



EFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO AERÓBICO AGUDO SOBRE LA MEMORIA VISUAL A CORTO PLAZO EN 15 MINUTOS DE INTERVENCIÓN

SEMINARIO PARA OPTAR AL GRADO
DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN
Y TÍTULO PROFESOR DE EDUCACION MEDIA
EN EDUCACIÓN FÍSICA

FELIPE ANDRES ARIAS RIVAS
LUCIANO ANDRES CORRALES GALLEGOS
MACARENA FERNANDA FAJARDO LOPEZ
GABRIEL ROLANDO FLORES BORBALÁN
NATHALY VICTORIA GALARCE MUÑOZ

PROFESOR GUÍA: DR. ALFONSO CRISTIAN FERNÁNDEZ URRUTIA

Santiago, Chile

2017

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Pregunta de investigación	7
1.2 Justificación	8
1.3 Objetivos de investigación	10
1.3.1 Objetivo general	10
1.3.2 Objetivos específicos	10
1.3.3 Limitaciones de la investigación	10
1.4 Hipótesis	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO	11
2.1 Ejercicio físico	11
2.1.1 Tipos de ejercicio físico.	12
2.1.2 Mediciones del ejercicio aeróbico.	14
2.2 Funciones cognitivas	16
2.2.1 Funciones cognitivas básicas	16
2.2.2 Funciones cognitivas superiores	18
2.2.3 La memoria	19
2.2.3.1 Tipos de memoria	19
2.2.3.2 Memoria de trabajo	21
2.3 Efectos del ejercicio físico sobre memoria de trabajo	23
CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO	25
3.1 Tipo de investigación	25
3.2 Diseño de investigación	25
3.3 Variables de investigación.	26
3.3.1 Memoria de trabajo visual.	26
3.3.2 Ejercicio aeróbico	27
3.4 Población y Muestra	27
3.4.1 Criterios de inclusión:	27
3.4.2 Criterios de exclusión:	27
3.4.3 Características de la muestra	28

3.5 Instrumento	28
3.6 Procedimientos	29
3.6.1 Mediciones de frecuencia cardíaca	31
3.6.2 Medición basal de memoria visual	31
3.6.3 Determinación cargas de trabajo aeróbico	31
3.6.4 Tiempo de receso	31
3.6.5 Aplicación del test	32
3.7 Análisis de datos	32
3.7.1 Statistical Package Social Sciences (SPSS)	32
CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	33
4.1 Grupo Control	33
4.2 Grupo experimental de 15 minutos	36
4.3 Grupo Experimental de 30 minutos	39
CAPÍTULO 5: CONCLUSION Y PROYECCIONES	43
5.1 Conclusión	43
5.2 Proyecciones	44
BIBLIOGRAFÍA	46
ANEXOS	53

INDICE DE TABLAS

Tabla nº 1. Características de la muestra.....	28
Tabla nº2 Rangos Estadísticos de Prueba GC.....	33
Tabla nº3 Prueba de Rangos medios GC.....	35
Tabla nº4 Rangos Estadísticos de Prueba G15.....	37
Tabla nº5 Prueba de Rangos medios G15.....	38
Tabla nº6 Rangos Estadísticos de Prueba G30.....	40
Tabla nº7 Prueba de Rangos medios G30.....	41

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico nº1 Comparación Puntajes GC.....	36
Grafico nº2 Datos de tendencia Central GC.....	36
Grafico nº3 Comparación Puntajes G15.....	39
Grafico nº4 Datos de tendencia Central G15.....	39
Grafico nº5 Comparación Puntajes G30.....	42
Grafico nº6 Datos tendencia G30.....	42

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evidenciar cuales son los efectos que tiene una sesión de ejercicio físico aeróbico de 15 minutos sobre la memoria visual de corto plazo, para esto se utilizó un tipo de investigación cuantitativo con un alcance correlacional y un diseño cuasiexperimental. Se trabajó con una muestra no probabilística de 45 sujetos entre hombres y mujeres divididos en un grupo control y 2 grupos intervención, con un espectro de edad de 18 a 25 años, a quienes se citó en primera instancia para aplicar un test de memoria visual posterior a la toma de frecuencia cardiaca en reposo. Se realizó una segunda citación después de un receso de 7 días para retomar el test de memoria visual después de una sesión de trote de 30 y 15 minutos para los grupos de intervención sobre una trotadora eléctrica con una intensidad de trabajo de entre el 60% y el 70% de la frecuencia cardiaca máxima. Los resultados de las pruebas realizadas y comparadas demuestran que una sesión de ejercicio físico produce efectos de carácter positivo sobre la memoria visual de corto plazo en 30 y 15 minutos de intervención.

Palabras clave: Ejercicio aeróbico - Memoria visual a corto plazo - Test de Benton - Trote - intensidad de trabajo - Frecuencia Cardiaca de reposo - Frecuencia Cardiaca de trabajo.

Abstract

The main proposal of this study work was to show all the effects in 15-minutes of aerobic physical exercise session on short-term visual memory, for this, it used a quantitative research with a correlational scope and a quasi-experimental design. The study work was made with a non-probabilistic sample of 45 subjects between men and women divided in one control group and two intervention groups, between of spectrum age between 18 to 25 years, who were placed in the first instance to perform a visual memory test after taking of resting heart rate. A second appointment was made after a break of 7 days to retake the visual memory test after a 30 and 15 minutes jog session for the intervention groups on an electric treadmill with a work intensity between of 60% and 70% of the maximum heart rate. The results of the tests performed and compared show us a physical exercise session produces positive effects on short-term visual memory in 30 and 15 minutes of intervention.

Key words: Aerobic exercise - Short term visual memory - Benton test - Jogging - work intensity - Resting heart rate - Work heart rate.

INTRODUCCIÓN

En respuesta a la escasa literatura circulante al día de hoy sobre los efectos de la actividad física en relación a las capacidades cognitivas, este estudio surge con el propósito de abordar una temática planteada inicialmente en “Efectos del ejercicio físico sobre la memoria visual de corto plazo en estudiantes universitarios” (Maureira, Henríquez, Carvajal, Vega y Acuña, 2015), donde se demostró que con 30 minutos de actividad física aeróbica o anaeróbica existen mejoras en resultados de un test de memoria visual aplicado a estudiantes de la Universidad SEK. Esta investigación aborda dicha temática desde la perspectiva de la Carrera de Pedagogía en educación física y la salud de la Universidad Católica Silva Henríquez con foco en la utilización de un tiempo de intervención menor a los 30 minutos planteados por el estudio original, esto en busca de resultados similares o mejores.

Para esta investigación se revalidó el protocolo de ejercicio físico aeróbico utilizado en la Universidad SEK y se llevó a cabo el mismo, realizando una variante de tiempo al aplicar una sesión de actividad física aeróbica durante 15 minutos como duración de intervención.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Pregunta de investigación

La actividad física tiene beneficios conocidos en el organismo como la prevención del sobrepeso y la obesidad (Livingstone, 2001) o el incremento en la eficiencia del aparato cardiovascular (Pate, Pfeiffer, Trost, Ziegler y Dowda, 2004), pero también existen beneficios menos conocidos como el mejoramiento de las capacidades cognitivas gracias a la práctica de ejercicio físico, situación que ocurre especialmente después de la actividad física aeróbica (Maureira, Henríquez, Carvajal, Vega y Acuña, 2015).

La literatura evidencia efectos cognitivos inmediatos después de la actividad física, por ejemplo en tareas de tiempo de reacción simple (Hogervorst, Riedel, Jeukendrup y Jolles, 1996), en tareas de búsqueda visual (Ask, 1998 en Llorens, F. 2015) y actividades de toma de decisiones complejas (Marriotte, Reilly y Miles, 1993). Otros estudios han demostrado que trabajos de ejercicio físico bajo los 60 minutos producen efectos sobre la cognición inmediatamente tras su finalización, por ejemplo, Maureira et al. (2015) demuestra que 30 minutos de actividad aeróbica o anaeróbica mejoran los resultados de un test de memoria de trabajo. Los tiempos de intervención con ejercicio físico suelen ser de 30 minutos o cercanos a ellos, sin que la literatura muestre estudios utilizando tiempos menores o el tiempo mínimo requerido para obtener algún beneficio cognitivo.

Debido a los antecedentes mencionados es que surge la siguiente pregunta de investigación:

¿Se producen efectos en la memoria de trabajo visual de estudiantes de educación física de la Universidad Católica Silva Henríquez con una sesión de ejercicio físico aeróbico agudo de 15 minutos?

1.2 Justificación

La presente investigación busca determinar el efecto de la actividad física aeróbica aguda sobre la memoria visual a corto plazo. Considerando la existente investigación de Maureira et al. (2015) donde se demuestra que en 30 minutos de actividad aeróbica o anaeróbica mejoran los resultados de un test de memoria de trabajo. Debido a la escasa literatura disponible en lo que respecta a estudios de esta índole con la utilización de tiempos bajo los 30 minutos de ejercicio aeróbico, nace la iniciativa de investigar sobre los efectos del ejercicio físico aeróbico sobre la memoria de trabajo visual específicamente en 15 minutos de intervención. La determinación de este tiempo se basa en los tiempos de trabajo de resistencia expuestos por Weineck (2005), quien los divide en resistencia de corta, media y larga duración. A la vez, los trabajos de resistencia de larga duración se subdividen en 3, del cual fue seleccionado el tiempo de resistencia de larga duración I (RDLI) que considera trabajos sobre 8 minutos hasta 30 minutos.

Diversos estudios aclaran que la memoria de trabajo visual, comprende uno de los procesos indispensable para el aprendizaje siendo este un estímulo directo, el cual logra una representación concreta y un diseño puntual con precisión de una información temporalmente almacenada (Kulp, Edwards y Mitchell, 2002). Este tipo de memoria tiene una alta correlación con la capacidad de lectura, palabras e imágenes (Pino y Bravo, 2005), siendo esta la encargada de retener y almacenar la información por varios segundos, archivando la información sensorial para utilizarla en la resolución de problemas a corto plazo (García, 2015) Otro estudio realizado en estudiantes por Manzanero 2008 indica que la memoria visual a corto plazo es aquella que permite que la información recibida pueda ser utilizada y almacenada en la memoria a largo plazo, La memoria visual ayuda a los estudiantes a recordar cómo se ven esas palabras para que puedan reconocerlas a lo largo de una oración. Por medio de la reiteración del estímulo visual en pequeños intervalos. Esto les ayuda a leer con menor duda y a convertirse en lectores más fluidos.

Por otro lado la actividad física tiene beneficios conocidos en el organismo, incluyendo el mejoramiento de capacidades cognitivas (Riquelme, Sepúlveda, Muñoz y Valenzuela, 2013) una línea de investigación reciente en educación física, la cual podría mostrar los beneficios del ejercicio físico sobre el rendimiento académico de los estudiantes, a través de la potenciación de funciones cerebrales básicas en el proceso de aprendizaje (Pino y Bravo, 2005). Estas mejoras pueden ser producidas por una serie de respuestas agudas en el organismo como el aumento de neurotransmisores sinápticos o el aumento del flujo sanguíneo cerebral (Ando, Kokubu, Yamada y Kimura, 2011). De igual

forma se producen respuestas crónicas como la plasticidad cerebral, aumento de la vascularización de las regiones cerebrales. Por su parte, el ejercicio aeróbico a largo plazo muestra claras mejoras en el lóbulo frontal (Kubota 2002).” Los lóbulos frontales son las estructuras cerebrales de más reciente evolución en la especie humana, presentan la organización funcional más compleja y diversa del cerebro humano”(Flores y Ostrosky, 2008). Estos representan un sistema de planeación, regulación y control de los procesos psicológicos (Luria, 1986); asimismo la coordinación, selección de múltiples procesos, diversas opciones de conducta y estrategias con que cuenta el humano son guiadas por las motivaciones e intereses de este. (Miller & Cohen, 2001).

Dentro de la investigación de Maureira et al. (2015) se encuentran resultados favorables en la memoria visual a corto plazo tras una intervención de 30 minutos de actividad física aeróbica aguda, pero si se quisiera llevar a cabo esta intervención con la utilidad de mejorar la memoria de trabajo visual y así proponer una nueva metodología para incrementar los beneficios anteriormente planteados. Es así como esta investigación se propone el encontrar resultados dentro de los 15 minutos, lo que de ser favorable significaría un tiempo más acotado, entregando así una mayor viabilidad para su uso. Un recurso a utilizar para llevar a cabo la propuesta, consiste en sesiones de ejercicio aeróbico realizadas a una intensidad de trabajo entre el 60% y el 70% de la frecuencia cardiaca máxima, cuya duración es de 15 minutos y son guiados por un profesor de Educación Física. Estas aportan beneficios que permiten aumentar la concentración, mejorar el estado de ánimo y hacer que el sistema respiratorio funcione mejor, además mejora los índices metabólicos (Fundación Chile Vive Sano, 2011) Cabe destacar que las sesiones de ejercicio aeróbico que se proponen en este estudio, apuntan específicamente al trote.

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

- Determinar si una intervención de ejercicio físico aeróbico agudo de 15 minutos en estudiantes de Pedagogía en Educación Física de la Universidad Católica Silva Henríquez produce efectos sobre la memoria de visual a corto plazo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar frecuencias cardiacas de reposo y trabajo para dictaminar las intervenciones de 15 y 30 minutos.
- Conocer y comparar puntajes de memoria de trabajo visual de la muestra antes y después de la intervención, aplicando el test de benton forma D.

1.3.3 Limitaciones de la investigación

La limitación de esta investigación radica en que los resultados son sólo aplicables a la muestra utilizada, correspondiente a una institución determinada, lo cual no permite extrapolar los resultados a grupos o poblaciones.

1.4 Hipótesis

H_1 = Existen mejoras en los puntajes de memoria de trabajo visual pre y post intervención para el tratamiento aplicado.

H_{01} = No existen mejoras en los puntajes de memoria de trabajo visual pre y post intervención para el tratamiento aplicado.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

Es necesario, ahondar conceptualmente en todas las aristas que se desprenden de la temática abordada por el estudio, para esto, se revisó y consideró necesario tratar ciertos puntos como el ejercicio físico, los tipos de ejercicio físico y las formas de medición del ejercicio aeróbico. Dentro del plano cognitivo, las funciones cognitivas, la memoria y los tipos de esta, serán desarrolladas a lo largo del presente capítulo.

2.1 Ejercicio físico

A continuación se detallarán conceptos generales que serán de utilidad para la comprensión y aclaración de esta investigación. Como concepto global primeramente se deben aclarar las diferencias entre los términos actividad física y ejercicio físico.

Para Blair (2004) ejercicio físico se define como “Toda actividad física planificada, estructurada y repetitiva que tenga por objetivo estar en forma o la mejora o mantenimiento de uno o más componentes de la condición física. Una parte de la actividad física planeada y que persigue un propósito de entrenamiento”.

Por otro lado La actividad Física para la Organización Mundial de la Salud (OMS) la considera como el factor que interviene en el estado de la salud de las personas, y la define como la principal estrategia en la prevención de la obesidad entendiéndose como “cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos y que produce un gasto energético por encima de la tasa de metabolismo basal. Incluye actividades de rutina diaria, como las tareas del hogar y del trabajo” (2017: 1). También involucra dentro de este concepto actividades que requieren de algún grado de esfuerzo como, por ejemplo, lavarse los dientes, trasladarse de un lugar a otro para satisfacer las necesidades, limpiar la casa, lavar el auto, realizar un deporte de alto rendimiento y muchas otras más que el ser humano realiza diariamente. (Bouchard, Shephard, Stephens, Sutton, McPherson, 1990)

Conforme a La Organización Panamericana de la Salud (2007) en su estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud afirma que la actividad física se vincula al concepto de salud y calidad de vida como una estrategia o intervención efectiva que permite mejorar la autopercepción, el nivel de satisfacción de las necesidades individuales y colectivas y los beneficios reconocidos que esta trae desde lo biológico,

psicosocial y cognitivo, además de ser un factor de protección para prevenir, en general, la instauración de enfermedades crónicas.

Una postura importante que define y clasifica a la actividad física es la realizada por el Colegio Americano de Medicina Deportiva (1995), que afirma que una vez el individuo se mueve voluntariamente, aumenta su metabolismo como producto de la actividad muscular, de suerte que ya está realizando una actividad física que se convierte en la base de los niveles de intensidad de la misma.

Aclarados estos dos conceptos, durante investigación se referirá al ejercicio físico entendiéndose como una subcategoría de la actividad física ya que este consta de movimiento físico planeado, estructurado, repetitivo y dirigido hacia un objetivo puntual, en tanto, la actividad física por su parte y desde una perspectiva fisiológica se refiere a cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que dan como resultado un gasto energético.

2.1.1 Tipos de ejercicio físico.

El cuerpo humano se encuentra condicionado para producir la energía que sea necesaria en la realización de cualquier tarea por diversa que esta sea y se adecúa según la intensidad de la actividad o ejercicio físico planteados, esto con el fin de que sus células funcionen de forma precisa (Ortega, Sánchez, Pinilla, Amat, 1997). Esto se traduce en una serie de cambios fisiológicos en el organismo que variarán si la persona está previamente entrenada o se trata de un sedentario (Barbany y Cairó, 2002), entre estos cambios se distinguen principalmente el disponer de las kilocalorías necesarias para la contracción muscular (Moya, 1989) y ofrecer más oxígeno a los músculos involucrados en el esfuerzo mediante la recogida de oxígeno del aire inspirado para su posterior transporte a los tejidos (Álvarez Sala, 1986). Dependiendo de la actividad y activación requerida por el organismo para la realización de una actividad física es que se pueden clasificar estas actividades en esfuerzos o ejercicios aeróbicos y anaeróbicos, considerándose anaeróbicos los ejercicios de corta duración que no cuentan con una elevada necesidad de oxígeno para ejecutarse satisfactoriamente mientras que aquellos en que se emplea de forma continua y prolongada el oxígeno para mantener en funcionamiento del organismo durante la tarea se les conoce con el nombre de actividades o ejercicios aeróbicos (Mel. C., Verkhoshansky, 2004)

El sistema muscular transforma la energía química en mecánica. Pero para que se lleve a cabo la contracción muscular son necesarias dos cosas: la existencia de un estímulo nervioso que excite el músculo y la presencia de energía química aprovechable por la fibra muscular (León, 2004). Esta última puede presentarse de diferentes procedencias según la vía energética utilizada para generar dicha energía.

El sistema anaeróbico Aláctico, llamado así por ser una reacción que no necesita de oxígeno para su funcionamiento ni produce ácido Láctico, aporta energía de forma rápida, potente y poco duradera estimulando las fibras rápidas, la capacidad contráctil de la musculatura implicada, afinando gestos técnicos de corta duración y alta intensidad para la producción de mayor potencia de ejecución y mejorando el proceso de producción de energía a partir del combustible Aláctico, es decir, incrementar la concentración de ATP en el músculo (Nicot, 2011).

El sistema anaeróbico Láctico, que forma adenosín trifosfato o ATP mediante la glicolisis, que es un proceso anaeróbico láctico, donde la resíntesis de ATP se desarrolla conforme a la desintegración de glúcidos, lo que culmina en la formación de energía y ácido láctico. La potencia anaeróbica láctica viene a ser la mayor tasa para la producción de energía en forma de ATP durante un esfuerzo máximo con la contribución de energía de origen glucolítico. Siendo los principales objetivos de esta vía metabólica el estímulo de las fibras rápidas, tolerar el aumento de la concentración de lactato y coordinar todos los sistemas del organismo en pos de la actividad física (Nicot, 2011)

El sistema aeróbico se caracteriza por la presencia y necesidad de oxígeno ya que produce principalmente su energía a través de la respiración celular que ocurre en las mitocondrias, lo que es un proceso fundamentalmente oxidativo. Este sistema cuenta con lo que se conoce como inercia inicial del sistema aeróbico, lo que hace alusión a los 2 – 3 minutos que toma al organismo en aumentar la capacidad aeróbica para conseguir un VO₂ max. más elevado que en el reposo o en el estado anterior a la utilización del sistema aeróbico. Ante la actividad física realizada durante este sistema energético el organismo busca la estimulación de las fibras del tipo I que son fibras musculares de contracción lenta y cuentan con un gran potencial oxidativo y las fibras de tipo II que son de contracción rápida y poseen un potencial oxidativo más bajo (Gollnick, 1982). A esta vía energética se le atribuyen actividades o ejercicios de alta duración e intensidad moderada, cabe

mencionar como anexos a este sistema energético el hecho de que incide de forma evidente en la termorregulación corporal y en la deshidratación del organismo (Nicot, 2011)

Teniendo en cuenta las principales vías energéticas y sus implicancias en el organismo es importante tener en cuenta que si bien el cuerpo humano cuenta con estos distintos sistemas energéticos para complacer la realización de distintas tareas según sea su duración y/o exigencia, es pertinente indicar que estos sistemas son interdependientes y superponibles, lo que quiere decir que siempre estarán presentes y trabajando en conjunto para mantener todas las actividades que enfrenta la persona en su quehacer, con claras predominancias de un sistema energético sobre otro según el requerimiento y no de forma independiente (Ardie, Katch, 1986).

2.1.2 Mediciones del ejercicio aeróbico.

Para entender y relacionar los métodos de medición, en la realización del ejercicio físico, debemos comprender y reconocer que en diversas investigaciones se establece la medición como el uso de valores que proveen descripciones de caracteres cuantitativos y pueden ser manipulados a fin de obtener información con respecto a los sujetos. (Martínez, 2008, pág.26)

Además, con esta información, se pueden establecer bases para planificar sesiones de ejercicio para un individuo, con intensidades y cargas adaptadas a sus características propias. Uno de estos datos corresponde al consumo máximo de oxígeno (VO₂max), el cual se entiende como la capacidad del sistema cardiorrespiratorio de captar, transportar e intercambiar oxígeno, para abastecer los requerimientos de todos aquellos procesos fisiológicos y celulares del organismo (Wasserman, Hansen, Sue, Stringer, Whipp, 2005). Los procesos de medición se dividen en métodos del tipo directo e indirecto, considerándose método directo a las pruebas que evalúan la cantidad de oxígeno que el sujeto consume en una unidad de tiempo, mientras se encuentra conectado a un sistema analizador de gases y es sometido a la realización de un esfuerzo progresivo hasta el agotamiento (Martínez, 2008). La medición indirecta, por su parte, se presenta cuando el valor de la magnitud de interés se obtiene midiendo los valores de otros volúmenes relacionados a esta mediante fórmulas matemáticas o leyes físicas (Godino, Batanero, Ro; 2002).

A partir de la medición indirecta es que nos vinculamos con la evaluación de la capacidad aeróbica, teniendo énfasis principalmente en los parámetros de consumo máximo de oxígeno. (Niño, 2010)

Existen numerosas pruebas para la valoración de la capacidad aeróbica, que tienen como objetivo la medición o estimación del consumo de oxígeno máximo. Para la evaluación de este se requiere de tests que generen un estrés fisiológico que produzca el efecto deseado en el sistema cardiopulmonar de forma oportuna y eficiente. Debe realizarse con un seguimiento y control que disminuya los márgenes de error en la obtención de datos, es importante que el estímulo sea del metabolismo oxidativo (Niño, 2012). A modo general se establecen diversas clasificaciones dónde se identifican pruebas de intensidades constantes o crecientes y pruebas directas e indirectas. Los métodos directos de medición del VO₂max requieren el análisis de los gases (O₂ y CO₂) que se intercambian durante la realización de un esfuerzo máximo. Son aparatos bastante complejos, que para su manejo requieren personal especializado y el máximo control de las condiciones de realización. Dentro de estos aparatos podemos encontrar la bolsa de Douglas, monitores cardíacos y cintas rodantes.

Los métodos indirectos para valorar el VO₂ máx se basan en la aplicación de cargas submáximas para relacionar la frecuencia cardiaca con el trabajo físico realizado. Los resultados obtenidos sirven para estimar el VO₂ máximo en base a criterios estadísticos. (Casajus, Rodríguez, 2011).

Se cuenta también, con pruebas de ejercicio máximo o submaximal. Las pruebas submaximales son de menor esfuerzo que permiten pronosticar esta variable mediante ecuaciones. Para la elección de la prueba se debe tener en cuenta para evaluación, las necesidades, disponibilidad de equipo y espacio, condiciones de los sujetos o población, los criterios de confiabilidad y validez de los test. Existen diferentes medios para este tipo de pruebas, entre ellos se encuentran cintas, cicloergómetro, prueba del escalón (Niño, 2010).

Se debe considerar una variable adicional al del ya mencionado VO₂max, esta es conocida como la Frecuencia Cardiaca, que se define como el número de latidos que el corazón realiza en un minuto, expresado generalmente en pulsaciones por minuto. (Edwards 2010; Kirkpatrick y Birnbaum 1997).

Para (Garatachea, 2002) la frecuencia cardiaca es la única variable, determinante del Vo_2 , que puede ser monitorizada fácilmente durante un esfuerzo y en cualquier situación, ésta la define con un número de contracciones ventriculares por minuto efectuadas por el corazón, medida generalmente expresada en latidos por minuto o pulsaciones por minuto. A su vez existe una subdivisión de la frecuencia cardiaca, la de reposo corresponde al mínimo de pulsaciones necesarias para poder realizar las funciones vitales. Esta debe medirse inmediatamente después de despertar, sin levantarse de la cama y en un estado de relajación. Haciendo referencia a la frecuencia cardiaca máxima, esta corresponde al mayor número de pulsaciones que realiza el corazón durante un minuto de tiempo y a la cual no ha de alcanzarse nunca en una sesión de ejercicio (Merí, 2005).

Para la medición directa de la frecuencia cardiaca se cuenta con instrumentos como pulsómetros los que entregan información exacta de las pulsaciones cardiacas del sujeto que hace uso de ellos durante el ejercicio. Una forma indirecta para medir esta variable, es utilizando una ecuación matemática pre determinada, la cual entregará un estimado de la frecuencia cardiaca máxima del sujeto.

2.2 Funciones cognitivas

Refiriendo a las funciones cognitivas, se definen como las capacidades bases que le permiten al ser humano recibir, seleccionar, almacenar, transformar y recuperar la información que se recibe del exterior (Begoña, 2013). Estas, a su vez, se pueden clasificar en dos tipos, básicas y complejas.

2.2.1 Funciones cognitivas básicas

Es necesario, al referirse a las funciones básicas del área cognitiva, apuntar a los conceptos de atención, memoria y las funciones ejecutivas. La atención es comprendida como la percepción selectiva y dirigida, interés por una fuente particular de estimulación y esfuerzo o concentración sobre una tarea (Van Zomeren y Brouwer, 1994). Se entiende también, que la atención es una función bilateral, es decir, que cada hemisferio del cerebro estaría especializado en una capacidad, en este caso, el derecho se encuentra mejor capacitado para regular la atención selectiva a través de vías noradrenérgicas (Cooley y Morris, 1990).

Entrando en materia de la memoria, se puede definir como, “la capacidad de retener y de evocar eventos del pasado, mediante procesos neurobiológicos de almacenamiento y de recuperación de la información, básica en el aprendizaje y en el pensamiento” (Etchepareborda y Abad-Mas, 2005, pp. 79). A través de procesos básicos la codificación de la información, proceso donde se prepara la información para ser guardada. Este proceso de almacenamiento de la información, posee etapas comunes como la categorización u ordenamiento, y finalmente por la evocación correspondiente al proceso de recuperación de la información. (Etchepareborda y Abad-Mas, 2005).

La función ejecutiva alude a un orden superior de procesos cognitivos que supervisan el control sobre varios niveles inferiores, y guían el proceso para lograr comportamientos dirigidos a metas (Jurado MB., Rosselli M., & Matute E. 2008). Aun así, para las funciones ejecutivas no existe un consenso científico para exponer una conceptualización, sin embargo, están relacionadas con ciertas funciones de autorregulación que permiten al sujeto controlar, organizar, coordinar otras funciones cognitivas, al igual que respuestas emocionales (Sastre-Riba S. 2008). A raíz de esto, algunos autores han intentado aproximar una definición como en el caso de Lezak (1982) que se refiere a ellas como las reguladoras del comportamiento humano imprescindible para formular metas y la forma de conseguirlas, y las divide en 4 áreas funcionales (Lezak, 1995) las cuales son, la volición, donde una persona determina lo que necesita, la planificación, como el seguimiento de los pasos que hay que llevar a cabo para cumplir una intención, la acción intencional y la ejecución efectiva que corresponden a iniciar una tarea y modificar la secuencia de conductas a lo largo de esta. La ejecución efectiva corresponde a realizar una tarea de forma correcta en cuanto a términos de regulación, automonitorización, autocorrección, tiempo e intensidad.

Pero para Soprano (2003) el término Función ejecutiva se aplica a un amplio espectro de procesos vinculados a la capacidad de organización, anticipación, planificación, inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad, control y autorregulación de la conducta, la relación entre estas habilidades, implicadas en la realización de una tarea o resolución de un problema conduce al sujeto a una correcta y eficiente ejecución. Entre las nombradas se destacan la planificación, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental y la inhibición. Las cuales se explican a continuación:

- **La planificación:** quizás la más importante por la capacidad que otorga a un individuo de integrar, secuenciar y desarrollar pasos para lograr metas a corto, mediano o largo plazo. (Tsukiura, Fujii, & Takahashi, 2001).
- **La memoria de trabajo:** corresponde a la retención de una información para resolver un problema (Baddeley, 1994).
- **La flexibilidad mental:** para Robbins (1998) es la capacidad de una persona para cambiar un esquema de pensamiento o de acción adaptándose por las variables que surgen durante la realización de una tarea.
- **La inhibición:** actúa directamente regulando la atención (Matthews, Simmons, Arce, & Paulus, 2005) y los procesos mentales que ocurren dentro y fuera de la corteza prefrontal (Cohen, 1994).

2.2.2 Funciones cognitivas superiores

Estas funciones están estrechamente relacionadas con el lóbulo frontal (Duffy y Campbell, 1994) el cual puede dividirse a su vez en distintas áreas funcionales que atienden distintas tareas cognitivas. (Quintana y Fuster, 1999).

El lóbulo frontal se representa jerárquicamente por la ejecución de las acciones desde las neuronas motoras hasta el Cortex frontal que se organiza en el Cortex motor primario, encargado de los movimientos esquelético, el Cortex premotor que actúa en la ejecución de movimientos más complejos y por último el Cortex prefrontal con una mayor representación en la ejecución de las acciones (Fuster, 1999) debido a que esta área del cerebro es la que tiene más interconexiones con otras áreas del cortex (Jodar, 2004).

Entre las funciones cognitivas del lóbulo prefrontal están las ya nombradas, memoria de trabajo y planificación. Pero Jódar (2004) agrega 2 conceptos más, los cuales son:

- **Conceptualización:** Permite a las personas la posibilidad de establecer categorías y actuar según ellas. Como por ejemplo la organización de objetos con un concepto de por medio.
- **Regulación de las acciones externas:** La capacidad de regulación permite integrar y valorar las acciones externas que rigen el comportamiento.

Existen, además, áreas del cortex que cumplen distintas funciones, como:

- **Cortex orbital:** Esta área del lóbulo prefrontal disminuye los distractores, como pueden ser actitudes instintivas, lo que permite lograr una mejor concentración en la acción que se ejecuta (Jódar 2004).
- **Cortex paralímbico singular anterior:** Corresponde a la mediación entre la iniciación de las acciones, en la intencionalidad de las respuestas y en la focalización de la atención (Bradshaw, 2001).

2.2.3 La memoria

La memoria es un proceso por el cual la información adquirida se convierte en conocimiento que se almacena para ser evocado en situaciones futuras. Teniendo relación estructural y funcional con el sistema nervioso central (SNC) y que se caracteriza por adquisición, almacenamiento y reposición de la información y las experiencias previas aprendidas, ingresadas por alguna vía sensorial, es así que la memoria no se considera una facultad de la mente, sino que se compone de múltiples sistemas que tienen diferentes principios operativos y diferentes neuroanatomía (Squire, 2007). Los diferentes estudios a lo largo de la historia han determinado estructuras cerebrales relacionadas con la memoria como hipocampo, tálamo, lóbulo temporal, entre otras. En 1957, Brenda Milner realiza un hallazgo estableciendo el principio fundamental de que la memoria es una función cerebral distinta, separable de otras habilidades perceptivas y cognitivas, y también identificó la parte medial del lóbulo temporal como importante para la memoria (Scoville y Milner 1957, Squire 2009).

2.2.3.1 Tipos de memoria

La memoria se puede clasificar según el tiempo que es efectiva, Atkinson y Shiffrin (1968) proponen una estructura multi-almacén de registro sensorial, dividiéndola en memoria a corto plazo y largo plazo. Tulving (1972) en la memoria a largo plazo diferencia dos tipos: memoria episódica y memoria semántica. Baddeley y Hitch (1974) propone además la existencia de una memoria de trabajo. Posteriormente, Tulving (1995)

propone la existencia de cinco sistemas de memoria: la representación perceptual, memoria procedural, memoria semántica, memoria episódica, memoria de trabajo.

También, la memoria se puede clasificar según la naturaleza de lo que se recuerda, es decir, memoria declarativa y memoria no declarativa (Solís, López, 2009).

Dentro de los tipos de memoria ya nombrados, es preciso aclarar el concepto la memoria de corto plazo y la memoria de trabajo puesto que están relacionadas directamente con el test que se utilizará para las mediciones del estudio.

a) Memoria de corto plazo: permite mantener información por poco tiempo, es decir, es un tipo de memoria temporal, de capacidad limitada, requiere repetición continua y nos permite realizar procesos cognitivos del tipo básico y al instante (Solís, López, 2009).

b) Memoria de trabajo: La memoria de trabajo implica recursos limitados con los que temporal y simultáneamente almacena, mantiene y actualiza información compleja relacionada con la acción (Baddeley, 2003). La memoria de trabajo está formada por dos sistemas: el control de la atención, con capacidad muy limitada, encargada de manipular por ejemplo la información proveniente del lenguaje, visoespacial la cual es la responsable de manejar las imágenes mentales. A nivel estructural, es así, que el funcionamiento de la memoria de trabajo depende de las áreas sensoriales primarias, del lóbulo prefrontal, núcleo dorso-mediano tálamo y neocórtex, entre otras (Solís, López, 2009).

La memoria de trabajo a diferencia de la memoria de corto plazo, implica la activación de múltiples sitios encefálicos en los que se almacena temporalmente la información, reteniéndola por intervalos de tiempo progresivamente más largos (Tirapu y Muñoz, 2005).

La memoria visual a corto plazo es aquella que permite que la información recibida pueda ser utilizada y almacenada en la memoria a largo plazo. La memoria visual ayuda a reconocerla por medio de la reiteración del estímulo visual en pequeños intervalos, que permite el reconocimiento de lo visualizado (Azcoaga, 1984).

En la vida cotidiana, la información visual sigue llegando al registro, y esta nueva información reemplaza casi de inmediato a la información antigua, un proceso que suele

llamarse enmascaramiento. Más vale así, por otro modo la información visual simplemente se acumularía en el registro sensorial y se mezclarían por completo, en condiciones normales de visión, la información visual se borra del registro sensorial aproximadamente la cuarta parte de un segundo y es reemplazada por nueva información (Morris, 2001)

Memoria a largo plazo: Este tipo de memoria retiene información desde minutos hasta un tiempo ilimitado. Se subdivide en memoria declarativa o explícita y memoria no declarativa, implícita o procedimental.

- La memoria declarativa es la capacidad de recordar hechos y acontecimientos, estos se almacena como representaciones las cuales son flexibles y pueden guiar el desempeño exitoso en una amplitud de condiciones (Konkel A., Cohen N. 2009)
- La memoria no declarativa se considera una colección de habilidades de la memoria simples acondicionadas, el cebado, y otras instancias donde la experiencia cambia al interactuar con el mundo. La memoria no declarativa ocurre como modificaciones dentro de sistemas de rendimiento especializados, y lo que se aprende se expresa a través del desempeño en lugar del recuerdo. Las diferentes formas de memoria no-declarativa son apoyadas por sistemas cerebrales específicos fuera del sistema de memoria del lóbulo temporal mediano (Eichenbaum y Cohen, 2001)

2.2.3.2 Memoria de trabajo

El concepto de memoria de trabajo aparece después de que los constructos de memoria a corto plazo y memoria a largo plazo fueran insuficientes para explicar algunos hallazgos científicos como por ejemplo el mecanismo por el cual el material almacenado en la memoria a corto plazo pasa a formar parte de la memoria a largo plazo (Passig, 1994).

La memoria de trabajo mantiene la información en un estado fácilmente accesible a través de breves períodos de tiempo (varios segundos a minutos). Se requiere esta función para el futuro comportamiento dirigido a un objetivo y nos permite actuar más allá de los confines del aquí y ahora.

Tomando en cuenta la definición Según Baddeley (1994), el cual divide la memoria de trabajo en 3 componentes, para justamente poder analizar con mayor profundidad el concepto transformándolo de la forma global a una forma más específica.

Baddeley (2003) nombra al primer componente de esta estructura, como lazo fonológico, al mismo tiempo sub divide este concepto en dos partes, la primera de esta es la encargada de retener la información por pocos segundos, en caso de no aplicar el segundo subcomponente, esta información será borrada, en caso de aplicar el segundo componente (refuerzo) el cual consiste en un ensayo sub-vocal que mantiene la información para que este no sea olvidado, con esto permite que sean almacenados y pueden volver a ser reproducidos.

El segundo componente llamado esquema espacial tiene la función de integrar información espacial, visual y posiblemente también kinestésica dentro de una representación unificada de manera de que la persona pueda operar con ella o almacenarla temporalmente.

El último componente llamado ejecutivo central es el más complejo y difícil de entender. Este componente tiene la función de controlar a la memoria de trabajo como también coordinar los otros dos subsistemas: lazo fonológico y esquema espacial (Baddeley A., Hitch, G. 1994)

Por otra parte, Richardson (1996) define la memoria de trabajo como un sistema complejo responsable del almacenamiento y procesamiento temporal de la información. De igual forma ubica la memoria a corto plazo como una capacidad limitada.

Otra manera de procesar información, en referente de sonido o significado, esto nos da una mayor interpretación, entregándonos información de la utilidad de la memoria de trabajo.

- La memoria de trabajo es necesaria para mantener los objetivos y sub-objetivos en la resolución de problemas.
- Las diferentes capacidades en la memoria de trabajo provocan diferencias en la resolución de problemas.
- La memoria de trabajo tiene la capacidad de procesar rápidamente la información.
- Una interferencia en la memoria de trabajo se traduce en peores prestaciones en las tareas de razonamiento.
- La memoria de trabajo también es necesaria en la comprensión del lenguaje.

- Sirve para almacenar información sobre un texto pronunciado o leído mientras se codifica el resto.
- Sobre la información que ha sido almacenada por un tiempo breve, los procesos de comprensión trabajan sobre ellos, para producir un significado coherente para el texto completo.
- La memoria de trabajo es necesaria para la comprensión de frases (Conrad 1964).

2.3 Efectos del ejercicio físico sobre memoria de trabajo

En la literatura ya abordada, a continuación se revisará estudios que respaldan los efectos producidos por la práctica de ejercicio físico agudo de resistencia sobre las funciones ejecutivas, específicamente memoria de trabajo.

Según, Chang, Tsai, Huang, Wang y Chu (2004) en su investigación cuyo objetivo fue evaluar el efecto del ejercicio de resistencia aguda en múltiples medidas cognitivas en adultos de mediana edad y abordar la cuestión de si se producen mejoras cognitivas generales o selectivas, se encontró que el ejercicio físico de resistencia aguda mejoraba varios aspectos de las funciones cognitivas, en especial las funciones ejecutivas demostrando que facilita la cognición general, pero tiene un efecto más beneficioso sobre la cognición que implica el control ejecutivo. También, se logró demostrar en el estudio de Pontifex, Hillman, Fernhall, Thompson y Valentini (2009) que el ejercicio mejoró la memoria de trabajo, con ejercicio del tipo aeróbico, teniendo en cuenta que la memoria de trabajo implica recursos limitados que temporalmente y simultáneamente almacena, mantiene y actualiza información compleja relacionada con las acciones, para uso activo y desempeña un papel en la consolidación de la información para el almacenamiento a largo plazo.

Los efectos observados desde cambios estructurales mayores hasta modificaciones de la morfología fina celular, se encuentra entre ellos, el considerado como el catalizador para los efectos subsiguientes, el aumento en el flujo sanguíneo cerebral, aumento de la concentración de factores de crecimiento asociados con angiogénesis (Gustafsson, Puntschart, Kaijser, Jansson y Sundberg, 1999), el aumento en la proliferación de células endoteliales asociadas con la angiogénesis (Ekstrand, Hellsten y Tingström, 2008) y alteraciones dendríticas en varias poblaciones neuronales de los circuitos del hipocampo (Stranahan, Khalil y Gould, 2010), Estos cambios estructurales pueden contribuir a los

cambios inducidos por el funcionamiento de la función cognitiva (Baddeley, 2003). Es decir, “se establece que el ejercicio induce una variedad de cambios neurobiológicos, incluyendo cambios en la plasticidad sináptica, la densidad de la columna dendrítica y la vasculatura” (Van Praag, 2009: 1). Estos hallazgos sugieren que una sesión de ejercicio aeróbico agudo ha demostrado afectar el proceso neuroelectrico como una consecuencia del control ejecutivo, aumentando el procesamiento cognitivo y la velocidad de clasificación de estímulos (Hogan, O’Hora, Kiefer, Kubesch, Kilmartin, Collins, et al, 2015).

En la literatura se encuentran variados estudios que utilizan técnicas de resonancia magnética, a modo de comprobar los efectos a nivel neural, que se relacionan con la mejora de la memoria de trabajo posterior a una sesión de ejercicio agudo aeróbico, los cuales han demostrado , que el ejercicio agudo influyó significativamente en la activación cerebral, con una mayor activación del prefrontal medio derecho, lingual derecho y fusiforme izquierdo, con una disminución de la activación del córtex cingulado anterior, del frontal inferior izquierdo y del lóbulo paracentral derecho. Es decir estos resultados son de gran importancia a la hora de comprender los efecto del ejercicio agudo sobre la memoria de trabajo (Li, Men, Chang, Fan, Ji y Wei, 2014).

Asocia positivamente el ejercicio agudo con la activación del lóbulo prefrontal siendo está considerada como el área que se activa en todo funcionamiento de tareas de la memoria de trabajo y el lóbulo occipital, también se estima que el “área frontal medio del lado derecho, localizado en el área del polo ventral y frontal, refleja la coordinación y el desplazamiento de la información entre múltiples tareas cognitivas y funciones como u atribución de tareas complejas (Li, et al., 2014).

CAPÍTULO 3: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo cuantitativa con un alcance correlacional, que tiene como fin conocer que grados de relación existe entre dos o más variables entre si. La investigación se define como el conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican en el estudio de fenómenos (Hernández, Fernández y Baptista, 2010. P.4).

- Para Hernández et. al (2010) el enfoque cuantitativo es secuen'cial y probatorio, lo que quiere decir que, posee una estructura rigurosa donde no se pueden obviar ninguno de los pasos a seguir. Partiendo desde una idea, poster'iormente la revisión de la literatura, la formulación de hipótesis a raíz de la pregunta de investigación, la determinación de variables y finalmente la formulación de un plan para probarlas.

3.2 Diseño de investigación

Esta investigación posee un diseño cuasi experimental, por el hecho de que la muestra se encuentra reducida a un grupo específico y no es seleccionada al azar. Por otro lado, existe manipulación de una variable independiente para evidenciar efectos sobre una variable dependiente (Hernández, et. al, 2010).

Creswell (2009) denomina a los experimentos como estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen. Es posible experimentar con seres humanos, seres vivos y ciertos objetos. (Hernandez, et. al 2010 p., 121)

El concepto de diseño de investigación se refiere a las estrategias a seguir para obtener la información deseada por los investigadores (Hernández, et. Al 2010. p., 141)

Es necesario definir el concepto de diseño experimental, como la manipulación intencional de una acción para analizar sus posibles resultados. (Hernández et. Al 2010)

El diseño cuasiexperimental, se caracteriza por la manipulación de una o más variables independientes para observar efectos y relacionarlos con una o más variables dependientes.

3.3 Variables de investigación.

3.3.1 Memoria de trabajo visual.

La memoria visual juega un papel clave en guiar el comportamiento y las diferencias individuales en la capacidad de memoria visual a corto plazo son altamente predictiva de las capacidades cognitivas superiores

La memoria de trabajo visual es aquella que mantiene el funcionamiento activo de la información captada a través de un estímulo visual, dicho estímulo tiene como la finalidad servir a las necesidades de las tareas que se encuentran en curso en dicho momento, Por lo tanto, esta será la encargada del almacenamiento de información que provenga del sistema visual (logie, 1995)

Según Kosslyn (1994) gracias a este tipo de memoria se puede recordar las propiedades visibles de los objetos, los lugares o personas, esto el autor lo denomina como el ojo de la mente.

Visto desde otro punto de vista Luck y Hollingworth (2008) plantean que aun cuando la memoria visual es la encargada de mantener información sobre las propiedades perceptivas de los objetos, el formato en que se codifica esta información abarca un rango de posibilidades que va desde las imágenes mentales de bajo nivel generadas en áreas visuales tempranas hasta representaciones visuales de alto nivel

3.3.2 Ejercicio aeróbico

Es la capacidad que tiene el organismo para mantener un esfuerzo continuo durante un largo periodo de tiempo. El tipo de esfuerzo puede ser de intensidad leve o moderada, existiendo un equilibrio entre el gasto y el aporte de O₂. (García manso, 2002).

3.4 Población y Muestra

- La población seleccionada para este estudio corresponde a 519 alumnos que cursan la carrera de pedagogía en educación física, de la Pontificia Universidad católica Cardenal Raúl Silva Henríquez durante el año 2017.(UCSH)
- Se trabajó con una muestra no probabilística intencionada, correspondiente a 45 alumnos de la carrera de Pedagogía en Educación Física de la UCSH. Los cuales se encuentran en un rango etario a partir de los 18 hasta los 25 años.

3.4.1 Criterios de inclusión:

- Se incluyen estudiantes de la universidad perteneciente a la carrera de pedagogía en Educación Física.

3.4.2 Criterios de exclusión:

Se excluyen del grupo de estudio:

- Deportistas seleccionados universitarios.
- Estudiantes que practiquen más de 4 horas de ejercicio a la semana de forma volitiva.
- Todos los sujetos que tengan enfermedades biológicas o psicológicas.
- Sujetos con lesiones físicas.

3. 4.3 Características de la muestra

Tabla I. Características de la muestra (n o promedios +/- d.s).

n	45
Edad (años)	22,1 +/- 1.9
Sexo (m/f)	22/23
Estudiantes de P. Educación Física UCSH	45
Estudiantes que practican actividad física moderada	23
Estudiantes que no practican actividad física	22
Horas de actividad física de estudiantes	2,43 hrs.
Estudiantes evaluados en GC	15
Estudiantes evaluados en (G15)	15
Estudiantes evaluados en (G30)	15
FC R. Grupos Intervención	67,4 +/- 13.3
FC T. Grupos Intervención	151,7 +/- 4,6

3.5 Instrumento

Se utilizará el test de memoria visual de Benton Forma D. (Benton, 1981) (*Ver Anexo 2*). Corresponde a un para la evaluación de la percepción visual, la memoria visual y las habilidades visoconstructivas. El test consiste en 10 láminas constituidas por distintas figuras geométricas de borde negro expuestas en un fondo blanco. Las láminas son

presentadas de forma consecutiva mediante un protocolo que dispone de 10 segundos para la observación de la lámina y luego cuenta con 15 segundos en los que el sujeto evaluado debe dibujar la imagen recordada lo más parecida posible a la lámina observada, agotado el tiempo de dibujar se prohíben las correcciones y se procede con el tiempo de observación para la siguiente lámina. La valoración del test se realiza en base a los aciertos y errores en cada una de las láminas que dibuja el sujeto. Las omisiones de figuras, rotaciones, desplazamientos, errores de tamaño, distorsiones están considerados como errores.

3.6 Procedimientos

Se reclutó a los sujetos de la carrera de educación física que se encuentran en el campus Lo Cañas que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión determinados en la investigación, los seleccionados proceden a llenar su Ficha de Identificación Personal (*Ver Anexo 3*) y son dispuestos entre grupo control, grupo de intervención 30 minutos y grupo intervención de 15 minutos.

Se dispuso para la toma de test de un laboratorio cerrado, libre de distractores y condiciones ambientales. Este se divide en dos secciones; la sala 1 (*Ver Anexo 4, Foto 1, 3 y 7*), donde se toma la muestra de frecuencia cardíaca de reposo (FCr) y las intervenciones físicas, para esto se cuenta con una camilla (*Ver Anexo 4, Foto 4*) y maquina trotadora (*Ver Anexo 4, Foto 3 y 6*) respectivamente. En la sala 2 (*Ver Anexo 4, Foto 5*) se encuentra el escritorio para la toma del Test de Memoria Visual de Benton Forma D. Antes de comenzar con las tomas de test se coloca un letrero en la puerta para evitar que interrumpan al sujeto en participación del proceso.

Para la toma de FCr se colocó un dispositivo monitor cardiaco Garmin en la muñeca derecha de los sujetos, mientras el estudiante se encuentra recostado en una camilla decúbito dorsal en la sala 1, durante 5 minutos para obtener la FCr utilizando el protocolo de Descanso de 5 minutos (Baker, 2002), luego de finalizar la toma de frecuencia cardiaca, se le retiró el dispositivo monitor cardíaco y se dió paso al sujeto a sala 2 en donde se aplicó el test de memoria visual de Benton en forma D, quien se encontraba sentado en un escritorio con 10 hojas en blanco, un lápiz grafito y goma de borrar para que realice el test. Para la realización de este test se retiró todo tipo de distractor que podría afectar en

el resultado del mismo, se le preguntó al sujeto si conoce el test de Benton en Forma D., se detalló que este constaba de 10 imágenes, que se mostrarán de forma consecutiva con tiempos de 10 segundos para observar la lámina y 15 segundos para dibujarla y realizar las correcciones pertinentes, se instruyó a los sujetos que debían dibujar lo más parecido a lo que visualizaron en cada imagen. Un examinador extra controló el tiempo con un cronometro y dió las alertas para comenzar y terminar de observar y dibujar cada imagen.

Con los datos de FCr se calculó la Frecuencia Cardíaca de Trabajo (FCt), mediante utilización de la fórmula Karvonen, a la que debieron someterse durante la sesión de ejercicio físico, específicamente con acción de trote.

Se tomó un receso de 7 días para citar nuevamente a los sujetos en virtud de que perdieran todo registro de la primera toma del test de memoria visual de corto plazo. A los participantes que se les aplicó una sesión de trote, en esta ocasión sometidos a una sesión de 30 y 15 minutos para cada grupo correspondiente, se les solicitó la asistencia con ropa adecuada para la práctica de actividad física.

Para la intervención se colocó el monitor cardíaco Garmin en la muñeca derecha del sujeto y se le ubicó sobre la maquina trotadora eléctrica dispuesta en la sala 1, la velocidad de la trotadora se reguló en relación a la FCt de cada sujeto. El trote es continuo y se mantiene la comunicación estrictamente necesaria con el participante. Como medida de seguridad se le prende de la ropa al corredor un seguro que inhabilita la máquina en caso de que este se aleje o caiga de la máquina. Terminado el tiempo de trote asignado, se le ofreció al participante un vaso con agua para su hidratación y toallas de papel absorbente para secar el sudor. Posterior a esto y de la forma más presta posible se pasa al sujeto a la sala 2 donde se le invita a sentarse y realizar el test de memoria Visual de Benton Forma D. utilizando el mismo protocolo que en la primera sesión dando exactamente las mismas instrucciones y en el mismo orden. El sujeto hizo abandono del laboratorio tras finalizar el test de memoria visual de corto plazo.

El grupo control fue el único grupo que estuvo exento de la sesión de ejercicio físico, por lo que esa sección del protocolo no fue aplicada a los sujetos asignados a dicho grupo.

3.6.1 Mediciones de frecuencia cardíaca

Para cada sujeto de la muestra se determinó su frecuencia cardíaca de reposo (FCr) utilizando el protocolo de descanso de 5 minutos (Baker, 2002). Para esto se instaló un dispositivo monitor cardíaco Garmin, mientras el estudiante se encontraba recostado en una camilla en decúbito dorsal. Esto para constatar que la FC de cada sujeto de la muestra se encontraba en reposo antes de la aplicación del test de memoria visual.

3.6.2 Medición basal de memoria visual

Durante la primera citación a los estudiantes, inmediatamente posterior a la toma de frecuencia cardíaca y previo a la determinación de cargas de trabajo se les aplicó el test de memoria visual de Benton en forma D. (Benton, 1981) que se realizó de manera individual, en una sala de clases, donde no existían distracciones para la ejecución de la prueba.

3.6.3 Determinación cargas de trabajo aeróbico

Se determinó la frecuencia cardíaca máxima (FC_{máx}) con la fórmula de Swain y con la fórmula Karvonen $((220 - \text{FCr}) * (\% \text{ de esfuerzo}) + \text{FCr})$ se determinó la frecuencia de entrenamiento (FC_e). Con este valor se cuantificó la carga del esfuerzo físico aeróbico agudo entre un 60% y 70 % de trabajo (Willmore y Costill, 2002).

3.6.4 Tiempo de receso

Entre el procedimiento de toma de datos, estimación de capacidad aeróbica máxima y de trabajo y aplicación del test de Benton y la toma del segundo test post intervención se contempla un tiempo de espera de al menos 7 días. Esto bajo el conocimiento de que el recuerdo de algún estímulo visual no significativo (neutro) disminuye en un 95% o más luego de 6 y 7 días (Sahakian, 1976, citado en Papalia y Wendkos, 1998)

3.6.5 Aplicación del test

En la segunda citación de los estudiantes se les aplicó una sesión de esfuerzo durante 30 y 15 minutos en una cinta trotadora a una intensidad entre el 60 y 70% de su FC_{máx}, excepto al grupo control. Los tiempos corresponden a los distintos grupos de la muestra a evaluar. Una vez terminada la correspondiente sesión de esfuerzo físico se aplicó nuevamente el test de memoria visual de Benton en forma D.

3.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos se presentan como medias y desviaciones estándar y se analizan prueba de hipótesis para diseños relacionados mediante pruebas no paramétricas de Wilcoxon. El nivel de significancia estadística que se considera para la investigación es el valor de $p < 0.05$ con un nivel de confianza del 95%. Para el análisis de estas pruebas se utilizó el programa estadístico SPSS 18.0 para Windows.

3.7.1 Statistical Package Social Sciences (SPSS)

El SPSS es un completo programa de computación que permite el tratamiento de información a partir de variables cuantitativas y cualitativas disponibles tanto en formato SPSS como en otros formatos compatibles con el Programa (por ej.- ASCII, SYSTAT, LOTUS, EXCEL...). Las funciones incorporadas en SPSS facilitan el análisis estadístico descriptivo, inferencial y multivariable así como la obtención de gráficos a partir de los distintos cálculos efectuados.

El programa mencionado anteriormente se ha utilizado dentro del análisis de datos de la investigación.

CAPÍTULO 4: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentarán los datos obtenidos a través de la aplicación del instrumento de medición en los 3 grupos que fue dividida la muestra.

4.1 Grupo Control

En la **Tabla 2**. Se presenta el análisis de los resultados de la primera y segunda toma de los test realizados por el grupo control. En esta se expresan dentro de la columna N la cantidad de resultados que presenta cambios negativos, positivos y que no presentaron cambios entre el puntaje obtenido en el primer test y en el segundo (Empates).

Rangos Estadísticos de Prueba		N	Rango promedio	Suma de rangos
Grupo Control Puntaje 2 - Grupo Control Puntaje 1	Rangos negativos	3 ^a	5,00	15,00
	Rangos positivos	8 ^b	6,38	51,00
	Empates	4 ^c	-	-
	Total	15	-	-
<p>a. Grupo Control Puntaje 2 < Grupo Control Puntaje 1</p> <p>b. Grupo Control Puntaje 2 > Grupo Control Puntaje 1</p> <p>c. Grupo Control Puntaje 2 = Grupo Control Puntaje 1</p>				

TABLA N°2 Rangos Estadísticos de Prueba Grupo Control

Analizando los datos de la **Tabla 2**, el valor 3 de la columna N en el rango negativo corresponde a 3 sujetos los cuales obtuvieron un puntaje menor en su segundo test obteniendo un rango promedio de 5,00. En cuanto a los rangos positivos se obtuvo que 8 sujetos presentaran un puntaje mayor en su segundo test el cual arrojó un rango promedio de 6,38. Finalmente 4 personas no presentaron variaciones en su puntaje obtenido entre la primera y segunda toma de test. Se realizó la comparación entre los rangos promedio (5,00 y 6,38) para evidenciar si existen diferencias entre los resultados obtenidos entre el primer y segundo test con el programa SPSS. Si se obtiene un valor sobre 0,05 en la significación asintótica bilateral quiere decir que las medias convertidas en rangos son iguales. Si se obtiene un valor inferior a 0,05 quiere decir que las medias transformadas en rangos son diferentes entre sí.

En la **Tabla 3**, se evidencia que la comparación entre los rangos medios para el grupo control, la significación asintótica bilateral arroja un valor de 0,088 lo que quiere decir que ambas medias comparadas son estadísticamente iguales, por lo que se puede afirmar que no existen variaciones entre la primera y segunda toma del test para el grupo control.

Prueba de Rangos medios GC	
	Grupo Control Puntaje 2 Grupo Control Puntaje 1
Z	-1,706^b
Sig. asintótica (bilateral)	,088
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

TABLA N°3 Prueba de Rangos medios GC

A continuación se presentan gráficos de comparación entre los puntajes obtenidos (*Ver anexo 1*) en la primera toma del test de memoria visual de Benton en Forma D realizado al grupo control y la segunda toma del test realizada al mismo grupo.

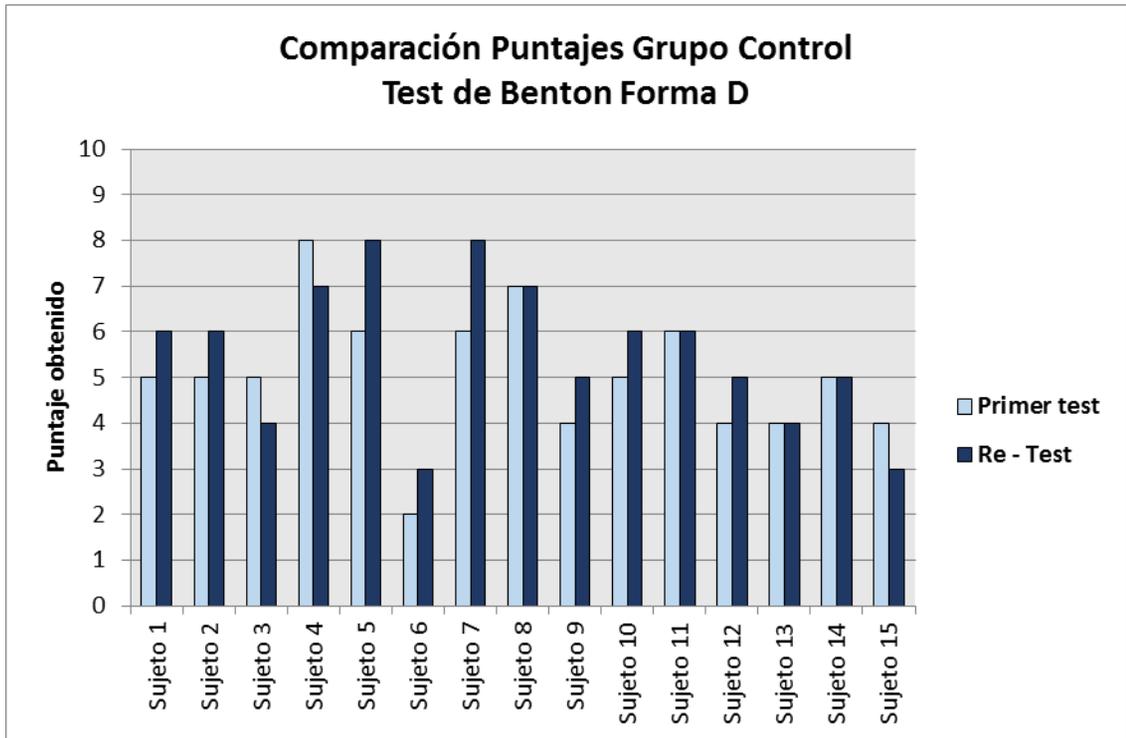


Grafico 1 Comparación Puntajes GC

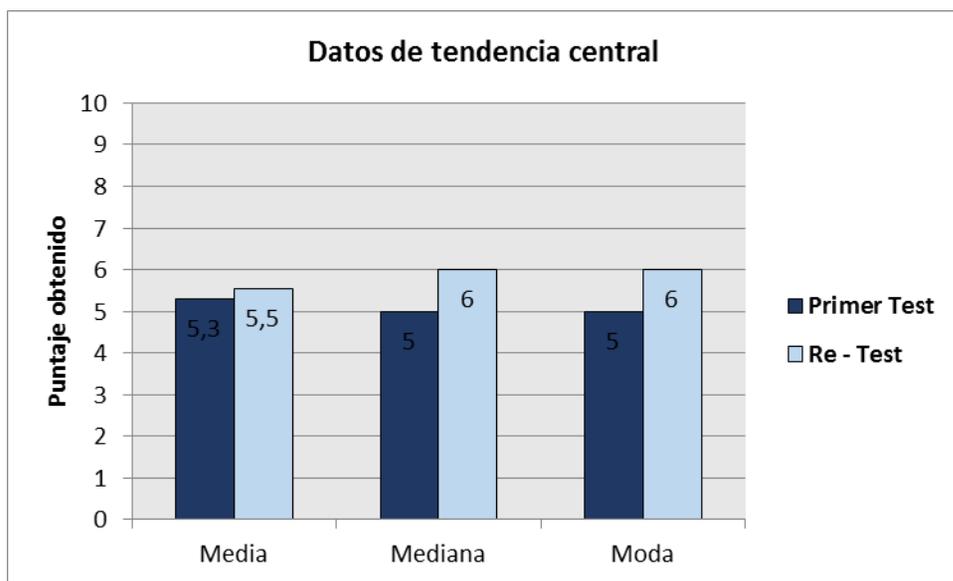


Grafico 2 Datos de tendencia Central GC

4.2 Grupo experimental de 15 minutos

En la **Tabla 4** se presenta el análisis de los resultados de la primera y segunda toma de los test realizados por el grupo experimental de 15 minutos. Se puede evidenciar en el valor N en rangos negativos y empates corresponden a 0, esto atribuido a que no existieron sujetos que hayan mostrado una variación negativa ni sujetos que se mantuvieron iguales en los resultados comparados del primer y segundo test. Mientras que el valor N en rangos positivos es de 15 correspondiente a los sujetos evaluados en este grupo.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Grupo 15 Puntaje 2 - Grupo 15 Puntaje 1	Rangos negativos	0 ^a	,00	,00
	Rangos positivos	15 ^b	8,00	120,00
	Empates	0 ^c		
	Total	15		
<p>a. Grupo 15 Puntaje 2 < Grupo 15 Puntaje 1</p> <p>b. Grupo 15 Puntaje 2 > Grupo 15 Puntaje 1</p> <p>c. Grupo 15 Puntaje 2 = Grupo 15 Puntaje 1</p>				

TABLA N°4 Rangos Estadísticos de Prueba G15

En la **Tabla 5**, a raíz de la comparación de las medias transformadas en rangos, la significación asintótica bilateral presenta un valor de 0,01 lo que quiere decir que las medias son estadísticamente distintas, y se puede afirmar que existen variaciones entre el primer y segundo test para el grupo experimental al que se aplicó la sesión de ejercicio aeróbico de 15 minutos.

Prueba de Rangos medios G15

Grupo 15 Puntaje 2 Grupo 15 Puntaje 1	
Z	-3,455^b
Sig. asintótica (bilateral)	,001
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Tabla N°5 Prueba de Rangos medios G15

A continuación se presentan gráficos de comparación entre los puntajes obtenidos (*Ver anexo 1*) en la primera toma del test de memoria visual de Benton en Forma D realizado al grupo de intervención de 15 minutos y la segunda toma del test realizada al mismo grupo.

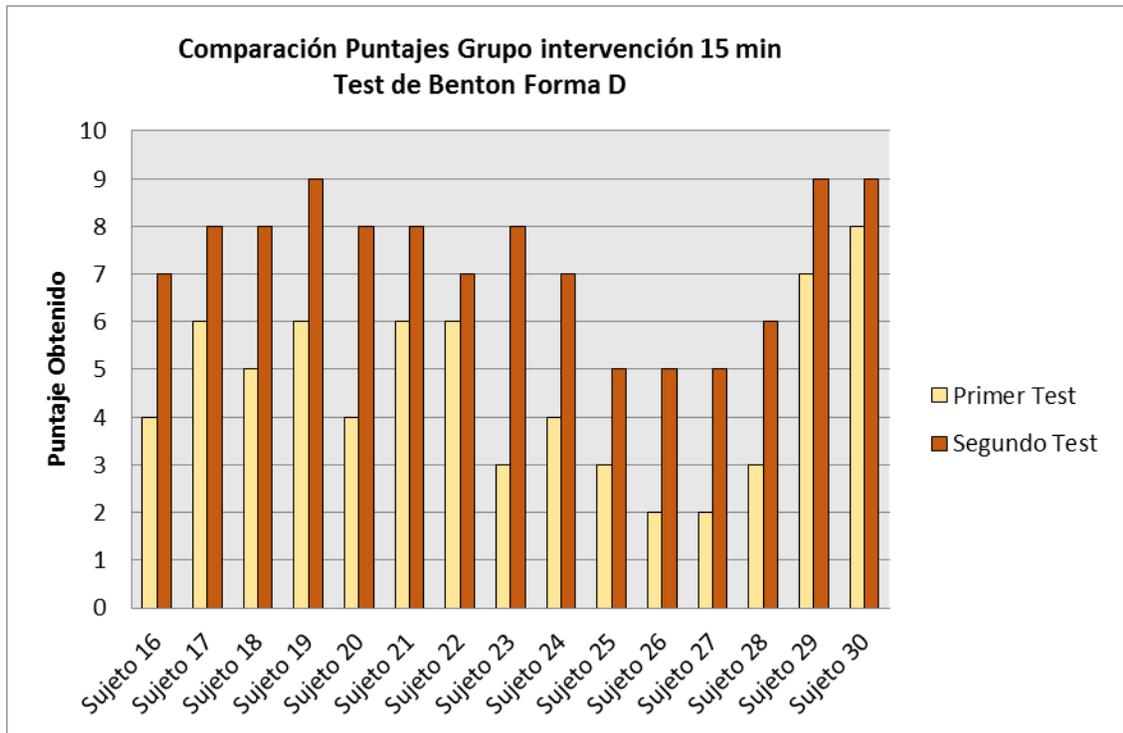


Grafico 3 Comparación G15

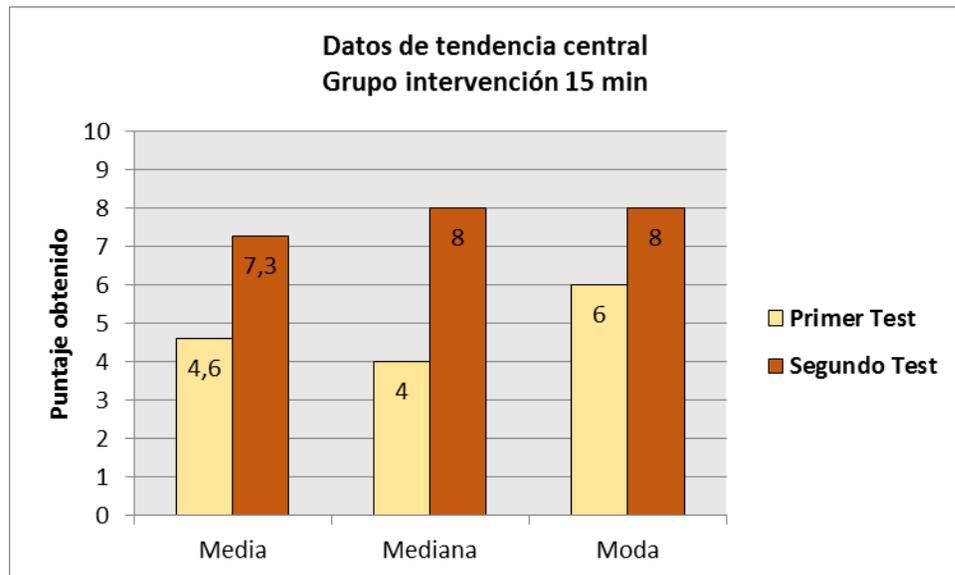


Grafico 4 Datos Tendencia G15

4.3 Grupo Experimental de 30 minutos

En la **Tabla 6** se presenta el análisis de los resultados de la primera y segunda toma de los test realizados por el grupo experimental de 30 minutos. En esta se expresan dentro de la columna N el valor 1 para rangos negativos que constituyen a 1 sujeto que tuvo un menor puntaje en su segunda medición en comparación con la primera, 12 mostraron variaciones positivas entre el primer y segundo test y solo 2 sujetos no evidencian variaciones.

Las medias transformadas en rangos promedios a comparar corresponden a 2,00 y 7,42.

		N	Rango promedio	Suma de rangos
Grupo 30 Puntaje 2 - Grupo 30 Puntaje 1	Rangos negativos	1 ^a	2,00	2,00
	Rangos positivos	12 ^b	7,42	89,00
	Empates	2 ^c		
	Total	15		
<p>a. Grupo 30 Puntaje 2 < Grupo 30 Puntaje 1</p> <p>b. Grupo 30 Puntaje 2 > Grupo 30 Puntaje 1</p> <p>c. Grupo 30 Puntaje 2 = Grupo 30 Puntaje 1</p>				

TABLA N°6 Rangos Estadísticos de Prueba G30

En la **Tabla 7** se evidencia el resultado de la comparación de los rangos promedios (2,00 y 7,46). El valor de la significación asintótica bilateral corresponde a 0,02 lo que quiere decir que estadísticamente las medias comparadas son significativamente distintas una de otra por lo que podemos afirmar que si existen variaciones al aplicar el test posteriormente a una sesión de ejercicio aeróbico de 30 minutos.

Prueba de Rangos medios G30

	Grupo 30 Puntaje 2 Grupo 30 Puntaje 1
Z	-3,125^b
Sig. asintótica (bilateral)	,002
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

TABLA N°7 Prueba de Rangos medios G30

A continuación se presentan gráficos de comparación entre los puntajes obtenidos (*Ver anexo 1*) en la primera toma del test de memoria visual de Benton en Forma D realizado al grupo de intervención de 30 minutos y la segunda toma del test realizada al mismo grupo.

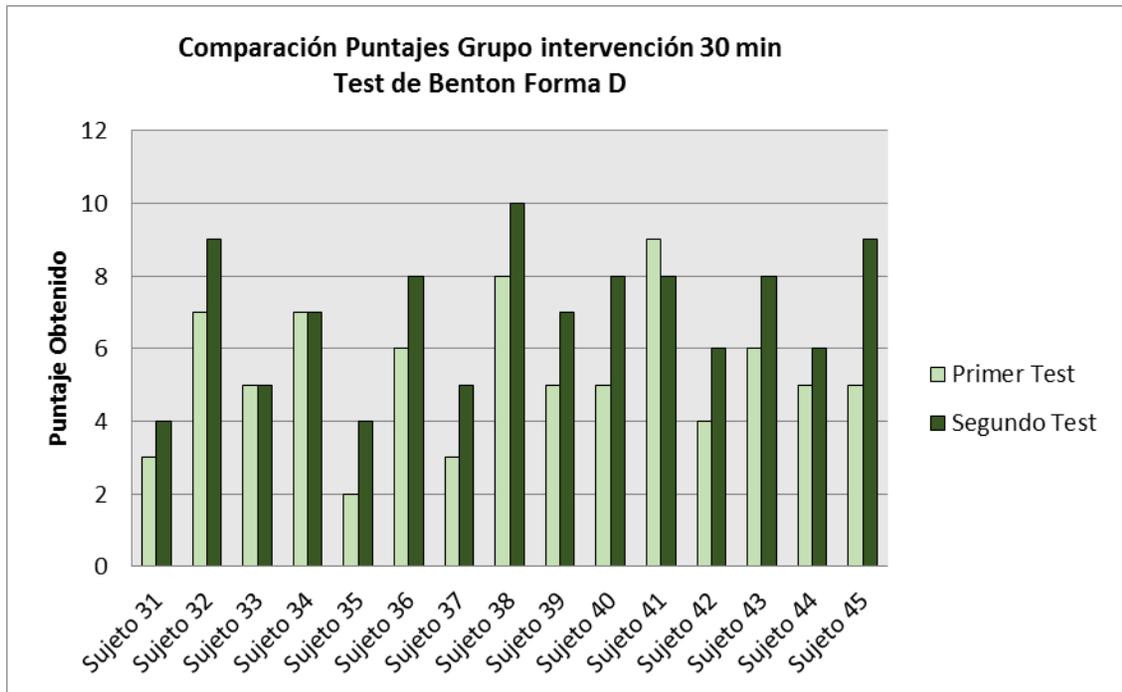


Grafico 5 Comparación G30

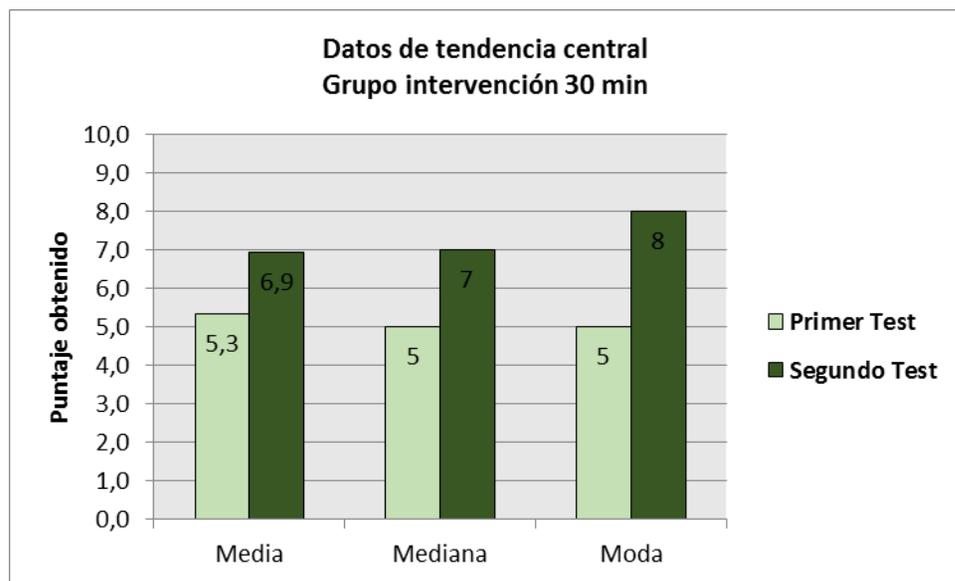


Grafico 6 Datos tendencia G30

Los datos obtenidos en la significación asintótica bilateral en el grupo control demuestra que las medias de ambos grupos son iguales, siendo un resultado esperado puesto que no se deberían observar diferencias ya que no fueron expuestos a ningún estímulo que pudiese provocar alguna variación en sus resultados.

Refiriéndose al grupo de intervención de 30 minutos, se demostró estadísticamente que existe una diferencia entre los resultados del segundo test posterior a la sesión de ejercicio aeróbico en comparación al primero, arrojando un valor en la significación asintótica bilateral de 0,02 por lo que se afirma que una sesión de ejercicio aeróbico de 30 minutos si produce efectos en la memoria, al igual como se evidencia en el grupo intervención de 15 minutos donde el valor obtenido es de 0,01 lo que también quiere decir que se producen cambios significativos aplicando la sesión de ejercicio aeróbico correspondiente.

CAPÍTULO 5: CONCLUSION Y PROYECCIONES

5.1 Conclusión

En la pregunta de investigación se instaló una búsqueda encaminada a conocer si existían efectos de una intervención de ejercicio físico aeróbico de 15 minutos sobre la memoria visual de corto plazo, lo que además de abrir puertas a la conjunción entre la actividad física y las habilidades cognitivas viene a aportar resultados con base en datos duros a un área de la literatura científica en la que no se encuentran muchas respuestas relacionadas con el vínculo entre estas dos áreas.

Posterior a las intervenciones realizadas se pudo apuntar que el Grupo Control (GC) conservó su estabilidad en los puntajes obtenidos durante la primera y segunda toma del test de Benton, lo que se evidenció mediante la comparación entre los Rangos Medios del GC, arrojando la Significación Asintótica Bilateral un valor de 0,088, esto quiere decir que ambas medias comparadas son estadísticamente iguales, por lo que se puede afirmar que no existen variaciones entre la primera y segunda toma del test para el grupo control, demostrando así la validez del protocolo de 7 días de espera que se utilizó en el proceso de esta investigación con el fin de que los sujetos perdieran cualquier registro de la primera toma de test.

En lo que respecta a la intervención de 30 minutos cuyo objetivo fue el de revalidar el estudio de Maureira et al. (2015) Donde se demostró que con 30 minutos de actividad física aeróbica o anaeróbica existieron mejoras en resultados de un test de memoria visual aplicado a estudiantes de Pedagogía en Educación física de la Universidad SEK, resultados que al no ser extrapolables debieron ser re-evaluados en estudiantes de Pedagogía en Educación Física y la Salud de la UCSH para su uso en esta investigación. Se pudieron asociar mejoras que se evidenciaron con la comparación de las medias transformadas en rangos promedios del Grupo Experimental de 30 minutos (G30), obteniendo valores de 2,00 y 7,46, el valor de la Significación Asintótica Bilateral corresponde a 0,02 lo que quiere decir que estadísticamente las medias comparadas son significativamente distintas una de otra, por lo que se pudo afirmar si existen efectos sobre la memoria visual de corto plazo posterior a la ejecución de una sesión de ejercicio físico aeróbico de 30 minutos.

La obtención de resultados positivos en tramo de G30 es lo que permite continuar con la investigación hacia el foco principal de la misma; los efectos de la intervención de

ejercicio aeróbico de 15 minutos sobre la memoria visual de corto plazo. Es a raíz de la comparación entre las medias transformadas en rangos que la significación asintótica bilateral presenta un valor de 0,01, lo que quiere decir que las medias son estadísticamente distintas y se puede afirmar que existen variaciones entre el primer y segundo test para el Grupo Experimental al que se aplicó la sesión de ejercicio aeróbico de 15 minutos (G15), en contraste a que todos los participantes del G15 obtuvieron mejoras en sus resultados del test de memoria visual de Benton forma D tras la aplicación de la intervención que se encuentran resultados favorables para la Hipótesis 1 de esta investigación.

Al comparar los resultados obtenidos por los sujetos de G15 en su segundo test (T2) en relación a la toma del primero (T1) con los datos obtenidos en G30 donde el 26,6% de los participantes no tuvo efectos positivos incluyendo el caso de un sujeto en el que se apreció una disminución de su puntaje entre T1 y T2, es que se puede concluir que la intervención de ejercicio físico aeróbico de 15 minutos fue más eficiente en cuanto a su uso del tiempo para igual o mejores resultados en la memoria visual de corto plazo que con la utilización de un tiempo de 30 minutos de ejercicio físico aeróbico agudo para el mismo fin. Esto pudiese atribuirse al grado de trabajo físico que experimentan los sujetos posterior a la intervención ante lo cual se habrían encontrado con mayor o menor grado de agotamiento físico, lo que actuaría en consecuencia sobre sus resultados en el test de memoria visual de Benton Forma D.

5.2 Proyecciones

Refiriéndose a puntos a considerar para futuras investigaciones en el área de la memoria visual de corto plazo y como se ve afectada por el ejercicio físico aeróbico, se hace interesante la proposición de utilizar un tiempo de intervención inferior a los 15 minutos a fin de encontrar resultados similares, distintos o nulos, lo que se presenta como una contribución a la inexistentes literatura circundante al respecto. Otra modificación posible para futuros estudios, consta de cambiar la actividad realizada durante la sesión de ejercicio físico aeróbico, es decir suplir el trote por otra actividad, como por ejemplo bicicleta estática o natación, esto se presenta como un aporte que de encontrar resultados en otros métodos de aplicación, pudiera contribuir en la exploración de nuevos y más específicos beneficios en la práctica de diversas actividades deportivas. En busca de otras aplicaciones para el mismo estudio, se encuentra el apuntar a segmentos de la población

con capacidades cognitivas diferentes o rangos de edad en que se presente un desarrollo o deterioro significativos de la memoria.

También resulta interesante considerar futuras investigaciones que empleen una sesión de ejercicio físico anaeróbico utilizando un tiempo inferior a los 30 minutos observados en estudios previos, existiendo un diverso abanico de actividades para llevarlas a cabo, como la utilización de trabajo de pesas en un gimnasio, ejercicios de pesos libres y máquinas de poleas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez Sala Walther, Espinos Perez D,(1986). El transporte de gases respiratorios por la sangre. *Medicine*; 26:p 52-72.
- American College of Sports Medicine Guidelines for exercises.(1995) Testing and prescription. 5th ed. Philadelphia: Lea &Febiger.
- Ando, S., Kokubu, M., Yamada, Y. & Kimura, M. (2011). Does cerebral oxygenation affect cognitive function during exercise? *Eur J Appl Physiol*, 111(9), 1973-1982.
- Ardie, WD., Katch, VL., (1986). Fisiología del ejercicio. Energía, nutrición y rendimiento humano. Madrid: Alianza Editor SA. Ed, 119-137
- Atkinson, R . C . , y Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: a proposed system and its control processes, en Spence, K. W. , y Spence, J. T.,*The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*, vol. 2. Academic Press, Nueva York.
- Azcoaga J., (1984). Aprendizaje fisiológico a aprendizaje pedagógico. Buenos Aires: El ateneo
- Baddeley A., (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*. ;4:829–839
- Baddeley, A. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G.A. Bower. *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 47- 89). New York:Academic Press
- Baddeley, A. & Hitch, G. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*,
- Barbany y Cairó JR, (2002). Fisiología del ejercicio físico y el entrenamiento. Barcelona: Paidotribo.
- Begoña, G.,(2013) lateralidad cerebral y zurdería: desarrollo y neuro-rehabilitación.
- Blair SN, La Monte MJ, Nichaman MZ. (2004) The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr* 2004; 79

- Bouchard, C., Shephard, R., Stephens, T., Sutton, J. & McPherson, B. (1990) *Exercise, Fitness and Health. A Consensus of Current Knowledge*. Champaign: Human Kinetics.
- Casajus, J. Rodriguez, G. . (2011). Ejercicio físico y salud en poblaciones especiales. Externet. España: Consejo superior de deporte.
- Chang Y, Tsai C, Huang C, Wang C, Chu I 2004. Effects of acute resistance exercise on cognition in late middle-aged adults: general or specific cognitive improvement?. *J Sci Med Sport.*, 17(1):51-5.
- Conrad R., (1964) Acoustic confusions in immediate memory. *Br J Psychol*; 55: 75-84.
- Cooley, E. & Morris, R., (1990). Attention in children: A neuropsychological based model for assessment. *Dev Neuropsychol*, 6, 239-237
- Dehoux, L (1965). Sobre la terminología de Educación Física. *Citius, Altius, Fortius*, VII. 301 – 325
- Duffy, J. & Campbell, Jlk., (1994). The regional prefrontal syndromes: a theoretical and clinical overview. *J Neuropsychiatr*, 6, 379-387.
- Edwards S. (2010) *The heart rate monitor guidebook to heart zone training*. 5. *Sacramento: Velopress*.
- Eichenbaum, H., Dudchenko, P., Wood, E., Shapiro, M. & Tanila, H. (2001) The hippocampus, memory, and place cells: is it spatial memory or a memory space? *Neuron*, 23, 209-226
- Etchepareborda M., Abad-Mas L., (2005) Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje.
- Flores y Ostrosky. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, Funciones Ejecutivas y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias* 1(8).
function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 67-202.
- Garatachea, Fernández, Wasserman, (2002). Monitorización de la frecuencia cardiaca para la cuantificación de los requerimientos energéticos de la actividad física. Utilidad y limitaciones como método para la prescripción de ejercicio físico (Tesis Doctoral) Universidad de León, España.
- García M., Emilio J. López M., (2002); Pruebas de aptitud Física.

- García, J., (2015). *Correlación entre memoria visual, estrategias de aprendizaje y rendimiento académico de las asignaturas de lengua Castellana y Matemáticas, de los estudiantes de 7mo grado de la IED Tenerife Granada Sur*. Disponible en: <http://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/3468/GARCIA%20PE%C3%91A%2c%20JHENSSSEN%20JHOHANA.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [consultado el 05 de mayo de 2017].
- Godino, Batanero, Roa, (2002). Medida de magnitudes y su didáctica para maestro. *Matemáticas y su didáctica para maestros*, (1), 623.
- Gollnick, P., (1982). Los diferentes tipos de fibras musculares esqueléticas: Características, funcionamiento durante el ejercicio y adaptación al entrenamiento, *Apunts Med Esport*.
- Gontier, J., (2004). Working Memory and Aging. *Memoria de Trabajo y Envejecimiento*, Vol. XIII, Pág. 111-124.
- Grosser, Hermann, Tusker y Zintl, (1991). *El Movimiento Deportivo: Bases anatómicas y biomecánicas*. Barcelona, Martinez Roca.
- Gustafsson T., Puntschart A., Kaijser L., Jansson E., Sundberg C., (1999). Exercise-induced expression of angiogenesis-related transcription and growth factors in human skeletal muscle. *Pubmed*, 276(2 Pt 2):H679-h685.
- Hogan M., O’Hora D., Kiefer M., Kubesch S., Kilmartin L., Collins p., Dimitrova J., (2015). The effects of cardiorespiratory fitness and acute aerobic exercise on executive functioning and EEG entropy in adolescents. *Neurosci*, 9: 538.
- Hogervorst E., Riedel, W., Jeukendrup, A. & Jolles, J.,(1996). Cognitive performance after strenuous physical exercise. *Perceptual and Motor Skills*, 83, 479-488.
- Jódar V., (2004). Funciones cognitivas del lóbulo frontal. *REV NEUROL*; 39: 178-82.
- Jurado MB., Rosselli M., & Matute E. (2008) Las Funciones Ejecutivas a traves de la vida. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, Abril 2008, Vol.8, No .1, pp. 23-4
- Kirkpatrick B, Birnbaum BH (1997). Lessons from the heart: individualizing physical education with heart rate monitors. *1. Champaign: Human Kinetics*.
- Konkel, A., Cohen, N., (2009). Relational Memory and the Hippocampus: Representations and Methods. *Front Neurosci*, 3(2): 166–174.

- Kosslyn, S.M, (1994) *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kubota, Sociedad Americana de Neurociencias. (2002). Congreso anual. San Diego, Estados Unidos.
- Kulp, M. T., Edwards, K. E., & Mitchell, G. L., (2002). Is visual memory predictive of belowaverage academic achievement in second through fourth graders? *Optometry & Vision Science*, 79(7), 431-4
- León, M., (2004). *Bioquímica Bases para la Actividad Física*. La Habana: Deportes.
- Lezak M., (1995) *Neuropsychological assessment*. 3 ed. New York: Oxford University Press;
- Lezak MD., (1982) The problem of assessing executive functions. *Int J Psychol*; 17: 281-97.
- Li L., Men W., Chang Y., Fan M., Ji L., WeiG. (2014). Acute Aerobic Exercise Increases Cortical Activity during Working Memory: A Functional MRI Study in Female College Students. 9(6): e99222
- Livingstone D., M.B., (2001). Childhood obesity in Europe: a growing concern. *Public Health Nutrition*, 4 (1A): 109-116.
- Llorens, F. (2015) *Efectos del ejercicio físico sobre el rendimiento atencional ante estímulos visuales, rendimiento académico y salud mental*. Universidad internacional de valencia (VIU).
- Logie RH., (1995) *Visuo-spatial Working Memory*. Hove, UK: Lawrence Erlbaum
- Luck, S.J y Hollingworth, A., (2008). *Visual Memory*. New York: Oxford university Press.
- Luria, A. R. (1986). *Las funciones corticales superiores del hombre*. México: Fontamara. Madrid: Editorial Médica Panamericana, S.A.
- Manzanero, A. L. (2008): Aspectos básicos de la memoria. En *Psicología del Testimonio* (pp. 27-45). Madrid: Ed. Pirámide.
- Marriott, T., Reilly, T., & Miles, (1993). The effect of physiological stress on cognitive performance in a simulation of soccer. In T. Reilly, J. Clarys, & A. Stibbe (Eds.), *Science and football II* (pp. 261-264). London: E and FN Spon
- Martínez., (2008). *Medición y evaluación educativa*. Madrid: LA MURALLA S.A.

- Matthews, S. C., Simmons, A. N., Arce, E., & Paulus, M. P., (2005). Dissociation of inhibition from error processing using a parametric inhibitory task during functional magnetic resonance imaging. *Neuroreport*, 16, 755-760.
- Maureira F., Henríquez F., Carvajal D., Vegas J. & Acuña C., (2015). Efectos del ejercicio físico sobre la memoria visual de corto plazo en estudiantes universitarios. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 16(1), 29-35.
- Maureira, Aravena, Gálvez, Flores, (2014). Propiedades psicométricas y datos normativos del Test de Stroop y del Test Torre de Hanoi en estudiantes de educación física de Chile. *Rev GPU*, 10(3): 344-349.
- Mel C. Siff, Yuri Verkhoshansky, (2004). Súper Entrenamiento, Barcelona: Paidotribo ed. 94-102
- Merí, A. (2005). Fundamentos de Fisiología e la Actividad Física y el Deporte. C
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex
- Morris, C. & Maisto, A., (2001). *Introducción a la psicología*. México: Prentice Hall.
- Moya Mir., (1989). Fisiología del ejercicio físico. Bases para el entrenamiento. Dolor inflam p 21-26.
- Nicot G., (2011). Bioenergética. Conferencia de la maestría de control médico del entrenamiento. Ciudad Habana: Instituto de Medicina Deportiva.
- Niño C., (2012). Estimación del consumo máximo de oxígeno mediante pruebas de ejercicio maximales y sub maximales. *Movimiento Científico*. Vol.6 (1): 19-30
- Niño, (2010). Evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria. *Mov. Ciet.*, 4:3.
- Organización Panamericana de la Salud. 2007, Estrategia mundial OMS sobre régimen alimentario, actividad física y salud (DPAS). Plan de ejecución en América latina y el Caribe. 5 México.
- Ortega,Sánchez,Pinilla R, Pujol Amat P., (1997). Estilos de vida saludable: Actividad física. Madrid: Ergon S.A. ed.
- Passig, C., (1994). Los sistemas de memoria. *Revista de Psicología de la Universidad de Chile*, 5, 27-34
- Pate, R., Pfeiffer, K., Trost, S., Ziegler, P. & Dowda, M., (2004). Physical activity among children attending preschools. *Pediatrics*, 114(5), 1258-1263.
- Pino, M. & Bravo, L., (2005). La memoria visual como predictor del aprendizaje. *PSHYKE*, 14(1), 47-53.

- Pontifex M., Hillman C., Fernhall B., Thompson K., Valentini T., (2009). The effect of acute aerobic and resistance exercise on working memory. *Med Sci Sports Exerc*, 41(4):927-34.
- Quintana, J. & Fuster, J., (1999). From perception to action: temporal integrative functions of prefrontal and parietal neurons. *Cereb Cortex*, 9, 213-221.
- Richardson JTE, Engle RW, Hasher L, Logie RH, Stoltzfus ER, Zacks RT., (1996) Working memory and human cognition. Oxford: Oxford University Press;.
- Riquelme D., Sepúlveda C., Muñoz M. & Valenzuela M., (2013). Ejercicio físico y su influencia en los procesos cognitivos. *Motricidad y Persona*, 13.
- Robbins, T. W., (1998). Dissociating executive functions of the prefrontal cortex. En A. C. Roberts, T. W. Robbins, & L. Weiskrantz (Eds.), *The prefrontal cortex* (pp. 117-130). Londres: Oxford University Press.
- Solís H., López E., (2009). *Neuroanatomía funcional de la memoria*. *Arch Neurocienc*, 3 (14), 176-187.
- Soprano A.M., (2003). *Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño*. *REV NEUROL*; 37: 44-50.
- Squire, L., (1992). Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychological Review*, 99(2), 195-231.
- Squire, L., (2009) Memory and Brain Systems: 1969-2009. *Journal of Neuroscience*, 29(41), 12711-1271.
- Squire, L., Wixted, J. & Clark, R., (2007). Recognition memory and the medial temporal lobe: a new perspective. *Nat Rev Neurosci*, 8, 872-883.
- Stranahan A., Khalil D., Gould E., (2010), Running Induces Widespread Structural Alterations in the Hippocampus and Entorhinal Cortex. *Hippocampus*, 17(11): 1017–1022
- Thagard, P., (2008). *La mente. Introducción a las ciencias cognitivas*. Madrid: katz editores.
- Tirapu J., Muñoz J., (2005) Memoria y funciones ejecutivas, *Rev Neurol*: 41:475-84
- Tsukiura, T., Fujii, T., & Takahashi, T., (2001). Neuroanatomical discrimination between manipulating and maintaining processes involved in verbal working memory: a functional MRI study. *Cognitive Brain Research*, 11, 13-21.

- Tulving, E. & Schacter, D., (1990) en Tulving, E (1995) Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.
- Van Praag H., (2009). Exercise and the brain: something to chew on. *Trends Neurosci*, 32(5): 283–290.
- Van Zomeren, A. & Brouwer, W., (1994). *Clinical Neuropsychology of Attention*. New York: Oxford University Press.
- Wasserman, Hansen, Sue, Stringer y Whipp, (2005). *Principles of exercise testing and interpretation*. 4a edición. Lippincott Williams & Wilkins.
- Weineck J. (2005) *Entrenamiento Total*. Editorial paidotribo, Barcelona, España.

ANEXOS

Anexo 1

Lista de sujetos evaluados

Sujeto n	puntaje 1	puntaje 2	grupo
sujeto 1	5	6	grupo control
sujeto 2	5	6	grupo control
sujeto 3	5	4	grupo control
sujeto 4	8	7	grupo control
sujeto 5	6	8	grupo control
sujeto 6	2	3	grupo control
sujeto 7	6	8	grupo control
sujeto 8	7	7	grupo control
sujeto 9	4	5	grupo control
sujeto 10	5	6	grupo control
sujeto 11	6	6	grupo control
sujeto 12	4	5	grupo control
sujeto 13	4	4	grupo control
sujeto 14	5	5	grupo control
sujeto 15	4	3	grupo control
sujeto 16	3	4	30 min
sujeto 17	7	9	30 min

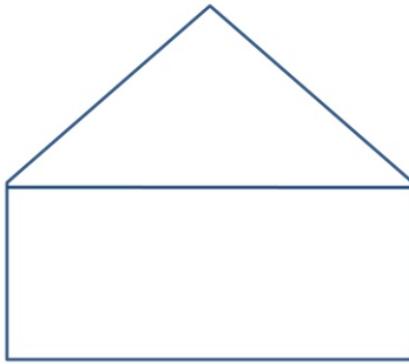
sujeto 18	5	5	30 min
sujeto 19	7	7	30 min
sujeto 20	2	4	30 min
sujeto 21	6	8	30 min
sujeto 22	3	5	30 min
sujeto 23	8	10	30 min
sujeto 24	5	7	30 min
sujeto 25	5	8	30 min
sujeto 26	9	8	30 min
sujeto 27	4	6	30 min
sujeto 28	6	8	30 min
sujeto 29	5	6	30 min
sujeto 30	5	9	30 min
sujeto 31	4	7	15 min
sujeto 32	6	8	15min
sujeto 33	5	8	15 min
sujeto 34	6	9	15 min
sujeto 35	4	8	15 min
sujeto 36	6	8	15 min
sujeto 37	6	7	15 min

sujeto 38	3	8	15 min
sujeto 39	4	7	15 min
sujeto 40	3	5	15 min
sujeto 41	2	5	15 min
sujeto 42	2	5	15 min
sujeto 43	3	6	15 min
sujeto 44	7	9	15 min
sujeto 45	8	9	15 min

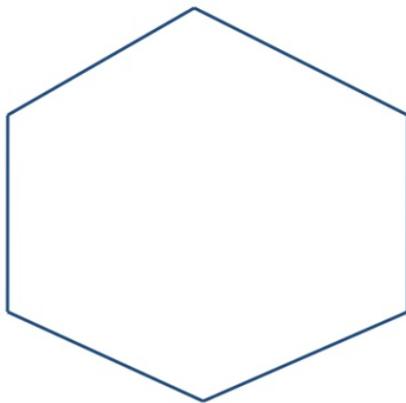
Anexo 2

Test de memoria visual de Benton en forma D.

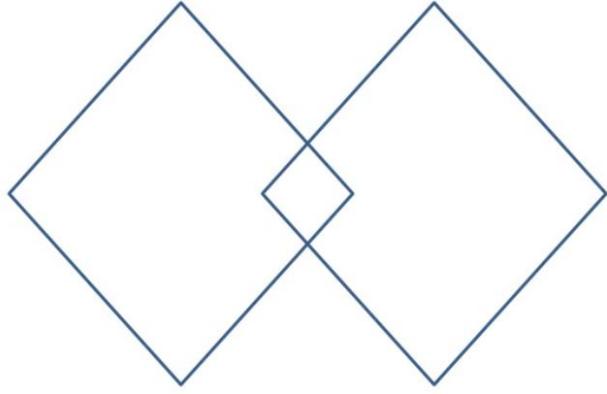
1



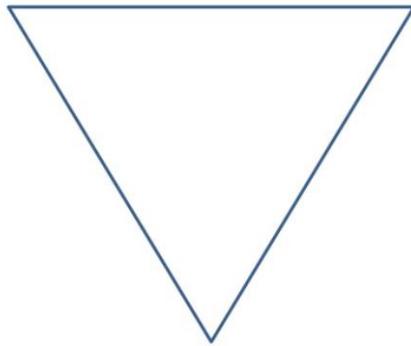
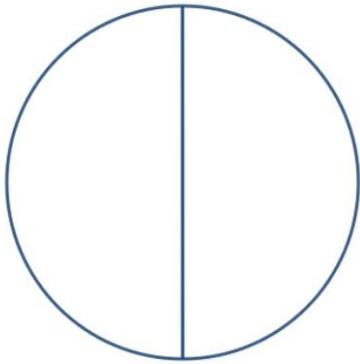
2



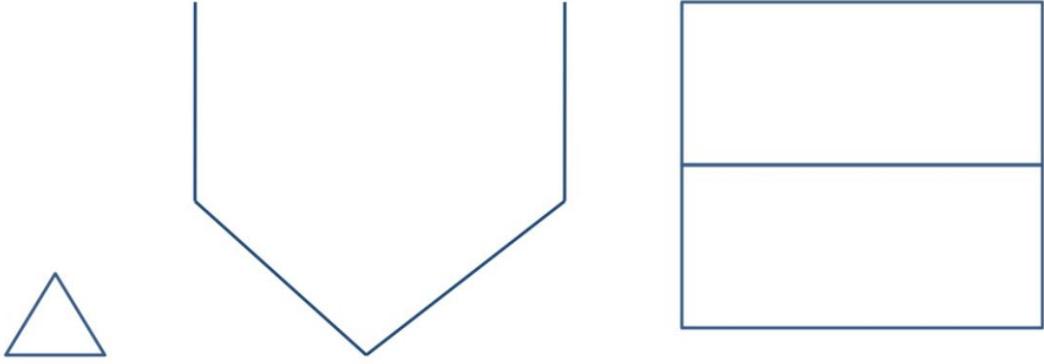
3



4



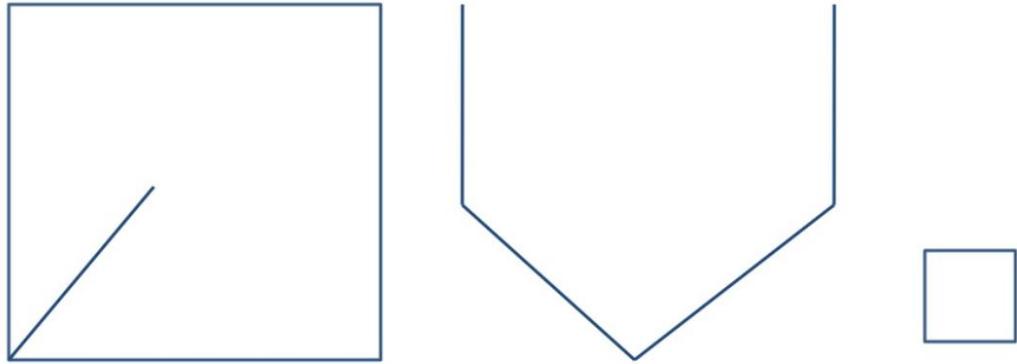
5



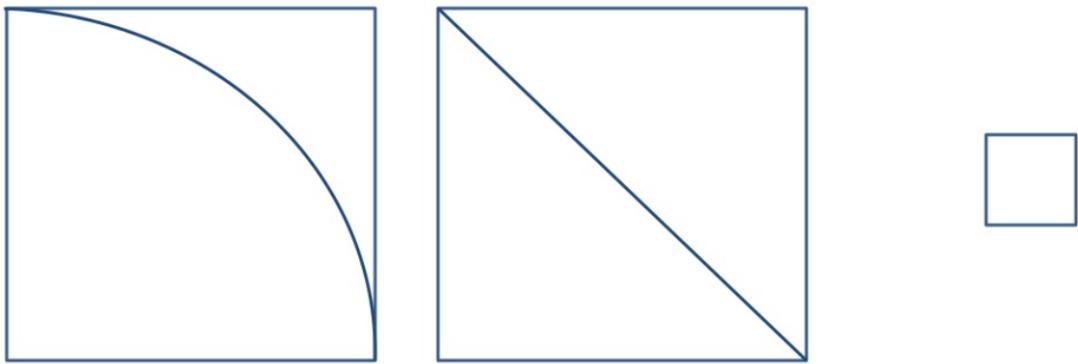
6



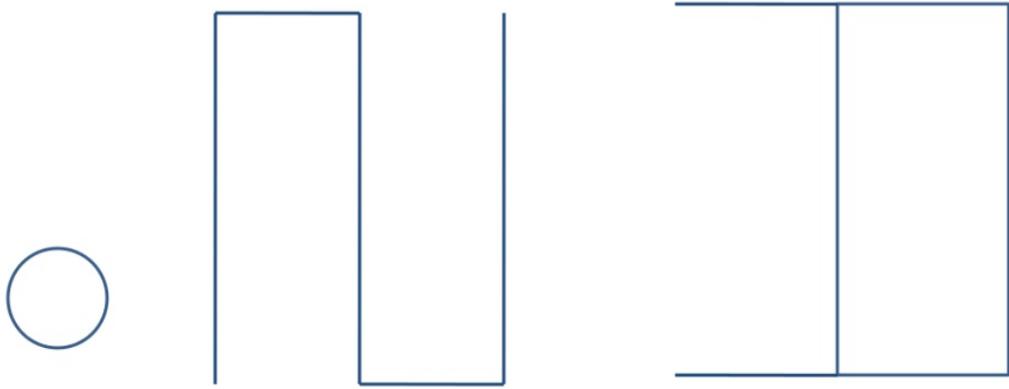
7



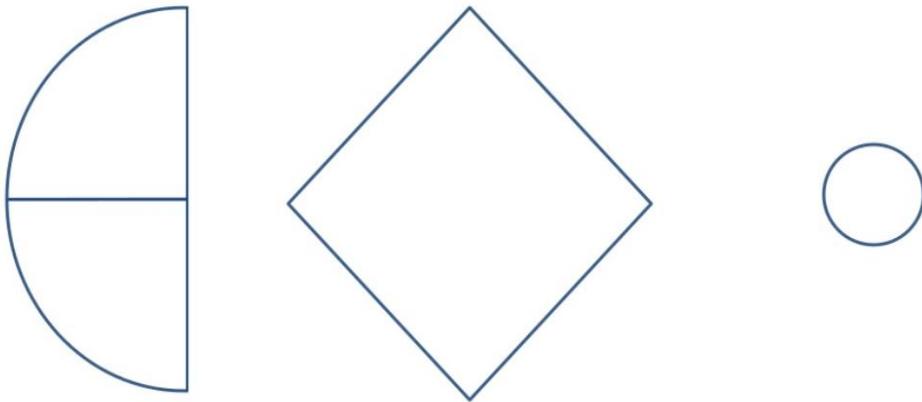
8



9



10



Anexo 3 Ficha Personal

Ficha Personal
Nombre Completo:
Rut:
Fecha de nacimiento:
Edad:
Sexo:
Carrera:
Nivel cursando:
Numero:
Mail:
Practica actividad física:
Horas de actividad física extra curricular:
Enfermedades:
Alergias:
Medicamentos:
FC. R.
FC. T.

Anexo 4

Registro Fotográficos

Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4



Foto 5



Foto 6



Foto 7

