o más días de cualquiera de las combinaciones de caminata, actividad física moderada o vigorosa logrando como mínimo un total de 600 MET*.

● Actividad Física Vigorosa:

1. Actividad Física Vigorosa por lo menos 3 días por semana logrando un total de al menos 1500 MET*.
2. 7 días de cualquier combinación de caminata, con actividad física moderada y/o actividad física vigorosa, logrando un total de al menos 3000 MET*.

* Unidad de medida del test.

RESULTADO: NIVEL DE ACTIVIDAD (señale el que proceda)

NIVEL ALTO	<input type="checkbox"/>
NIVEL MODERADO	<input type="checkbox"/>
NIVEL BAJO O INACTIVO	<input type="checkbox"/>

Para finalizar, le vamos a pedir que registre algunos datos de interés estadístico:

SEXO: Hombre Mujer

EDAD: _____

EMPRESA/INSTITUCIÓN: _____

CENTRO DE TRABAJO: _____

POBLACIÓN: _____

PROFESIÓN: _____

CATEGORÍA PROFESIONAL: _____

DEPARTAMENTO EN EL QUE TRABAJA: _____

Los resultados se tratarán de forma global y se mantendrá el anonimato en las publicaciones que puedan derivarse de este cuestionario.

La transmisión de datos se hará con las medidas de seguridad adecuadas en cumplimiento de la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal y el Real Decreto 994/99.

Inventario de Evaluación TAG (GADI)



Tesis: Impacto del Ejercicio en el Estado de Ánimo y Funciones Cognitivas en Diferentes Deportes

miranda.gabriel@uabc.edu.mx [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Inventario de Evaluación del TAG (GADI)

Por favor, asegúrese de responder a todas las preguntas, poniendo una marca en la casilla que mejor describa cómo se ha sentido en las últimas dos semanas (En absoluto, un poco, algo, mucho o extremadamente).

No se detenga demasiado tiempo en cada pregunta, ya que no hay respuestas correctas ni incorrectas.

Por favor, marque sólo una casilla por cada pregunta.

¿Cómo se ha sentido en las últimas 2 semanas? *

	En absoluto	Un poco	Algo	Mucho	Extremadamente
Estoy ansioso/a la mayoría de los días	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me canso fácilmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me preocupo por los acontecimientos cotidianos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Encuentro dificultad para relajarme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me siento «al límite»	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me despierto por la noche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experimento sofocos o escalofríos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo malestar por mi ansiedad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo la boca seca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Temo perder el control, desmayarme o volverme loco/a	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoy molesto/a por la inquietud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sufro mareos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoy molesto/a por tener temblores y sacudidas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo dificultad para coger el sueño	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sufro por la tensión o dolor de los músculos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoy molesto/a por la dificultad con la respiración	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me asusto fácilmente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo dificultad para concentrarme	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tengo dificultad para controlar mi ansiedad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoy molesto/a por hormigueos o insensibilidad en las manos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Me preocupo excesivamente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estoy irritable	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Atrás](#) [Siguiente](#)

[Borrar formulario](#)

Nunca envíe contraseñas a través de Formularios de Google.

Este formulario se creó en Universidad Autónoma de Baja California [Denunciar abuso](#)

Google Formularios

Inventario de Depresión de Beck



Tesis: Impacto del Ejercicio en el Estado de Ánimo y Funciones Cognitivas en Diferentes Deportes

miranda.gabriel@uabc.edu.mx [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

BDI-II

Este cuestionario consiste en 21 grupos de frases. Lea con cuidado cada grupo de frases y luego seleccione una frase en cada grupo que mejor describa la manera en que usted se ha sentido durante **las última dos semanas**, incluyendo el día de hoy. Seleccione al lado de cada frase que usted escoja. Si hay varias frases dentro de un grupo que parecen aplicarse a su situación con la misma relevancia, seleccione la opción que se encuentre en la parte inferior (por debajo) de ese grupo. Asegúrese de no escoger más de una frase por cada grupo de frases, incluyendo el número 16 (cambios en el patrón de sueño) o el número 18 (cambios en el apetito).

1. Tristeza *

- No me siento triste
- Me siento triste la mayor parte del tiempo
- Estoy triste todo el tiempo
- Me siento tan triste e infeliz que no puedo soportarlo

2. Pesimismo *

- No me siento desanimado(a) acerca del futuro
- Me siento más desanimado(a) acerca de mi futuro que de costumbre
- No espero que las cosas me salgan bien
- Siento que mi futuro no tiene esperanza y que las cosas solamente van a empeorar

3. Fracaso *

- No me siento como un fracasado(a)
- He fracasado más de lo que debería
- Mirando a mi pasado, veo muchos fracasos
- Siento que como persona, soy un fracaso total

4. Falta de placer *

- Obtengo tanto placer como antes de las cosas que disfruto
- No disfruto de las cosas tanto como antes
- Obtengo muy poco placer de las cosas que solía disfrutar
- No puedo obtener ningún placer de las cosas que antes disfrutaba

5. Sentimientos de culpa *

- No me siento particularmente culpable
- Me siento culpable por muchas cosas que he hecho o debería haber hecho y no las hice
- Me siento bastante culpable la mayor parte del tiempo
- Me siento culpable todo el tiempo

6. Sentimientos de castigo *

- No siento que estoy siendo castigado(a) por la vida
- Siento que quizá esté siendo castigado(a) por al vida
- Espero ser castigado(a) por la vida
- Siento que estoy siendo castigado(a) por la vida

7. Auto-Desprecio *

- Me siento igual que siempre acerca de mí persona
- He perdido la confianza en mí mismo(a)
- Me siento decepcionado(a) conmigo mismo(a)
- No me gusta quien soy

8. Auto-Crítica *

- No me critico o me culpo a mí mismo(a) más que de costumbre
- Me critico a mí mismo(a) más de lo que solía hacerlo
- Me critico a mí mismo(a) por todos mis defectos
- Me culpo a mí mismo(a) por todo lo malo que sucede

9. Pensamientos o deseos suicidas *

- No tengo ningún pensamiento de matarme
- He tenido pensamientos de matarme, pero no lo haría
- Quisiera matarme
- Me mataría si tuviera la oportunidad

10. Llanto *

- No lloro más de lo que solía llorar
- Lloro más de lo que solía llorar
- Lloro por cualquier cosa
- Siento que aunque quiero llorar, no puedo

11. Agitación *

- No estoy más inquieto(a) o tenso(a) que de costumbre
- Me siento más inquieto(a) o tenso(a) que de costumbre
- Estoy tan inquieto(a) o agitado(a) que me es difícil quedarme quieto
- Estoy tan inquieto(a) o agitado(a) que tengo que estar moviéndome constantemente o haciendo algo

12. Falta de interés *

- No he perdido el interés en otras personas o actividades
- Ahora estoy menos interesado(a) en otras personas o actividades que antes
- He perdido mucho interés en otras personas o actividades
- Se me hace difícil tratar de interesarme en cualquier cosa

13. Indecisión *

- Tomo mis decisiones tan bien como siempre
- Se me hace más difícil tomar decisiones que de costumbre
- Ahora tengo mucha más dificultad en tomar decisiones que de costumbre
- Tengo dificultad en tomar cualquier decisión

14. Falta de valor personal *

- No siento que soy inservible
- No me considero que sea tan valioso o útil como antes
- Me siento inservible en comparación con otras personas
- Me siento completamente inservible

15. Falta de energía *

- Tengo tanta energía como siempre
- Tengo menos energía de la que solía tener
- No tengo suficiente energía para hacer muchas cosas
- No tengo suficiente energía para hacer nada

16. Cambios en el patrón de sueño *

- No he experimentado ningún cambio en mi patrón de sueño
- Duermo algo más que de costumbre
- Duermo algo menos que de costumbre
- Duermo mucho más que de costumbre
- Duermo mucho menos que de costumbre
- Duermo la mayor parte del día
- Despierto 1-2 horas más temprano y no puedo volverme a dormir

17. Irritabilidad *

- No estoy más irritado(a) que de costumbre
- Estoy más irritado(a) que de costumbre
- Estoy mucho más irritado(a) que de costumbre
- Estoy irritado(a) todo el tiempo

18. Cambio de apetito *

- No he experimentado ningún cambio en mi apetito
- Tengo un poco menos de apetito que de costumbre
- Tengo un poco más de apetito que de costumbre
- Tengo mucho menos apetito que de costumbre
- Tengo mucho más apetito que de costumbre
- No tengo nada de apetito
- Tengo muchas ganas de comer todo el tiempo

19. Dificultades de concentración *

- Me puedo concentrar tan bien como siempre
- No me puedo concentrar tan bien como acostumbraba
- Es difícil mantener mi mente en algo por mucho tiempo
- Me doy cuenta que no puedo concentrarme en nada


20. Cansancio o fatiga *

- No me canso o fatigo más que de costumbre
- Me canso o fatigo más fácilmente que de costumbre
- Estoy muy cansado(a) o fatigado(a) para hacer muchas de las cosas que antes hacía
- Estoy muy cansado(a) o fatigado(a) para hacer la mayoría de las cosas que antes hacía

21. Falta de interés en el sexo *

- Recientemente no he notado ningún cambio en mi deseo sexual
- Estoy menos interesado(a) en el sexo que antes
- Ahora tengo mucho menos interés en el sexo que antes
- He perdido el interés en el sexo por completo

Cuestionario de Ciclo Menstrual



Tesis: Impacto del Ejercicio en el Estado de Ánimo y Funciones Cognitivas en Diferentes Deportes

miranda.gabriel@uabc.edu.mx [Cambiar de cuenta](#)

No compartido

Cuestionario de Ciclo Menstrual

Contesta lo más exactamente las siguientes preguntas. (Si eres de sexo masculino pasa a la siguiente sección).

¿En qué fecha tuviste tu última menstruación? (Primer día de sangrado y mes)

Tu respuesta _____

¿Qué tipo de ciclo tienes?

Regular

Irregular

¿Cuántos días dura tu ciclo completo?

<21 días

21 días

22 días

23 días

24 días

25 días

26 días

27 días

28 días

29 días

30 días

32 a 39 días

¿Cuántos días dura tu periodo de sangrado?

Tu respuesta _____

¿Estás tomando anticonceptivos hormonales? (de cualquier tipo)

Sí

No

En caso de que su respuesta anterior fuera afirmativa ¿Cuál anticonceptivo hormonal utilizas?

Tu respuesta _____

[Atrás](#) [Siguiente](#) [Borrar formulario](#)

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.
Este formulario se creó en Universidad Autónoma de Baja California. [Denunciar abuso](#)

Google Formularios