

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Carrera de Medicina

Año2024

Trabajo Final de Carrera (Tesis)

Efecto de una sesión de ejercicio físico sobre lo cognitivo, específicamente sobre la atención y la representación del esfuerzo.

Alumno:

Vega Leandro Martin
Leandromartin.Vega@Alumnos.uai.edu.ar
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Tutor:

González Alejandro Roberto
Alegonzeta@gmail.com
Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud
Universidad Abierta Interamericana

Agradecimientos:

A mi familia, amigos, compañeros y profesionales que me acompañaron en este camino de formación y aprendizaje.

A mi tutor, Lic. Alejandro González que con su calidad humana, experiencia, vasto conocimiento y profesionalismo me guió para el desarrollo de esta tesis. Y a todos los profesores de la UAI que me nutrieron de conocimientos en estos 5 años de carrera, aportando sus conocimientos y experiencias, para que hoy pueda terminar este proceso tan anhelado.

A los compañeros y amigos que me llevo de este hermoso camino, los cuales hicieron el mismo mucho más llevadero y disfrutable.

Y sobre todo a mi familia, la cual es participe de este logro obtenido, a mi mujer y mis dos hijos, quienes creen y apuestan a la formación profesional como cualidad de progreso, porque siempre estuvieron ahí en los momentos que más los necesite. Por las palabras de motivación, por comprender los compromisos a afrontar en esas circunstancias que sentís que no podes más.

En fin, para todos aquellos que eligen una formación permanente. Gracias.

“Efecto de una sesión de ejercicio físico sobre lo cognitivo, específicamente sobre la atención y la representación del esfuerzo”

“Effect of a physical exercise session on cognitive, specifically on attention and representation of effort”

Autores: Vega L; González A

Resumen

Introducción: *Este estudio se centra en la interacción de varios sistemas orgánicos relacionados en la práctica deportiva y la recuperación de lesiones. Se presta especial atención a cómo una alteración en el sistema nervioso central puede afectar el rendimiento físico y la velocidad de las respuestas voluntarias. La fatiga, se considera un proceso neurofisiológico que opera por debajo del nivel de conciencia y se explora la hipótesis de que los cambios en la concentración de ciertos neurotransmisores cerebrales, como la serotonina y la dopamina, pueden causar efectos sobre la atención. Se sugiere que las funciones ejecutivas deterioradas pueden ser responsables de los diferentes efectos en el rendimiento calificado. Finalmente, se propone que el esfuerzo físico puede estar relacionado en lo cognitivo, precisamente al impacto en la atención.* ***Materiales y métodos*** *El estudio examinará el efecto de diferentes tipos de ejercicio físico sobre la atención en una población de deportistas amateurs, lo cual se llevara a cabo con tres tipos de ejercicio de diferente intensidad y cualidad física.* ***Resultados*** *En la aplicación de esta sesión de ejercicio físico se observaron los efectos producidos en los procesos mentales, específicamente en la atención Se mejoró la atención en la población analizada, por consiguiente, este efecto positivo en lo cognitivo debe ser considerado en los procesos de recuperación de lesión como también en la prevención de lesión. Por otro parte, según estudios precedentes, se debe tener en cuenta que el grupo etario tienden a puntuar más alto que los demás grupos etarios y no se encontraron diferencias significativas entre hombres y mujeres.* ***Conclusión:*** *A través de la aplicación de ejercicios aeróbicos, anaeróbicos y de fuerza se puede obtener una mejora en lo cognitivo, específicamente en la atención lo que permite realizar ejercicios físicos con mejor calidad y precisión.*

Palabras claves: *Fatiga, Atención, Rendimiento cognitivo, esfuerzo físico*.

Abstract

Introduction*: This study focuses on the interaction of several related organic systems in sports practice and injury recovery. Special attention is paid to how an alteration in the central nervous system can affect physical performance and the speed of voluntary responses. Fatigue is considered a neurophysiological process that operates below the level of consciousness and the hypothesis is explored that changes in the concentration of certain brain neurotransmitters, such as serotonin and dopamine, can cause effects on attention. It is suggested that impaired executive functions may be responsible for the different effects on graded performance. Finally, it is proposed that physical effort may be cognitively related, precisely to its impact on attention.* ***Material and methods:*** *The study will examine the effect of different types of physical exercise on attention in a population of amateur athletes, which will be carried out with three types of exercise of different intensity and physical quality.* ***Results:*** *In the application of this physical exercise*

session, the effects produced in mental processes were observed, specifically in attention. Attention was improved in the population analyzed, therefore, this positive effect on cognitive aspects should be considered in the recovery processes of injury as well as injury prevention. On the other hand, according to previous studies, it should be taken into account that the age group tends to score higher than the other age groups and no significant differences were found between men and women. ***Conclusion:*** *Through the application of aerobic, anaerobic and strength exercises, an improvement in cognition can be obtained, specifically in attention, which allows physical exercises to be performed with better quality and precision.*

Keywords: *Fatigue, Attention, Cognitive performance, physical effort*

Introducción

En la práctica deportiva como también en los procesos de recuperación de una lesión, participan de manera sincrónica diferentes sistemas orgánicos. La alteración en alguno de los mismos provocaría un efecto, el cual será el objeto de este estudio. El sistema nervioso central es quien comanda los actos voluntarios y una alteración del mismo seria reflejado en el sistema nervioso periférico, como también en la velocidad de respuestas voluntarias.

La fatiga se define como una disminución en la producción de fuerza, o una incapacidad para regenerar la fuerza original, en presencia de una mayor percepción de esfuerzo. (1)

Los modelos explicativos de la fatiga proponen entender a la misma como un proceso neurofisiológico, que actúa por debajo del nivel de conciencia y del control individual.

El sistema nervioso central es el coordinador de la información proveniente del medio externo. El cerebro realizaría un cálculo subconsciente del costo metabólico, para poder lograr el cumplimiento de una tarea o actividad y mantener así la homeostasis del medio interno. (2)

El desequilibrio o alteración de la contracción voluntaria de un determinado músculo, que es consecuencia de una fatiga central, no permitiría la correcta ejecución de los ejercicios planteados en un entrenamiento físico como así también en un programa de rehabilitación.

Una hipótesis explicativa de la fatiga central postula que los cambios en la concentración de ciertos neurotransmisores cerebrales causan fatiga. Por ejemplo, las concentraciones de serotonina (5-hidroxitriptamina) y de dopamina aumentan durante el ejercicio a medida que se desarrolla la fatiga. (3)

Conceptualmente, la fatiga mental es un estado psicológico asociado a una sensación de cansancio y/o falta de energía tras largos períodos de actividades cognitivas que contienen altos niveles de atención, control inhibitorio o monotonía/aburrimiento. (4)

La fatiga mental afecta el rendimiento deportivo durante los ejercicios realizados a una intensidad submáxima y no durante los ejercicios realizados a intensidad máxima y supra máxima. El impacto negativo de la fatiga mental en los ejercicios de intensidad submáxima parece estar mediado por un aumento en la percepción del esfuerzo. (5)

Por lo tanto, la fatiga mental produce efectos negativos en diversas habilidades deportivas, incluidas habilidades técnicas y toma de decisiones. Sin embargo, el impacto es mayor en habilidades ofensivas que en las defensivas, en término del papel de los atletas. Las funciones ejecutivas deterioradas pueden ser responsables de los efectos negativos de la fatiga mental en el rendimiento calificado. (5)

El esfuerzo físico al tener consecuencia en lo cognitivo a través de la alteración de la atención, termina siendo un factor de riesgo de lesión. Además, tendría efectos diferentes cuando se realiza a intensidades variadas.

El efecto de diferentes tipos de ejercicios físico sobre la atención, será objeto de estudio del presente trabajo, como así también la manifestación e interpretación en el deportista.

En el ámbito de la neuropsicología, las funciones ejecutivas son definidas como habilidades complejas o superiores implicadas en la generación, la regulación, la ejecución efectiva y el reajuste de conductas dirigidas a alcanzar un objetivo. La principal característica de las funciones ejecutivas es su independencia del "input", es decir, los mecanismos ejecutivos coordinan información procedente de distintos sistemas de entrada (percepciones de distintas modalidades sensoriales), procesamiento (atención, memoria o emociones) y salida (programas motores). De esta manera, las funciones ejecutivas se nutren tanto de recursos atencionales como de recursos mnésicos, pero su función es la de proporcionar un espacio operativo y un contexto de integración de estos procesos con el objetivo de optimizar la ejecución en función del contexto actual y de la previsión de objetivos futuros. (6)

Las funciones ejecutivas se pueden distinguir en procesos de orden inferior y superior. Las funciones de orden inferior hacen referencia a la inhibición (retener una respuesta dominante), al cambio (cambiar entre tareas o dentro de ellas) y a la actualización (monitorear información en la memoria de trabajo). Estas tareas de orden inferior son susceptibles a la ansiedad y el estrés.

Por otro lado, las funciones de orden superior comprenden la coordinación de procesos cognitivos de orden inferior que trabajan juntos como por ejemplo, toma de decisiones, planificación, resolución de problemas. El deporte proporciona una plataforma óptima para examinar las funciones ejecutivas de orden superior e inferior debido a que se requiere el reconocimiento y procesamiento de situaciones específicas de juego, es decir de las funciones de orden inferior para concretar una de orden superior como puede ser una toma de decisión. (4)

La atención visual, como función ejecutiva superior, generalmente se refiere a la ubicación foveal actual de la atención y se ocupa de saber dónde mirar. Estas fijaciones podrían ayudar a comprender qué estímulos visuales proporcionan a los atletas la mayor cantidad de información. (6)

Los estudios precedentes dan cuenta de los efectos positivos del ejercicio físico sobre la atención,

incluyendo trabajos con aplicaciones de una sesión de entrenamiento o de varias semanas, incluso meses. También, se observaron relaciones importantes entre la práctica de actividad física y la función cerebral. (7)
En la actualidad, se acepta que la atención no es un proceso único, sino que puede ser caracterizado como diversas funciones: a) Estado de alerta, que corresponde a la atención involuntaria y sirve para aumentar la disposición para recibir información del entorno; b) Atención selectiva, que corresponde a un tipo de atención voluntaria y sirve para seleccionar un estímulo específico ignorando los demás; c) Atención sostenida, otro tipo de atención voluntaria, que corresponde a la capacidad de mantener una misma conducta a través del tiempo y la fatiga; d) Atención alternante, un tipo de atención voluntaria, que se manifiesta como la capacidad de cambiar el foco de atención de un objeto a otro; e) Atención dividida, otro tipo de atención voluntaria, que corresponde a la capacidad de focalizarse en dos o más estímulos al mismo tiempo. (8)
El presente trabajo de investigación hace referencia a la relación entre la fatiga periférica y la fatiga central, en función a la atención y a la percepción subjetiva del esfuerzo. Además, se plantea la problemática del efecto de una sesión de ejercicio físico en función de la atención, según la intensidad de mismo. Por lo tanto, se analizaran tres tipos de intensidades de manera comparativa, describiendo los efectos de una sesión de ejercicio físico sobre la atención.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo un estudio experimental con un diseño pre y post intervención para evaluar los efectos de una sesión de ejercicio físico a diferentes intensidades sobre la atención.
La población intervenida fue de 18 deportistas amateur, divididos de manera aleatoria en tres grupos de 6 integrantes cada uno. Cada grupo realizó una sesión de ejercicio físico, de diferente intensidad. La sesión asignada a cada grupo fue de un ejercicio aeróbico, un ejercicio anaeróbico y un trabajo contra resistencia muscular respectivamente. El procedimiento que se le aplicó a cada grupo es el siguiente:

1. Se evaluó la atención en una situación de reposo.

2. Se aplicó a cada grupo, una de las tres pruebas físicas de diferente intensidad.

3. Durante la prueba física se monitoreó la frecuencia cardíaca.

4. Inmediato a la finalización de cada prueba física, se evaluó la percepción del esfuerzo.

5. Se reevaluó la atención al finalizar la prueba física.

Población:

Es un muestreo intencional no probabilístico. Los deportistas seleccionados, comprenden edades entre 40 años y 50 años, cumplidos a la fecha de la investigación. Se conformaron aleatoriamente tres grupos, de seis participantes y la convocatoria fue informal en un centro de entrenamiento y en una pista municipal de atletismo de la ciudad de Lanús.

***Criterios de inclusión**:*

•Tener finalizada como mínimo la escolarización secundaria.

•Tener entre 18 y 50 años de edad cumplidos a la fecha de investigación.

•Presentar una práctica regular de actividad física igual o mayor a 3 horas semanales.

***Criterios de exclusión**:*

•No presentar ningún tipo de lesión en el momento de la investigación, ni en el último mes.

•No estar realizando ningún tratamiento médico.

•No fumar.

•No ingerir sustancias que afecten el rendimiento deportivo.

•No consumir cafeína al menos dos horas antes de la sesión.

•No presentar ninguna cardiopatía. Se acredita mediante certificado médico.

***Variables de Estudio**:*

Variable: Frecuencia Cardíaca

La frecuencia cardiaca es el número de latidos que realiza el corazón por minuto y refleja la intensidad del esfuerzo que debe hacer el corazón para satisfacer las demandas de una actividad. Para cada sujeto de la muestra se determinará su frecuencia cardíaca en reposo (FCr) utilizando el protocolo de 5 minutos de descanso, mientras los sujetos se encuentran acostados en posición decúbito-dorsal en una colchoneta.(9). La medición de la variable se realizará con Monitor de Frecuencia Cardiaca (modelo Garmin Instinct).

Variable: Atención

Una vez alcanzada la frecuencia de reposo se aplicará el test de Stroop de manera individual y acto seguido, se realizará la prueba física. Inmediatamente concluida la misma, se volverá a aplicar el test de atención. Se utiliza como instrumento el Test de Stroop: test de colores y palabras en la adaptación realizada por Golden en 1994.
El test consta de tres láminas en tamaño de papel A4, cada una con cinco columnas y veinte elementos intercalados, para un total de 100 en cada una. El participante cuenta con 45 segundos para leer cada lámina. En la primera lee una lista de palabras que señalan los colores "rojo", "verde", "azul", escritas en tinta negra; en la segunda lee solo el color en que

están escritas una serie de cuatro letras "XXXX", "XXXX", "XXXX" que incluyen los colores de la primera lámina; en la última, la persona debe nombrar el color en que está escrita la palabra que no corresponde a la palabra "rojo", "azul", "verde". (10).

El test permite indagar la atención a través de la integración de los subpuntajes: palabra (P), color (C), palabra-color (PC), y dentro de este proceso psicológico, la capacidad de flexibilidad cognitiva, resistencia a la interferencia y grado de complejidad cognitiva.

Variable: Percepción del esfuerzo

El esfuerzo tiene una representación en la conciencia, el mismo es indicador de la intensidad de la actividad y se puede cuantificar. (1)

Para valorar la percepción subjetiva del esfuerzo se utilizó como instrumento el test de Borg inmediatamente al finalizar la sesión asignada. La escala Borg de esfuerzo percibido mide la gama entera del esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio. Es una valoración subjetiva que indica la opinión del sujeto respecto a la intensidad del trabajo realizado y es cuantificable en una escala de 1 a 10 que comprende rangos de muy, muy suave hasta muy, muy duro. (11)

Variable: Sexo

Según la OMS hace referencia a las características biológicas y fisiológicas que definen a hombres y mujeres.

Intervención

En reunión previa a la realización de la sesión de ejercicio físico, se informó a los deportistas sobre las características del estudio, y se procedió a la asignación de la prueba a cada participante. La inscripción se realizó de forma voluntaria previo a la firma de un consentimiento informado (Ver Anexo).

Cada participante recibió indicaciones sobre descanso, consumo de alcohol y bebida energizante, para ser tenidas en cuenta previa a realizar la evaluación. Todas las mediciones se realizaron durante la mañana (entre 10:00 y 12:00 Hs.)

Grupo 1: Sesión de ejercicio físico: Capacidad anaeróbica

El ejercicio anaeróbico son actividades musculares que requieren una producción de fuerza cercana a la máxima. Una gran parte de las necesidades energéticas se satisfacen por el sistema ATP-PC y por la descomposición anaeróbica de glucógeno muscular (glucolisis) (9)

Son varios los test utilizados para lograr un efecto anaeróbico, uno de ellos es el test de RAST (Running Anaerobic Sprint Test), ya que muestra resultados confiables y sin diferencia significativa al ser validados con los resultados del test de Wingate (12). Este test además ofrece información de la potencia pico, potencia media, potencia mínima e índice de fatiga.

El protocolo para aplicar el test de RAST, sugiere que antes de realizar el test se debe tomar el peso en kilogramos de cada atleta. Para ello se utilizará una balanza electrónica marca KRETZ 5700F. Se iniciará un calentamiento corto de 5' incluyendo movilidad articular y trote suave. Posteriormente se realizarán 5' de estiramiento y se aplicará la prueba de manera individual. La prueba consiste en realizar seis Sprint de 35 m sobre una pista atlética con 10'' de recuperación entre sprint. Para tomar los tiempos se utilizarán cronómetros marca Garmin Instinct y planilla de anotación con espacios para el nombre de la atleta, el peso, la talla y subdivisiones para anotar los tiempos de cada sprint. Al finalizar el test se realizó una recuperación activa. Con los tiempos de cada sprint permite calcular los siguientes datos:
La potencia de cada sprint, en función al peso (p) x distancia 2 (d2) / tiempo2 (t2)
La potencia media, comprende la suma de las seis potencias (p) / seis sprint.
La potencia máxima relativa, resultante de la potencia máxima / peso en Kg.
El Índice de fatiga (%IF), (potencia mayor- potencia menor / potencia mayor) x 100.

Intervención de la prueba anaeróbica

1. Situación de reposo, monitoreo de la frecuencia cardiaca.
2. Se evaluó la atención
3. Durante la prueba física se monitorea la frecuencia cardíaca.
4. Movimientos preparatorios a la prueba y aplicación del Test de Rast
5. Se evaluará la percepción del esfuerzo, al finalizar la prueba.
6. Se reevaluó la atención al finalizar la prueba física.

Grupo 2: Sesión de ejercicio físico: Capacidad aeróbica

El ejercicio aeróbico es el ritmo máximo en que las mitocondrias musculares utilizan el oxígeno para proporcionar energía generando ATP. Las mejores adaptaciones al entrenamiento se logran cuando se realiza a una intensidad óptima de esfuerzo en cada sesión de entrenamiento y a lo largo de un periodo dado de tiempo. (9)

*Se realizó un trabajo sostenido de 20 minutos, en bicicleta fija marca Star trac modelo Spinner Pro, con una intensidad entre el 60 y 75% de la frecuencia cardíaca máxima del sujeto, la cual se obtiene con la fórmula de Karvonen:(FC máx. – FCr) * % de trabajo + FCr; donde FC máx. Es la frecuencia cardíaca máxima y FCr es la frecuencia cardíaca de reposo (9). Esto se controlará con un dispositivo de medición de FC modelo Garmin Instinct.*

Intervención de la prueba aeróbica

1. Situación de reposo, monitoreo de la frecuencia cardiaca.
2. Se evaluó la atención
3. Movimientos preparatorios a la prueba y bicicleta fija con frecuencia cardiaca preestablecida
4. Se evaluará la percepción del esfuerzo, al finalizar la prueba.
5. Se reevaluó la atención al finalizar la prueba física.

Grupo 3: Fuerza contra resistencia muscular

La fuerza máxima que un musculo o grupo muscular puede generar se denomina simplemente fuerza. La capacidad máxima o fuerza se define como el peso máximo que una persona puede levantar en una sola vez. Esto recibe la denominación de una repetición máxima o 1RM. (9). Para enfatizar las ganancias de masa muscular se recomienda entrenar en una zona de pesos ligeramente inferior, comprendida entre el 70% y el 85% de RM. (14).

Para conocer la capacidad máxima de fuerza en cada ejercicio, se utilizará el valor de una repetición máxima a través de la fórmula de Bryzcki (13). En este caso se obtiene el valor máximo de una repetición (RM) de manera indirecta:
*1 RM = kg / (1,0278 – 0,0278 * Rep.). Procedimiento: se utiliza una carga subjetiva de esfuerzo al evaluado y luego debe realizar la mayor cantidad de repeticiones posibles.*

Los ejercicios realizados serán: Sentadilla con barra libre, Press en banco horizontal, Peso muerto y Press militar. Previamente a realizar los intentos sub máximos, se procederá con una movilidad articular como entrada en calor, durante cinco minutos y se seleccionará una carga aproximadamente del 50-60% de la máxima percibida por el individuo. Posteriormente, se les indica realizar la cantidad máxima de repeticiones posibles para obtener el valor máximo, según protocolo de Bryzcki. La sesión de fuerza contra resistencia se realizará a las 48hs siguientes de haber aplicado el test de Bryzcki, desestimando un proceso de inflamación retardada referido al esfuerzo (9). La intensidad del entrenamiento, será entre 70% y 85% en relación a 1RM. Se realizarán 6 series de cada ejercicio, con una pausa de 90 segundos y entre cada ejercicio 3 minutos de recuperación. (14)

Intervención de la prueba fuerza contra resistencia muscular.

1. Situación de reposo, monitoreo de la frecuencia cardiaca.
2. Se evalùa la atención.
3. Movimientos preparatorios a la prueba.
4. Realización de los siguientes ejercicios:
Sentadilla con barra libre.
Press en banco horizontal.
Peso muerto.
Press militar
5. Se evaluará la percepción del esfuerzo, al finalizar la prueba.

6. Se reevaluó la atención al finalizar la prueba física.

RESULTADOS

El objetivo de este estudio es comparar el resultado del test de Stroop antes y después de realizar una actividad física, y ver si hay alguna diferencia significativa entre ambos momentos. Para ello, se aplicó el test de Stroop a una muestra de 18 deportistas amateur, que realizaron una sesión de ejercicio aeróbico, ejercicio anaeróbico y una sesión de trabajo de fuerza. Se registró el número de aciertos y errores en cada una de las tres tareas del test: lectura de palabras, identificación de colores y lectura de palabras con colores. Se indicó con PO el resultado obtenido antes de la actividad física, y con PR el resultado obtenido después de la actividad física.
Para analizar los datos, se asumió que la distribución de probabilidad de los resultados seguía una distribución normal, y se utilizó la t de Student para comparar las medias de PO y PR en cada tarea. La t de Student es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño y la desviación estándar poblacional es desconocida. Se utiliza para realizar pruebas de hipótesis sobre la diferencia entre dos medias muestrales, y para construir intervalos de confianza para dicha diferencia.
La hipótesis nula planteada fue que no había diferencia entre las medias de PO y PR, es decir, que la actividad física no tenía efecto sobre el rendimiento en el test de Stroop. La hipótesis alternativa fue que sí había diferencia entre las medias de PO y PR, es decir, que la actividad física tenía algún efecto sobre el rendimiento en el test de Stroop. Se fijó un nivel de significación de 0,05 para rechazar o aceptar la hipótesis nula.
Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

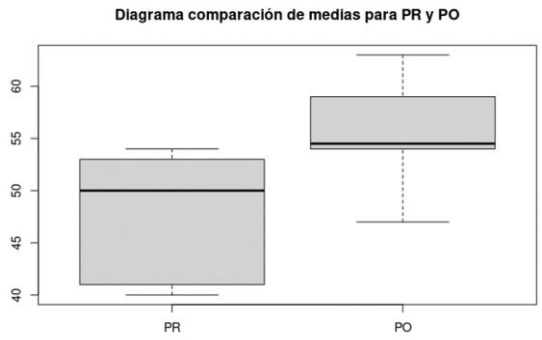


Tabla 1: Comparación de la media pre y post actividad

PR PO

Min. : 40.00 Min. : 47.00

1st Qu.:43.25 1st Qu.:54.00

Median: 50.00 Median: 54.50

Mean : 48.00 Mean : 55.33

3rd Qu.:52.25 3rd Qu.:58.00
Max. : 54.00 Max. : 63.00

El valor de p obtenido fue igual que el nivel de significación establecido, por lo que no se pudo rechazar la hipótesis nula (tabla 2). Esto significa que no hubo una diferencia estadísticamente significativa entre el resultado del test de Stroop antes y después de la actividad física, y que el efecto de la actividad física sobre el rendimiento en el test de Stroop no fue significativo

Comparación de todas las variables con el test de Wilcoxon

El test de Wilcoxon, también conocido como la prueba de los rangos con signo de Wilcoxon, se puede utilizar en este caso si abandonamos la hipótesis de normalidad y homocedaticidad y comparamos todas las variables puestas en juego, tales como el tipo de prueba, la edad, el índice de masa corporal, la frecuencia cardíaca, el peso y el grado de fatiga experimentado al realizar las pruebas. Este test es una prueba no paramétrica que se utiliza para comparar el rango medio de dos muestras relacionadas y determinar si existen diferencias entre ellas. Se utiliza como alternativa a la prueba t de Student cuando no se puede suponer la normalidad de dichas muestras.

.Consideramos en esta segunda oportunidad que las variables PCR y PCA son mediciones relacionadas y no se puede asumir que siguen una distribución normal.

Test t de Student para comparar las medias de PR y PO							
Estimación	Estadístico	p-valor	Grados de libertad	Límite inferior IC 95%	Límite superior IC 95%	Método	Hipótesis alternativa
48.00	−2.22	0.05	9.88	−14.71	0.04	Welch Two Sample t-test	two.sided
55.33	−2.22	0.05	9.88	−14.71	0.04	Welch Two Sample t-test	two.sided

Tabla 2: Aplicación de T de Student para interpretar las modificaciones en valor p.

Para analizar los efectos en la atención a través de una sesión de ejercicio físico se consideraron todas las variables en los deportistas evaluados. Por tal motivo, se utilizó el test de Wilcoxon debido a la amplitud de variables y su precisión en el análisis de los resultados. Para evaluar la variable atención de esta población, se parte de una situación de reposo, donde el evaluado realizó el test de Stroop y luego de una sesión de ejercicio físico, se reevaluó nuevamente la atención.

Con los datos de la tabla 3 realizamos el test de Wilcoxon para comparar la atención medida con test de Stroop antes de la prueba PCR y después de la prueba (PCA), obtenemos los siguientes resultados:

NOMBRE	PRUEBA	PR	CR	PCR	PA	CA	PCA	PESO	ALTURA	IMC	EDAD	FCR	FCA	FATIGA
S1	FZA	86	56	40	93	65	47	88	1.8	26	47	79	84	4
S2	FZA	102	80	53	128	91	63	67	1.7	24	46	80	81	3
S3	FZA	109	80	41	126	77	54	63	1.7	23	46	94	100	3
S4	FZA	95	57	40	94	66	48	88	1.6	27	47	79	85	4
S5	FZA	103	81	53	129	91	63	67	1.7	24	47	81	81	4
S6	FZA	110	80	42	127	78	54	64	1.8	24	47	94	100	4
S1	ANAER	86	56	40	84	66	44	88	1.8	26	47	79	84	4
S8	ANAER	95	83	54	103	89	61	67	1.6	25	47	90	120	4
S7	ANAER	96	78	50	104	86	60	63	1.8	24	46	99	95	7
S6	ANAER	122	82	50	112	90	56	88	1.8	24	47	94	100	4
S1	ANAER	95	83	55	104	90	61	88	1.8	26	47	79	84	4
S3	ANAER	97	78	51	104	87	61	63	1.7	23	46	94	100	3
S7	AER	96	78	50	105	80	55	89	1.8	24	46	99	95	7
S8	AER	122	82	50	127	88	59	67	1.6	25	47	90	120	4
S9	AER	95	83	54	103	82	56	64	1.7	25	47	80	94	3
S1	AER	96	79	51	105	80	56	88	1.8	26	47	79	84	4
S2	AER	102	82	51	128	88	60	67	1.7	24	46	80	81	3
S3	AER	95	84	55	103	82	57	63	1.7	23	46	94	100	3

Tabla 3: variables analizadas

Posteriormente, se analizan los resultados de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. (tabla4)

Se realizó una "corrección de continuidad, esto es, un ajuste que se realiza en las pruebas estadísticas para mejorar la aproximación de la distribución de la prueba a la distribución teórica.

El valor del estadístico de prueba de Wilcoxon en este caso es 0.p-value = 0.005857: El valor p es una medida de la probabilidad de que los resultados de la prueba ocurran al azar. Si el valor p es pequeño (generalmente se toma un umbral de 0.05), significa que se puede rechazar la hipótesis nula. En este caso, el valor p es menor que 0.05, lo que sugiere que hay una diferencia significativa entre las medias de PCR y PCA, esto indica que la hipótesis alternativa para la prueba es que la verdadera diferencia en la ubicación (o la mediana) entre las dos muestras no es igual, es decir que al cotejar todas las variables y suponer que no podemos asumir una distribución normal si tenemos rigor estadístico para afirmar que las medias no son iguales y que la actividad física mejora los índices de atención según lo medido con el test de Stroop.

Test	***Variables comparadas***	***Estadístico de prueba (V)***	***Valor p***	***Hipótesis alternativa***
Prueba de rangos con signo de Wilcoxon con corrección de continuidad	*PCR y PCA*	*0*	*0.005857*	*La verdadera diferencia en la ubicación no es igual a 0*

Tabla 4: Prueba de rango con signo Wilcoxon

DISCUSIÒN

La prueba de t de Student y el test de Wilcoxon son dos métodos estadísticos que se utilizan para comparar la diferencia entre dos grupos. Sin embargo, tienen algunos supuestos y condiciones diferentes que pueden afectar a los resultados.

La prueba de t de Student asume que los datos siguen una distribución normal, es decir, que tienen una forma de campana simétrica. También asume que las varianzas de los dos grupos son iguales o similares. Si los datos no cumplen estos supuestos, la prueba de t de Student puede dar resultados erróneos o poco fiables.

El test de Wilcoxon, en cambio, es una prueba no paramétrica, lo que significa que no asume ninguna distribución específica de los datos. Por lo tanto, es más adecuado para datos que tienen valores atípicos o que tienen varianzas muy diferentes. El test de Wilcoxon se basa en los rangos de las diferencias entre los dos grupos, y no en los valores exactos. Además, el test de Wilcoxon requiere que los datos sean dependientes, es decir, que provengan de las mismas unidades de observación o de pares emparejados.

En este caso particular debido a la heterogeneidad del grupo en análisis se pudo determinar que los datos no cumplen los supuestos de la prueba de t de Student, ya que no se hicieron sobre sujetos de condiciones exactamente semejantes y puede haber otras variables que influyan en la distribución de los datos. Por eso, la prueba de t de Student no detectó ninguna diferencia significativa entre los dos grupos, mientras que el test de Wilcoxon sí lo hizo. El test de Wilcoxon es más sensible a las diferencias en la tendencia central de los dos grupos, que puede ser la mediana o la moda, y no la media. Por lo tanto, el test de Wilcoxon es más apropiado para analizar los datos en este estudio particular.

Si bien el efecto de la actividad física en lo cognitivo está desarrollado en el campo de la investigación, algunos estudios primarios no refieren cambios significativos en sus intervenciones (15). El presente trabajo de investigación arrojó resultados semejantes a estudios realizados previamente en donde a través

de un electroencefalograma se determina que las variaciones se observan sólo en la corteza temporal, una región importante en el procesamiento de la memoria de trabajo. (16)

De acuerdo al efecto de una sesión de ejercicio físico realizada en esta población de deportistas amateurs, los cambios en la atención fueron positivos, lo cual se interpreta como una mejora en la atención de estos deportistas y deberían ser considerados en los procesos de recuperación de lesión como también en la prevención de lesión. Por otro parte según estudios precedentes, se debe tener en cuenta que el grupo etario entre 16 a 44 años tienden a puntuar más alto que los demás grupos etarios (17). Por otro lado, la relación entre la frecuencia cardiaca y la percepción del esfuerzo tiene los mismos resultados con trabajos precedentes donde se informa que la sensación subjetiva del esfuerzo tiene relación directa con la frecuencia cardiaca en la manifestación del participante o deportista (18).

La muestra estudiada no presentó efectos significativos entre hombres y mujeres al igual que otros estudios (19). Este trabajo deja interrogantes que pueden ser disparadores de futuras investigaciones, como por ejemplo el efecto de la actividad física en lo cognitivo de acuerdo al nivel de escolarización.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CONCLUSIÓN

La principal conclusión del presente estudio es que a través de una sesión de ejercicio físico en diferentes intensidades, se obtiene una mejora en lo cognitivo, específicamente en la atención, siendo esta una cualidad muy importante a tener en cuenta en la realización de un ejercicio terapéutico, deportivo o cotidiano para la práctica deportiva o la realización de las actividades básicas de la vida diaria.

BIBLIOGRAFÍA

1. Pageaux B, Lepers R. The effects of mental fatigue on sport-related performance. En: Progress in Brain Research [Internet]. Elsevier; 2018 [citado 18 de julio de 2023]. p. 291-315. Disponible en: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079612318301389

2. Cárdenas D, Conde-González J, Perales JC. La fatiga como estado motivacional subjetivo. Rev Andal Med Deporte. Marzo de 2017; 10(1):31-41.

3. Bailey SP, Davis JM, Ahlborn EN. Effect of increased brain serotonergic activity on endurance performance in the rat. Acta Physiol Scand. mayo de 1992;145(1):75-6.

4. Costa YP da, Freitas-Júnior C, Lima-Júnior D de, Soares-Silva EL, Batista GR, Hayes L, et al. Mental fatigue and ball sports: a narrative review focused on physical, technical, and tactical performance. Motriz: rev educ fis [Internet]. 2022; 28:e10220004822. Available from: https://doi.org/10.1590/S1980-657420220004822

5. Sun H, Soh KG, Roslan S, Wazir MRWN, Soh KL. Does mental fatigue affect skilled performance in athletes? A systematic review. Boullosa D, editor. PLOS ONE. 14 de octubre de 2021;16(10):e0258307.

6. Verdejo-García A, Bechara A. Neuropsicología de las funciones ejecutivas. Psicothema [Internet]. 2010; 22(2):227-235. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=727124960009

7. Pàez-Maldonado JA Reigal RE, Morillo-Baro JP, Crrasco-Beltràn H, Hernàndez-Mendo A, Morales-Sànchez V. Physical Fitness, Selective Attention and Academic Performance in a Pre-Adolescents Sample. Int J Environ Res Public Health. 27 de Agosto de 2020:17(17):6216

8. Maureira Cid F, Henríquez Cruz F, Carvajal Caballero D, Vega Arenas J, , Acuña Díaz C. EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO AGUDO SOBRE LA MEMORIA VISUAL DE CORTO PLAZO EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS. Revista Ciencias de la Actividad Física [Internet]. 2015;16(1):29-35. Recuperado de: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=525652730003

9. Wilmore J.H, Costill D.L. Fisiología del esfuerzo y del deporte, 5ª edición.: Barcelona Paidotribo, 2004

10. Rodríguez Barreto LC, Roa CA, Pulido NDC. Propiedades psicométricas del Stroop, test de colores y palabras en población colombiana no patológica. Univ Psychol. 20 de septiembre de 2016;15(2):255.

11. Burkhalter N. Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la rehabilitación cardiaca. Rev Latino-Am Enfermagem [Internet]. 1996Dec;4(3):65–73. Available from: https://doi.org/10.1590/S0104-11691996000300006

12. Zagatto AM, Beck WR, Gobatto CA. Validity of the Running Anaerobic Sprint Test for Assessing Anaerobic Power and Predicting Short-Distance Performances. J Strength Cond Res. septiembre de 2009;23(6):1820-7.

13 Corvos Hidalgo CA, Bizzozero-Peroni B, Fernández-Giménez S, Pintos-Toledo E. Concordancia entre

ecuaciones de predicción y el método de 1RM en cuatro ejercicios de entrenamiento resistido. Educ. fís. cienc. [Internet]. 4 de abril de 2022 [citado 19 de noviembre de 2023];24(2):e222.

14. Santana W de J, Bocalini DS, João GA, Caperuto EC, Araujo IP de, Figueira Junior A. RECOVERY BETWEEN SETS IN STRENGTH TRAINING: SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS. Rev Bras Med Esporte [Internet]. 2024;30:e2021_0037.

15. Cid FM, Veliz CV, Briceño MH, Ferro EF, Mella CG. Efectos del ejercicio físico sobre la inhibición de respuestas automáticas en estudiantes universitarios. EmásF [Internet].2016 2022 [citado 18 de enero de 2024];7(38):23-24. Disponible en: https://emasf.webcindario.com/

16. Flores Ferro E, Maureira Cid F, Díaz Muñoz H, Navarro Aburto B, Gavotto Nogales O, Matheu Pérez A. Efectos de una sesión de ejercicio físico sobre la actividad neurofisiológica durante la resolución de una prueba de atención selectiva. Retos [Internet]. 1 de julio de 2019 [citado 20 de enero de 2024];36:391-7. Disponible en: https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/68960

17. Rodríguez Barreto LC, Pineda Roa CA, Pulido N del C. Propiedades psicométricas del Stroop, test de colores y palabras en población colombiana no patológica. Univ Psychol [Internet]. 20 de septiembre de 2016 [citado 20 de enero de 2024];15(2):255-72. Disponibleen:https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revPsycho/article/view/12317

18. Calahorro Cañada Fernando, Torres-Luque Gema, Lara-Sánchez Amador J. La percepción subjetiva de esfuerzo como herramienta válida para la monitorización de la intensidad del esfuerzo en competición de jóvenes futbolistas. CPD [Internet]. 2014 Ene [citado 20 Ene2024];14(1):7582.Disponibleen:http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1578-84232014000100009&lng=es.

19. Peña-Casanova J et al. Estudios Normativos Multicéntricos Españoles (Proyecto NEURONORMA): Normas para el Test de Interferencia Color-Palabra de Stroop y la Torre de Londres-Drexel, Archives of Clinical Neuropsicología [Internet].2009 [citado20 Ene2024]; 24(4):413-429. Disponible en: https://doi.org/10.1093/arclin/acp043