

UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Relación entre aptitud física versus funciones ejecutivas en escolares que participan en modalidades deportivas en Bogotá.

Fabiola González Ortiz

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de medicina, departamento de movimiento corporal humano
Bogotá, Colombia
2017

Relación entre aptitud física versus funciones ejecutivas en escolares que participan en modalidades deportivas en Bogotá.

Fabiola González Ortiz

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Directora:

Beatriz Mena Bejarano

Fisioterapeuta. Magister en Discapacidad en Inclusión Social

Línea de Investigación:

Deporte y salud

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de medicina, departamento de movimiento corporal humano

Bogotá, Colombia

2017

Dedicatoria

A Dios

Quien cumple sus promesas y su grandeza me permitió cumplir con esta meta

A mi Madre

Por su gran amor y paciencia, donde gracias a ello y a los cuidados dados con tanto amor a mi hija Gabriela, me permitió culminar mis estudios.

A mí amado Esposo

Quien con su ayuda, amor y entrega este logro es una realidad.

A mi Hija Gabriela

Quien me acompañó en todo momento (desde la gestación) y ahora ya grandecita me tuvo paciencia en esos momentos en que quería que jugáramos.

Agradecimientos

A las Fisioterapeutas y profesoras Erika Mancera y Diana Ramos, quien aportaron de forma significativa en este trabajo de Investigación, permitiéndome ser parte del equipo de investigación del macroproyecto “Efectos del entrenamiento de resistencia sobre variables hematológicas y consumo de oxígeno, en niños, niñas y adolescentes, en altitud moderada” y donde gracia a ello pude desarrollar mi proyecto de investigación.

Al Rector del colegio IPARM, Profesor Víctor Manuel Neira Rodríguez, quien con su generosidad desinteresada nos permitió acceder a la institución.

Al IDR D y COLDEPORTES quienes nos apoyaron en la realización de los exámenes médicos y pruebas de determinación de consumo de Oxígeno, así mismo a los médicos deportologos de estas instituciones.

A la Fisioterapeuta y profesora Beatriz Mena Bejarano quien con su guía como directora del trabajo de grado y sobretodo su gran calidez humana fue un apoyo incondicional.

Al Psicólogo John Edison Alonso Pulido, apoyo incondicional desde el inicio de la investigación, quien asesoró y aplicó las pruebas de función ejecutiva.

Resumen

El objetivo de la investigación fue determinar la relación entre aptitud física y funciones ejecutivas en adolescentes escolares entrenados y no entrenados de Bogotá. El diseño fue transversal descriptivo. *La población y lugar* de aplicación fue en un grupo de adolescentes del colegio IPARM de Bogotá y un grupo de adolescentes entrenados en resistencia de las ligas deportivas pertenecientes al IDRD. *La mediciones* fueron: evaluación médica pre participativa, medición de la aptitud física mediante la determinación de Consumo de Oxígeno (VO₂ Pico), pruebas neurocognitivas de atención e inteligencia y finalmente evaluación de Funciones ejecutivas (FE) mediante la Batería Neuropsicológica de Funciones ejecutivas y lóbulos frontales (BANFE) como Inhibición, memoria de Trabajo, flexibilidad mental y planeación secuencial. *Resultados:* se determinó una correlación positiva entre consumo de oxígeno de los adolescentes entrenados con la Inhibición y la memoria de trabajo, asimismo se encontró mejores desempeños en la planeación secuencial en el grupo de adolescentes entrenados. *Conclusiones:* Los resultados de esta investigación apoyan los hallazgos documentales en relación a la importancia asociativa que tiene los niveles aptitud Física con el desempeño en las tareas ejecutivas como lo son la Inhibición, la memoria de Trabajo y la planeación Secuencial; el desarrollo y estimulación de las FE son importantes en todo el ciclo escolar, debido que sus deficiencias puede acarrear problemas en el aprendizaje en la pre adolescencia, adolescencia y adultez, siendo la realización de ejercicio físico mediante el entrenamiento de resistencia una alternativa costo-efectiva en la estimulación de las FE inherentes en el aprendizaje escolar.

Palabras clave: Aptitud física, consumo de Oxígeno, funciones ejecutivas, adolescentes, inhibición, memoria de trabajo, planeación.

Abstract

The purpose of this research was determining the relation between physical aptitude and executive functions amongst trained and non-trained school teenagers in Bogotá. The design was transversal and descriptive. The *population* and *place* of application was a group of students from IPARM school of Bogotá and a group of resistance-trained teenagers from sports leagues from IDR. *The measurements* were pre-participatory medical evaluations, physical aptitude measuring by setting oxygen consumption (VO₂ peak), attention and intelligence neurocognitive tests, and lastly, executive function evaluations through the neuropsychological battery of executive functions and front lobes (BANFE, by its Spanish acronym), such as inhibition, work memory, mental flexibility and sequential planning. *Results:* A positive correlation between oxygen consumption of trained teenagers and inhibition and work memory was determined. In addition, trained teenagers showed better performance at sequential planning. *Conclusions:* The results from this research support documental findings on the associative importance that physical aptitude levels have with performance at executive tasks, such as inhibition, work memory and sequential planning. Furthermore, development and stimulation of executive functions are important throughout a student's school life, as their deficiencies may cause learning problems in pre-teenagers, teenagers, and adults. In this sense, physical exercise, specifically resistance training, is a cost-effective alternative to stimulate executive functions for school learning.

Keywords: physical aptitude, oxygen consumption, executive functions, teenagers, inhibition, work memory, planning.

Contenido

Resumen	IX
Lista de Figuras	XIV
Lista de tablas.....	XV
Introducción	1
1. Marco conceptual.....	3
1.1 Antecedentes y planteamiento del problema	3
1.2 Justificación.....	8
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Definición de términos.....	13
2. Marco teórico	16
2.1 Funciones ejecutivas	16
2.1.1 La atención	19
2.1.2 La inhibición o control inhibitorio	19
2.1.3 La memoria de trabajo	20
2.1.4 La flexibilidad mental	20
2.1.5 La planeación secuencial.....	20
2.2 Desarrollo de las funciones ejecutivas en la infancia y adolescencia, y su importancia en el aprendizaje.....	21
2.2.1 Importancia de las funciones ejecutivas en el aprendizaje escolar.....	21
2.2.2 Evaluación neuropsicológica de las Funciones ejecutivas	24
2.3 Funciones ejecutivas y su relación con la aptitud física.	27
2.3.1 Demandas cognitivas inherentes a la estructura y a la actividad física.....	28
2.3.2 Demandas cognitivas del movimiento motor complejo	29

Contenido

2.3.3 Cambios fisiológicos debidos al ejercicio aeróbico	30
2.4 Determinación de la aptitud física a través de la evaluación del vo2max	32
2.4.1 Consumo máximo de Oxígeno V02/Potencia Aeróbica	32
2.4.2 Medición de consumo máximo de Oxígeno (VO2max)	32
2.4.3 Consumo de Oxígeno y crecimiento.....	33
2.4.4 Actividad Física y maduración biológica.....	34
3. Metodología	36
3.1 Tipo de estudio.....	36
3.2 Investigadora.....	36
3.3 Consideraciones éticas	37
3.3.1 Consentimiento informado	37
3.4 Población de estudio	37
3.4.1 Tamaño muestral	37
3.4.2 Criterios de selección de los participantes	38
3.5 . Definición de variables	42
3.6 Procedimientos de estudio	43
3.6.1 Fase 1. Convocatoria y selección de la población.....	43
3.6.2 Fase 2. Procedimiento de Medición	44
3.8 Fase 3. Análisis estadístico	55
4. Resultados.....	56
4.1 Características de los participantes.	56
4.2 Análisis de resultados: correlaciones.....	60
4.2.1 Inhibición.....	60
4.2.2 Memoria de trabajo	61
4.2.3 Flexibilidad mental	62
4.2.4 Planeación	63
4.3 Análisis de resultados: comparaciones.....	64
4.3.1 Inhibición.....	64
4.3.2 Memoria de trabajo	65
4.3.3 Flexibilidad mental	67
4.3.4 Planeación	68
5. DISCUSIÓN.....	70
5.1 Inhibición.....	70

Contenido

5.2 Memoria de trabajo	73
5.3 Flexibilidad mental.....	75
5.4 Planeación secuencial.....	78
6. Conclusiones y recomendaciones.....	80
6.1 Conclusiones.....	80
6.2 Recomendaciones.....	82
A. Anexo: Documento consentimiento informado.....	84
B. Anexo: Protocolo de aplicación de formato de historia clínica.....	88
C. Anexo: Cuestionario de Inclusión y exclusión para padres/madres de Familia...99	
D. Anexo: Medición antropométrica ISAK.....	100
E. Anexo: Protocolo toma de electrocardiograma.....	102
F. Anexo: Formato electrocardiograma.....	104
G. Anexo: Protocolo de calentamiento.....	105
H. Anexo: Formato manual de ergoespirometría.....	107
I. Anexo: Test de atención selectiva y concentración: d2.....	109
J. Anexo: Protocolos de los instrumentos BANFE en adolescentes.....	111
Bibliografía.....	123

Lista de Figuras

Ilustración 1: Tamaño Muestral- Selección de la muestra. 40

Lista de tablas

Tabla 1: Modelo neuropsicológico de Funciones Frontales y ejecutivas	18
Tabla 2: Desarrollo de Funciones Ejecutivas y su relación con el aprendizaje escolar.....	22
Tabla 3: Variables de estudio.....	42
Tabla 4: Variables que determinaron la homogeneidad de la muestra.....	42
Tabla 5: Protocolo de Evaluación de Vo2 Max.....	47
Tabla 6: Características de los participantes.....	59
Tabla 7: Comparación entre grupos.....	59
Tabla 8: Escolaridad de los padres.....	60
Tabla 9: Análisis de correlación Vo2 Max e Inhibición en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados.....	61
Tabla 10: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y memoria de trabajo en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados.....	62
Tabla 11: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y flexibilidad mental en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia....	63
Tabla 12: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y Planeación en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia....	63
Tabla 13: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE para inhibición..	64
Tabla 14: Análisis estadístico. Inhibición grupo de adolescentes E y NE.....	65
Tabla 15: Rangos promedio MT	66
Tabla 16: Análisis estadístico U Mann Whitney, MT grupo E y NE.....	66
Tabla 17: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE para Flexibilidad Mental.....	67
Tabla 18: Análisis estadístico U Mann Whitney,.....	67
Tabla 19: Rangos del grupo de E y NE planeación.....	68
Tabla 20: Análisis estadístico, Planeación secuencial grupo de adolescentes E y NE... ..	68

Introducción

Las funciones ejecutivas son requeridas en el comportamiento del ser humano, y hacen parte esencial del desarrollo cognitivo en etapas tempranas de los niños, niñas y adolescentes (NNA). Las funciones ejecutivas son importantes en la conducta y autorregulación dentro del aula, esta última refiriéndose a la capacidad de seguir instrucciones y prestar atención, comportamientos importantes en el éxito de la preparación escolar inclusive más que la propia adquisición de habilidades académicas específicas (Blair & Diamond, 2008).

La realización de actividad física en niños, niñas y adolescentes (en adelante NNA), específicamente el ejercicio de tipo aeróbico, se ha asociado ampliamente en investigaciones mundiales en la capacidad de promover una variedad de aspectos propios en las funciones ejecutivas; concluyendo el cuerpo investigativo en el área, que estrategias encaminadas a la promoción de la actividad física en el entorno escolar, recreo o la participación en disciplinas deportivas de forma estructurada, tendrá efectos positivos en la salud física y cardiometabólica en los NNA, al igual que en el desempeño de las Funciones ejecutivas que serán evidentes en los procesos académicos de los escolares Adolescentes.

La presente investigación en escolares adolescentes estudia la relación entre variables de la aptitud física evaluado a través de la determinación del V02 Max y las funciones ejecutivas (en adelante FE), con el fin de establecer asociaciones entre sí que

puedan sugerir que intervenciones relacionadas con la promoción de la actividad física, ejercicio físico o participación en modalidades deportivas de forma sistemática pueden

contribuir en las funciones Ejecutivas que inferirán en procesos propios del aprendizaje en la etapa escolar.

La metodología se enmarca en sujetos adolescentes no entrenados de un colegio público de Bogotá y un grupo de adolescentes entrenados en resistencia de las ligas deportivas de patinaje, atletismo y ciclismo. Las evaluaciones realizadas fueron examen médico pre participativo, medición de la aptitud física mediante la determinación de Consumo de Oxígeno (VO₂ Pico), pruebas neurocognitivas de atención e inteligencia y la evaluación de FE mediante la BANFE como Inhibición, memoria de Trabajo, flexibilidad mental y planeación secuencial.

Este proyecto está enmarcado dentro del macroproyecto “Efectos del entrenamiento de resistencia sobre variables hematológicas y consumo de oxígeno, en niños, niñas y adolescentes, en altitud moderada” (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2017)

1. Marco conceptual

En este apartado se describe los antecedentes, partiendo de investigaciones en NNA, de corte transversal que identifica asociaciones entre el ejercicio aeróbico y/o la aptitud física con las FE, seguido de estudios de corte longitudinal en el área. Así mismo se exponen investigaciones que relacionan los beneficios del ejercicio y la salud cardiometabólica en NNA y su relación con las FE.

1.1 Antecedentes y planteamiento del problema

En los últimos 15 años se ha presentado un desarrollo significativo de investigaciones relacionadas con la actividad física y su impacto en las Funciones Ejecutivas, que documentan efectos favorables en la población escolar, a continuación se mencionaran los más significativos relacionados con el objetivo de la investigación.

La mayoría de estas investigaciones han reportado los efectos benéficos sobre las Funciones Ejecutivas o el rendimiento académico de quienes realizan actividad física en comparación con los sedentarios, en diferentes etapas del proceso vital humano (infancia, adolescencia juventud, edad adulta y adulto mayor) (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011; Best, 2010; Churchill et al. 2002; Sibley & Etnier, 2003)

Los resultados de estos procesos investigativos exponen que la actividad física mejora el funcionamiento cognitivo en general, y algunas funciones ejecutivas específicas en particular, como son la inhibición, la atención, la flexibilidad cognitiva y la memoria de trabajo entre otras, imprescindibles en los procesos de aprendizaje en los niños, niñas y adolescentes (en adelante NNA) en etapa escolar (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011;

Best, 2010; Chomitz, Slining, McGowan, Mitchell, Dawson, & Hacker, 2009; Hill, Williams, Aucott, Thomson, & Williams, 2011; Sibley, 2003).

Desde el punto de vista metodológico, algunos estudios son de corte transversal y otros longitudinales.

Estudios de corte trasversal han encontrado asociaciones positivas en relación con los niveles de Aptitud física como la potencia aeróbica y las funciones ejecutivas en NNA. Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, y Castelli (2009) en su estudio transversal reportaron en preadolescentes quienes tenían con un alto estado físico, fueron quienes realizaron de forma más precisa pruebas relacionadas con la inhibición, (Eriksen & Schultz, 1979)-, comparado con los niños que obtuvieron una baja aptitud física. (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, & Castelli, 2009). Los datos de esta investigación sugieren que el estado físico está asociado a un mejor desempeño cognitivo en tareas de control ejecutivo, a través del incremento en el control cognitivo, resultando en recursos atencionales durante estímulo, que favorecen entre otras cosas el desempeño académico. Un estudio que en su metodología pareo los datos obtenidos con el fin de sacar niveles altos y bajos de estado físico en niños al igual que el estudio mencionado de Hillman et al (2009) y lo relaciono con otro tipo de Funciones ejecutivas como la memoria relacional y de reconocimiento (Chaddock, Hillman, Buck, & Cohen, 2011) encontró que los NNA con bajo estado físico mostraron un menor desempeño en la memoria de reconocimiento, en comparación a NNA con alto fitness, en cuanto a la memoria relacional. No hubo asociación entre estado físico y reconocimiento de memoria no- relacional. Los autores mencionan que el estado físico en la infancia y adolescencia es un factor en la habilidad de usar efectivamente procesos de control ejecutivo relacionados con la codificación y recuperación de material cognitivo propio de la memoria relacional y que posiblemente esto hace parte del engranado estratégico de sistema prefrontal- hipocampal dependiente (Chaddock, Hillman, Buck, & Cohen, 2011).

Resultados positivos en otro estudio de corte transversal en niños de escuelas públicas en el noreste de Estados Unidos determinaron las relaciones entre la aptitud física y el rendimiento académico, estas asociaciones positivas de la condición física en NNA se encontró en el desempeño académico en ciencias duras, donde en la medida que

aumentaba el número de pruebas de aptitud física aprobadas en NNA de 9 a 13 años, aumentaba la probabilidad de aprobar las prueba específicas de matemáticas e inglés (Chomitz, et.al. 2009), los resultados de esta investigación menciona que se obtuvo relaciones estadísticamente significativas entre la aptitud física y el rendimiento académico, aunque el autor refiere la posible causalidad de los mismo, recomendado mayor investigación, promoción de la aptitud física en escolares (recreo, ed. física o actividades extracurricular) que puedan apoyar el rendimiento académico.

También se han implementado investigaciones donde evalúan los niveles de actividad física por medio de acelerometría y pruebas de VO₂ indirectas en escolares buscando relación con el desempeño académico (Lambourne et al. 2013). Este estudio transversal encontró un efecto directo entre los niveles de actividad física y la aptitud aeróbica, con el rendimiento positivo en las pruebas de matemática en escolares de 7 a 11 años, Este hallazgo ha sido coherente con otras investigaciones de tipo ensayo clínico aleatorizado en donde que han encontrado efectos positivos post intervención de ejercicio físico, entre la aptitud física, niveles de actividad física con el rendimiento académico en Niños y Niñas (en adelante NN) de primaria en pruebas de matemáticas, al igual que algunas funciones ejecutivas (Davis, Tomporowski, McDowell, & Austin, 2011). Otra investigación en la literatura también indican que en NN que tienen menor habilidad en matemáticas, tienen dificultades para realizar las tareas que evalúan los componentes de la función ejecutiva como la inhibición (Bull & Scerif, 2001).

Niederer et al (2011) realizo un estudio con analisis de evaluación transversal y longitudinal evaluando potencia aeróbica, Funciones ejecutivas (memoria y atención), y habilidades motrices (agilidad y el equilibrio) en niños en edad preescolar. Los hallazgos fueron positivos encontrando una asociación de la aptitud aeróbica con una mejor atención, con respecto a la agilidad encontró asociación independiente del rendimiento de esta prueba con la memoria de trabajo y la atención. En el análisis longitudinal, con respecto a la línea base encontró que la potencia aeróbica esta independientemente relacionada con las mejoras en la atención, mientras que el equilibrio dinámico fue asociado con mejoras en la memoria de trabajo (Niederer et al. 2011). Esta investigación concluye que en los niños preescolares el aumento de la aptitud aeróbica de base está relacionados con una mejor memoria espacial de trabajo y/o atención al inicio del estudio, y en cierta medida también a sus futuras mejoras en los siguientes 9 meses. Los datos de

Capítulo 1

estos estudios y su correspondiente análisis contribuyen al objeto de estudio sobre la interacción de la aptitud física y Funciones ejecutivas en Adolescentes escolares.

En resumen, el cuerpo de conocimiento sobre el tema, no solo ha evidenciado asociaciones positivas entre el ejercicio y la cognición en estudios de corte transversal (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011; Best, 2010; Davis & Cooper, 2011, Chomitz et al. 2009; Etnier et al. 1997; Sibley & Etnier, 2003), sino también en estudios longitudinales de intervención, los cuales han reportado evidencia en dos tipos de intervenciones según la duración de ejercicio aeróbico, de corto tiempo (efectos agudos) y de largo tiempo (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011). Ambos tipos de intervención han demostrado efectos positivos sobre determinadas Funciones ejecutivas en diferentes grupos de edad. Sin embargo, son escasos los estudios centrados en adolescentes.

Por otra parte, es bien conocido el vertiginoso crecimiento de investigaciones centradas en la relación existente entre sedentarismo y obesidad en escolares. situación que favorece al desarrollo de porcentajes de grasa elevado en edades tempranas (Goran MI, 2001) siendo un factor de riesgo para el desarrollo de Enfermedades Crónicas no Transmisibles (en adelante ECNT), tales como la alteración del perfil lipídico (Mark, 2008), sobrepeso y obesidad, cifras tensionales altas (Uscátegui et al. 2003), resistencia a la insulina (Sardinha, Andersen, & Anderssen, 2008) con prevalencia en el desarrollo de diabetes tipo 2, que en décadas anteriores era improbable que se presentaran en NNA (Wedderkopp, 2003), situación que no es desconocida y latente en Colombia (Gomez et al. 2012).

Los estilos de vida poco saludables, como la inactividad física y los malos hábitos nutricionales en edades cada vez tempranas, han generado procesos investigativos que responden a esta problemática y permiten la toma de decisiones de orden político por diferentes organizaciones mundiales desde un enfoque de salud pública. La investigación científica ha generado un cuerpo de conocimiento importante donde reconoce que las intervenciones desde la actividad física tienen un efecto positivo en la mejora de la salud cardiometabólica en los niños, niñas y adolescentes NNA (Daniels et al. 2005)

Capítulo 1

Pero no solo los niveles de inactividad física en la infancia afectan la salud física en la edad adulta, también la mental, donde esta se asocia con la presencia de trastornos emocionales o psicológicos como la depresión en la adultez (Jacka, 2011).

Los investigadores en el área no solo han relacionado exclusivamente la aptitud física con Funciones ejecutivas o desempeño académico en NNA, también lo han realizado con variables conjuntas como el sobrepeso y la obesidad en estudios de tipo trasversal (Davis & Cooper, 2011). Esta investigación encontró una asociación positiva entre el nivel de Fitness con la cognición, también encontró que los niveles altos de porcentaje graso están inversamente relacionados con la cognición y el funcionamiento ejecutivo, los autores concluyen que estos resultados sugieren que la capacidad cognitiva de los NNA y el rendimiento escolar pueden estar afectados por la condición física general y variables antropométricas como el índice de masa corporal (en adelante IMC) y porcentaje graso (Davis & Cooper, 2011).

La investigación científica mundial ha reportado asociación entre nivel de actividad física y las funciones ejecutivas en escolares particularmente en preadolescentes, siendo aún este campo de estudio en desarrollo, donde se determine la causalidad del ejercicio físico de tipo aeróbico en la mejora de procesamiento de las FE. Los reportes investigativos en su mayoría tienen las siguientes características: 1) utilización de mediciones indirectas para establecer el niveles de actividad física (Acelerometría, cuestionarios) o de aptitud física para medir potencia aeróbica de forma indirecta (protocolos indirectos en campo o laboratorio, entre otros) y son muy escasos los que reportan medición directa (V02) siendo este el Gold estándar de potencia aeróbica. 2) en su mayoría se han realizado en población en edad preescolar y preadolescente, adultos y adultos mayores siendo escasa la documentación para adolescentes, 3) se consideran algunas variables entre las cuales está como la edad, funciones ejecutivas, capacidad aeróbica, maduración biológica, estrato socioeconómico, entre otras, pero un mismo estudio no las incluye todas, 5) A nivel internacional se ha evidenciado asociaciones positivas ente las funciones ejecutivas como inhibición, memoria, flexibilidad mental y planeación con la realización de ejercicio físico de tipo aeróbico, sin embargo se requiere efectuar estudios para población colombiana donde esta investigación es pionera, particularmente en población adolescente y en un contexto particular como el nuestro.

Por tanto la pregunta de investigación para este estudio es la siguiente:

¿Cuál es la relación entre aptitud física y Funciones ejecutivas en escolares adolescentes que participan en modalidades deportivas en Bogotá?

Delimitación del problema

Para efectos de este estudio las funciones ejecutivas incluyen: inhibición, memoria de trabajo, atención, flexibilidad mental y planeación secuencial en escolares adolescentes no entrenados y entrenados de los 14 a los 16 años que participan en modalidades deportivas de resistencia como el ciclismo, patinaje y atletismo en Bogotá.

1.2 Justificación

Las funciones ejecutivas son requeridas en el comportamiento del ser humano, y hacen parte esencial del desarrollo cognitivo en etapas tempranas de los niños y niñas. Las funciones ejecutivas son importantes en la conducta y autorregulación dentro del aula, esta última refiriéndose a la capacidad de seguir instrucciones y prestar atención, comportamientos importantes en el éxito de la preparación escolar inclusive más que la propia adquisición de habilidades académicas específicas (Blair & Diamond, 2008).

La actividad física y específicamente el ejercicio aeróbico tiene la capacidad de promover variedad de aspectos propios del desarrollo a través del efecto directo sobre las funciones ejecutivas, es decir la promoción de la actividad física en el entorno escolar, en el recreo o la participación en disciplinas deportivas estructuradas y relacionadas específicamente con el ejercicio de tipo aeróbico cumpliendo con la recomendación de Actividad física para NNA según la OMS, no solo favorecerá la salud física sino procesos comportamentales que inferirán directamente en las Funciones ejecutivas y por lo tanto en su desempeño académico. Las investigaciones reportan que intervenciones por medio del ejercicio aeróbico, mejora las funciones ejecutivas y el desempeño académico en especial en el área de matemáticas en NNA sedentarios y con sobrepeso (O'Malley, 2011). Un meta

Capítulo 1

análisis y una revisión sistemática, indicaron efectos significativo entre la actividad física, logros y resultados cognitivos en los NNA que realizaban ejercicio aeróbico (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011; Fedewa & Ahn, 2011). Entonces Intervenciones en ámbito escolar o la participación en una modalidad deportiva con énfasis en el entrenamiento de resistencia cardiopulmonar para promover la actividad física y en especial el ejercicio de tipo aeróbico, aporta en la prevención del sedentarismo en NNA que deteriora la salud física y puede ser un factor asociativo en el desarrollo de las Funciones ejecutivas, representadas en el comportamiento, la conducta y pobres desempeños académicos de los escolares. Como se ha mencionado existe evidencia sobre las funciones ejecutivas y su relación con los procesos de aprendizaje, relacionado con el éxito académico en el proceso escolar de los NNA (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011), por lo tanto las funciones ejecutivas son variables relevantes de la presente investigación, siendo el objetivo para este estudio evaluar la asociación de estas en los adolescentes entrenados y no entrenados en resistencia. Los resultados de esta asociación permitirán dar aproximaciones de las relaciones consecuentes entre ejercicio físico o entrenamiento de resistencia, con los hallazgos de la funciones ejecutivas evaluadas, estas últimas inherentes en el rendimiento cognitivo y académico de los escolares adolescentes evaluados.

Teniendo en cuenta que la Aptitud física es la capacidad que tiene el organismo humano de efectuar diferentes actividades físicas en forma eficiente, retardando la aparición de la fatiga y disminuyendo el tiempo necesario para recuperarse (Blazquez, 1990), siendo la estimación del consumo de oxígeno VO_2Max una de las medidas para determinar la aptitud física y considerada en el presente estudio como una variable importante, donde una pobre o deficiente actividad física en población adolescente, es un factor de riesgo en el desarrollo ECNT en la adultez, hace relevante la revisión de este tema. Una disminución progresiva de la aptitud física de los NNA, la falta de oportunidades de realizar actividad física (Hardman, 2008), la disminución del tiempo destinado para el recreo o descanso intraclases (Story, Kaphingst, & French, 2006), el incremento de los niveles de sobrepeso y obesidad en NNA (Eisenmann, 2006; ENSIN, 2010), y los factores de riesgo asociados al bajo rendimiento académico derivado de un pobre desempeño en la Funciones ejecutivas, han puesto en evidencia que el entorno escolar y el transcurrir vital en mención es el escenario fundamental en que los NNA puedan ser menos o más activos, incidiendo esto positiva o negativamente en la salud física,

emocional y en las funciones ejecutivas inherentes al desempeño académico de los Adolescentes escolares.

El ejercicio físico de tipo aeróbico, que en el entorno escolar puede ser estimulado en las clases de educación física, generalmente en las instituciones educativas no supera las 2 horas semanales, y como referencia para esta investigación el grupo control o de No entrenados las clases de esta asignatura es de 1 hora y 30 minutos semanal situación desfavorecedora con los efectos propios para la salud al no cumplir con la recomendación de actividad física, que es 1 hora diaria de intensidad moderada a vigorosa según la OMS. La ENSIN (2010) confirma estos efectos, debido que el tiempo en que los NNA destinan en actividades sedentarias como ver televisión o jugar con videos juegos aumento la prevalencia en un 4.5%, con una frecuencia de 2 a 4 horas al día, relacionándose esto directamente con comorbilidades propias de ECNT en la edad adulta.

La problemática del sedentarismo infantil como se ha mencionado, no solo está relacionada con el desarrollo ECNT en la edad adulta, sino también con otros condicionantes propios del desarrollo integral de los NNA, como lo es el rendimiento académico durante el periodo escolar. El no prestar atención a esta problemática desde todos los enfoques, incrementará la carga de enfermedad en el sistema de salud relacionado con las ECNT, y en el caso del deterioro de las funciones ejecutivas en los niños, que se reflejara en un peor desempeño académico, limitando el desarrollo de competencias propias de la edad, reflejándose a futuro en disminución de las capacidades intelectuales y sociales.

Relaciones investigativas de corte transversal como lo es esta investigación permitirá dar información sobre la relación del ejercicio físico o entrenamiento de resistencia aeróbica desde un perspectiva relacionada con las funciones ejecutivas como la inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental y planeación, funciones particularmente asociadas positivamente en investigaciones mundiales con la realización de ejercicio físico (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011; Best, 2010; Churchill et al. 2002; Sibley & Etnier, 2003). La investigación describe elementos que pueden influir en el aprendizaje desde la evaluación de las funciones ejecutivas, relacionándolo con los niveles de aptitud física específicamente con el consumo de oxígeno VO₂max, que

permitirá fortalecer las acciones tendientes hacia la promoción de la actividad física en el entorno escolar, reflejado en un aprendizaje exitoso y satisfactorio en el aula. Los aprendizajes que ocurren durante la infancia y adolescencia son los fundamentos básicos para que los NNA tengan éxito personal, académico y social. Estos aprendizajes son favorecidos mediante las Funciones ejecutivas que permiten acceder, procesar y producir la información (Schunk, 1991). Así mismo este trabajo pretende demostrar que todo proceso de intervención en el ámbito escolar debe ser basado en la evidencia y apoyado con el trabajo interdisciplinar, como lo es el caso de esta investigación, donde participo una fisioterapeuta especialista en ejercicio físico y 2 psicólogos con experiencia en aplicación de pruebas de funciones ejecutivas en NNA. No se debe desconocer que en este campo de estudio, las instituciones educativas y docentes, también deben asumir la problemática del sedentarismo infantil, donde la prevención se convierte en una responsabilidad compartida entre los profesionales relacionados de forma interdisciplinaria.

Cabe mencionar que específicamente los estudios e intervenciones se han realizado en su mayoría por disciplinas como la medicina con sus diferentes subespecialidades afines al tema, y la psicología de la educación. Propiamente desde la Fisioterapia y el abordaje en escolares desde la relación de la actividad física, ejercicio físico o deporte con las funciones ejecutivas en población adolescente es muy limitada (Tatia et al, 2014), siendo muy pocas las investigaciones desde el área de la fisioterapia que han tratado este tema (O'Malley, 2011), destacándose que en la mayoría de estudios los métodos de evaluación utilizados para la aptitud física son indirectos (Bull & Scerif, 2001; Chomitz, Slining, McGowan, Mitchell, Dawson, & Hacker, 2009; Davis & Cooper, 2011), convirtiéndose esto en una limitación para determinar con un mayor rigor científico la asociación de la aptitud física con las funciones ejecutivas donde para el presente estudio se tiene en cuenta la evaluación de esta variable fisiológica mediante el "Gold estándar" que es la Ergoespirometría (su reproductibilidad -menos del 3% de error- la hace una medida fiable), por tanto el profesional en Fisioterapia al apropiarse de estos procesos investigativos que hace parte de su campo de acción, como lo es *el área de educación* la actividad física, ejercicio físico y deporte e involucrarse con otras variables como son las funciones ejecutivas en adolescentes escolares, permitirá fortalecer el cuerpo de conocimiento y posicionarse en un área que le compete como la promoción de salud y prevención de las deficiencias no solo desde la salud física sino

Capítulo 1

mental, reflejado esta última y como objetivo de este estudio en el desempeño de las funciones ejecutivas en el ámbito escolar.

Desde el marco normativo, la ley 528 de 1999 por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de *Fisioterapia* y se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones, se reconoce al **ámbito educativo** como un campo de desarrollo profesional en Fisioterapia. A pesar de ello, el rol de fisioterapeuta debe visibilizarse aún más y seguirse posicionando en esta área. Investigaciones como la del presente estudio permite dar aproximaciones desde el orden científico el rol que tiene el FT en cuanto a la prescripción del ejercicio desde la promoción de la actividad física, ejercicio físico y deporte su valor asociativo con las funciones ejecutivas, reflejadas ellas en el desempeño académico, por tanto investigaciones afines, se convierten en una oportunidad para justificar el quehacer del fisioterapeuta en el ámbito educativo, legitimando aún más el rol de Fisioterapeuta en esta área; a pesar que los avances investigativos dese la promoción de habilidades propias del aprendizaje en escolares ha sido privilegiado desde el enfoque de intervención de otras áreas de estudio de desarrollo humano, este tipo de investigaciones son una oportunidad valiosa para demostrar que desde el punto de vista científico el Fisioterapeuta en la escuela debe hacer parte del equipo de profesionales que promueven las habilidades integrales de los escolares desde la salud física, emocional y su rendimiento académico, todas ellas áreas del desarrollo humano de los escolares.

Así mismo la ley 528 de 1999 legitima, como ámbito de ejercicio profesional el diseño, ejecución y dirección de programas afines a la promoción de la salud y prevención de las deficiencias o limitaciones, ámbito totalmente concerniente con el objeto de esta investigación, que se centrara en la evaluación de la relación de la aptitud física específicamente el consumo de oxígeno VO_{2max} y Funciones ejecutivas en adolescentes de 14 a 16 años, donde se tomara el grupo control o de No entrenados y Adolescente entrenados en resistencia en ciclismo, atletismo y patinaje pertenecientes a clubes privados y ligas de Bogotá.

Este trabajo es pionero en el desarrollo investigativo de la Fisioterapia en Colombia, o por lo menos no se ha documentado formalmente, entre variables de la aptitud física medido mediante ergoespirometria y funciones ejecutivas en los adolescentes, que

sugerirá de acuerdo a los resultados y conclusiones asociaciones entre la aptitud física y funciones ejecutiva, permitiendo tener herramientas desde la evidencia científica sobre la importancia de la promoción de la práctica de actividad física, ejercicio físico o deporte como herramienta de intervención desde la Fisioterapia en relación al desarrollo de funciones ejecutivas, y de forma inherente en la prevención del sedentarismo en la etapa escolar específicamente en la adolescencia y sus consecuencias para la salud física y mental.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar cuál es la relación entre aptitud física y funciones ejecutivas en adolescentes escolares entrenados y no entrenados de Bogotá.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer el grado de correlación entre las variables de funciones ejecutivas como lo es la inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental y planeación, y el consumo máximo de oxígeno como medida de la aptitud física en Adolescentes escolares entre 14 y 16 años, entrenados y no entrenados en resistencia.
- Establecer Comparaciones de los resultados de las funciones ejecutivas de inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental y planeación en el grupo de adolescentes escolares entre 14 y 16 años entrenados en resistencia y no entrenados.

1.4 Definición de términos

La Aptitud física. Capacidad que posee un individuo para desempeñar cualquier actividad física ya sea en el ámbito laboral o en cualquier actividad deportiva de manera eficiente y sin fatiga excesiva, y que involucra procesos biológicos y psicológicos como las aptitudes y las disposiciones (Laverde, Esguerra, & Espinosa, 2011). Según otros autores

es la capacidad que tiene el organismo humano de efectuar diferentes actividades físicas en forma eficiente, retardando la aparición de la fatiga y disminuyendo el tiempo necesario para recuperarse (Blazquez, 1990). Por tanto uno de los determinantes de la aptitud Física es el consumo de Oxígeno considerándose un medida particularmente para medir la aptitud cardiorrespiratoria que denota la capacidad del organismo para efectuar una actividad eficiente sin fatiga. La medición de la Aptitud física cardiorrespiratoria de forma directa se efectúa mediante el Vo2 Max o Vo2 Pico. A continuación se definen los términos relacionados con esta variable:

- **Consumo de Oxígeno (VO2).** Se define como la capacidad de transportar O₂ a los músculos activos y de utilizarlo para generar, esta condición física aeróbica dependerá de características pulmonares, cardíacas y hematológicas del suministro de oxígeno y de los mecanismo oxidativos del musculo en el ejercicio (Mancera, Ramos, & Quiroga, 2015).
- **Consumo máximo de Oxígeno (VO2max-VO2 pico).** Es la tasa más alta a la que una persona puede consumir oxígeno durante el ejercicio, es ampliamente reconocida como la mejor medida de la capacidad aeróbica en adultos siendo el Gold estándar dentro de las pruebas afines. El consumo máximo de oxígeno involucra regularmente la existencia de una meseta de VO₂, pero esta respuesta no es propia en niños y adolescentes y es más apropiado el uso del concepto de VO₂ pico, que corresponde al VO₂ mas alto realizado durante una prueba de ejercicio físico hasta la fatiga o agotamiento (Armstrong & Welsman, 2001).

Funciones ejecutiva. Conjunto de procesos mentales que permiten controlar, regular y planear de forma eficiente conductas; también regulan y controlan habilidades cognitivas básicas (memoria-atención –Inhibición), es decir proceso sobre aprendidos por medio de la práctica y de la repetición (Flores & Ostrosky, 2012). Las funciones ejecutivas son necesarias para dirigir las acciones a la consecución de objetivos concretos.

Planeación secuencial: Capacidad para secuenciar, integrar y desarrollar caminos intermedios para lograr metas a corto, mediano y largo plazo. Esta capacidad requiere selección y secuenciación de esquemas de acción para resolver un problema que

requiere movimientos contraintuitivos y ordenados de manera secuencial (Flores & Ostrosky, 2012).

Flexibilidad mental: La capacidad para monitorizar y cambiar la conducta en caso necesario, así como planificar la conducta futura cuando se enfrenta con tareas o situaciones nuevas (Redolar, 2014).

Inhibición: Es la capacidad de ignorar información irrelevante, permitiendo atender a información relevante para resolver la tarea adecuadamente. Esta tarea de control ejecutivo se relaciona con la corteza pre frontal que permite retrasar respuestas impulsivas originadas en otras estructuras cerebrales, que resulta esencial para regular la conducta y la atención (Cohen, 2014).

Memoria de Trabajo: Es una memoria temporal en línea que los sujetos utilizan para alcanzar objetivos inmediatos, y a corto plazo, al igual que para resolver problemas mediante el uso de información de manera activa (Baddely, 2003).

2. Marco teórico

2.1 Funciones ejecutivas

Los procesos neuropsicológicos de los lóbulos frontales que se relaciona con las funciones ejecutivas, son diversos y numerosos, donde va desde el control y la programación motriz, el control de la atención y la memoria, hasta la cognición social y la meta cognición (Goldberg, 2001)

Las funciones ejecutivas se definen como una serie de habilidades o capacidades que permiten controlar, regular y planear la conducta y los proceso cognitivos; mediante ellas los sujetos desarrollan actividades independientes, propositivas y productivas (Lezak, 1994). Estas funciones se clasifican como la categorización de las funciones más complejas del individuo, debido que se encargan de regular y controlar habilidades cognitivas más básicas (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014). Estas habilidades cognitivas son procesos ya aprendidos gracias a la repetición o práctica, que también incluyen habilidades motora-cognitivas como lo son la lectura, la memoria o el lenguaje, y se han encontrado y estudiado una gran variedad de ellas, no existe una FE única o unitaria, por lo tanto existen diferentes procesos cognitivos que se encuentran en un concepto general de FE (Flores, Ostrosky, & Lozano, Bateria Neuropsicologica de Funciones ejecutivas y Lobulos Frontales, 2014).

Desde los autores de la batería neuropsicológica de funciones ejecutivas (en adelante BANFE) propuesta por Flores, Ostrosky, & Lozano (2014) se habla de funciones ejecutivas, las más estudiadas:

Relación entre aptitud física versus funciones ejecutivas en escolares que participan en modalidades deportivas en Bogotá

- Planeación
- Flexibilidad Mental
- Control Inhibitorio
- Memoria de trabajo
- Proceso riesgo-beneficio
- Abstracción
- Meta cognición
- Monitoreo
- Control

Para esta investigación las funciones ejecutivas que serán evaluadas en los Adolescentes entrenados en resistencia y no entrenados de acuerdo al modelo neuropsicológico de Funciones frontales y ejecutivas según Flores & Ostrosky, 2012 (Tabla 1) que son: Control inhibitorio, Memoria de trabajo MT autodirigida, Memoria de trabajo visoespacial secuencial, flexibilidad mental y planeación secuencial.

El Modelo neuropsicológico de funciones frontales y ejecutivas (Flores, Ostrosky & Lozano, 2008) con base a la BANFE pretende dar orden conceptual en la evaluación, A continuación resume los niveles jerárquicos de las FE, señalando en negrilla y subrayado las FE evaluadas en los adolescentes en el presente estudio.

Tabla 1: Modelo neuropsicológico de Funciones Frontales y ejecutivas (Flores, Ostrosky & Lozano, 2008)

NIVELES JERARQUICOS	Funciones ejecutivas FE	
IV NIVEL (> complejidad)	Meta funciones (CPFA Corteza prefrontal anterior)	Metamemoria Compresión de sentido figurado Abstracción
III NIVEL : FUNCION EJECUTIVAS	Funciones ejecutivas (CPF DL Corteza prefrontal dorso lateral)	Fluidez verbal Productividad Generación de hipótesis de clasificación <u>Flexibilidad mental</u> Planeación viso espacial <u>Planeación secuencial</u> Secuencia Inversa Control de memoria (codificación) Eficiencia (Tiempo de ejecución)
II NIVEL	Memoria de trabajo (CPF DL Corteza prefrontal dorso lateral)	Memoria de trabajo verbal <u>Memoria de trabajo viso espacial secuencial</u> <u>Memoria de trabajo Visual</u>
NIVEL BASICO	Funciones frontales básicas (COF corteza orbito frontal y CFM corteza frontomedial)	Proceso riesgo-beneficio <u>Control Inhibitorio</u> Mantenimiento de respuesta positivas Detección de selecciones de riesgo Control motriz

Las Funciones ejecutivas participan en el control, la regulación y la planeación eficiente de la conducta, favorecen que las personas se involucren con éxito en conductas independientes, productivas y útiles para sí mismo (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012). También están a cargo de regular y controlar habilidades cognitivas más básicas, como los procesos ya sobre aprendidos por medio de la repetición o la práctica sistemática. Estas funciones no solo incluyen habilidades cognitivas sino a la vez motoras, como la lectura, la memoria o el lenguaje (Burgess, 1997). Se debe tener en cuenta que el inicio, desarrollo y picos de desarrollo de las funciones ejecutivas se dan especialmente en la infancia y adolescencia (Diamond & Kirkham, 2002), por lo tanto su evaluación y estimulación desde las diferentes áreas del conocimiento como la educación

y las ciencias relacionadas con el movimiento corporal humano, deben darse en estas edades.

Dentro del cuerpo de conocimiento las funciones ejecutivas estudiadas en NNA están la atención, el control inhibitorio y la memoria de trabajo. Estas funciones son fundamentales para los procesos implicados para aprendizaje cognitivo (Espy et al. 2004). Durante la infancia estas funciones tiene un desarrollo importante y de allí se derivan funciones cognitivas relacionadas con el aprendizaje y el rendimiento académico.

2.1.1 La atención

Mecanismo esencial para seleccionar la información relevante del entorno en función de las metas y expectativas del individuo, la atención significa dejar ciertas cosas para tratar de forma efectiva otras (Redolar, 2014). La atención se relaciona profundamente con la inhibición, pudiendo se llamar como “atención ejecutiva” o inhibición.

2.1.2 La inhibición o control inhibitorio

Es la capacidad para controlar de manera voluntaria las acciones conductuales, cognitivas y la atención; el control inhibitorio permite la planificación, el análisis y la elección de la conducta más adecuada y evita que las distracciones desvíen la atención para el cumplimiento de los objetivos propuestos (Cohen, 2014), facilitando así el funcionamiento de la memoria de trabajo que se explica más adelante. La inhibición, es un predictor significativo de las habilidades matemáticas, cuando otras funciones ejecutivas son controladas (Espy et al. 2004). La importancia de la inhibición también se ha relacionado con la alfabetización, comprensión de textos y el desarrollo de conocimientos en las materias de Inglés, Ciencias y Matemáticas (Blair & Razza, 2007; St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).

2.1.3 La memoria de trabajo

Memoria temporal en línea, que los sujetos utilizan para alcanzar objetivos inmediatos a corto plazo, así como para resolver problemas mediante el uso de información activa; la adquisición y desarrollo de esta habilidad le permite al individuo trascender por medio de representaciones mentales, facilitando así una expansión de la vida mental es decir la capacidad de razonar e imaginar (Baddely, 2003). Se ha evaluado en niños la importancia de la memoria de trabajo en los procesos de razonamiento, resolución de problemas matemáticos, y comprensión del lectora, habilidades lingüísticas, encontrándose relaciones positivas al respecto. En la edad escolar existe un desarrollo importante la capacidad de memoria de trabajo, la cual mantiene cierta relación con los procesos inhibitorios. Se ha descrito que la capacidad inhibitoria puede ser precursora de la memoria de trabajo (Gathercole & Pickering, 2000).

2.1.4 La flexibilidad mental

Es la capacidad para inhibir una estrategia cognitiva de acción y generar una respuesta alternativa. Implica la generación y selección de nuevas estrategias de trabajo dentro de varias opciones que existen para desarrollar una tarea (Miller & Cohen, 2011). *La flexibilidad mental* permite controlar esquema de acción o pensamiento y generar alternativas novedosas para solucionar problemas o mejorar el desempeño cognitivo, es una capacidad importante y esencial en el desarrollo cognitivo y en el desempeño académico (Flores & Ostrosky, 2012).

2.1.5 La planeación secuencial

Esta capacidad requiere la selección y secuenciación de esquemas de acción para resolver un problema que solicita movimientos contraintuitivos (es decir que aparentemente van en sentido “contrario” a la solución correcta) y ordenados de manera secuencial. Los “retrocesos” representan pasos para la preparación que solo se pueden

entender dentro de la secuencia de movimientos (submetas) enfocados en el logro de un objetivo a largo plazo (Flores & Ostrosky, 2012).

2.2 Desarrollo de las funciones ejecutivas en la infancia y adolescencia, y su importancia en el aprendizaje

Investigaciones han propuesto diversas etapas de desarrollo para las distintas funciones ejecutivas. Luciana y Nelson (2002) estudiaron las características de desarrollo de tres funciones ejecutivas en 245 niños de 4 a 12 años de edad, reportando que las funciones ejecutivas de memoria de trabajo visoespacial y planeación se alcanzan niveles similares a los adultos desde los 12 años, en cuanto en el desempeño de la torre de Hanói (planeación secuencial) se alcanza su máximo hasta los 14 o 15 años. De Luca et al (2003) referenciado por Flores & Ostrosky (2012) encontraron incrementos significativos en la memoria de trabajo a los 8 años, flexibilidad mental a los 12 años y planeación secuencial (torre de hanoi) a los 15 años. Anderson y Genevieve (1996) analizaron el desarrollo de tres funciones ejecutivas, flexibilidad, planeación y fluidez verbal, en una muestra de sujetos de 11 a 17 años, reportando que los desempeños máximos para la flexibilidad mental se alcanzaron a los 12 años, fluidez verbal a los 13 años y planeación secuencial a los 15 años. Destacan que la velocidad de desarrollo de las funciones ejecutivas estudiadas en el rango de edad en mención es casi “plana”, en contraste con los hallazgos en niños, el donde el desarrollo es más acelerado. Esta característica curvilínea en el desarrollo de las funciones ejecutivas, acelerada en la infancia y lenta en la adolescencia es una característica general en el desarrollo de las Funciones ejecutivas (Anderson & Genevieve, 1996 ; Diamond & Kirkham, 2002)

2.2.1 Importancia de las funciones ejecutivas en el aprendizaje escolar

A continuación se describe las funciones ejecutivas FE evaluadas en el presente estudio, su relación con el grado de desarrollo según la edad y la importancia en el aprendizaje, teniendo en cuenta la jerarquización por niveles que propone el **Modelo neuropsicológico de funciones frontales y ejecutivas** (Flores, Ostrosky & Lozano, 2008) Tabla 2.

Tabla 2: Desarrollo de Funciones Ejecutivas y su relación con el aprendizaje escolar. Elaboración propia.

Nivel	Desarrollo de Funciones ejecutivas FE		Importancia en el aprendizaje
III NIVEL	<p><u>Flexibilidad Mental</u></p> <p>Desarrollo intermedio</p>	<p>La capacidad para para inhibir una estrategia cognitiva o secuencia de acción y generar una respuesta alternativa (flexibilidad mental) se desarrolla de modo gradual durante la infancia y alcanza su máximo desempeño alrededor de los 12 años (Anderson, 1998)</p> <p>La capacidad para cambiar un esquema de acción o pensamiento depende de que la evaluación de resultado detecte que este ineficiente o que no obedece a los cambios en las condiciones del medio o de las condiciones que realiza una función específica, se requiere de la capacidad para inhibir este patrón de respuesta para cambiar de estrategias (Robbins, 1998). También implica la generación y selección de nuevas estrategias de trabajo dentro de las múltiples opciones para desarrollar una tarea (Miller & cohen, 2011)</p>	<p>La flexibilidad mental es necesaria para identificar patrones, cuando se incrementa la demanda de la tarea que está relacionada con los conocimientos de los escolares, con el control y la regulación del proceso de resolución, como lo puede ser para la resolución de problemas matemáticos, debido que exige enfrentarse a nuevas situaciones y problemas, lo que se comporta no solo con disponer de un buen bagaje de conocimientos donde se incluyen las estrategias, sino también ser flexibles para usarlos y adaptarlos. (Callejo & Zapatero, 2014)</p>
	<p><u>Planeación secuencial</u></p>	<p>Los resultados del problema o tarea de tres discos indican el desempeño máximo se alcanza entre los 13 y 15 años, lo cual indica que de las FE intermedias, la planeación es la que más tarde alcanza su nivel máximo de desarrollo. El desarrollo de esta capacidad refleja la evolución de la Corteza pre Frontal dorso lateral en el soporte de los procesos de seriación y secuenciación de pasos (Anderson, 2001). El desarrollo más lento y prolongado de la capacidad de planeación secuencial, frente al desarrollo más diferenciado y temprano de la</p>	<p>Una vez que se han implementado capacidad cognitiva o FE como la inhibición y la flexibilidad mental entre otras, es necesario el ordenamiento de los procedimientos cognitivos en serie (el lugar secuencial en que se deben implementar cada uno de los procedimientos y estrategias) de esta forma la ejecución de los planes permite llegar a la meta en un menor tiempo, esfuerzo y dispersión cognitiva. Entendiendo esto la planeación es una FE relevante, debido que permite</p>

		capacidad de planeación visoespacial, se debe a patrones distintos de desarrollo de competencia funcional neuronal entre la corteza prefrontal derecha e izquierda.	integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, mediano o largo plazo donde para los procesos de aprendizaje se reflejara en el éxito de consecución de tareas cognitivas de toda índole.
II NIVEL	<u>Memoria de trabajo</u> Desarrollo intermedio	<p>Memoria temporal en línea que los sujetos utilizan para alcanzar objetivos inmediatos y a corto plazo, así como para resolver problemas mediante el uso de información de manera activa. En la memoria de trabajo se produce, además de un almacenamiento temporal, un procesamiento activo de información (manipulación) que puede mantenerse durante cierto tiempo para realizar una acción o una serie de acciones, o resolver problemas:</p> <p>Tiene 2 subcomponentes básicos:</p> <p>a. Reten Fonológico</p> <p>b. Registro viso espacial: Se compone de un sistema de almacenamiento viso espacial que puede usarse para planificar los movimientos y para organizar el contenido de almacén visual.</p> <p>Memoria de trabajo viso espacial secuencial alcanza su máximo desempeño a partir de los 12 años de edad (Luciana & Nelson, 2002) a medida que se incrementa la edad aumenta la activación.</p>	Se ha evaluado en niños la importancia de la memoria de trabajo en los procesos de razonamiento, resolución de problemas matemáticos, y comprensión del lectora, habilidades lingüísticas, encontrándose relaciones positivas al respecto. En la edad escolar existe una mejoría importante la capacidad de memoria de trabajo, la cual mantiene cierta relación con los procesos inhibitorios. Se ha descrito que la capacidad inhibitoria puede ser precursora de la memoria de trabajo (Gathercole & Pickering, 2000).
NIVEL BASICO	<u>Control inhibitorio</u>	Función más importante de la corteza pre frontal es la capacidad de control sobre los demás proceso neuronales que se llevan a cabo	La inhibición, es un predictor significativo de las habilidades matemáticas, cuando otras funciones ejecutivas son

	(Desarrollo temprano)	dentro y fuera de ella. La corteza CPF permite retrasar las respuestas impulsivas originadas en otras estructuras cerebrales, lo cual resulta primordial para regular la conducta y la atención. Los mecanismo de control inhibitorio sobre las respuesta automatizadas alcanzan su máximo desempeño entre los 9 y 10 años (en adelante no se han encontrado diferencias con el desempeño de adolescentes o adultos jóvenes) (Carrion, Garcia, & Perez, 2004)	controladas (Espy et al. 2004). La importancia de la inhibición también se ha relacionado con la alfabetización, comprensión de textos y el desarrollo de conocimientos en las materias de Inglés, Ciencias y Matemáticas (Blair & Razza, 2007) (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006).
--	------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.2.2 Evaluación neuropsicológica de las Funciones ejecutivas

La evaluación neuropsicológica de los procesos cognitivos que soportan las FE, es diversa y compleja, debido que no existe función ejecutiva unitaria y ellas convergen entre sí.

La BANFE (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014), es un instrumento que agrupa un numero importante de pruebas neuropsicologicas de alta confiabilidad y validez para la evaluacion de procesos cognitivos que depende principalmente de la corteza prefrontal, además es una batería donde sus proponentes son hispanohablantes, lo que permitió tomarla de referencia aplicarla en nuestra población de estudio. Las pruebas que integran la batería fueron seleccionadas y divididas por los autores pricipalmente con base en el criterio anatomo-funcional: las que evalua funciones complejas dependen de la corteza orbitofrontal (COF), corteza prefrontal mdia (CPFM), corteza prefrontal dosrsolateral (CPFDL) y de la corteza prefrontal anterior (CPFA). Por tanto las pruebas evaluadas en la

BANFE dependera de la corteza anatomofuncional descrita, Ver Tabla No 1 Modelo neuropsicológico de funciones frontales y ejecutivas (Flores, Ostrosky & Lozano, 2008)

La aplicación de la prueba se basa en un análisis cuantitativo y cualitativo de los aciertos y de los errores. El análisis cualitativo de la ejecución considera el concepto de sistema funcional postulado por Luria (1986), que menciona que solo las funciones psíquicas superiores solo puede existir gracias a la interacción de estructuras altamente diferenciadas, cada una de las cuales hace un aporte específico propio al todo dinámico y participa en el funcionamiento del sistema cumpliendo funciones propias, esto explica el criterio anatomo-funcional mencionado.

Para el presente estudio de la BANFE se seleccionaron 5 subpruebas a evaluar, la razón de esta selección se debe a que estas FE son las que se han relacionado con la aptitud Física en las investigaciones mencionadas en los apartados previos:

- **Funciones Frontales basicas** como el **control inhibitorio** que corresponde a la evaluación de la corteza COF y CPFM, mediante las pruebas de 1) **Stroop A** y 2) **Stroop B**.
- **Memoria de Trabajo** que corresponde a la evaluación de la Corteza prefrontal dorso lateral CPDL, mediante las pruebas de **memoria de trabajo viso espacial secuencial** con el 3) **test de señalamiento auto dirigido** y **memoria de trabajo visual** mediante el 4) **test de memoria viso espacial para una secuencia de figura**.
- **Funciones ejecutivas** como la **Flexibilidad mental** que corresponde a la CPFDL, mediante el 5) **test de clasificación de cartas. y planeación secuencial**, mediante 6) **Torreo de Hanói**.

Confiabilidad y Validez de la BANFE (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014)

Para el presente estudio se seleccionó la BANFE debido que los autores proponentes tuvieron un rigor de elegibilidad relacionado con lo siguiente: El trabajo de selección y diseño de la batería se basó en cuatro aspectos. 1) División de procesos sistemáticos dentro de la corteza prefrontal; 2) correlato anatomofuncional; 3) Enfoque neuropsicológico clínico (validez y confiabilidad clínico-neuropsicológica) 4) soporte de estudios experimentales de neuro imagen funcional.

Las prueba que conforman la batería se seleccionaron con base a su validez neuropsicológica, son pruebas ampliamente utilizadas por la comunidad internacional con suficiente soporte en la literatura científica y con especificidad de área, determinada tanto por estudios con sujetos con daño cerebral como por estudios de neuroimagen funcional, este es un procedimiento de validez convergente y clínica propuesto para la neuropsicología (Stuss & Levine, 2002). Debido que las pruebas incluidas en la BANFE son utilizadas ampliamente por la comunidad mundial, se garantiza la generalización y comparación de resultados entre diversos grupos de investigación. La concordancia entre evaluador es de 0.80, estos coeficientes altos de confiabilidad entre examinadores indican que el uso de instrucciones estandarizadas garantiza que la calificación de la pruebas consistente (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014).

Los reactivos que se incluyen en la prueba tienen una alta validez de constructo, debido que se basan en estudios de neuroimagen y neuropsicología clínica que han demostrado su alta correlación entre los procesos evaluados y la actividad cerebral. Para evaluar su sensibilidad se ha aplicado en diversos grupos clínicos con depresión, demencia, abuso de sustancias psicoactivas, trauma craneoencefálico, trastorno de déficit de atención en niños y adultos.

Para evaluar el desempeño de los participantes adolescentes del presente estudio, se tuvo en cuenta las características de la muestra y baremos propuesto por Flores, Ostrosky, & Lozano (2014), quien en su investigación de doctorado realizada en centro america, para tal fin realizo un muestra por conveniencia, seleccionado 450 sujetos sin

ninguna condición neuropsicológica deficiente entre los 6 y 80 años de edad, teniendo en cuenta el nivel escolar, determinó los puntajes totales de cada función ejecutiva evaluada con su respectiva interpretación.

2.3 Funciones ejecutivas y su relación con la aptitud física.

A medida que los escolares avanzan de la primaria a la secundaria, el cerebro desarrolla rápidamente circuitos estructurales y funcionales que se reflejan en capacidades cognitivas de nivel superior, como regular o inhibir un comportamiento, realizar actividades multi-tarea, y evitar la distracción. En consecuencia, los comportamientos que afectan la función cerebral juegan un papel vital en la facilitación del desarrollo cognitivo óptimo durante la infancia. La actividad física no es una excepción y hace parte de esos comportamientos que inciden de forma positiva en las capacidades o funciones ejecutivas. La investigación indica que la inactividad física en la niñez y, posteriormente, menores rendimientos en la aptitud física, se asocia con un menor desempeño académico (Castelli, Hillman, Buck, & Erwin, 2007; Chomitz et al. 2009) y así mismo un rendimiento inferior en las pruebas neuropsicológicas estándar (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex & Castelli, 2009; Sibley & Etnier, 2003). Estos hallazgos han sido nombrados ampliamente durante la exposición de capítulo de antecedentes y justificación de la presente investigación.

A nivel general desde el área neurofisiología se puede explicar la relación del FE con el ejercicio físico desde tres procesos:

- Incremento de la circulación cerebral que facilitan la oxigenación en áreas relevantes del cerebro a cargo de las funciones cognitivas (Timinkul, Kato, & Omori, 2008)
- La segunda modulada o mediada por las neurotrofinas que favorecen la reparación neuronal y la plasticidad de la arquitectura cerebral (Winter et al. 2007)

-
- Rol del metabolismo de los neurotransmisores como la dopamina y norepinefrina en la corteza prefrontal que puede desempeñar un rol crucial en los procesos de control ejecutivo inherente a los procesos de aprendizaje (Barenberg, Berse, & Dutke, 2011)

Best (2010), efectúa una propuesta donde no solo contempla aspectos neurofisiológicos puros como los mencionados, sino los relaciona con las demandas de la tarea que implica hacer ejercicio. Este autor describe que por lo menos hay tres vías generales por las que el ejercicio aeróbico pueda asociarse positivamente en las FE en los NNA:

2.3.1 Demandas cognitivas inherentes a la estructura y a la actividad física

En una gran medida el ejercicio físico en los NNA viene a través de la participación en actividades o deportes que requieren cognición compleja para cooperar con compañeros de equipo, anticipar el comportamiento de los compañeros de equipo y los opositores, al empleo de estrategias, y adaptación de las demandas que requiere un deporte o juego que involucre la actividad física.

Actividades de grupo como el fútbol, el baloncesto contienen muchas de esas demandas cognitivas (Davis et al. 2007). Es importante destacar que las tareas o demandas propias de los deportes son similares a los procesos ejecutivos de los niños en el aprendizaje escolar, exigiéndoles que efectúen tareas propias de la inhibición, planeación y flexibilidad mental entre otras. Así, los juegos de tipo aeróbico y las tareas propias de las FE requieren de manera similar el pensamiento. Se estima que las funciones ejecutivas estimuladas y procesadas durante los juegos de tipo aeróbico en la edad escolar son transferibles a tareas puras de las FE. Un ejemplo que puede explicar esto es al jugar baloncesto un niño puede necesitar realizar un pase de rebote para pasar efectivamente el balón, ese pase particular necesario en ese momento no es predeterminado y rara vez se repetirá esto genera exigencias a los procesos ejecutivos como un plan de acción motora que debe ser creado, supervisado y modificado en la presencia de un continuo cambio propias de la demanda de esa tarea (pase de rebote),

el procesamiento de esa información requerirá un esfuerzo, y proceso de mayor activación a nivel frontal donde se asociaron las FE, llevando esto a un mayor nivel de aprendizaje (Carey, Bhatt & Nagpal, 2005)

Por tanto las demandas cognitivas inherentes al ejercicio físico, la actividad física, la coordinación motriz y el equilibrio dinámico (estas dos últimas habilidades motrices) pueden ser las mismas que se solicitan en los procesos de aprendizaje en escolares dentro del aula (Best, 2010; Niederer, 2011; Hill, Williams, Aucott, Thomson, & Mon-Williams, 2011). Entonces deportes o juegos que requieran habilidades de coordinación motriz y actividades de tipo aeróbico de moderada a vigorosa intensidad que requieren procesos de pensamiento y Funciones ejecutivas son transferibles a tareas como la atención, inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad mental, siendo estas funciones ejecutivas importantes en el aprendizaje de los NNA.

2.3.2 Demandas cognitivas del movimiento motor complejo

La ejecución de movimientos motores complejos también recluta circuitos neuronales asociados con FE. Diamond (2000) revisó varias áreas de investigación que sugieren un vínculo neural cercano entre la sustancial Co-activación del cerebelo, el movimiento complejo y coordinado, y la región de la corteza dorso lateral frontal, área específica donde procesan las FE. Diamond concluyó que el cerebelo parece ser importante para **funciones cognitivas** complejas, como lo es también para las **funciones motoras complejas**; siendo este mismo hallazgo relacionado con la activación de región de la corteza dorso lateral frontal y las funciones complejas a nivel motor, y a nivel cognitivo. Además, investigación con animales indica que la actividad motora compleja induce cambios morfológicos en el cerebro mientras que la actividad motora simple no lo hace. En roedores y primates no humanos, la ejecución movimientos motores complejos promueven el crecimiento neural en el hipocampo, el cerebelo, y el córtex cerebral en un mayor grado que el movimiento motor repetitivo (Carey, Bhatt, & Nagpal, 2005)

2.3.3 Cambios fisiológicos debidos al ejercicio aeróbico

Los hallazgos previos indican que el ejercicio aeróbico involucran las FE y otros procesos cognitivos de orden superior debido que requieren comportamiento dirigido a unos objetivos y a la coordinación de movimientos a nivel motor (Best, 2010). Adicionalmente a ello las demandas propias del sistema cardiovascular durante el ejercicio también pueden inducir cambios de orden fisiológico en el cerebro asociándose con la cognición e interactuando con los componentes cognitivos propios del ejercicio, impactando en la FE de los NNA (Best, 2010). El ejercicio aeróbico agudo y crónico pueden diferir en los cambios fisiológicos a nivel cognitivo- De acuerdo al objeto de estudio de la presente investigación solo se desarrolla lo relacionado con el ejercicio crónico, debido que los sujetos son adolescentes entrenados en resistencia con edades deportivas que superan los 3 años en adelante, por tanto su participación en la disciplina se catalogaría como “ejercicio crónico”.

- **Ejercicio Aeróbico Crónico**

Una importante investigación con roedores sugiere que el ejercicio regular realizado durante varias sesiones induce cambios en las regiones cerebrales relacionadas con el aprendizaje y memoria (Holmes, 2006). Estos cambios están mediados por la regulación de varios factores de crecimiento, incluyendo el factor 1 de crecimiento similar a la insulina (en adelante IGF-1), el factor de crecimiento endotelial vascular (en adelante VEGF), y el factor neurotrófico derivado del cerebro (en adelante FNDC) (Cotman, Berchtold & Christie, 2007; Holmes, 2006). El FNDC, ha demostrado ser una importante modulador de la actividad dependiente de la transmisión sináptica y, a su vez, de la plasticidad sináptica (Schinder, 2000); el FNDC parece mediar en la neurogénesis inducida por el ejercicio, es decir, el proceso mediante el cual nuevas neuronas proliferan y se desarrollan (Churchill et al. 2002). La neurogénesis inducida por el ejercicio se ha observado en el hipocampo de ratones adultos (van Praag, Christie, Sejnowski & Gage, 1999) un hallazgo que se repite consistentemente.

Un estudio de ratas jóvenes descubrió la importancia del ejercicio sobre la neurogénesis y la expresión de FNDC era dependiente de la intensidad, es decir ejercicio a moderada intensidad tuvo un mayor impacto (Fabel, 2008). Este autor postula que el ejercicio causa una activación neural inespecífica y pero cuando este es combinado con un contexto atractivo (enriquecido, libre y motivante) lleva a una neurogénesis robusta y duradera en el aprendizaje y en los centros de memoria del cerebro; concluyéndose así que el ejercicio en un entorno social y complejo puede conducir a un mayor cambio morfológico cerebral, que el ejercicio en un contexto más simple.

Pereira, Huddleston, Brickman, Sosunov & McKhann (2007) encontraron evidencia de que el ejercicio aeróbico crónico aumenta el volumen sanguíneo cerebral regional (en adelante VSC) en un área específica del hipocampo en ratones y seres humanos. Este aumento de VSC, se cree que está directamente asociado con la angiogénesis. Otra investigación que asocia el ejercicio aeróbico con la promoción de cambios morfológicos en los seres humanos proviene de un estudio aleatorizado controlado por (Colcombe et al. 2006) donde demostraron en persona mayor que efectuaron ejercicio aeróbico durante 6 meses de mostraron un mayor volumen de materia blanca y gris particularmente en la región frontal que es la implicada en las FE, basados en la resonancia magnética estructural, en comparación con los participantes del grupo control.

2.4 Determinación de la aptitud física a través de la evaluación del VO_2max

2.4.1 Consumo máximo de Oxígeno VO_2 /Potencia Aeróbica

El consumo máximo de oxígeno como una medida para evaluar la aptitud física, desde la fisiología se considera la intensidad del 100% al ritmo de trabajo en el cual se logra el VO_2max , catalogándose como rendimiento máximo (Reyes, 2008). La resistencia aeróbica estará determinada por la capacidad de producción energética mitocondrial, por tanto a mayor a mayor potencial energético, el rendimiento pico del sujeto será mayor, como esta capacidad o función depende de la capacidad oxidativa, se evalúa con el consumo máximo de oxígeno (VO_2max) y por esta razón se denomina potencia aeróbica (Reyes, 2008).

La comprensión de potencia aeróbica requiere la comprensión previa del consumo de oxígeno (QO_2), que se define como el proceso celular de utilización de oxígeno para poder producir la energía necesaria para realizar un esfuerzo. El método de medición se realiza con el principio de Fick. Adicional a ello, se denomina captación de oxígeno a la diferencia entre el oxígeno que ingresa a los pulmones y el restante que sale al final de la espiración, es una medición no invasiva llevada a cabo con el método de gases espirados (Reyes, 2008).

El consumo máximo de oxígeno involucra regularmente la existencia de una meseta de VO_2 , pero esta respuesta no es propia en niños y adolescentes y es más apropiado el uso del concepto de VO_2 pico, que corresponde al VO_2 más alto realizado durante una prueba de ejercicio físico hasta la fatiga o agotamiento (Armstrong & Welsman, 2001).

2.4.2 Medición de consumo máximo de Oxígeno (VO_2max)

Esta medición se considera la medida “gold estándar” de la resistencia aeróbica, su reproductibilidad (menos del 3% de error) la hace una medida fiable del rendimiento aeróbico. El VO_2 max es una medida que permite estimar el rendimiento máximo aeróbico de los deportistas, es una medida que permite hacer comparaciones del rendimiento con otras variables fisiológicas, o cognitivas como los para el presente estudio. El valor de esta variable se correlaciona con el desarrollo de la aptitud física en

una etapa sensible después del desarrollo puberal (Reyes, 2008). Para realizar una medición directa es necesario tener de un equipo analizador de gases espirados, conocido como ergoespirometro, que mide las concentraciones de O₂ y CO₂ en el aire final de la espiración, la ventilación se mide con un dispositivo de neumotacometro o turbina; los datos son recibidos en un computador que realiza los cálculos y correlaciona en tiempo real otras variables obtenidas, como la carga y la frecuencia cardiaca (Reyes, 2008)

▪ **Medición de consumo de oxígeno (V_{O2} max-V_{O2} pico) en la población de estudio.**

La determinación de las pruebas de consumo de oxígeno del presente estudio, están sujetas al marco del macro proyecto titulado “Efectos del entrenamiento de resistencia sobre variables hematológicas, consumo de oxígeno, habilidades motrices y funciones ejecutivas en niños y adolescentes, a altitud moderada” (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016) donde para la determinación de los protocolos se siguió un proceso riguroso para buscar la mejor y más adecuada forma de medir el VO₂ en NNA, tema aún no estudiado a profundidad. Para esto se efectuó de manera inicial una revisión documental en la literatura para determinar las características de las pruebas, y los protocolos realizados (Armstrong & Welsman, 2001). Posterior a ello, se evaluaron los resultados y las propuestas a discusión con expertos (médicos el deporte, fisiólogos entre otros) en las que se determinaron los protocolos preestablecidos para realizar las pruebas pilotos. Luego de realizar este proceso con diferentes sujetos de estudio, se determinaron protocolos para medición del VO₂ relacionados con la modalidad deportiva, el género y la edad (ver metodología).

2.4.3 Consumo de Oxígeno y crecimiento

El VO₂ está robustamente relacionado con el tamaño del cuerpo, con la masa corporal o la estatura. Por tanto el aumento de la edad y el VO₂ refleja el aumento general en el tamaño corporal durante la transición de la niñez a la adolescencia y la edad adulta (Armstrong & Welsman, 2001). Acorde los niños crecen, también maduran las respuesta fisiológicas de los adolescentes por tanto deben ser consideradas en relación a la diversidad biológica y la edad cronológica. La masa corporal relacionada con el VO₂

PICO ($\text{ML}\cdot\text{Kg}\cdot\text{min}^{-1}$) ha demostrado estar relacionada con las etapas de maduración descrita por Tanner (1962); los valores de VO_2 pico en niños son consistentemente más altos que lo de las niñas a finales de la infancia y la diferencia entre los sexos se hace más pronunciada a medida que los jóvenes avanzan hasta la adolescencia (Armstrong & Welsman, 2001).

2.4.4 Actividad Física y maduración biológica

La maduración biológica es una característica intrínseca de los sujetos, que varía en tiempo y la velocidad (cuando se produce determinados eventos o cambios). La maduración esquelética es el único sistema de evaluación de la madurez que se extiende por el periodo de crecimiento de la niñez hasta la edad adulta; La maduración somática se refiere a las fechas de máximo crecimiento durante el estirón puberal. La edad pico de velocidad de crecimiento puede estimarse solo con datos longitudinales que se extienden a la adolescencia; la maduración sexual solo es útil cuando son evidentes las manifestaciones de las características sexuales secundarias (seno en las niñas, desarrollo genital en los niños, el vello púbico en ambos sexos y la menarquia en las niñas (Mancera, Ramos, & Quiroga, 2015).

Para la diferenciación de cambios anatómicos como indicadores de madurez puberal, universalmente se utilizan los estadios Tanner representados al final del Anexo B.

En las niñas la primera manifestación de la maduración se observa por la aparición del botón mamario y a esta manifestación le sigue la aparición de vello púbico. Los cambios continúan hasta la edad adulta iniciando con los cambios de la areola y pezón llegando a comprender toda la glándula mamaria hasta llegar a la madurez sexual y en paralelo se forma el vello púbico (Canelas, 2000). La maduración de los niños es más demorada que en las niñas, el proceso de maduración inicia entre los 13 a 14 años, su primera característica es el aumento del volumen de los testículos iniciando el proceso de producción de espermatozoides. Ligado a este proceso pero en presentación más tardía se encuentra la aparición del vello púbico relacionado con el aumento del largo y grosor del pene (Canelas, 2000).

Para la evaluación de la maduración teniendo en cuenta los estadios se pueden observar tres estadios: 1 es prepúber, 2 - 4 progresión en la pubertad (púber) y 5 constitución

adulta (pospúber), tanto en el desarrollo de las mamas (M), genitales (G) y vello púbico (P). (Gómez-Campos, y otros, 2013).

La medición de la edad biológica se refiere a la maduración, por tanto se debe tener en cuenta cuando se efectúan investigaciones con poblaciones escolares, debido que ello influye de forma particular en variables fisiológicas y neuropsicológicas donde el desarrollo biológico interviene en los hallazgos.

3. Metodología

3.1 Tipo de estudio

Se plantea como un estudio transversal descriptivo. Este tipo de estudio expone la naturaleza de relaciones o asociaciones entre las variables, y son utilizados para examinar si los cambios en una o más variables están relacionados a los cambios en otra(s) variable(s). Este tipo de diseño analiza la dirección, el grado, la magnitud y la fuerza de las relaciones o asociaciones. Finalmente los resultados de estos estudios brindan los medios para establecer la hipótesis a ser probadas en estudios cuasi experimentales y experimentales (Sousa, Driessnack, & Costa, 2007; Donis, 2013).

En esta investigación su objetivo fue determinar relación o asociación, entre la aptitud física evaluada mediante el consumo de oxígeno V_{O_2} , y las funciones ejecutivas evaluado mediante la batería BANFE, en dos poblaciones grupo de entrenados en resistencia cardiovascular y grupo de no entrenados. Posterior a ello se efectuó comparaciones intragrupos con el fin de estimar si hay diferencias significativas entre no entrenados y no entrenados relacionado con su desempeño en la funciones ejecutivas examinadas.

3.2 Investigadora

Fabiola González Ortiz. Fisioterapeuta, especialista en ejercicio físico para la salud y candidata a magister en Fisioterapia del deporte y la actividad física de la Universidad nacional.

La directora de este trabajo fue la Profesora Beatriz Mena Bejarano Profesora del departamento de Movimiento corporal humano de la facultad de medicina de la Universidad Nacional.

3.3 Consideraciones éticas

La presente será una investigación de riesgo mínimo, de acuerdo a lo establecido en la Resolución No. 00843 de 1993 del Ministerio de Salud; Título II, capítulo 1: Aspectos éticos de las investigaciones en seres humanos, artículo 11, Numeral B. Así mismo se tendrá en cuenta el Capítulo 3: Investigaciones en menores de edad o discapacitados, artículos 24 y 28 (numeral a y b).

3.3.1 Consentimiento informado

Según el artículo 25 de esta Resolución, para la realización de este tipo de investigaciones deberá obtenerse el consentimiento informado de quienes ejercen la patria potestad o representación legal del menor.

Este estudio se desarrollará según la legislación Colombiana de Buenas Prácticas Clínicas (Resolución número 002378 de 2008) y la Declaración de Helsinki, en los cuales se regula la confidencialidad de la identidad de los sujetos, los Consentimientos informados, los métodos, aval ético y el bienestar de los individuos.

3.4 Población de estudio

A continuación se presentara el tamaño muestra y las características de la población, criterios de inclusión y exclusión.

3.4.1 Tamaño muestral

Adolescentes escolares de 14 a 16 años distribuidos en dos grupos:

-
- Escolares de 14 a 16 años que participan en la modalidad deportiva de resistencia de ciclismo, patinaje y atletismo.
 - Escolares de 14 a 16 años No entrenados.

La selección de la muestra fue a conveniencia, partió de una convocatoria realizada en adolescentes entre los 14 y 16 años del colegio Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montúfar IPARM de la Universidad Nacional de Colombia, donde para tal fin se tomó del universo de la población convocada en el macroproyecto de Mancera, Ramos, & Cristancho (2016) que correspondieron a N= 50 Escolares adolescentes no entrenados; para el caso del grupo Entrenado entre las edades en mención enmarcado en el macro proyecto se realizó una convocatoria abierta en las ligas deportivas de patinaje, atletismo y clubes privados de ciclismo de la ciudad de Bogotá, con la colaboración de la UCAD – IDRD donde para tal fin correspondieron N= 37 Escolares adolescentes. Se tuvieron en cuenta criterios de Inclusión y exclusión que a continuación se exponen.

3.4.2 Criterios de selección de los participantes

Criterios De Inclusión.

1. Todos los participantes deberán asentir su participación en el estudio y sus padres consentirlo a través del diligenciamiento del formato de consentimiento informado.
2. Adolescentes 14-16, clasificados: Tanner III a V.
3. Dominancia Diestra.
4. Visión normal o corregida (20/20).
5. Niveles de atención e inteligencia apropiado para la edad de los adolescentes evaluado mediante el test de Atención D2 (Brickenkamp, 2004) y el test de inteligencia breve K-BIT (Kaufman & Nadeen, 1990).
6. Para el grupo de Entrenados, ellos debían participar en disciplinas deportivas de resistencia, tener volumen de entrenamiento mayor o igual a 8 horas a la semana y una edad deportiva mayor o igual a un (1) año.

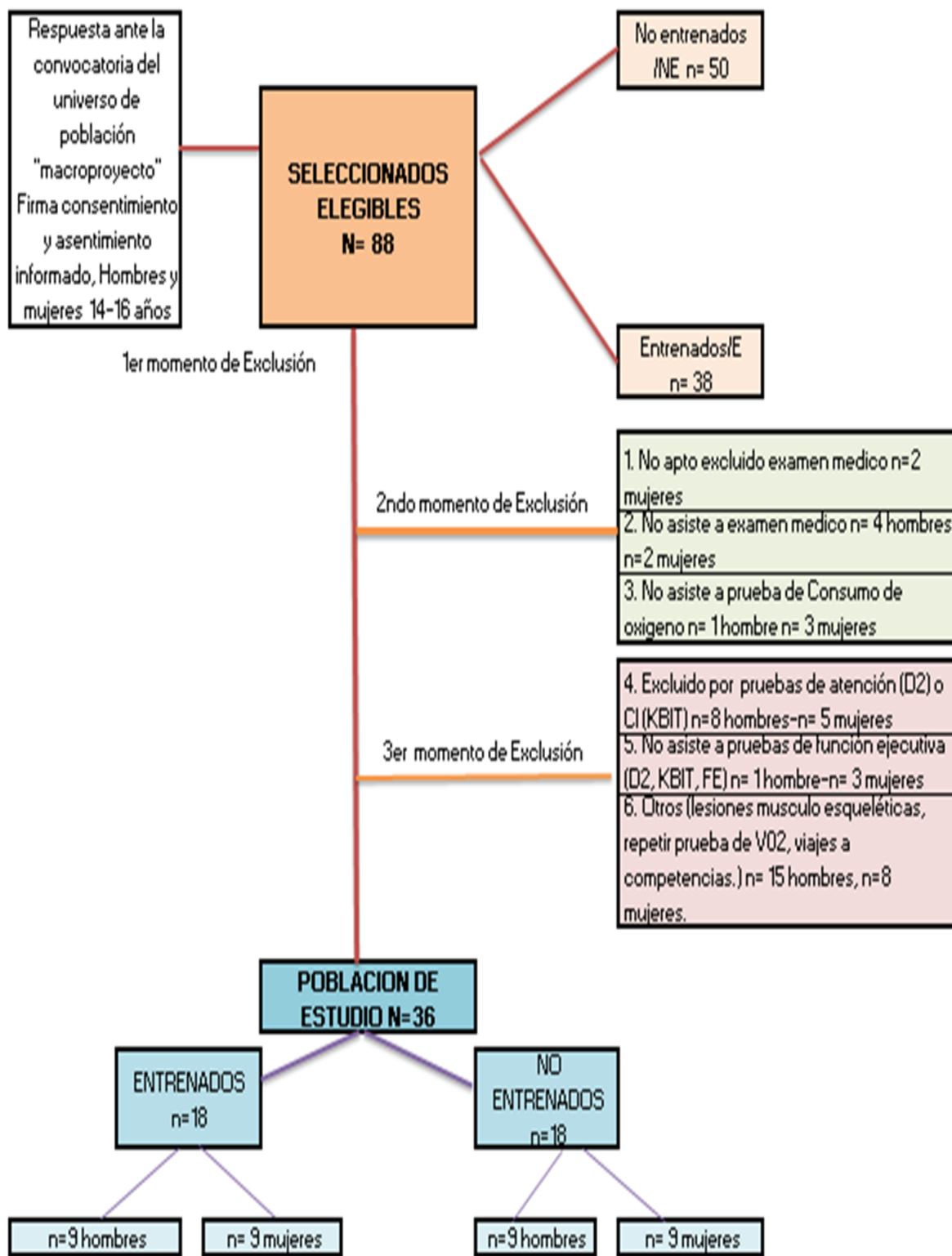
Criterios de exclusión.

1. Niveles de atención bajo.

2. Coeficiente intelectual bajo.
3. Presencia de enfermedades o condición de salud adversas (desorden neurológico, cardiovascular, pulmonar, etc).
4. Uso de medicamentos que influyen sobre el sistema nervioso central.
5. Índice de masa corporal bajo o alto (menor del percentil 3 y/o mayor del percentil 85).
6. Músico.
7. Entrenado que practicaran deportes a cíclicos como futbol, baloncesto etc, así cumpliesen volúmenes de entrenamiento y edad deportiva mencionada en los criterios de inclusión.

Posterior a ello luego se inició con los procedimientos relacionados con la evaluación de ingreso al estudio, pruebas fisiológicas y neuropsicológicas, donde durante el proceso hubo exclusión por el no cumplimiento de algunos criterios relacionados con las pruebas o deserción por parte de los participantes a algunos procedimientos durante el estudio, que tuvo una duración de 1 año. Finalmente la muestra de estudio correspondió a 36 adolescentes quienes cumplieron con los criterios de inclusión y completaron todas las pruebas, 18 el grupo de entrenados y 18 el grupo de No entrenados, distribuido de forma homogénea por género (n=9 hombres; n=9 mujeres). Ilustración 1.

Ilustración 1: Tamaño Muestral- Selección de la muestra. Fuente: Elaboración propia



3.5 Definición de variables

Las variables que se analizaron para esta investigación se relacionan en la tabla 3:

Tabla 3: Variables de estudio. Fuente Elaboración propia

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICION	INDICADOR DE MEDICION
Potencia Aeróbica-Consumo de Oxígeno V02 pico	Ergoespirometro (VO2 Max).	Continua	ml/kg/min-1
Inhibición	BANFE /Prueba de Inhibición: Stroop forma A y Stroop forma B	Razón	Puntuación Natural
Memoria de Trabajo	BANFE /Prueba de memoria de trabajo señalamiento Auto dirigido	Razón	Puntuación Natural
Memoria de Trabajo	BANFE/Prueba de memoria de trabajo viso espacial	Razón	Puntuación Natural
Flexibilidad Mental	BANFE/ clasificación de cartas	Razón	Puntuación Natural
Planeación secuencial	BANFE/ Torre de Hanói	Razón	Puntuación Natural

A continuación se exponen las variables que determinaron la homogeneidad de la muestra entre Entrenados y No entrenados. Tabla 4.

Tabla 4: Variables que determinaron la homogeneidad de la muestra. Fuente Elaboración propia

VARIABLE	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICION	INDICADOR DE MEDICION
Genero/sexo	Formato de evaluación médico de pre-participación.	Nominal	Femenino/masculino
Edad	Formato de evaluación médico de pre-participación.	Ordinal	Años
Estrato socioeconómico	Cuestionario de inclusión e exclusión para padres/ madres de familia.	Discreta	1,2,3,4 y 5
Escolaridad de los padres	Cuestionario de inclusión e exclusión para padres/ madres de familia.	Ordinal	Ninguno, primaria Incompleta, primaria completa, Bachillerato incompleto, bachillerato completo, ed. Técnica/tecnológica, incompleta, ed.

			Técnica/tecnológica completa, ed. Profesional incompleta, ed. Profesional completa, posgrado
Índice de Masa Corporal	Balanza- tallímetro	Continua	kg/m ²
Maduración Biológica	Estadio Tanner	Discreta	I,II,III y IV
Edad deportiva	Formato de evaluación médico de pre-participación	Continua	Años
Volumen de entrenamiento	Formato de evaluación médico de pre-participación	Continua	Horas/semana

3.6 Procedimientos de estudio

3.6.1 Fase 1. Convocatoria y selección de la población

- Acercamiento y contacto institucional para iniciar con el proceso de convocatoria y selección de la muestra; así mismo gestión institucional y de talento humano para la realización de pruebas médicas, fisiológicas (Unidad de ciencias aplicadas al deporte- UCAD) y neuropsicológicas (gestión para selección de psicólogos con experticia en aplicación en pruebas neuropsicológicas en escolares).
- Gestión para socialización de la propuesta con las directivas del IPARM (grupo de No entrenados); y entrenadores- directivos de los clubes deportivos y privados (grupo de entrenados en resistencia)
- Socialización de la propuesta a padres de familia y/o representantes legales de los escolares, aplicación del consentimiento y asentimiento informado (Ver anexo A), criterios de inclusión y exclusión.
- Preselección y selección de la población Adolescente escolar y firma del consentimiento y asentimiento informado. Ilustración 1.

- Divulgación de fechas de las jornadas para la realización de los instrumentos de evaluación ante los padres de familia y/o representantes legales y comunidad académica, con requisitos y recomendaciones

3.6.2 Fase 2. Procedimiento de Medición

El procedimiento de gestión para la asistencia de la población de estudio a cada una de las pruebas, se hizo mediante contacto telefónico con los acudientes de los adolescentes escolares en el caso de los No entrenados, para los entrenados la citación se hizo en su mayoría directamente con los entrenadores, acordando la fecha para la realización de las valoraciones.

Se realizaron una serie de mediciones administradas por profesionales expertos en las áreas del ejercicio físico, deporte y neuropsicología. Las mediciones incluyen la administración de los siguientes protocolos de pruebas:

Evaluación médico de pre-participación

El objetivo de esta prueba fue evaluar la condición médica de los adolescentes que participaron en el estudio, la prueba fue realizada por médicos deportólogos adscritos al UCAD, y fue quienes a su criterio profesional de acuerdo a las respuestas suministradas en la historia clínica (Ver anexo B) “Protocolo de aplicación de formato de historia clínica”) y al examen físico determinaron si su condición de salud les permitía continuar en el estudio es decir si eran aptos o no aptos. En la evaluación médica pre-participativa se tuvo en cuenta 2 aspectos de relevancia que son:

▪ Evaluación de maduración biológica por estadios de Tanner

Una de las formas de evaluar la maduración ósea es a través se estimar el grado el desarrollo de las características sexuales como fue desarrollado por Tanner en el año

1962. En este valora la maduración en cinco estadios tanto para niñas como para niños (Sociedad Argentina de Pediatría, (s.f.) .

El procedimiento para la evaluación de la maduración biológica se realizó durante el examen médico pre-participativo, donde al finalizar el examen, se les presentó a los adolescentes 1 lámina de acuerdo al género (Ver Anexo B), donde debía señalar con su dedo en que estadio de maduración del I al V de sus órganos genitales, vello púbico y mamas, en caso del género femenino, y maduración de órganos genitales y vello púbico en el caso del género masculino. Para el presente estudio esta evaluación era un criterio de inclusión debido que solo los adolescentes que estuviesen en estadio madurativo de III en adelante podían ingresar al estudio, que corresponde al curso de vida de la adolescencia.

▪ **Volumen de entrenamiento y edad deportiva**

Estas variables se consideraron evaluar en el estudio, con el fin de determinar horas a la semana de entrenamiento que se relaciona con volumen de entrenamiento, y edad deportiva que describe los años que llevan practicando la disciplina deportiva. Estos dos cuestionamientos se indagaron en ambos grupos, debido que se quería averiguar volúmenes de entrenamiento en aquellos adolescentes no entrenados que practicaban algún deporte durante la semana, en caso que superasen los volúmenes de entrenamiento, no se consideraría ya como no entrenados y para este estudio sería excluidos debido que para continuar la práctica deportiva debería ser en resistencia situación que no se encontró (se encontró en deportes a cíclicos: fútbol, baloncesto). Cabe aclarar que se considera un deportista de resistencia aquel que supera 8 horas a la semana de entrenamiento de resistencia y que por lo menos tiene un año de edad deportiva (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016).

Cuestionario de inclusión e exclusión para padres/ madres de familia

Se aplicó cuestionario (Ver anexo C) para determinar variables sociodemográficas (estrato, escolaridad de los padres, núcleo familiar entre otros); y criterios relacionados con las actividades extracurriculares u otros aspectos que pudiesen interferir en el

desempeño de las funciones ejecutivas (perdida de años escolares, participación en actividades extracurriculares con alto volumen relacionadas con la música o que estimulen el pensamiento). Este instrumento fue administrado a los padres de familia posterior al examen médico, y determinó aspectos de exclusión para el presente estudio particularmente con fallos o pérdidas de años escolares.

Evaluación de talla y peso

El objetivo de valorar peso y talla es conocer el Índice de Masa Corporal. Esta prueba fue realizada por una nutricionista certificada en normas ISAK (International Society for the Advancement of Kinanthropometry).

Con respecto a la calificación o interpretación de resultados, se calculó el Índice de Masa Corporal (IMC) con base en la siguiente fórmula= peso Corporal (Kg) / Estatura² (mts) y se registró los datos en el Anexo D. Cabe aclarar que este anexo tuvo en cuenta otras medidas antropométricas que fueron medidas en los sujetos, pero para el presente estudio solo se tomó datos de la Talla y peso.

Prueba o test del componente de Consumo de Oxígeno V02Max

Para este proyecto, se tomaron los protocolos para adolescentes entrenados y no entrenados, hombres y mujeres menores y mayores de 14 años desarrollados Mancera, Ramos, & Crisanchó (2016). Previo a la medición de Consumo de oxígeno el personal de enfermería de la UCAD efectuó aplicación del Electrocardiograma en reposo de 12 derivaciones para evitar riesgos asociados a la prueba (Ver Anexo E y F “Protocolo de toma de electrocardiograma” –“registro de resultados”).

A continuación se explica el procedimiento de aplicación de esta prueba:

a. Organización: Se realizó una verificación de la disponibilidad de los equipos a usar: Banda sin fin, cicloergómetro (calentamiento y prueba), máscara, monitor de frecuencia cardíaca Marca Polar registrado y computador.

b. Calibración de equipos: Antes de realizar las mediciones para el día se realizó una calibración del equipo en el Software Ergo RMR presente en el computador del laboratorio de fisioterapia del deporte de la UCAD.

- Encendido del equipo.
- Conexión correcta de las entradas al equipo.
- Calibración de la turbina.
- **Calibración de gases:** Con válvula de Oxígeno, con gases ambiente.
- **Ingreso de los datos** de los participantes que iban a realizar la prueba y el establecimiento del protocolo según su condición.
- **Definición del Protocolo:** El software tenía pre-programados los protocolos de la siguiente manera (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016) Tabla 5.

Tabla 5: Protocolo de Evaluación de Vo2 Max. Fuente (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016)

Categoría	Sujetos	Carga inicial	I	Incrementos c/30s	Ergómetro
Atletas	A1. Hombres Mayores de 14 años	9 Km/h	1	0,5 Km/h	Banda sin fin
	A2. Mujeres Mayores de 14 años	8 Km/h	1	0,35 km/h	
	A3. Hombres y mujeres menores de 14 años	5 Km/h	1	0,5 Km/h	
Ciclistas y Patinadores	CP1. Hombres Mayores de 14 años	Ciclist: 100 w Patinad: 70 w		15 w	Cicloergómetro
	CP2. Mujeres Mayores de 14 años	50 w		10 w	
	CP3. Hombres y mujeres menores de 14 años	30 w		5 w	
No entrenados	NE1. Hombres Mayores de 14 años	30 w		10 w	Cicloergómetro
	NE2. Mujeres Mayores de 14 años	30 w		5 w	
	NE3. Hombres y mujeres menores de 14 años	20 w		5 w	

c. Recepción del Participante

La recepción se realizó fuera de las instalaciones del laboratorio para dar las indicaciones iniciales al participante:

- Verificación de los requisitos para la realización de la prueba.

-
- Explicación de la prueba a realizar según el protocolo establecido para cada tipo de deporte y para no entrenados, donde se les indicó que debían dar el máximo esfuerzo y la forma correcta para indicar la finalización de la prueba.

d. Preparación previa a la Prueba

- Electrocardiograma en reposo de 12 derivaciones para evitar riesgos asociados a la prueba. A cargo de la enfermera jefe del UCAD
- Realización del calentamiento que incluía, movilidad articular, activación cardiovascular y adaptación al equipo. (Ver Anexo G).
- Colocación de la máscara y del lector de frecuencia cardíaca (reloj polar).
- Definición de la prueba (Cicloergometro o banda sin fin) según la condición y la modalidad deportiva.
- Explicación de la prueba: condiciones de la prueba y criterios para finalización de la misma.
- Realización de la prueba con motivación permanente a los adolescentes durante la misma.
- Finalización de la prueba según los siguientes criterios:
 - Si el participante da la señal de máximo agotamiento.
 - En banda sin fin cuando no logra sostener el gesto de carrera o cuando no logra mantener el equilibrio.
 - En bicicleta cuando no logra mantener la frecuencia de pedaleo de mínimo 60 revoluciones por minuto.
- Durante la prueba además del registro en el software se hace un registro manual de las variables de estudio (Ver Anexo H).
- Una vez finalizada la prueba se inicia al proceso de recuperación de 5 minutos en el equipo seleccionado y se mantiene el registro de los datos. Luego se realizan el protocolo de recuperación (Ver Anexo G).
- Una vez finalizada la prueba, se informó al participante y su acudiente se dio una retroalimentación global de su desempeño y los pasos a seguir para la posterior entrega del respectivo informe.

Pruebas o test del componente neuropsicológico.

Se efectuaron dos momentos de evaluación del componente neuropsicológico, el primero se relacionó con los test de criterios de inclusión de la función cognitiva, que son el test de atención selectiva y concentración selectiva llamado D2, y el test de inteligencia breve de Kaufman KBIT. Para el caso de D2 los adolescentes quienes tenían resultados en los sub-índices correspondientes a los valores promedios de normalidad estadística esperados denotaron que no tuvieron déficit en la atención. En cuanto a la evaluación de KBIT el puntaje promedio esperado para continuar en el estudio y que no denoto dificultades en la inteligencia estaba comprendido entre 90 y 120.

El segundo momento de evaluación comprendió la aplicación de la BANFE que evaluó las FE, donde los puntajes directos obtenidos fueron los que se tuvieron en cuenta para las correlaciones con el consumo máximo de oxígeno, y las comparaciones entre el grupo de entrenado y no entrenados.

Cabe aclarar que este componente fue evaluado por 2 (dos) profesionales en psicología clínica y educativa con experiencia en aplicación de pruebas neuropsicológicas en NNA. Los procedimientos previos a las pruebas consistieron en la revisión y selección de las baterías evaluativas adecuadas para la población escolar, y con su respectiva validez, confiabilidad y reproductibilidad. Posterior a ello se efectuaron pruebas piloto la pruebas neuropsicológicas (D2, KBIT y BANFE), con población adolescente que participo en el macro proyecto de Mancera, Ramos, & Cristancho (2016), pero que no hacian parte del presente estudio. Esta prueba piloto permitio ajustar algunas características de las pruebas en cuanto a los protocolos (p.ej que las instrucciones fuesen comprendidas por todos los adolescentes) y definir el tiempo total de cada prueba para efectos logístico.

A continuación se explicara brevemente los procedimientos del primer y segundo momento de evaluación del componente neuropsicológico,

- **Pruebas Neuropsicológica como criterios de inclusión al estudio.**

a) Atención selectiva y la concentración. Prueba del D2 (Brickenkamp, 2004), es un test de screening de tiempo limitado cuyo objeto es identificar si los adolescentes se

encuentran entre los niveles de no riesgo, o alteraciones atencionales, que fue un criterio de exclusión para continuar con pruebas de FE. Se evalúa la velocidad de procesamiento, el seguimiento de instrucciones y la ejecución en una tarea de discriminación de estímulos visuales similares y que, por tanto, permiten la estimación de la atención selectiva y concentración de una persona. El test está formado por 14 líneas con 47 caracteres los cuales contiene las letras “d” o “p” que pueden estar acompañadas de una o dos pequeñas rayitas situadas, individualmente o en pareja, en la parte superior o inferior de cada letra. La tarea del sujeto consiste en revisar atentamente, de izquierda a derecha, el contenido de cada línea y marcará todas las letras “d” que tengan dos pequeñas rayitas (las dos arriba, las dos abajo o una arriba y una abajo). Los estímulos correctos se conocen como elementos relevantes, las demás combinaciones se consideran irrelevantes, porque no deberían ser marcadas.

La fiabilidad y validez del d2 ha sido objetivo principal de extensa investigación, estudios pertinentes de fiabilidad han mostrado en este test una elevada consistencia interna que es una de las medidas principales de fiabilidad y se requiere a la equivalencia entre parte del test. En la mayoría de los estudios las puntuaciones del d2 son muy fiables 0,90 independiente del estadístico empleado, y en muestras especiales esta entre 0,70 y 0,80 siendo un coeficiente de correlación entre fuerte y muy fuerte así mismo a causa de numerosos desarrollos y mejoras que ha tenido se ha expandido su uso a nivel mundial, donde muchas especialidades psicológicas, tales como la neuropsicología, la clínica y el ámbito escolar lo han utilizado. (Brickenkamp, 2004)

La administración de esta prueba se hizo utilizando el formato original de la prueba Anexo I.

b) Test breve de inteligencia de Kaufman K-BIT (Kaufman & Nadeen, 1990)

El Test Breve de Inteligencia K-BIT Se trata de un test de screening, aplicable desde los 4 a los 90 años, de rápida aplicación (entre 15 y 30 minutos aproximadamente) y de fácil corrección, que puede servir de apoyo para tomar decisiones o para sugerir la conveniencia de una exploración de la inteligencia en mayor profundidad con instrumentos de mayor amplitud, y que específicamente para esta investigación permita

identificar los adolescentes que se encuentre entre los niveles de no riesgo, es decir que no tenga puntuaciones débiles en la habilidad mental, aspecto que en dado caso será un criterio de exclusión para continuar con el estudio o la aplicación de la BANFE.

El K-BIT tiene como objetivo medir la inteligencia verbal y no verbal en NNA y personas adultas. Mide por un lado, las habilidades verbales relacionadas con el aprendizaje escolar apoyándose en el conocimiento de palabras y en la formación de conceptos verbales. Evalúa el conocimiento del lenguaje, el caudal de información y el nivel de conceptualización verbal. Por ello, se trata de una medida de la inteligencia cristalizada, del modo de aprendizaje y solución de problemas que depende fundamentalmente de la escolarización formal y de las experiencias culturales. Por otro lado, evalúa las habilidades no verbales y la capacidad para resolver nuevos problemas a partir de la aptitud del sujeto para percibir relaciones y completar analogías, por lo que se considera un instrumento de medida de la inteligencia fluida. El K-Bit consta de dos subtests: vocabulario y matrices.

- **Subtest de Vocabulario:** Incluye dos partes, vocabulario expresivo (con 45 ítems) y definiciones (con 37 elementos). La prueba de vocabulario expresivo consiste en responder el nombre de diferentes dibujos (embudo, cangrejo, pinzas, calculadora, calendario, enchufe...). Se trata de objetos cercanos a la experiencia del sujeto pero de los que debe recordar su nombre. En cuanto a definiciones (que solo se aplica a partir de los 8 años), se trata de una prueba tipo adivinanza. Se trata de adivinar una palabra con dos pistas: una definición o frase relacionada con esa palabra, junto con algunas letras de dicha palabra. Por ejemplo: Pista 1: "Un color oscuro" Pista 2: NE_R_. En este ejemplo, la palabra a adivinar es NEGRO. La puntuación del subtest de Vocabulario es la suma de los puntos obtenidos en esas dos pruebas.

- **Subtest de Matrices:** Sus 48 elementos están contruidos con dibujos y figuras abstractas, lo que lo hace un test libre de influencia cultural. Este subtest consta de varias tareas, todas relacionadas con el razonamiento lógico no verbal y espacial: Ejercicios de analogías entre figuras. Por ejemplo si este dibujo se relaciona con este otro, este tercero se relacionará con... (Hay que elegir entre varios dibujos); Y c completar un diseño espacial al que le falta una pieza, eligiendo entre varias parecidas.

El K-BIT se aplica de forma individual, lo que permite que el examinador observe el nivel de motivación, la atención, el modo de intentar la solución de los problemas y otras importantes formas de conducta. Debido a que el test es breve de inteligencia, las puntuaciones deben tomarse como estimaciones de los puntos fuertes y débiles de la habilidad mental. Las puntuaciones que se obtienen tras su aplicación tienen una media de 100 y una desviación típica de 15, tanto para los subtests de Vocabulario y Matrices, como para el llamado CI Compuesto.

▪ **Pruebas Neuropsicológica para la evaluación de la FE**

Como se mencionó en el apartado del marco teórico se tomó la BANFE (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014) para la evaluación de FE. A continuación se describe brevemente los procedimientos las pruebas que fueron evaluados en los adolescentes, para ver los protocolos completos de cada prueba ver Anexo J:

- **Efecto Stroop:** Evalúa Inhibición y La prueba consta de dos partes, la primera denominada *Stroop A*, se le solicita al sujeto que lea lo que está escrito, excepto cuando la palabra este subrayada, en tal caso se pide que denomine el nombre del color en que está impresa y no lo que está escrito. En la segunda versión, Stroop B, el evaluador va señalando las columnas de palabras que están impresas en color y le pide al sujeto que lea lo que está escrito, pero cuando el evaluador diga la palabra color, el sujeto debe denominar el color en que están impresas las palabras y no lo que esta escrito.

- **Señalamiento Autodirigido:** evalúa memoria de trabajo auto dirigida, se conforma de una lámina con figuras de objetos y animales. El objetivo es señalar con el dedo todas las figuras sin omitir, ni repetir ninguna. Una de las condiciones de la tarea es que supere por mucho el número de elementos totales que un sujeto puede recordar. El sujeto tiene que desarrollar una estrategia de acción y a la vez mantener su memoria de trabajo las figuras que ya señalo, para no repetir u omitir ninguna (perseverar u omitir los señalamientos)

-
- **Memoria de trabajo visoespacial.** Con base en una lámina con figuras de objetos distribuidas simétricamente el evaluador señala un número de figuras (4 a 9), al finalizar, el sujeto tiene que señalarlas en el mismo orden, las figuras señalan por el evaluador.

 - **Clasificación de cartas.** Evalúa la capacidad de flexibilidad mental. Consiste en una base e cuatro cartas que tiene cuatro figuras geométricas diferentes (círculo, cruz, estrella y triángulo), las cuales a su vez tiene dos propiedades: número y color. Se le proporciona al sujeto un grupo de 64 cartas con estas mismas características, las cuales tiene que acomodar debajo de una de las cuatro cartas de base que se presentan en la lámina, por medio de un criterio que el sujeto que el sujeto tiene que generar (color, forma o número). Cualquier carta tiene la misma posibilidad de relacionarse con los tres criterios, pues no existe un patrón perceptual que guíe la toma de decisión. La decisión correcta es establecida por un criterio arbitrario del evaluador. Esta prueba evalúa la capacidad de genera criterio de clasificación sobre todo de la capacidad para modificarlos (flexibilidad) con base a cambios repentinos en las condiciones de la pruebas.

 - **Torre de Hanói:** Evalúa la planeación secuencial, esta prueba mide la capacidad para planear una serie de acciones que solo juntas y en secuencia conllevan a una meta específica. Se conforma de una base de madera con tres estacas y tres o cuatro fichas de distinto tamaño. La tarea tiene tres reglas, solo se puede mover una de las fichas a la vez, una ficha más pequeña no puede estar debajo de una ficha más grande y siempre que se tome una ficha, esta debe depositarse de nuevo antes de tomar otra, el objetivo es realizarlo en el menor número de movimientos posibles. El sujeto tiene que trasladar una configuración en forma de pirámide de un extremo de la base al otro moviendo las fichas por las estacas.

Lugar de realización y periodo de medición.

Para cada una de las fases del estudio, se contó con la colaboración de las siguientes instituciones:

UCAD-IDRD: Unidad de ciencias aplicadas al deporte de Bogotá. Donde se efectuaron valoraciones médicas y pruebas de Consumo de Oxígeno V02max. Periodo de Medición: Febrero-Noviembre de 2016.

Universidad nacional de Colombia: Facultad de medicina laboratorio de Fisiología. Donde se efectuó pruebas de Antropometría a los dos grupos de estudio y pruebas de Funciones y ejecutivas al grupo de adolescentes entrenados. Periodo de Medición: Octubre-Diciembre de 2016.

IPARM: Instituto Pedagógico Arturo Ramírez Montufar. Donde se efectuaron pruebas de Funciones ejecutivas de los Adolescentes No entrenados. Periodo de medición comprende desde Octubre- Noviembre de 2016.

3.8 Fase 3. Análisis estadístico

El tratamiento de los datos y análisis estadístico se efectuó con el software de análisis predictivo IBM SPSS.

Para el proceso de comparación entre grupos se utilizó el estadístico no paramétrico de U de Mann-Whitney, que fue utilizado en dos momentos; el primero para revelar que variables relacionadas con V02 máx, volumen de entrenamiento y edad deportiva tuvieron diferencias significativas entre el grupo de Entrenados (en adelante E) y No Entrenados (en adelante NE), así mismo exponer que variables de orden neuropsicológico relacionadas con los criterios de inclusión como la Atención, concentración selectiva e inteligencia en conjunto fueron comparables u homogéneas entre los grupos. El segundo momento en que se utilizó el estadístico de U de Mann-Whitney fue cuando se comparó los hallazgos en el desempeño de las funciones ejecutivas entre el grupo de E y NE.

Finalmente se utilizó la prueba estadística de Rho Spearman para determinar las correlaciones entre variables fisiológicas como el V02 máx que da cuenta de la aptitud física, con el desempeño de las funciones ejecutivas tanto del grupo E como NE.

4. Resultados

4.1 Características de los participantes.

Se recolectaron datos en los participantes grupo de entrenados en resistencia E y NE, donde se tuvo en cuenta variables que pueden interferir con las funciones ejecutivas o el consumo de oxígeno, teniendo en cuenta que el estudio tiene como objetivo ver la relación de las funciones ejecutivas con la participación de los sujetos en modalidades deportivas de resistencia. A continuación se describe las características de la población por las variables de estudio Tabla 6.

V02 Max

Se encontró que el consumo de oxígeno máximo - V02max- es mayor en E $=50,63 \pm 6,947$ ml/kg/min, confirmando que este grupo tiene un mayor consumo de oxígeno con respecto al grupo de NE $=37,03 \pm 8,455$ ml/kg/min. Así mismo se corrobora la diferencia en el VO2 del grupo de entrenados y no entrenados con la tabla 7, utilizando el estadístico no paramétrico de U de Mann-Whitney, que demuestra diferencia significativa de $p < 0.000$, ratificándose un mayor V02 en el grupo de E, variable relevante para ver el comportamiento de las funciones ejecutivas de acuerdo al consumo de oxígeno máximo o aptitud física.

Volumen de entrenamiento y edad deportiva

Con respecto al volúmenes de entrenamiento h/s - horas de entrenamiento de la disciplina deportiva/semana- y edad deportiva se encontró diferencias entre ambos grupos- ($E=13,16 \pm 2,97$ h/s/ $NE=1,83 \pm 2,59$ h/s) y edad deportiva -años de entrenamiento- ($E=3,9 \pm 2,94$ años/ $NE=0,861 \pm 1,81$ años), se corrobora la diferencias significativas en los volúmenes de entrenamiento y edad deportiva entre los grupos siendo mayor para E utilizando el estadístico no paramétrico de U de Mann-Whitney $p < 0.000$ tabla 7.

Edad cronológica y edad biológica

Con respecto a la edad ambos grupos de estudio se encontró entre edades de 14 a 16 años, a pesar que existen diferencias entre los grupos ($E=15,61$ años $\pm 0,608$ / $NE=14,72$ años $\pm 0,752$), el objetivo fue ver el comportamiento de las variables de estudio en adolescentes con tanner III a V, criterio principal que para la selección de la muestra fue la etapa de maduración biológica medida con Tanner ($E=3,83 \pm 0,383$ / $NE=3,67 \pm 0,594$) y en donde para este caso no hubo diferencias significativas. Para argumentar esto se ha demostrado que la masa corporal relacionada con el consumo de oxígeno, para este caso VO_2 PICO ($ML.Kg.min^{-1}$) se asocia con las etapas de maduración biológica, descritas por tanner (1962), y no particularmente con edad cronológica (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016; Armstrong & Welsman, 2001) Tabla 6.

IMC

Al igual el VO_2 este se encuentra fuertemente relacionado con el tamaño del cuerpo, la masa corporal o la estatura, que para el presente estudio fue evaluado en con el IMC donde no se encontró diferencias entre grupos ($E=19,46 \pm 1,426$ / $NE=20,60 \pm 2,606$) y estos resultados se encuentran entre los valores de normalidad para la edad de la población de estudio (Mancera, Ramos, & Cristancho, 2016). Tabla 6.

Variables sociodemográficas

La evaluación de estas variables da cuenta, de la relación que se ha encontrado estudios que asocia las funciones ejecutivas con aspectos sociodemográficos. Para el presente estudio no se encontró diferencias significativas en el estrato social grupos ($E = 2,67 \pm ,840 / NE = 3 \pm ,767$), lo que da cuenta que los grupos se encontraban pareados en este aspecto, Tabla No 6. En caso de la escolaridad de los padres se encontró similitudes relevantes en la escolaridad del padre entre ambos grupos, y algunas diferencias en la escolaridad de la madre con un mayor nivel educativo en el grupo de NE, ver tabla 8.

Variables neuropsicológicas de inclusión: Atención selectiva y concentración, e inteligencia

Con respecto a variables de orden cognitivo el criterio de inclusión en la muestra era que no tuviesen déficit en la atención o alguna deficiencia relacionada con la inteligencia, criterios que se cumplieron en la muestra y que no demostró diferencias significativas (p -valor = 0.05) entre grupos como se observa en la tabla No 7 (estadístico U de Mann-Whitney). Ampliando los resultados en este aspecto la atención selectiva y la concentración mental se evaluó con el *Test D2* que permite obtener información relevante acerca de distintas habilidades como **TR**: velocidad de procesamiento ($E = 449,33 \pm 58,668 / NE = 179,44 \pm 32,410$); **TA**: precisión del procesamiento o qué tan acertados somos al realizar una tarea ($E = 172,94 \pm 28,963 / NE = 179,44 \pm 32,410$); **O**: omisiones, que se refiere a la cantidad de información que pasamos por alto ($E = 16,39 \pm 7,957 / NE = 14,44 \pm 7,725$); **C**: control inhibitorio ($E = 5,33 \pm 4,243 / NE = 3,89 \pm 3,046$), relacionado con la facilidad de ignorar información que no es relevante para la tarea (Brickenkamp, 2004), por tanto en dicha prueba los resultados en los sub-índices correspondieron a los valores promedios de normalidad estadística esperados que denotan que no hay déficit en la atención en todos los participante, así mismo no se observaron diferencias significativas entre ambos grupos, aspecto que evidencia la homogeneidad de la muestra.

Como evaluación de inteligencia se aplicó el *Test Breve de Inteligencia de Kaufman K-BIT*, que permitió obtener una medida de la inteligencia verbal relacionada con el aprendizaje escolar (pensamiento cristalizado) y la inteligencia no verbal que se refiere a la capacidad para resolver problemas novedosos -pensamiento fluido- (Kaufman &

Nadeen, 1990) en cuanto a esta evaluación el puntaje promedio esperado y que no denota dificultades en la inteligencia en ambos grupos está comprendido una puntuación total Coeficiente intelectual compuesto(en adelante CI) entre 90 y 109, donde para E= 101,83 ± 6,888 y NE= 102,61 ± 11,56. Para el caso del CI compuesto como puntuación directa que se refiere al puntaje de cada participante no se encontró diferencias significativas (E=207,33 ± 11,792/NE=208,56 ± 20,127) ratificándose este criterio de inclusión Ver tabla 7.

Tabla 6: Características de los participantes. Fuente: Elaboración propia

Variable	Entrenados	No entrenados
n	18 (9 niñas)	18 (9 niñas)
Edad	15,61 ± ,608 (14 a 16)	14,72 ± ,752 (14 a 16)
Estrato	2,67 ± ,840	3 ± ,767
Tanner	3,83 ± ,383	3,67 ± ,594
IMC	19,46 ± 1,426	20,60 ± 2,606
VO2 *	50,63 ± 6,947	37,03 ± 8,455
Volumen de Entrenamiento*	13,16± 2,97	1,83± 2,59
Edad deportiva*	E= 3,9± 2,94	0,861 ± 1,81
TA	172,94 ± 28,963	179,44 ± 32,410
TR	449,33 ± 58,668	458,17 ± 66,310
O	16,39 ± 7,957	14,44 ± 7,725
C	5,33 ± 4,243	3,89 ± 3,046
KBIT CI Compuesto PD	207,33 ± 11,792	208,56 ± 20,127
KBIT CI Compuesto PT	101,83 ± 6,888	102,61 ± 11,561

Tabla 7: Comparación entre grupos que denotan criterios de Inclusión (con diferencias significativas $p < 0.000$ para Vo2 máx., edad deportiva y Volumen de entrenamiento para el grupo de E; y homogeneidad de la muestra para variables neuropsicológicas entre ambos grupos, donde no hay diferencias significativas $p = 0.05$).

Estadísticos de prueba ^a										
	VO2	FC max	Edad Deportiva (años)	Volumen de Entrenamiento (h/S)	TR	TA	O	C	CI COMPUESTO PD	CI COMPUESTO PT
U de Mann-Whitney	30,000	134	33,5	0	160,500	143,500	151,000	131,500	142,500	143,000
Sig. asintótica (bilateral)	0,000	0,375	0,000	0,000	0,962	0,558	0,727	0,331	0,537	0,547
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b	,389 ^b	,000 ^b	,000 ^b	,963 ^b	,563 ^b	,743 ^b	,339 ^b	,542 ^b	,563 ^b

Estadístico: U de Mann-Whitney

a. Variable de agrupación: Estado

b. No corregido para empates.

Tabla 8: Escolaridad de los padres. Fuente elaboración propia

Escolaridad padre				
Estado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entrenado	2	2	11,1	11,1
	4	2	11,1	22,2
	6	4	22,2	44,4
	7	2	11,1	55,6
	8	3	16,7	72,2
	9	2	11,1	83,3
	10	3	16,7	100
	Total	18	100	100
No entrenado	7	3	16,7	16,7
	8	12	66,7	83,3
	9	1	5,6	88,9
	10	2	11,1	100
	Total	18	100	100

Escolaridad Madre				
Estado	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Entrenado	2	1	5,6	5,6
	3	1	5,6	11,1
	4	3	16,7	27,8
	5	1	5,6	33,3
	6	3	16,7	50
	7	1	5,6	55,6
	8	6	33,3	88,9
	9	2	11,1	100
	Total	18	100	100
	No entrenado	4	1	5,6
6		1	5,6	11,1
7		1	5,6	16,7
8		10	55,6	72,2
9		5	27,8	100
Total		18	100	100

4.2 Análisis de resultados: correlaciones

Como se mencionó la estadística utilizada fue la de Rho Spearman, para determinar el grado de asociación o correlación entre dos o más variables. Para el objeto de estudio fue determinar el grado asociativo entre V02 máx como medida del aptitud física y las funciones ejecutivas como inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad mental y planeación secuencial en grupo de E y NE.

4.2.1 Inhibición

Se encontró un coeficiente de correlación a 0,481 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p= 0,043$, entre la aptitud física medida a través del V02 máx y el desempeño de aciertos en el Stroop A. Estos resultados manifiestan una relación entre ambas variables donde el desempeño del Vo2 máx en los E se relaciona con el Número de aciertos en una prueba de inhibición, destacándose esta como correlación como positiva. Tabla 9.

No se encontró ninguna correlación entre el V02 máx del grupo de NE con las pruebas de inhibición; así mismo no se encontró para el grupo de E con el resto de tareas relacionadas con la inhibición.

Tabla 9: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max e Inhibición en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia

	Estado			INHIBICION						Clasificación de cartas. Errores de mantenimiento
				Stroop forma A. Errores tipo Stroop	Stroop forma A. Tiempo	Stroop forma A. Aciertos	Stroop forma B. Errores tipo Stroop	Stroop forma B. Tiempo	Stroop forma B. Aciertos	
Rho de Spearman	Entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	-0,261	0,006	,481*	-0,173	0,04	0,178	0,135
			Sig. (bilateral)	0,296	0,981	0,043	0,493	0,873	0,481	0,594
			N	18	18	18	18	18	18	18
	No entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	0,054	0,048	0,141	-0,201	-0,264	0,012	0,013
			Sig. (bilateral)	0,833	0,851	0,577	0,425	0,289	0,963	0,96
			N	18	18	18	18	18	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

4.2.2 Memoria de trabajo

Se encontró un coeficiente de correlación a 0,525 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p=0,025$, entre V02 máx y el desempeño a nivel de la secuencia máxima en la tarea de memoria de trabajo visoespacial. Estos resultados manifiestan una relación entre ambas variables donde el desempeño del V02 máx en los E se relaciona con la capacidad de secuencia una prueba de memoria de trabajo, destacándose correlación como positiva. Tabla 10.

A la vez se encontró un coeficiente de correlación a 0,470 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p=0,049$, entre V02 máx y el tiempo en la prueba de señalamiento autodirigido. Estos resultados manifiestan una relación entre ambas variables donde el desempeño del V02 máx en los E se asocia con el tiempo en esta tarea de memoria.

No se encontró correlación entre el V02 máx en el grupo de NE con el desempeño en las tareas de memoria de trabajo.

Tabla 10: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y memoria de trabajo en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia

			MEMORIA DE TRABAJO						
			Memoria de trabajo visoespacial. Secuencia Máxima	Memoria de trabajo visoespacial. Perseveraciones	Memoria de trabajo visoespacial. Errores de orden	Señalamiento autodirigido. Perseveraciones	Señalamiento autodirigido. Tiempo	Señalamiento autodirigido. Aciertos	
Rho de Spearman	Entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	,525*	0,117	-0,295	0,048	,470*	-0,09
			Sig. (bilateral)	0,025	0,644	0,235	0,851	0,049	0,722
			N	18	18	18	18	18	18
	No entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	0,063	0,398	0,002	-0,095	-0,338	-0,232
			Sig. (bilateral)	0,803	0,102	0,993	0,707	0,171	0,355
			N	18	18	18	18	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05. **. La correlación es significativa en el nivel 0,05

4.2.3 Flexibilidad mental

Se encontró un coeficiente de correlación a 0,476 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p=0,046$, entre VO2 máx y el tiempo de ejecución en la tarea de clasificación de cartas. No se encontró ninguna otra correlación entre el VO2 máx en el grupo de E, con el resto de variables de flexibilidad mental. Tabla 11.

Para el grupo de NE no hubo correlación del VO2 máx con el desempeño en la tarea de flexibilidad mental.

Tabla 11: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y flexibilidad mental en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia.

	Estado			FLEXIBILIDAD MENTAL			
				Clasificación de cartas. Aciertos	Clasificación de cartas. Perseveraciones	Clasificación de cartas. Perseveraciones diferidas	Clasificación de cartas. Tiempo
Rho de Spearman	Entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	-0,319	0,244	0,387	,476*
			Sig. (bilateral)	0,197	0,329	0,113	0,046
			N	18	18	18	18
	No entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	0,042	0,178	0,003	-0,191
			Sig. (bilateral)	0,868	0,481	0,99	0,448
			N	18	18	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

4.2.4 Planeación

No se encontró correlación entre el V02 máx en el grupo de E y NE con el desempeño en las tarea evaluada de planeación visoespacial. Tabla 12.

Tabla 12: Análisis de correlación Rho Spearman, Vo2 Max y Planeación en Adolescentes entrenados en resistencia y No entrenados. Fuente elaboración propia

	Estado			PLANEACION	
				Torre de Hanoi 3 discos. Movimientos	Torre de Hanoi 3 discos. Tiempo
Rho de Spearman	Entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	0,283	-0,09
			Sig. (bilateral)	0,255	0,722
			N	18	18
	No entrenado	VO2	Coefficiente de correlación	-0,052	0,187
			Sig. (bilateral)	0,839	0,457
			N	18	18

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

** . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

4.3 Análisis de resultados: comparaciones

Para el análisis estadístico de las comparaciones se utilizó una prueba no paramétrica de U Mann-Whitney. Este estadístico fue aplicado a los datos de dos muestras independientes, para fines de este estudio el grupo de entrenados en modalidades deportivas de resistencia y grupo de no entrenados, con relación a los hallazgos de las funciones ejecutivas.

A continuación se presenta la tabla de los rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE por cada función ejecutiva evaluada, posterior a ello se presenta el análisis estadístico realizado por la prueba no paramétrica de U Mann-Whitney que determina comparaciones y valores de significancia entre ambos grupos por función ejecutiva.

4.3.1 Inhibición

A continuación se expone mediante la tabla 13 los rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE, para la tarea ejecutiva de Inhibición, que permitirá realizar posteriormente el análisis estadístico mediante la prueba no paramétrica de U Mann Whitney.

Tabla 13: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE para inhibición.

INHIBICION	Stroop forma A. Errores tipo Stroop	Estado ^a	N	Rango promedio	Suma de rangos
		Entrenado	18	19,97	359,5
		No entrenado	18	17,03	306,5
		Total	36		
	Stroop forma A. Tiempo	Entrenado	18	17,42	313,5
		No entrenado	18	19,58	352,5
		Total	36		
	Stroop forma A. Aciertos	Entrenado	18	16,33	294
		No entrenado	18	20,67	372
		Total	36		

	Stroop forma B. Errores tipo Stroop	Entrenado	18	17,72	319
		No entrenado	18	19,28	347
		Total	36		
	Stroop forma B. Tiempo	Entrenado	18	17,06	307
		No entrenado	18	19,94	359
		Total	36		
Stroop forma B. Aciertos	Stroop forma B. Aciertos	Entrenado	18	19,53	351,5
		No entrenado	18	17,47	314,5
		Total	36		
	Clasificación de de cartas. Errores de mantenimiento	Entrenado	18	21,33	384
		No entrenado	18	15,67	282
		Total	36		

En cuanto al análisis con la prueba estadística no paramétrica de U Mann Whitney, basados en los hallazgos expuestos en la tabla anterior, no se encontró diferencias significativas entre grupos para la tarea de Inhibición. Tabla 14.

Tabla 14: Análisis estadístico U Mann Whitney, Inhibición grupo de adolescentes E y NE.

	INHIBICION						
	Stroop forma A. Errores tipo Stroop	Stroop forma A. Tiempo	Stroop forma A. Aciertos	Stroop forma B. Errores tipo Stroop	Stroop forma B. Tiempo	Stroop forma B. Aciertos	Clasificación de cartas. Errores de mantenimiento
U de Mann-Whitney	135,5	142,5	123	148	136	143,5	111
Sig. asintótica (bilateral)	0,35	0,537	0,202	0,617	0,41	0,517	0,057
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,406 ^b	,542 ^b	,226 ^b	,673 ^b	,424 ^b	,563 ^b	,111 ^b

4.3.2 Memoria de trabajo

A continuación se expone mediante la tabla 15 los rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE, para la tarea ejecutiva de MT.

Tabla 15: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE para MT.

MEMORIA DE TRABAJO		Estado	N	Rango promedio	Suma de rangos
		Señalamiento autodirigido. Perseveraciones	Entrenado	18	21,39
	No entrenado	18	15,61	281	
	Total	36			
Señalamiento autodirigido. Tiempo	Entrenado	18	17,97	323,5	
	No entrenado	18	19,03	342,5	
	Total	36			
Señalamiento autodirigido. Aciertos	Entrenado	18	16,67	300	
	No entrenado	18	20,33	366	
	Total	36			
Memoria de trabajo visoespacial. Secuencia Máxima	Entrenado	18	17,89	322	
	No entrenado	18	19,11	344	
	Total	36			
Memoria de trabajo visoespacial. Perseveraciones	Entrenado	18	18,5	333	
	No entrenado	18	18,5	333	
	Total	36			
Memoria de trabajo visoespacial. Errores de orden	Entrenado	18	19,19	345,5	
	No entrenado	18	17,81	320,5	
	Total	36			

En cuanto al análisis con la prueba estadística no paramétrica de U Mann Whitney, no se encontró diferencias significativas entre grupos para la tarea de MT. Tabla 16.

Tabla 16: Análisis estadístico U Mann Whitney, MT grupo de adolescentes E y NE.

MEMORIA DE TRABAJO						
	Señalamiento autodirigido. Perseveraciones	Señalamiento autodirigido. Tiempo	Señalamiento autodirigido. Aciertos	Memoria de trabajo visoespacial. Secuencia Máxima	Memoria de trabajo visoespacial. Perseveraciones	Memoria de trabajo visoespacial. Errores de orden
U de Mann Whitney	110	152,5	129	151	162	149,5
Sig. asintótica (bilateral)	0,094	0,764	0,29	0,71	1	0,687
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,104 ^b	,767 ^b	,308 ^b	,743 ^b	1,000 ^b	,696 ^b

4.3.3 Flexibilidad mental

A continuación se expone mediante la tabla 17 los rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE, para la tarea ejecutiva de FM.

Tabla 17: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE para Flexibilidad Mental

FLEXIBILIDAD MENTAL		Estado	N	Rango promedio	Suma de rangos
		Clasificación de cartas. Aciertos	Entrenado	18	15,25
	No entrenado		18	21,75	391,5
	Total		36		
	Clasificación de cartas. Perseveraciones	Entrenado	18	20,89	376
		No entrenado	18	16,11	290
		Total	36		
	Clasificación de cartas. Perseveraciones diferidas	Entrenado	18	19,92	358,5
		No entrenado	18	17,08	307,5
		Total	36		
	Clasificación de cartas. Tiempo	Entrenado	18	13,31	239,5
		No entrenado	18	23,69	426,5
		Total	36		

En cuanto al análisis con la prueba estadística no paramétrica de U Mann Whitney, se encontró entre grupo de E-NE diferencias significativas en la variable tiempo de ejecución de la prueba de FM con una $p=0.002$, que se interpreta con un menor tiempo de ejecución de la prueba en los E, y una mayor cantidad de aciertos en el grupo de NE $p=0.064$. Estos los resultados sugieren que el grupo E a pesar que tuvo un menor tiempo de ejecución de la tarea, a la vez tuvo una menor cantidad de aciertos. Tabla No 18.

Tabla 18: Análisis estadístico U Mann Whitney, Flexibilidad Mental grupo de adolescentes E y NE.

FLEXIBILIDAD MENTAL				
	Clasificación de cartas. Aciertos	Clasificación de cartas. Perseveraciones	Clasificación de cartas. Perseveraciones diferidas	Clasificación de cartas. Tiempo
U de Mann-Whitney	103,5	119	136,5	68,5
Sig. asintótica (bilateral)	0,063	0,161	0,413	0,003
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,064 ^b	,181 ^b	,424 ^b	,002 ^b

4.3.4 Planeación

A continuación se expone mediante la tabla No 19 los rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE, para la tarea ejecutiva de planeación secuencial- Torre de Hanói 3 discos.

Tabla 19: Rangos promedio y suma de los rangos del grupo de E y NE planeación.

PLANEACION SECUENCIAL	Torre de Hanói 3 discos. Movimientos	Estado	N	Rango promedio	Suma de rangos
		Entrenado	18	15,53	279,5
		No entrenado	18	21,47	386,5
	Total	36			
	Torre de Hanói 3 discos. Tiempo	Entrenado	18	15,47	278,5
		No entrenado	18	21,53	387,5
Total		36			

En cuanto al análisis con la prueba estadística no paramétrica de U Mann Whitney, se encontró entre grupo de E-NE diferencias significativas en la variable tiempo de ejecución de la prueba de planeación secuencial con una significancia de $p= 0.085$ que se interpretó con un menor tiempo de ejecución en los E. Así mismo lo fue para el número de movimientos, para este mismo grupo que tuvo una significación de $p= 0,09$ que se interpreta con un número menor de movimientos con respecto al grupo NE. En conclusión el grupo de Entrenados tuvo un desempeño mejor en la tarea de planeación secuencial, debido que tuvo menores tiempos de ejecución, al igual que un menor número movimientos para completar con éxito la tarea en la torre de Hanói. Tabla 20.

Tabla 20: Análisis estadístico U Mann Whitney, Planeación secuencial grupo de adolescentes E y NE.

PLANEACION		
	Torre de Hanoi 3 discos. Movimientos	Torre de Hanoi 3 discos. Tiempo
U de Mann-Whitney	108,5	107,5
Sig. asintótica (bilateral)	0,058	0,084
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,091 ^b	,085 ^b

5. DISCUSIÓN

Cabe mencionar que los resultados de las variables que evaluaron la atención y concentración y coeficiente intelectual, y de aptitud física son independientes de otras variables que pudieron intervenir en el presente estudio. Es decir de los resultados encontrados en el VO₂max (variable con diferencia significativa $p < 0.000$) ante el análisis con la prueba estadístico U de Mann-Whitney no se correlaciono con el CI compuesto, ni con el test de atención y concentración D2, situación que pudiese ser una confusión al encontrar correlación. Así mismo cabe aclarar que el grupo E y NE en sus características fueron homogéneos en cuanto a su distribución de género, edad biológica, IMC, estrato social y escolaridad de los padres, lo cual permite poder establecer comparaciones.

5.1 Inhibición

Los hallazgos relacionados con una asociación positiva entre el desempeño del VO₂ máx del grupo de E y los aciertos en una prueba de Stroop A (coeficiente de correlación a 0,481 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p = 0,043$) son comparables con el primer estudio de orden internacional en adolescentes (Tatia et al. 2014), que evaluó el desempeño de las funciones ejecutivas en relación con el nivel de aptitud física en 2 grupos. El primer grupo fue el experimental (participaban en un programa de entrenamiento físico) y otro control. El grupo experimental quien tuvo un mejor desempeño en la aptitud física presento tiempos de reacción mas cortos tanto en el Stroop A y B respuesta que da cuenta de una mejor capacidad inhibitoria.

El estudio de Buck, Hillman, & Castelli (2008), en preadolescentes quienes valoraron inhibición con el Stroop, también proporcionaron asociaciones entre la

aptitud aeróbica (evaluado con el Fitnessgram) y un rendimiento más rápido (tiempo) en la prueba de Stroop. Para nuestro estudio la diferencia radica que el grupo de E que tuvo un mejor rendimiento en las pruebas de Vo₂ máx (evaluado mediante la determinación de V_{O2}) se asoció con el número de aciertos en el Stroop forma A, y no con el tiempo. Estos hallazgos indican una asociación positiva entre el la aptitud física con pruebas de FE como lo es la inhibición, que para nuestra investigación más allá de que lo hagan más rápido, sino que sean más eficientes en la tarea como lo son los aciertos en el Stroop.

La inhibición al ser la capacidad para controlar de manera voluntaria las acciones conductuales, cognitivas y la atención, que permiten tareas de planeación, análisis y elección de conductas más adecuada, evitan que las distracciones desvíen la atención para el cumplimiento de los objetivos propuestos (Cohen, 2014), esto es un facilitador en funcionamiento de otra variable cognitiva como lo es la memoria de trabajo.

En el estudio de Castelli, Hillman, Hirsch y Drollette (2011), quienes evaluaron en pre-adolescentes tareas Stroop y correlacionaron con la frecuencia cardiaca como medida para evaluar la intensidad del ejercicio en los sujetos que participaban en un programa de entrenamiento aerobico durante nueve meses, encontró que los valores de la frecuencia cardiaca relacionados con intensidades vigorosas tuvieron valores significativos positivos con las tareas Stroop. En relación a esto los adolescente E de nuestro estudio son deportistas de rendimiento que tiene volúmenes de entrenamiento de $13,16 \pm 2,97$ horas/semana, con edades deportivas $E = 3,9 \pm 2,94$ años, y donde por las características de las disciplinas deportivas estas son de resistencia (patinaje, ciclismo y atletismo) con intensidades de trabajo entre moderadas y vigorosas, que se evidencia en su aptitud física evaluada por el V_{O2} max, todo esto puede tener un valor asociativo soportando que el entrenamiento de resistencia dado en estas disciplinas se asocia con el desempeño en esta FE. Estudios con roedores encontró que la frecuencia y duración de la actividad física aumentan la actividad cerebral, y el factor neurotrófico derivado del cerebro (en adelante FNDC) aumentando la estimulación de estructuras como el hipocampo en el cerebro, que tiene poderosas proyecciones a la corteza pre frontal,

área del cerebro que media la función de control ejecutivo (Fabel, 2008). Estudios con deportistas de rendimiento de elite (Rojas et al. 2006), encontró que los sujetos aumentan el FNDC durante una sola sesión de ejercicio de intensidad vigorosa maximal. Chaddock et al. (2010) lanzan hipótesis explicativas sobre la razón del aumento de la FNDC que estimula el crecimiento de la estructura del hipocampo. Expone que hallazgos en imágenes de resonancia magnética en preadolescentes con mejor aptitud física se relacionó con un mayor volumen a nivel bilateral del hipocampo (asociado a las funciones de memoria). Este estudio encontró a la vez un mayor volumen en el cuerpo estriado que hace parte de los ganglios basales (quienes regulan la memoria de trabajo y la focalización de la atención). Chaddock et al. (2010) sugiere que una mejor aptitud física en los preadolescentes pueden tener beneficios para la estructura y la función cerebral, evidenciándose en el desempeño de las FE. Aunque estos hallazgos neurofisiológico afines con las funciones y estructuras cerebrales, y la aptitud física (Fabel, 2008; Rojas et al. 2006; Chaddock et al. 2010) van más allá del alcance de nuestro estudio, son razones asociativas que argumentan la relación del ejercicio físico de moderado a vigoroso, efectuado por el grupo de adolescentes E en resistencia

Encontrar asociaciones o correlaciones positivas entre al aptitud física y la inhibición, hallazgo del presente estudio, y el desempeño de las FE sugiere ser un predictor significativo de las habilidades matemáticas, cuando otras funciones ejecutivas son controladas (Espy et al. 2004). La importancia de la inhibición también se ha relacionado con la alfabetización, comprensión de textos y el desarrollo de conocimientos en las materias de Inglés, Ciencias y Matemáticas (Blair & Razza, 2007; St Clair-Thompson & Gathercole,2006).

5.2 Memoria de trabajo

La memoria de trabajo visoespacial evaluada en el presente estudio, estima la capacidad de retener y reproducir activamente el orden secuencial visoespacial de una serie de figuras (Flores, Ostrosky, & Lozano, 2014), donde la tarea que se solicita consta de cuatro niveles que se van incrementando según el número de figuras, de 4 a 7 elementos. Los mejores desempeños en esta prueba es para aquel que llegue a una mayor secuencia o secuencia máxima (nivel 4) que para este caso debe señalar 7 elementos utilizando para ello estrategias de memoria de trabajo. En nuestro estudio se encontró coeficiente de correlación a 0,525 en el grupo de E, y una asociación significativa en el nivel de $p=0,025$ entre el desempeño V02 max del grupo de adolescentes E y la secuencia máxima en la tarea de memoria trabajo visoespacial. Chaddock et al. (2010) han efectuado estudios que evalúan el desempeño de la memoria de tipo relacional (memoria a largo plazo) y la aptitud física en preadolescentes, encontrándose asociaciones positivas entre estas variables. Sin embargo para el presente estudio el tipo de memoria evaluada en los adolescentes E y NE fue de trabajo visoespacial (memoria a corto plazo). Kamiyo et al. (2011) estudiaron los efectos de un programa de ejercicio físico durante 9 meses, orientado a mejorar la aptitud cardiorrespiratoria, relacionado a la vez con los cambios en el rendimiento en la Memoria de trabajo (en adelante MT) en niños preadolescentes en relación con un grupo control. Los participantes realizaron una tarea modificada de Sternberg instrumento evaluativo para la MT. Los resultados arrojaron que aumentos en la aptitud cardiorrespiratoria estuvieron asociados con mejoras en la FE específicamente para la MT aumentando la precisión de respuesta en NN preadolescentes que participaron en el programa de ejercicio físico. Tatia et al. (2014) fueron los pioneros en la investigación científica mundial que evaluaron entre otras funciones ejecutivas la MT en adolescentes, encontrando hallazgos positivos entre los niveles de entrenamiento relacionado esto con una mayor aptitud física en adolescentes entrenados con un mayor rendimiento en la tareas de MT. Asocian estos hallazgos a variables neuropsicológicas como el FNDC, que fue evaluada en esta población y donde hallaron correlaciones positivas entre el FNDC y el grupo de adolescentes que realizaban ejercicio físico.

Hansen, Johnsen, Sollers, Stenvik, y Thayer (2004), investigaron en un grupo de adultos la relación entre la aptitud física, la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) y la función cognitiva que fue evaluada con una tarea de MT, encontrándose que al grupo a quienes le aplicaron un programa de entrenamiento de resistencia cardiovascular tuvo tiempos de reacción más rápido y mejores aciertos en la MT, resultado que se puede relacionar con el presente estudio donde se encontró asociaciones significativas entre VO2 Max del grupo de adolescentes E y la secuencia máxima en la memoria de trabajo visoespacial.

En la edad escolar existe un desarrollo importante la capacidad de MT, la cual mantiene cierta relación con los procesos inhibitorios. Se ha descrito que la capacidad inhibitoria puede ser precursora de la memoria de trabajo (Gathercole & Pickering, 2000). Asimismo La FE como la atención selectiva, la inhibición de respuestas preponderantes y el control ejecutivo en general se cree que dependen de la MT. Es importante destacar que la base neural de la MT se cree que implica una distribución de redes de estructuras que incorporan la corteza pre frontal estructura base de la FE (Gathercole & Pickering, 2000). Desempeños positivos, o asociativos entre la aptitud aeróbica en relación con la inhibición, siendo esta como precursora de la MT, como lo mencionan los autores, permite sugerir que mejores desempeños en la aptitud física incide no solamente en una única función ejecutiva, sino en varias como lo es para este caso la inhibición y la MT, debido que las dos están estrechamente relacionadas estructural y funcionalmente en la corteza frontal.

La importancia de los desempeños favorables en la MT en los NNA se asocia con el razonamiento efectivo, la resolución de problemas matemáticos, la comprensión lectora y las habilidades lingüísticas, aspectos cognitivos que pueden potencializarse mediante la realización de ejercicio físico. Por tanto hallazgos encontrado en este estudio donde hubo correlación positiva entre el VO2 Max en los Adolescentes E con la MT secuencia máxima, sugiere que estos beneficios relacionados con las habilidades precursoras del aprendizaje son atribuibles a sujetos con una mejor aptitud física. En la edad escolar existe una mejoría importante en la capacidad de memoria de trabajo, la cual mantiene cierta relación con los procesos inhibitorios (Gathercole & Pickering, 2000), por tanto la estimulación mediante el ejercicio físico se reflejara de forma simultánea en estas FE.

Con respecto a la correlación encontrada entre variables de desempeño del V02 máx en los E adolescentes con el tiempo de ejecución de la tarea de señalamiento autodirigida, fue un hallazgo inesperado, debido que no se encontró en la literatura científica una explicación ante este fenómeno. Por si solo este hallazgo del tiempo, si una asociación con el número de aciertos, no podría generar una hipótesis razonable. Cabe aclarar que el número de aciertos en esta prueba no tuvo ninguna correlación con el V02, tanto para el grupo de E como NE. Tampoco hubo resultados estadísticamente significativos cuando se efectuaron las comparaciones entre el grupo de E y NE con todas las variables evaluadas en la MT.

5.3 Flexibilidad mental

La flexibilidad mental (en adelante FM) permite controlar esquemas de acción o pensamiento y generar alternativas novedosas para solucionar problemas o mejorar el desempeño cognitivo (Flores & Ostrosky, 2012). Esta FE permite en el sujeto generar criterios de clasificación, sobre todo la capacidad para modificarlos con base en cambios repentinos en las condiciones de prueba.

Los hallazgos en el presente estudio entre las variables de V02 máx y el tiempo de ejecución en la tarea de clasificación de cartas que evalúa la FM, el coeficiente de correlación fue de 0,476 en el grupo de E, significativa en el nivel de $p=0,046$ (estadístico Rho Spearman); y para el caso de las comparaciones entre grupo de E -NE y su desempeño en las FM se encontró diferencias significativas en la variable tiempo de ejecución de la prueba con una $p=0.002$ que se interpreta con un menor tiempo de ejecución de la tarea de FM en los E, y una mayor cantidad de aciertos en el grupo de NE $p=0.064$, siendo estos hallazgos controversiales, debido que los resultados sugieren que el grupo E a pesar que tuvo un menor tiempo de ejecución de la tarea que sería lo esperado, tuvo una menor cantidad de aciertos, expresado esto en una menor capacidad de flexibilidad mental. Son pocos los estudios que evalúan particularmente la FM en adolescentes, o por lo menos en lo que se reporta en la literatura científica, donde solo se encontró un estudio que es de Tatia et al. (2014), que valoraron varias FE entre ellas la FM con Winsconsin Card Sorting test, igual test aplicado en este estudio. En la

investigación de Tatia et al. (2014) encontró en el grupo experimental (entrenados en capacidad aeróbica) una mayor cantidad de aciertos y menos perseveraciones, que da cuenta de un desempeño óptimo con respecto al grupo control, hallazgos que se relacionan con un mejor FNDC en grupo de adolescentes que realizaban ejercicio físico, como precursor de cambios funcionales y estructurales a nivel cerebral especialmente en la zona frontal área a cargo de la FE.

Estudios que evalúan la FM y su relación con la aptitud física han reportado resultados positivos especialmente en persona mayor. Mientras el comportamiento de los resultados en estudios transversales en adolescentes, jóvenes y adultos mayores indicaron que los cambios de tarea de acuerdo a una cambio repentino (FM) mencionaron que no depende de los volúmenes hora/semana de actividad física auto-reportada (Hillman et al. 2006); estos hallazgos sugieren que la actividad física puede ser beneficiosa para los aspectos generales y selectivos de la cognición, refiriéndose particularmente en tareas de FM en adultos mayores y no mucho en adolescentes y adultos jóvenes. En cuanto a nuestra investigación en adolescente E en modalidades deportivas de resistencia quienes tenían volúmenes de entrenamiento significativos con una $p=0,000$ entre el grupo E y NE, no se encontró correlaciones del volumen hora/semana en el grupo de E y el desempeño en ninguna de las funciones ejecutivas evaluadas, nuestra investigación fortalece lo encontrado en Hillman et al. (2006). Hallazgos de Sciscoa, Leynesb, & Kangb (2008) describen que aún no está claro que en adultos jóvenes se observe beneficios sugeridos por una mejor de aptitud física con tareas de FM. Otros autores concluyen que, es poco probable obtener mejoras en la FM en la infancia debido a no encontrar cambios adaptativos a la tarea (FM) en escolares de 6 a 9 años (Kraya, Karbacha & Blayeb, 2012). Por tanto estos autores sugieren que parece ser que los desempeños en tarea de FM y su relación con la aptitud física son más evidentes después de la edad adulta o adulta mayor y no se relacionan en la infancia o adolescencia, o adultez joven, ni tampoco con los volúmenes de entrenamiento.

Otro hallazgo que es equiparable a los nombrados, propios de la investigación en donde las comparaciones entre grupos de E y NE con respecto a la FM, se encontró que el grupo de NE tuvo más aciertos ($p=0.064$), a pesar que este grupo no estuvo expuesto a programas de entrenamiento deportivo sistemáticos, que pudiesen explicar este

fenómeno. Por tanto ante estos hallazgos se puede sugerir que el desempeño en la FM para nuestro caso, no está sujeta a la exposición únicamente con el entrenamiento deportivo o ejercicio físico, sino posiblemente a otros factores relacionados con estímulo propios del ambiente.

Sin embargo a pesar de otros autores que mencionen mejores desempeños debido a una mejor aptitud física con FM ocurre particularmente en la persona mayor, Keita & Takeda (2010) comentan en su investigación que una mayor capacidad cardiovascular mejora el desempeño en las tareas relacionadas con la FM inclusive en la edad adulta temprana.

En cuanto a los NNA en edad escolar, la falta de suficientes estudios que evalúen la FM y su relación con la aptitud física no permite realizar explicaciones concluyentes. Solo un estudio realizado en 91 adolescentes (Tatia et al. 2014) encontró asociaciones entre el nivel de entrenamiento y desempeño en prueba de FM.

5.4 Planeación secuencial

Las pruebas de planeación secuencial evalúa la capacidad para secuenciar, integrar, planear una serie de acciones o caminos, que solo juntas y en secuencia con llevan a una meta específica, a corto mediano a largo plazo. Esta capacidad requiere selección y secuenciación de esquemas de acción para resolver un problema que requiere movimientos contraintuitivos y ordenados de manera secuencial (Flores & Ostrosky, 2012). En cuanto a los hallazgos de nuestra investigación fue el grupo de E quien tuvo un mejor desempeño en cuanto al tiempo $p=0.085$, a la vez que un número menor de movimientos $p=0.09$, con respecto al grupo de NE, que da cuenta de la capacidad de los adolescentes E en planear una serie de acciones de forma más eficiente y eficaz. El desempeño de esta FE se evaluó mediante la torre de Hanói que refleja la capacidad de planificar y elegir respuestas adecuadas, mientras se inhibe tareas no relevantes al trasladar una configuración en forma de pirámide de un extremos de la base al otro moviendo las fichas por las estacas. Estos procesos en si son características importantes en la resolución eficiente de problemas (Gapin & Etnier, 2010) donde la asociación de la aptitud física o rendimiento aeróbico es particularmente relevante en los procesos de aprendizaje y de la vida de NNA.

Gapin & Etnier (2010) en su estudio en niños con deficit de atencion e hiperactividad, concluyeron que ellos se veian beneficiados en el desempeño de la FE particularmente en la planeacion secuencial, cuando participaron un programa de ejercicio fisico aerobico. Los resultados para este grupo fue similiar al de nuestro estudio, donde tuvieron un menor tiempo y número de movimientos en la tarea evaluada con la torre de hanoi. Estos hallazgos soportan que NNA con o sin ninguna deficiencia a nivel cognitivo con mejores niveles en la aptitud fisica se asocia con la planeacion secuencial, que inferirá en los procesos del aprendizaje para el éxito de consecución de tareas cognitivas de toda índole.

Davis, y otros, 2007, quienes en su estudio comprobaron el efecto en el entrenamiento aerobico sobre la tareas propias de las FE como lo son la planeación, atención,

simultaneidad y sucesividad, en 94 preadolescentes con sobrepeso, pero sanos, donde preadolescentes que participaron en un programa de ejercicio físico durante 15 semanas, 5 veces y con dos tipos de intensidad (grupo control con 20 minutos a intensidad baja y grupo experimental 40 minutos intensidad vigorosa) se encontró en los resultados que niños que participaron en el programa de vigorosa intensidad tuvieron particularmente mejores desempeños en las tareas de planeación con un valor de significancia de $p = 0,03$.

Mejores desempeños en la planeación, permite que los NNA tengan procesos de aprendizaje más fáciles a corto plazo, así mismo permite controlar mejor su comportamiento en el aula y también en otros entornos (Davis et al. 2007). Por tanto hallazgo como los encontrados en nuestra investigación que sugieren mejores desempeños en la planeación en el grupo de E, se reflejara en sus procesos de aprendizaje, siendo el ejercicio físico un precursor en esta tarea cognitiva.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El estudio permite sugerir que la aptitud física medida a través de la determinación del VO₂max, se correlacionó positivamente con algunas variables del control ejecutivo. Así mismo permitió establecer diferencia entre los grupos de Entrenado y no entrenados con respecto al desempeño de algunas FE.

Aunque los resultados obtenidos no se pueden generalizar, por el diseño de estudio y el tamaño muestral, los hallazgos encontrados permiten afirmar:

- Se presentó correlación positiva entre la aptitud física medida a través de la determinación del VO₂max y la inhibición evaluada con la tarea Stroop A-Aciertos, donde se encontró un coeficiente de correlación a 0,481 en el grupo de adolescentes entrenados en modalidades deportivas de resistencia, significativa en el nivel de $p= 0,043$. Esto refleja que mejores niveles de aptitud física son asociativos con tareas de inhibición.
- Se presentó correlación positiva entre la aptitud física evaluada a través de la determinación del Vo₂Max y la Memoria de trabajo-secuencia, con un coeficiente de correlación 0,525 en adolescentes entrenados en modalidades deportivas de resistencia, significativa en el nivel de $p= 0,025$. Esto refleja que mejores niveles de aptitud física son asociativos con la Memoria de trabajo.
- Se presentó una correlación positiva entre la aptitud física evaluada a través de la determinación de Vo₂Max y el tiempo de ejecución en la tarea de clasificación de cartas con un coeficiente de correlación fue de 0,476 en el grupo adolescentes Entrenados, significativa en el nivel de $p= 0,046$; para el caso de las comparaciones entre grupo de E

- -NE y su desempeño en las FM se encontró diferencias significativas en la variable tiempo de ejecución de la prueba con una $p= 0.002$ que se interpreta con un menor tiempo de ejecución de la prueba en los E, y una mayor cantidad de aciertos en el grupo de NE $p=0.064$, siendo estos hallazgos controversiales, debido que los resultados sugieren que el grupo E a pesar que tuvo un menor tiempo de ejecución de la tarea que sería lo esperado, tuvo una menor cantidad de aciertos, expresado esto en una menor capacidad de flexibilidad mental.

- En cuanto al análisis con la prueba estadística no paramétrica de U Mann Whitney que efectúa comparaciones entre grupos, se encontró entre grupo de E-NE diferencias significativas en la variable tiempo de ejecución de la prueba de planeación secuencial con una significancia de $p= 0.085$ que se interpretó con un menor tiempo de ejecución en los adolescentes Entrenados en modalidades deportivas de resistencia. Así mismo lo fue para el número de movimientos, que tuvo una significación de $p= 0,09$ que se interpreta con un número menor de movimientos con respecto al grupo NE. En conclusión el grupo de Entrenados tuvo un desempeño mejor en la tarea de planeación secuencial, debido que tuvo menores tiempos de ejecución, al igual que un menor número movimientos para completar con éxito la tarea en la torre de Hanói.

Los resultados apoyan los hallazgos documentales en relación a la importancia asociativa que tiene los niveles aptitud Física con el desempeño en las tareas ejecutivas como lo son la Inhibición, la memoria de Trabajo y la planeación Secuencial. Funciones ejecutivas como las estudiadas, son precursoras e intervinientes en la planeación y solución de tareas. En los NNA, las FE se relaciona con la regulación de la emoción, el desarrollo moral, la matemática y la alfabetización, entre otras (Prakash, 2017). Las FE son un factor significativo para la salud física y mental (tal como lo ha mencionado ampliamente este estudio en el marco conceptual y teórico), así mismo en lo que ha sido más estudiado que son los procesos de aprendizaje y éxito escolar. El desarrollo de estas funciones cognitivas es importante en todo el ciclo escolar, debido que sus deficiencias en la infancia temprana puede acarrear problemas predictores en la pre adolescencia, adolescencia y adultez (Prakash, 2017). Por tanto estrategias desde la promoción de la actividad física, el ejercicio físico y el deporte son favorecedoras y precursoras en el

desempeño de la FE que es interpretado en mejores rendimiento de los NNA a nivel escolar y social.

Razón que pueden explicar la relación de la FE con y la práctica de deportes, que para este estudio se efectuó con atletas, patinadores y ciclistas, es que las demandas cognitivas inherentes al ejercicio físico, la actividad física, la coordinación motriz y el equilibrio dinámico (estas dos últimas habilidades motrices) pueden ser las mismas que se solicitan en los procesos de aprendizaje en escolares dentro del aula (Best, 2010; Niederer et al. 2011). Entonces deportes o juegos que requieran habilidades de coordinación motriz y actividades de tipo aeróbico de moderada a vigorosa intensidad que requieren procesos de pensamiento y Funciones ejecutivas son también transferibles a tareas de función ejecutiva como la atención, inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad mental, siendo estas funciones ejecutivas importantes en el aprendizaje de los NNA.

Los resultados en las investigaciones que demuestran asociaciones positivas en estudios de corte transversal, o relaciones directas de causa- efecto en estudios longitudinales entre la las variables propias de la actividad física y el rendimiento cognitivo, pueden ser consideradas a nivel legislativo, visibilizándose en políticas publicas reales y efectivas que promuevan el ejercicio físico en todo el ciclo escolar. La mejora de la aptitud física es un método sencillo y de bajo costo para tenerse efectivamente en cuenta como una estrategias precursora no solo en la prevención de ECNT sino en el desarrollo cognitivo y social de los NNA.

6.2 Recomendaciones

- Efectuar estudios de corte exploratorio cuasi experimental o experimental evaluando los efectos de un protocolos de ejercicio físico en población adolescente en las funciones ejecutivas evaluadas en el presente estudio y otras, evidenciando impacto directo en el aprendizaje escolar (asignaturas propias de la malla escolar).

-
- Efectuar estudios que determinen que disciplinas deportivas pueden favorecer el desarrollo específico de funciones ejecutivas.

 - Socializar a la comunidad académica universitaria sobre la importancia de Incluir en el plan de estudios de los programas de Fisioterapia, contenidos o asignaturas que visibilicen la importancia de las FE y su estimulación desde las estrategias propias de la actividad y el ejercicio físico.

A. Anexo: Documento de consentimiento informado

PARA LOS PADRES DE NIÑOS Y ADOLESCENTE PARTICIPANTES EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: **MACROPROYECTO:** “EFECTOS DEL ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA SOBRE VARIABLES HEMATOLÓGICAS Y CONSUMO DE OXIGENO, EN NIÑOS, NIÑAS Y ADOLESCENTES, EN ALTITUD MODERADA”

PROYECTO FUNCIONES EJECUTIVAS: RELACION ENTRE APTITUD FISICA VERSUS FUNCIONES EJECUTIVAS EN ESCOLARES QUE PARTICIPAN EN MODALIDADES DEPORTIVAS EN BOGOTA

Este documento de consentimiento informado tiene dos partes: I. Información y II. Formulario de consentimiento

Se le enviará una copia escaneada de este documento completo firmado a su correo electrónico.

PARTE I. Información

Éste es un documento llamado Consentimiento y Asentimiento Informado, en el que ustedes aceptan participar en el estudio y nosotros como Grupo de Investigación, conformado por profesionales de las áreas de medicina, fisioterapia, nutrición, Fisiología deporte y psicología, nos comprometemos a garantizar las condiciones descritas en detalle a continuación.

OBJETIVO

Evaluar la relación entre la aptitud física o nivel de entrenamiento, variables hematológicas (algunos valores en sangre), consumo de oxígeno y altura a la que se entrena en niños(as) y adolescentes entrenados y no entrenados.

Justificación

La importancia de este trabajo radica en la escasa información relacionada con las variables de la sangre y en especial dos muy importante para la salud y el rendimiento de su hijo, llamadas masa total de hemoglobina y consumo de oxígeno y cómo estas se encuentran determinadas por el sexo, los cambios inherentes a la pubertad y la altitud a la cual se entrene.

DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO

En el estudio participaran niños (as) y adolescentes de los cuales exista la aprobación por parte del representante legal o padre de familia, que cumplan con las condiciones requeridas para la segura participación de su hijo en esta investigación. Se realizarán una serie de evaluaciones a partir de la toma de muestras de sangre y pruebas físicas relacionadas con la aptitud deportiva y la salud de su hijo.

Estas evaluaciones se realizaran en las instalaciones del Instituto de Recreación y Deporte, el Centro de Ciencias del Deporte de Coldeportes y el laboratorio de Fisiología del Grupo de Investigación en adaptaciones a la hipoxia y al ejercicio de la Universidad Nacional, dependiendo de las mediciones a realizar se informará las condiciones y hora específica. Los niños(as) y adolescentes asistirán entre tres a cuatro sesiones en las que se les realizarán los procedimientos que a continuación se describen:

Procedimientos del estudio. Todos los procedimientos descritos a continuación serán realizados en presencia del padre y/o representante legal del niño.

1. Historia clínica y Valoración médica: antecedentes médicos personales y familiares, revisión por sistemas y examen físico por médico deportólogo. Se realizará un electrocardiograma en reposo. Adicionalmente el médico evaluará el estado de maduración sexual a través de mostrarle al padre y al niño unas imágenes en la que ellos identifiquen la etapa en la que se encuentran.

2. Se aplicarán unas encuestas sencillas para recolectar datos personales (tratados de acuerdo a la normativa nacional) y para determinar el nivel de actividad física y hábitos alimentarios de su hijo(a).
3. Se realizarán medidas de talla, peso corporal, porcentaje de grasa (PG) y masa libre de grasa a través de la toma de pliegues, para lo cual el niño deberá estar en ropa interior.
4. Determinación de masa de hemoglobina y volumen sanguíneo: se utilizará el método de re-inspiración de monóxido de carbono (CO), el cual ha sido utilizado por nuestro grupo desde su introducción al país hace 10 años que no representa ningún riesgo para su hijo/a. Durante este procedimiento se requiere la punción del lóbulo de la oreja para obtener mínimas muestras de sangre (procedimiento que no resultará doloroso).
5. Se obtendrá una muestra pequeña de sangre del brazo para medir Eritropoyetina, ferritina y reticulocitos, hematocrito y concentración de hemoglobina.
6. Para la determinación del consumo de oxígeno, se realizará un test de ejercicio incremental hasta la fatiga en bicicleta o banda sin fin, según la especificidad del deporte.
7. ***Además de los procedimientos descritos existe la posibilidad que su hijo (a) se le puedan evaluar funciones cognitivas (funciones cerebrales como memoria, atención, entre otras relacionadas con los procesos de aprendizaje y el rendimiento escolar en niños y niñas en edad escolar), para determinar la relación de estas con la aptitud física. Esto es importante porque se ha encontrado que vincular la práctica de actividad física y deporte, a variables como son las habilidades cognitivas (funciones ejecutivas), se relacionan con logros académicos, mejora en los procesos de aprendizaje y rendimiento escolar.***
8. Entrega de perfil individual de salud y rendimiento: Resultados, análisis y recomendaciones a padres e hijos.

BENEFICIOS DE LA PARTICIPACIÓN

A través de la diferentes evaluaciones mencionadas, usted, su hijo(a) o representado legal y los investigadores tendrán conocimiento acerca de su condición en relación a las variables de la sangre a partir de los resultados obtenidos y de la capacidad física y de rendimiento de su hijo, que podrán ser utilizadas para la detección de talentos deportivo, control, seguimiento y optimización del rendimiento deportivo. Adicionalmente, con estos es posible detectar afecciones a nivel sanguíneo por ejemplo deficiencias de hierro en los niños y sus implicaciones médicas.

MOLESTIAS Y RIESGOS DURANTE SU PARTICIPACIÓN

Esta es una investigación de riesgo mínimo. Durante la realización de cualquier actividad física puede producirse ciertos riesgos, aunque la incidencia de los mismos es muy baja (menor al 0.1%). Entre estos riesgos está respuestas anormales al esfuerzo y al ejercicio, desmayos, mareos, falta de aire. No obstante se garantizarán todas las precauciones para minimizar la incidencia de tales fenómenos. Se contará con personal entrenado disponible para hacer frente a estas situaciones en el caso de que se produzcan.

PARTICIPACIÓN / RETIRADA VOLUNTARIA DEL ESTUDIO

La participación de su hijos (as) o representado legal es voluntaria y en el caso de que se decida suspender, no va a suponer ningún tipo de penalización. Así mismo, los voluntarios podrán ser retirados del estudio, sin su consentimiento, si el investigador lo considera, se consignará detalladamente la causa.

PREGUNTAS E INFORMACIÓN

Cualquier nueva información referente a las pruebas realizadas, que se descubra mientras dure la participación, será debidamente explicada. En caso de dudas sobre el estudio o los derechos de su hijo(a) o representado legal, podrá contactar con las investigadoras Érica Mancera Soto,

emmanceras@unal.edu.co. Teléfono celular: 3105703280 o Diana Marcela Ramos
dmramosc@unal.edu.co Teléfono celular: 3134729233.

CONFIDENCIALIDAD Y PRIVACIDAD

Los resultados de las mediciones se manejarán con la más estricta garantía de confidencialidad, y se dedicarán exclusivamente al estudio de los parámetros establecidos.

La información, los datos y resultados obtenidos del estudio, como también los plasmas o sueros que se almacenen serán utilizados para la presente investigación y así mismo, si usted lo autoriza, para proyectos futuros de investigación en la población infantil y adolescente. En todo momento se protegerá la identidad de los participantes. Así mismo a estos datos tendrán acceso exclusivo los investigadores del estudio.

He leído y comprendido este documento y no tengo ninguna duda con respecto a su contenido, puesto que he tenido la oportunidad de preguntar y ser debidamente informado. Y consiento voluntariamente autorizar la participación de mi hijo/a o representado legal, y entiendo que tengo derecho a retirarlo(a) de la investigación en cualquier momento.

Yo _____ (nombre del padre/madre o representante legal) acepto participación de mi hijo/a _____ (nombre del niño/a o adolescente participante) en la investigación aquí mencionada y de acuerdo a las condiciones expuestas anteriormente.

Firma: _____

Correo

Electrónico: _____

Fecha _____

Teléfono:

Testigo

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Investigador

Nombre: _____

Firma: _____

Fecha: _____

ASENTIMIENTO INFORMADO

Formulario de asentimiento del participante:

Nombre del acudiente o adulto responsable: _____

Relación o Parentesco: _____

Si quieres y decides participar en este estudio, te vamos a pedir el favor que contestes una serie de preguntas que te realizaremos los investigadores.

¿Estoy obligado(a) a participar en este estudio?

No, es una decisión tuya. Si no quieres participar no habrá ningún problema con tu entrenador, profesor(a), ni con el colegio, ni con tus amigos, ni con tus padres.

Acuérdate que tú eres el único que decide si quieres participar y nadie se enojará contigo si no quieres o más adelante cambias de opinión y no quieres seguir, esto me lo puedes decir y finalizará el cuestionario.

En este momento puedes hacer cualquier pregunta que tengas acerca del estudio. Si se te olvida preguntar algo o te acuerdas de algo después, me puedes preguntar la siguiente vez que me veas o me puedes llamar al 3105703280 o 3144729233

La firma de tu nombre de este formulario significa que estás de acuerdo con participar en este estudio. Tú y tus padres o responsables, recibirán una copia al correo de este formulario después de que lo hayas firmado.

Recuerda que en cualquier momento puedes decidir no llenarla más.

Tu nombre: _____

Tu Firma _____ **Fecha de hoy:** _____

B. Anexo: Protocolo de aplicación de formato de historia clínica

Objetivo: Evaluar la condición médica del sujeto a participar en el estudio que permita identificar aptos y no aptos para continuar proceso evaluativo.

Recursos: Formato de Historia clínica, equipo médico, esfero.

Manual De Instrucciones

Recomendaciones Pretest:

- Asistir a la cita médica llegando con 30 minutos de anterioridad, con padre ó madre.
- En caso de no poder asistir ninguno de los padres, deberá asistir con acudiente que conozca la historia médica del menor con una autorización y fotocopia de la cédula.
- Presentarse en ropa cómoda.

Instructivo: Realizar la valoración médica y diligenciar en totalidad el formato (médico). Tiempo de aplicación: 30 minutos

Interpretación De Datos: A criterio del médico evaluador. Se tendrá en cuenta las respuestas para identificar a los participantes aptos y no aptos para continuar.

Formato De Recolección De Datos

EXAMEN MÉDICO DE PRE - PARTICIPACIÓN

HISTORIAL MÉDICO

DEMOGRÁFICO			
1. Información Personal			
Nombres y Apellidos			
Dirección		Ciudad	
Departamento		País	
Fecha de nacimiento (A/M/D)			
Teléfono Casa		Celular	
Contacto de Emergencia 1			
Relación		Teléfono	
Entidad Promotora de salud			
Nombre padre o tutor		Teléfono	
		Dirección	
Nombre madre			
Deporte/modalidad			
Nivel/marca			
Horas entrenamiento semana/			
Dominancia		Edad Deportiva	
Edad deportiva		Nivel escolar	
Estrato de la residencia			
Tiempo residencia en altura			

EPS			
Entrenador			
Medico a cargo			

2. ANTECEDENTES

Las siguientes preguntas son para obtener información sobre sus antecedentes personales

¿Cuál es su deporte principal? (Deportes, eventos / posición): _____		
¿Ha participado en otros deportes en el pasado (incluyendo los deportes en donde haya competido)? Cual: _____		
¿Cuál es su Raza? : _____		
¿Tiene alguna convicción religiosa que podría afectar a su tratamiento médico?	No	Si
Cuándo fue la última vez que tuvo un examen físico completo: _____		
¿Alguna vez se le ha dicho que no puede participar en algún deporte, o su médico le ha indicado no participar por alguna razón?	No	Si
En total, ¿cuántos días usted perdió de entrenamiento o competición en los últimos seis (6) meses debido a una lesión o enfermedad? _____		

2.1 CORAZÓN

¿Alguna vez ha tenido alguno de los siguientes problemas cardiacos o circulatorios?	No	Si
¿Dolor, opresión y/o malestar en el pecho con el ejercicio?		
¿Desvanecimiento o desmayo inexplicable sin razón DURANTE o DESPUÉS de hacer ejercicio?		
¿Excesiva dificultad para respirar o falta inexplicable de aliento, mareo o fatiga con el ejercicio?		
¿Se cansa más rápido o se le dificulta respirar más que sus compañeros, durante el ejercicio?		
¿Su corazón se acelera o se salta latidos (latidos irregulares) durante el ejercicio?		
¿Alguna vez ha tenido una convulsión inexplicable?		
¿Ha presentado soplos cardiacos, presión arterial alta, colesterol alto, infección o inflamación del corazón, fiebre reumática, problemas en las válvulas cardiacas o cualquier otro problema relacionado con el corazón?		
¿Le han realizado alguna prueba para el corazón (por ejemplo, electrocardiograma o ecocardiograma)?		

2.2 RESPIRACIÓN

¿Alguna vez ha tenido alguno de los siguientes problemas respiratorios?:	No	Si
Asma		

Otro síntoma de las vías respiratorias (pulmón) incluyendo, sibilancias, tos, goteo nasal, fiebre del heno, estados gripales a repetición?		
¿Tose, tiene sibilancias o dificultad para respirar más de lo que debería, durante o después del ejercicio?		
¿Alguna vez ha usado medicamentos para el asma (como un inhalador)?		
¿Alguna vez ha tenido bronquitis, neumonía, tuberculosis, fibrosis quística o algún otro problema respiratorio?		
2.3 CALOR		
Las siguientes preguntas se refieren a la realización de ejercicio en el calor:	No	Si
¿Alguna vez se ha enfermado durante la realización de ejercicio en el calor?		
¿Alguna vez le han diagnosticado, golpe de calor o hipertermia?		
¿Le dan calambres musculares frecuentes durante el ejercicio?		

2.4 ANTECEDENTES MEDICOS

Tiene o ha tenido alguna vez algún síntoma de problemas médicos tales como:	No	Si
¿Mononucleosis infecciosa, síntomas de gripe o enfermedad viral durante el último mes?		
¿Enfermedades de los oídos (infecciones, pérdida de audición, dolor), nariz (estornudos, picazón en la nariz, sinusitis, congestión nasal) o la garganta (dolor de garganta, voz ronca, ganglios en el cuello)?		
¿ Trastornos de la sangre como anemia, bajas reservas de hierro, presencia de células falciformes o la enfermedad de células falciformes, sangrado anormal o trastorno de la coagulación, coágulos en la sangre (émbolos), u otro trastorno sanguíneo?		
¿ Sistema inmunológico incluyendo infecciones actuales, infecciones recurrentes, VIH / SIDA, leucemia, o está usando algún medicamento inmunosupresor?		
¿ Problemas de la piel tales como erupciones, infecciones (hongos, herpes) u otros problemas de la piel?		
¿ Enfermedad renal o vesical , sangre en la orina, dolor lumbar, cálculos en los riñones, micción frecuente o ardor al orinar?		
¿ Enfermedades gastrointestinales , como acides, náuseas, vómitos, dolor abdominal, pérdida de peso o ganancia (> 5kg), cambios en los hábitos intestinales, diarrea crónica, sangre en las heces o antecedentes de enfermedad del hígado, del páncreas o de la vesícula biliar?		
¿ Sistema nervioso , incluyendo antecedentes de ictus o accidente isquémico transitorio (AIT), dolores de cabeza frecuente o grave, mareos, desmayos, epilepsia, depresión, ataques de ansiedad, hormigueos, debilidad muscular, pérdida de la sensibilidad muscular, calambres o fatiga crónica?		
¿Enfermedades metabólicas u hormonales como diabetes mellitus, trastornos de la glándula tiroideas, o hipoglucemia (azúcar bajo en la sangre)?		
¿ Infecciones como meningitis, hepatitis (ictericia), o varicela?		

¿ Artritis o dolor en las articulaciones, hinchazón y enrojecimiento no relacionados con lesiones?		
¿Nació sin riñones o le falta un riñón, un ojo o cualquier otro órgano?		
¿Lesión en los órganos internos, como el hígado, bazo, riñones o pulmón?		
¿Alguna vez le han realizado un procedimiento quirúrgico? (Explicar) _____		

¿Presenta mareos o náuseas ocasionados por el movimiento (carro, avión o barco)

¿Tiene algún otro problema médico?

2.5 FAMILIA

Alguno de los miembros de su familia tiene antecedentes de alguna de las siguientes condiciones (en familiares hombres <55 años, mujeres <65 años):	No	Si
¿Muerte súbita sin razón aparente (incluyendo ahogamiento, accidente automovilístico sin explicación, o síndrome de muerte súbita del lactante)?		
¿Desmayo inexplicable o convulsiones?		
¿Murió antes de los 50 años debido a una enfermedad del corazón?		
¿Síntomas de enfermedad cardíaca antes de los 50 años?		
¿Otros problemas del corazón, incluyendo arritmias cardíacas, aumento del tamaño del corazón, cardiomiopatía, cirugía cardíaca, marcapasos o desfibrilador?		
¿Presión arterial alta o colesterol alto?		
¿Síndrome de Marfan?		
¿Alteraciones en la coagulación, rasgo de células falciformes o la enfermedad de células falciformes?		
¿Tuberculosis o hepatitis?		
¿Reacciones adversas a los anestésicos?		
¿Otra condición, como accidentes cerebrovasculares, diabetes, cáncer, artritis (describir)?		
¿Desconoce su historia familiar?		

2.6 MEDICAMENTOS

Las siguientes preguntas son acerca de los medicamentos y suplementos que usted está tomando, o ha tomado en el último mes:	No	Si
¿ Medicamentos que hayan sido prescritos por un médico (incluyen insulina, pastillas o inyecciones para alergias, pastillas para dormir, anti-inflamatorios, etc.)?		
Medicamentos sin prescripción médica (como analgésicos, antiinflamatorios, etc.)		
¿Vitaminas o suplementos de minerales o medicinas herbales?		

¿ Otras sustancias para mejorar su rendimiento deportivo (incluye sustancias como la creatina, productos de aumento de peso, aminoácidos, etc.)?		
¿Alguna vez le han ofrecido o animado a usar drogas prohibidas para mejorar el rendimiento?		
2.7 ALERGIAS		
Tiene alguna alergia a:	No	Si
¿Medicamentos?		
¿Cualquier otra cosa, como a los alimentos, polen, insectos, cualquier material de plantas o cualquier otro material animal?		

3. INMUNIZACIÓN

Indique cuales vacunas ha recibido:	No	Si
¿Tétanos / Difteria? _____ ¿Ultima dosis? _____		
¿Sarampión / paperas / rubéola? _____		
¿Varicela?		
¿Meningitis?		
¿Hepatitis A (2 inyecciones)?		
¿Hepatitis B (3 inyecciones)?		
¿Malaria?		
¿Ha tenido una prueba de tuberculosis (PPD)? _____ ¿resultado? _____		
¿Ha tenido otras vacunas? _____ explique: _____		

4. FEMENINO

Estas preguntas son sólo para mujeres:	No	Si
A qué edad tuvo su primer período menstrual: _____		
¿Tiene ciclos menstruales regulares? ¿Cada cuánto? _____		
¿Cuándo fue su período menstrual más reciente? _____		
¿Ha tenido una fractura por carga de entrenamiento en el pasado?		
Alguna vez le ha sido identificado un problema a nivel óseo, como densidad ósea baja (osteopenia u osteoporosis)?		
¿Está usted tomando hormonas femeninas (estrógenos, progesterona, píldoras anticonceptivas)?		
¿Alguna vez ha tenido una enfermedad de transmisión sexual como gonorrea, sífilis, verrugas venéreas, clamidia u otra infección?		

5. MASCULINO

Estas preguntas son sólo para hombres:	No	Si
¿Tiene dos testículos normales?		
¿Alguna vez ha tenido una hernia o hinchazón alrededor de los testículos (varicocele, hidrocele)?		

¿Alguna vez ha tenido una lesión en un testículo?		
¿Alguna vez ha sido operado de un testículo no descendido, lesión u otro problema testicular?		
¿Alguna vez ha tenido una enfermedad de transmisión sexual como gonorrea, sífilis, verrugas venéreas, clamidia u otra infección?		

6. CABEZA Y CUELLO

¿Alguna vez ha tenido alguno de los siguientes problemas relacionados con su cabeza o cuello?	No	Si
¿Lesión en los ojos u otros problemas con su visión?		
¿Dolores de cabeza con el ejercicio?		
¿Alguna vez ha tenido entumecimiento, hormigueo o debilidad en los brazos y las piernas o ha sido incapaz de mover los brazos o las piernas después de golpearse o caerse?		
¿Tiene, o le han realizado una radiografía por inestabilidad del cuello? (atlantoaxial)		
¿Ha tenido una lesión en los dientes?		
¿Tiene algún diente cariado, perdido o suelto?		
¿Tiene una prótesis dental o aparato?		
¿Le han retirado sus cordales?		

7. LESIONES

¿Alguna vez ha tenido una lesión en cara, cabeza, cráneo o cerebro (incluyendo una conmoción cerebral, confusión, pérdida de memoria o dolor de cabeza debido a un golpe en la cabeza?)	No	Si
Ha tenido un problema o una lesión como un esguince, desgarro muscular o ligamentario, tendinitis, hueso fracturado, fractura por estrés o lesión de las articulaciones (que le hizo perder una práctica o competencia) en cualquiera de las siguientes áreas de su cuerpo?		
Cuello o columna vertebral (incluyendo "latigazo cervical")		
Espalda superior (columna torácica)		
Espalda baja (columna lumbar)		
Tórax y/o costillas		
Área del hombro		
Brazo		
Codo		
Antebrazo		
Muñeca		
Mano o los dedos		
Pelvis, cadera o ingle (incluyendo hernia deportiva)		
Muslo (incluyendo isquiotibiales y cuádriceps)		

Rodilla		
Pierna (pantorrilla o espinilla)		
Tobillo		
Pie, talón o dedos del pie		

8. OTROS

Pruebas - Si no se ha mencionado anteriormente, ¿ha tenido alguna otra prueba o examen por cualquier lesión o enfermedad, que incluyan análisis de sangre, rayos X, resonancia magnética, tomografía computarizada, gammagrafía ósea, ultrasonido, electroencefalograma (EEG), electromiografía (EMG), estudios de conducción nerviosa (NCS), electrocardiograma (ECG / EKG), ecocardiograma (eco), prueba de esfuerzo u otras pruebas?	No	Si
Tratamiento - Si no se ha mencionado anteriormente, ¿alguna vez ha recibido alguno de los siguientes tratamientos para cualquier enfermedad? :		
¿Cirugía?		
¿Le han prescrito un corsé, yeso, bota para caminar, órtesis, muletas u otro aparato?		
Inyección de cortisona?		
¿Le han prescrito otro tipo de rehabilitación o terapia?		
¿Alguna vez ha pasado la noche en un hospital o ha sido internado en un hospital como paciente?		
¿Ha sido remitido a un médico especialista (cardiólogo, neurólogo u otro médico) para cualquier condición mencionada antes?		

9. EQUIPO

¿Usa anteojos o lentes de contacto?	No	Si
¿Utiliza actualmente alguno de los siguientes equipos de protección?:		
¿Gafas de protección?		
¿ Equipo especial (almohadillas, abrazaderas, etc.)?		
¿ Protector bucal para deportes?		

10. NUTRICIÓN

Las siguientes preguntas son acerca de la nutrición:	No	Si
¿Le preocupa su peso o composición corporal?		
¿Está satisfecho con su patrón de alimentación?		
¿Es usted vegetariano?		
¿Pierde peso para cumplir con los requisitos de peso para su deporte?		
¿Su peso afecta la forma en que se siente sobre Ud. mismo?		
¿Le preocupa que haya perdido el control sobre la cantidad que come?		
¿Se produce vomito cuando está incómodamente lleno?		
¿Ha comido alguna vez a escondidas?		
¿Actualmente sufre o ha sufrido en el pasado de trastornos en la alimentación?		

11. DISCUSIÓN

¿Tiene alguna otra preocupación que le gustaría discutir con un médico?	No	Si
-------------------------------------------------------------------------	----	----

Explique su respuestas "Sí" aquí:

Por la presente declaro que las respuestas a las preguntas anteriores son completas y correctas.

Nombre y Firma del atleta: _____

Firma de los padres o del representante legal (si es necesario): _____

Fecha: _____

EXAMEN FÍSICO

Fecha del examen: _____

Examen médico general	<i>NORMAL</i>	<i>ANORMAL (especificar)</i>
Apariencia		
Ojos / oídos / nariz / garganta		
Audición		
Nódulos linfáticos		
Corazón		
Ritmo		
Sonidos del corazón supino/de pie		
Edema periférico		
Estigmas físicos de Sind Marfan		
Vasos sanguíneos		
Pulsos periféricos		
Retardo en pulsos femorales		
Soplos vasculares (femoral)		
Varices		
Presión arterial en posición sentada (después de 5 minutos de descanso)		
Brazo derecho		
Brazo izquierdo		
Frecuencia cardiaca		
Pulmones		
Abdomen		
Genitourinario		
Piel		
Ojos		
Agudeza visual (corregida o no)		

Pupilas isométricas		
Dental		
Índice de DMF = Número de dientes cariados, perdidos u obturados: _____		
Evaluación higiene oral : <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Mala		
Infección oral Visible: <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si		
Presencia de dientes desgastados, rotos o flojos / móvil: <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si		
Aparatos dentales (puentes, aparatos ortopédicos o de ortodoncia: <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si		

Trastornos musculo esqueléticos	NORMAL	ANORMAL (especificar)
Cuello		
Espalda		
Hombro / brazo		
Codo / antebrazo		
Muñeca / mano / dedos		
Cadera / muslo		
Rodilla		
Pierna / tobillo		
Pie / dedos de los pies		

Tamizajes

EKG de 12 derivaciones

- Normal sin cambios
- Cambios con relación al entrenamiento
- Cambios sin relación al entrenamiento

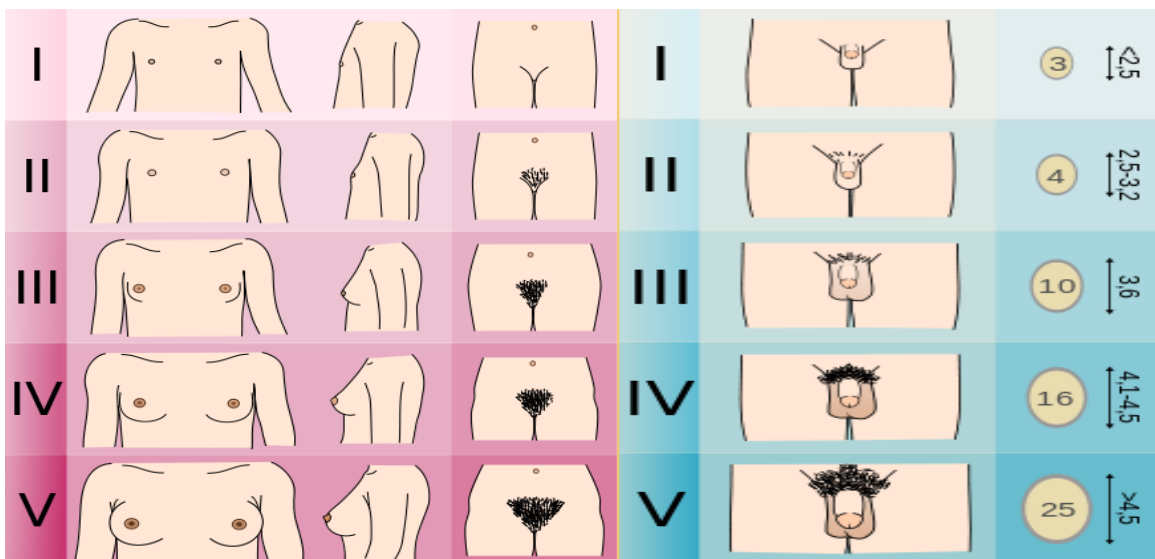
Detalles

Exámenes de Sangre

Hemoglobina	<input type="text"/>
Hematocrito	<input type="text"/>
Eritrocitos	<input type="text"/>
Plaquetas	<input type="text"/>
Leucocitos	<input type="text"/>
Ferritina	<input type="text"/>

Sodio	
Potasio	
Creatinina	
Colesterol (total)	
Colesterol LDL	
Colesterol HDL	
Triglicéridos	
Glucosa	
Proteína C-reactiva	
Otros:	

MADURACIÓN BIOLÓGICA	
Antropométrica	
Tanner	Enseñar la lámina correspondiente al género.
Carpograma	



Resultado Evaluación Clínica

1. El deportista no presenta aparentemente contraindicaciones clnner_scale-female.svg/462px-Tanner_scale S presenta aparentemente contraindicaciones clnner_scale-female.svg/462px-Tanner_s

No; Si la respuesta a la pregunta 1 es "No", se recomienda que el atleta:

1. Evite participar:
En entrenamiento (explicar): _____

2. Durante la competencia (especifique): _____

3. Sera sometido a ex _____

Medico examinador

Nombre: _____ Registro medico No: _____
Telbre: _____ ReDireccimedico No: _____
E-mail: _____

C. Anexo: Cuestionario de Inclusión y exclusión para padres/madres de Familia



2. CUESTIONARIO DE INCLUSIÓN E EXCLUSIÓN PARA PADRES/ MADRES DE FAMILIA

Este cuestionario es para padres o madres que vivan con el niño/a que participa del proyecto. Por favor diligéncielo con letra clara.

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS																																				
a. ESTRATO SOCIOECONÓMICO: Señale con una X estrato económico donde reside/vive con su hijo.		b. NIVEL DE ESCOLARIDAD: Señale con una X el nivel escolar mas alto realizado por padre y/o madre que viven con el escolar.																																		
<input type="checkbox"/> ESTRATO 1 <input type="checkbox"/> ESTRATO 2 <input type="checkbox"/> ESTRATO 3 <input type="checkbox"/> ESTRATO 4 <input type="checkbox"/> ESTRATO 5 <input type="checkbox"/> ESTRATO 6 <input type="checkbox"/> AREA RURAL SIN ESTRATIFICACIÓN		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PADRE</th> <th></th> <th>MADRE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Ninguno</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Primaria Incompleta</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Primaria Completa</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Bachillerato Incompleto</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Bachillerato Completo</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Edu. técnica o tecnológica incompleta</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Edu. técnica o tecnológica Completa</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Educación Profesional Incompleta</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Educación Profesional Completa</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Postgrado</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>		PADRE		MADRE	<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Primaria Incompleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Primaria Completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bachillerato Incompleto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bachillerato Completo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Edu. técnica o tecnológica incompleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Edu. técnica o tecnológica Completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Educación Profesional Incompleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Educación Profesional Completa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Postgrado	<input type="checkbox"/>
PADRE		MADRE																																		
<input type="checkbox"/>	Ninguno	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Primaria Incompleta	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Primaria Completa	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Bachillerato Incompleto	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Bachillerato Completo	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Edu. técnica o tecnológica incompleta	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Edu. técnica o tecnológica Completa	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Educación Profesional Incompleta	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Educación Profesional Completa	<input type="checkbox"/>																																		
<input type="checkbox"/>	Postgrado	<input type="checkbox"/>																																		
c. tipo de vivienda: Casa: _____ Apartamento: _____																																				
d. Propiedad de vivienda: Propia: _____ Arrendada: _____																																				
e. Numero de personas que viven con el niño/a: _____																																				
f. Cuidador (persona que se encarga del cuidado del niño/niña la mayor parte del tiempo,	<input type="checkbox"/> Madre <input type="checkbox"/> Padre <input type="checkbox"/> Ambos padres <input type="checkbox"/> Hermanos <input type="checkbox"/> Abuelos <input type="checkbox"/> Otros Familiares <input type="checkbox"/> Particulares <input type="checkbox"/> Otro	g. Núcleo Familiar (personas que conviven con el niño/niña, marque en las casillas	<input type="checkbox"/> 1 de los padres <input type="checkbox"/> Ambos padres <input type="checkbox"/> Hermanos <input type="checkbox"/> Abuelos <input type="checkbox"/> Padrastro ó madrastra <input type="checkbox"/> Otro Familiar <input type="checkbox"/> Particulares <input type="checkbox"/> Otro																																	

Responda las siguientes preguntas respecto al niño/a: Señale con una X.

h. Su hijo/a asiste o participa de algún curso extracurricular (que NU se relacione con el colegio), en donde se promueva el ejercicio físico o se

Si: _____ Cual: _____ Horas al día: _____ veces por semana: _____ No: _____

i. Su hijo/a es practicante de música o toca algún instrumento musical: Si: _____ NO _____

j. Su hijo/a juega con videojuegos?

Si: _____ Cuantas horas al día?: _____ Cuantos días a la semana?: _____ NO: _____

k. Su hijo/a ha reprobado o perdido algún año escolar:

Si _____, porque motivo?: _____ NO _____

D. Anexo: Medición antropométrica ISAK

Protocolo de medición de Talla y Peso.

Se le explicó a cada adolescente que debía estar sin zapatos ni medias y debe quitarse la ropa pesada y adornos del cabello. En cuanto a la talla se le indicó al evaluado que se pare sobre el estadímetro mirando al frente, con la espalda recta y los brazos extendidos al lado del cuerpo, con talones unidos formando un ángulo de 45°, piernas rectas y hombros relajados. Las caderas, escapulas y cabeza deben estar lo más cercano a la superficie vertical donde se encuentra el estadímetro (Suverza, 2009). Allí se le explicó al participante que tome aire, lo mantenga por breves segundos, lo suelte, y repita. En el caso de peso se tomó mediante una báscula, donde se le solicitó al sujeto que suba a esta, mirando al frente y se mantenga por breves segundos mientras se toma el dato.

- **Talla:** El participante se coloca de pie y de espaldas a la pared con la parte media de la cabeza cercano al (precisión 1mm) y cabeza ubicada de acuerdo al plano de Frankfort (plano horizontal normalizado que pasa por el punto más alto de la abertura del meato auditivo externo (abertura exterior de la oreja) y el punto más bajo del borde orbital inferior (arista inferior de la órbita ocular), cuando el plano medial de la cabeza se mantiene vertical. A continuación se ubica la parte móvil del estadímetro encima de su cabeza con una leve presión. La altura del participante será la puntuación indicada, en el momento de la segunda inhalación del participante. Posterior se registrará el dato obtenido en metros.
- **Peso:** El participante se sube en la báscula, que se encuentra debidamente calibrada (báscula de precisión de 100gr), se toma el dato arrojado en kilogramos.



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

IPARM



coldeportes



MEDICIÓN ANTROPOMÉTRICA 5 COMPONENTES - ISAK

Nombre Completo:							
Fecha de nacimiento		[] [] [] []					
	Medidas	Fecha evaluación DD / MM / AAAA			Fecha evaluación DD / MM / AAAA		
BASICAS	Genero F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/>						
	Edad						
	Peso (kg)						
	Estatura						
	Talla sentado						
DIAMETROS(cm)	D. biacromial						
	D. bicrestal						
	D. transversal del tórax						
	D. antero posterior tórax						
	D. bioepicondilar humero						
	D. biepicondilar del fémur						
PERIMETROS (cm)	P. cefálico(cabeza)						
	P. del brazo extendido						
	P. del brazo tenso.						
	P. máximo del antebrazo						
	P. de la muñeca						
	P. Mesosternal						
	P. mínimo de la cintura						
	P. de caderas máximo						
	P. del muslo						
	P. del muslo medio						
	P. Pierna máximo						
P. ADIPOSOS(mm)	P. tríceps						
	P subescapular						
	P. bíceps						
	P. suprailiaco						
	P. supraespinal						
	P. abdominal						
	P. del muslo.						
	P. pierna						
EVALUADOR:							

E. Anexo: Protocolo toma de electrocardiograma

Definición:

El electrocardiograma es un elemento de registro gráfico que estudia la actividad eléctrica del corazón.

Objetivo:

El electrocardiograma permite identificar condiciones patológicas estructurales y funcionales a nivel cardíaca como isquemias, infartos de miocardio, arritmias y deficiencias en la función eléctrica del corazón dando un criterio de posibles limitaciones y cuidados al desarrollar actividad física.

Recursos:

- Electrocardiografo.
- Electrodo.
- Gel conductor.
- Alcohol.
- Jabón antiséptico.
- Toallas de papel.
- Gasas de algodón.
- Hoja para archivo de EKG.

Manual de instrucciones (Portillo, 2008):

1. El profesional en salud prepara al paciente y al equipo:
 - Verifica la orden médica.
 - Prepara el equipo, verifica que este completo y disponible para utilizar, llévelo al sitio donde realizara el procedimiento y colóquelo en un lugar seguro.
 - Salude al paciente, bríndele seguridad, explíquele el procedimiento y solicite su colaboración.
 - Solicitar al paciente que se retire la ropa de la cintura para arriba, los zapatos y las medias, caja de dientes o puente, cualquier accesorio metálico que lleve en el cuerpo (anillos, cadenas, aretes, cinturón, monedas).
 - Solicitar al paciente que se acueste en posición supina, lo más relajado posible.
 - Aplicar gel conductor en la parte interna de los antebrazos y en las piernas, también en los puntos donde se va a colocar las derivaciones precordiales.

2. El profesional en salud coloca los electrodos:
 - Instalar los electrodos de la siguiente forma:
 - AR: antebrazo derecho.
 - AL: antebrazo izquierdo.
 - LR: en la pierna derecha.
 - LL: en la pierna izquierda.

- Localice los espacios intercostales, aplique el gel conductor e instale las derivaciones precordiales de la siguiente manera:
 - V1: 4to espacio intercostal con línea para esternal derecha.
 - V2: 4to espacio intercostal con línea para esternal izquierda.
 - V3: equidistante para V2 y V4.
 - V4: 5to espacio intercostal con línea para medio clavicular izquierda.
 - V5: 5to espacio intercostal con línea para auxiliar anterior izquierda.
 - V6: 5to espacio intercostal con línea auxiliar media.
- 3. Parámetros finales de manejo:
 - Verificar calidad del registro y apagar el equipo.
 - Retirar uno por uno, los electrodos del paciente.
 - Entregarle al paciente una toalla de papel para que se retire de su cuerpo el gel.
 - Limpiar el electrocardiógrafo.
 - Retirar el papel y registrar en electrocardiograma: nombre y apellidos del paciente, sexo, edad, fecha de realización del ECG, patología de base (si la sabemos), la medicación que está tomando el paciente, fecha y hora.
 - Dejar el equipo ordenado y en su lugar.
 - Registrar en el ECG si el paciente está tomando alguno de estos medicamentos: digitalicos, diuréticos, antiarritmicos.
 - Informar al médico del procedimiento realizado y entregar el examen tomado.
 - Si hay EKG previos (para comparar).

Interpretación:

Los parámetros fundamentales de la lectura de un electrocardiograma deben tener en cuenta los siguientes elementos:

- **Identificación de ritmo cardiaco:** ritmo sinusal o no.
- **Frecuencia cardiaca:** Aplicación de la formula donde $FC=300 /N$, sabiendo que N= es el número de cuadrados grandes entre dos complejos QRS.
- **Determinación del eje eléctrico:** se aplica el método de perpendiculares o zona de mayor voltaje siendo un elemento de identificación del vector de despolarización de los ventrículos
- **Valorar la onda P:** Altura y anchura. Representa la despolarización auricular.
- **Medir el intervalo P-R:** Desde el inicio de la P hasta el inicio del QRS. Representa el tiempo de despolarización auricular más el retraso del nodo auriculoventricular.
- **Valorar complejo QRS:** Anchura y características. Representa la despolarización ventricular identificando las funciones eléctricas ventriculares comparativamente.
- **Valor onda Q:** Onda negativa del complejo dado por la despolarización del tabique interventricular
- **Valorar segmento S-T:** Identificar si el segmento está en un supra o infradesnivel. Representa el segmento isoelectrico entre la despolarización ventricular y el final de la repolarización.
- **Valorar la onda T:** si es positiva o negativa. Representa la repolarización ventricular.

- **Medir el segmento Q-T:** Identificar si el segmento esta largo o corto. Representa el tiempo de despolarización y repolarización ventricular.
- **Valorar la onda U:** Generalmente es una onda que no se valora frecuentemente pero permite identificar casos de cardiopatía isquémica

Cambios electrocardiográficos por edad

Al presentar un aumento de la edad las duraciones e intervalos electrocardiográficos presentan importantes variaciones en las edades entre 8-16 años caracterizándose con los siguientes componentes de normalidad:

- Patrón R/S del adulto: Eje QRS entre 0 y +90°
- Onda T puede ser positiva en V1, pero T negativa de V1 a V4, siendo estos elementos no considerados como patologías en estas edades.

Formato de recolección de datos:

Ver anexos del formato de aplicación y tabla de recolección de datos para el cálculo final.

F. Anexo: Formato electrocardiograma

1. Datos generales:

Nombre completo del niño/a Adolescente: _____

Género: Femenino: _____ Masculino: _____

Fecha de nacimiento (día/mes/año): _____ Edad: _____

Nombre del padre o madre: _____ Teléfono: _____

2. Resultados electrocardiográficos:

- Frecuencia cardíaca: ____/min.
- Ritmo cardíaco: Sinusal Otro _____
- PR ____ms
- Eje QRS ____ms
- QT ____ms
- QTc ____ms
- Eje P ____°
- Eje QRS ____°
- Eje T ____°
- Morfología P: normal Otra _____
- Morfología QRS: normal Otra _____
- Morfología ST: normal Otra _____
- Morfología T: normal Otra _____

Observaciones: _____

G. Anexo: Protocolo de calentamiento Pruebas Ergoespirométricas

Calentamiento

ACTIVIDAD	PRESCRIPCIÓN
MOVILIDAD ARTICULAR	
<ul style="list-style-type: none"> -Realizar movimientos circulares en ambos sentidos con la articulación del tobillo. Primero se realiza con el pie derecho y luego con el izquierdo. -Colocar las manos sobre las rodillas, hacer movimientos en rangos cortos de movimiento de flexo-extensión. Círculos hacia adentro y hacia afuera. -Colocar las manos sobre la cadera. Empezar con círculos pequeños hacia el lado izquierdo e ir aumentando el tamaño. Devolverse hacia el lado contrario de un círculo grande a uno pequeño. -Con los hombros realizar círculos grandes hacia adelante y luego hacia atrás. -Movimiento de flexo extensión de codos bilateral. -Con el hombro flexionado a 90° y el codo en extensión, abrir y cerrar los dedos. -“Desenroscar bombillos” Colocar los hombros en 90 grados de abducción, el codo igual y pedir que desenrosque el bombillo. -Realizar movimientos circulares con la cabeza de derecha a izquierda y de izquierda a derecha. 	<p>Para todos los ejercicios se realizarán 10 repeticiones por cada sentido y cada miembro a trabajar si se trabaja de manera asimétrica.</p> <p>-5 Repeticiones a un lado y 5 repeticiones al otro lado</p>
PREACTIVACION	
<ul style="list-style-type: none"> -Jumping Jacks -Sentadilla con flexo extensión de codos. -Skipping corto, con orden cognitiva ej.: Con el número 1 tocas el suelo, con el 2 saltas, con el 3 giras. -Estiramiento balístico. Lanzar patadas frontales de manera alterna. 	<ul style="list-style-type: none"> -10 repeticiones -10 repeticiones -45 segundos de duración -10 repeticiones
ACTIVACIÓN	
-Cicloergómetro o marcha en el puesto (Dependiendo del test a realizar)	-5 minutos con 25 W de resistencia o a 3 MPH. (No permitir un Borg mayor a 4)

Vuelta a la calma

ESTIRAMIENTOS

- Piernas separadas, colocar la palma de la mano, o hasta donde sea posible en el suelo, dejar apoyada una palma en el suelo y llevar la otra mano hacia el techo
- En esta posición desplazarse hacia el lado derecho y luego hacia el lado izquierdo a tocar el pie, tobillo o rodilla con ambas manos.
- En bípedo, cruzar una pierna delante de la otra y con las rodillas extendidas bajar a tocar la punta de los pies. Realizarlo con la pierna contraria.
- Llevar una pierna al frente, y extender la contraria atrás, apoyada sobre el metatarso, llevar la cadera al frente, la rodilla de adelante debe quedar alineada con la rodilla, juntar las manos y realizar flexión y extensión de la columna. Mirar hacia las manos. Luego se apoya el pie de atrás y se inclina la cadera hacia delante. Realizar lo mismo con la pierna contraria.
- Tomar con la mano derecha el pie ipsilateral y llevarlo al glúteo, con la rodilla más atrás de la contralateral apoyada en el suelo.
- Piernas separadas, apoyar las manos detrás de la cabeza, sin realizar rotación de la cadera llevar el codo a la rodilla ipsilateral o hasta donde sea posible.
- Colocar las manos en la cadera apuntando hacia abajo, el examinador, tratará de juntar los codos a tolerancia del paciente.

R3												
R4												
R5												


OBSERVACIONES:

EVALUADOR:

I. Anexo: Test de atención selectiva y concentración: d2


Nº 240 Nombre y Apellidos: _____ Edad: _____

Sexo: V M Centro/Empresa: _____



Esta prueba trata de conocer su capacidad de concentración en una tarea determinada. En esta página se le presenta un ejemplo y una línea de entrenamiento para que usted se familiarice con la tarea.

Ejemplo



Observe las tres letras minúsculas del ejemplo. Se trata de la letra **d** acompañada de dos rayitas. La primera **d** tiene las dos rayitas encima, la segunda las tiene debajo y la tercera **d** tiene una rayita encima y otra debajo. Observe que en estos casos la letra **d** va acompañada de dos rayitas.

Su tarea consistirá en buscar las letras **d** iguales a esas tres (con dos rayitas) y marcarlas con una línea (/). Fíjense bien, porque hay letras **d** con más de dos o menos de dos rayitas y letras **p**, que **NO** deberá marcar en ningún caso, independientemente del número de rayitas que tengan. Si se equivoca y quiere cambiar una respuesta, debe tachar la línea con otra, formando un aspa (X), de forma que se advierta que desea corregir el error.

Ud. sólo deberá marcar las letras **d** con dos rayitas. Practique en la línea de entrenamiento que aparece al final de ésta página.

Observe que cada letra lleva encima al final un número. Luego compruebe que ha marcado las letras números **1, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 17, 19 y 22**.

A la vuelta de la hoja (ESPERE NO LA VUELVA TODAVÍA) encontrará 14 líneas similares a la línea de práctica que acaba de realizar. De nuevo, su tarea consistirá en marcar las letras **d** con dos rayitas. Comenzará en la línea nº 1 y cuando el examinador le diga ¡CAMBIO!, pasará a trabajar a la línea nº 2 y cuando el examinador diga ¡CAMBIO! comenzará la siguiente línea de prueba y así sucesivamente. Compruebe que no se salta ninguna línea.

Trabaje tan rápidamente como pueda sin cometer errores. Permanezca trabajando hasta que el examinador diga ¡BASTA!; en ese momento deberá pararse inmediatamente y dar la vuelta a ésta hoja.

ESPERE. NO VUELVA LA HOJA HASTA QUE SE LO INDIQUE EL EXAMINADOR.

Línea de entrenamiento

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	d	p	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	

1. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

2. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

3. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

4. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

5. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

6. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

7. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

8. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

9. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

10. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

11. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

12. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

13. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

14. A. B. C. D. E. F. G. H. I. J. K. L. M. N. O. P. Q. R. S. T. U. V. W. X. Y. Z.

MUY
IMPORTANTE
POR FAVOR,
NO ESCRIBA
NADA EN ESTA
FRANQUÍA AZUL
O
PUEDE
INVALIDAR
SU EJERCICIO

**J. Anexo: Protocolos de los instrumentos de valoración BANFE
en adolescentes**

**Test de función ejecutiva: pruebas de inhibición, atención,
memoria de trabajo, flexibilidad y planeación.**

Recomendaciones Pretest

Para la realización de las valoraciones contempladas y para garantizar la calidad de las mediciones, la mayor veracidad posible de los datos obtenidos y evitar eventos adversos, se les solicitará a los sujetos que hagan parte del estudio seguir las siguientes instrucciones:

- Llegar 30 minutos antes de la cita programada
- Haber dormido bien la noche anterior.
- No presentar ningún estado de enfermedad que le impida la realización o asistencia a las pruebas.
- Haber firmado con anterioridad el consentimiento informado, y haber recibido una explicación directa sobre los procedimientos a realizar y los riesgos que la prueba implica.
- No consumir cafeína el día de la prueba.
- Realización de la prueba debe ser en horas de la mañana.

1. PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE PRUEBA DE FLEXIBILIDAD- CLASIFICACIÓN DE CARTAS

Objetivo: evaluar los siguientes procesos:

- Capacidad para generar hipótesis de clasificación.
- Capacidad para inhibir una respuesta equivocada y evitar la tendencia a utilizarla de forma repetitiva (flexibilidad mental).
- Capacidad para mantener una conducta en relación con reforzamiento positivo.

Recursos: Lamina 2, grupo de 64 cartas de respuesta, lápiz, y cronometro, formato de recolección de datos y protocolo de aplicación.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

Instructivo: Tiempo de aplicación: Suspender después de 10 minutos.

Explicación y Aplicación de la prueba: la prueba tiene un grupo de 64 cartas, que contienen diversas figuras (cuadrado, octágono, rombo, trapecio) de distintos colores y números. Se coloca frente al examinado la lámina 2 junto con el grupo de cartas de respuesta y se le da la siguiente instrucción: "en esta tarea lo que debe hacer es tomar cada una de las cartas (señale el grupo de 64 cartas) empezando por la de arriba, y debe colocarlas frente a alguna de éstas (señale las cartas base de la lámina 2), según como crea que se relacionan o deban clasificarse. Los criterios de clasificación irán cambiando conforme avance la prueba. Si la carta que colocó es correcta, no diré nada, pero si es incorrecta, yo le diré "incorrecto", entonces deje ahí la carta, tome la siguiente y trate de colocarla en el lugar adecuado. ¿listo? Comience".

En ocasiones, algunas personas necesitan que se les diga “correcto” (sí, bien, etc.) para continuar con la tarea, lo cual se puede hacer, pero es importante evitar al máximo el reforzamiento positivo de las clasificaciones correctas.

Cada carta que se coloque frente a las “cartas de base” no se puede mover de su sitio. Las cartas siguientes deben colocarse encima de las anteriores.

En la prueba se consideran tres criterios de clasificación: color, forma y número. La primera secuencia de clasificación es **1. Color (C)**; cuando se completa la primera categoría, se pasa a **2. Forma (F)**, seguida de **3. Número (N)**, **4. Forma (F)**, **5. Número (N)** y **6. Color (C)**. El evaluador cambiará este criterio cuando se produzcan 10 clasificaciones correctas, ya sea de forma continua o interrumpida. Es importante no notificar el cambio de clasificación, ya que el cambio debe estar implícito en la retroalimentación proporcionada.

Para el registro la prueba tiene diversas claves. En el protocolo se observa la matriz de registro, en la cual se utilizan cuatro símbolos básicos:

1.	○	C	F	N	O
2.	/	C	F	N	O
3.		C	X F	N	O
4.		<u>C</u>	F	N	O

- El círculo se utiliza para indicar el principio de clasificación utilizado para registrar el desempeño en la tarea. Sólo se encierra en un círculo el criterio de clasificación en la primera fila de la serie de los 10 posibles aciertos esperados. Cuando llegue a 10 aciertos, consecutivos o no, el evaluador encierra en un círculo la inicial del siguiente criterio de la secuencia establecida por la prueba.

- La diagonal hacia la derecha indica que el criterio utilizado fue correcto.

- La línea de subrayado señala que además del criterio correcto, este coincidió con otro criterio que el evaluado también puede considerar como correcto.

- La X indica que uno o más criterios utilizados son incorrectos. Con frecuencia, en una misma carta coinciden dos criterios equivocados, donde el evaluador no sabe cuál de ellos es el elegido por la persona. Es importante No preguntar cuál criterio se está utilizando; en vez de ello, se tachan con una X ambos criterios. Cuando no se sabe el criterio de la persona para colocar determinada carta, se tacha la letra “O” (otro criterio).

Es recomendable numerar los aciertos a la derecha de cada fila, hasta llegar a 10, para producir el cambio de principio de clasificación, ya que en un número importante de casos no se producen de forma consecutiva y es difícil para el evaluador con poca experiencia contarlos mentalmente. Finalmente, se registra el tiempo total en minutos y segundos que toma el completar la prueba.

Formato de recolección de datos

Calificación: hay 5 calificaciones en esta prueba.

- Aciertos: correspondencia entre el principio de clasificación establecido por la prueba y el criterio de clasificación del sujeto. Ejemplo: cuando se utiliza el criterio "color"(letra C):

O
C F N O

/
C F N O

/
C F N O

Cuando coincide un criterio correcto más de una categoría adicional, se traza una línea por debajo de este otro criterio, pero se toma como acierto la clasificación correcta. En este ejemplo, el criterio correcto es color, pero la carta de base coincide con otro criterio como forma:

/
C E N O

La puntuación máxima es de 64 aciertos.

- Errores: indican la no correspondencia del criterio de clasificación señalado por la prueba con el del sujeto. Los errores se registran con una "X". la letra "O" indica "otro criterio". Se registra con una X en esta opción cuando el evaluador no puede establecer qué criterio utilizó el sujeto para clasificar esa carta en particular (la carta no coincide en forma, ni en color, ni en número). Recuerde No preguntar qué criterio utilizó durante el desarrollo de la prueba. Suponiendo que el criterio es "Color".

1. O X
C F N O

2. C F N X
O

3. C F X
N O

4. ~~C~~
F N O

Cuando coinciden más de dos criterios equivocados, se marcan ambos criterios, pero solo se cuenta como un error:

$\begin{matrix} \bigcirc & \times & \times & & \bigcirc \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & & \text{O} \end{matrix}$

- Perseveraciones: ocurren cuando la colocación de la carta inmediata-posterior a un error corresponde al mismo criterio equivocado. El registro se hace tachando la del criterio. Por ejemplo, cuando se utiliza el criterio "color" (letra C) y la persona clasifica las tres primeras cartas de acuerdo con la "forma" (letra F):

$\begin{matrix} \bigcirc & \times & & & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Error} \end{matrix}$

$\begin{matrix} & \times & & & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Perseveración} \end{matrix}$

$\begin{matrix} & \times & & & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Perseveración} \end{matrix}$

En este caso, en la selección número uno, se ha producido un error; la selección dos y tres son perseveraciones.

- Perseveraciones diferidas: se produce cuando se utiliza el mismo criterio equivocado elegido en alguno de los cuatro intentos anteriores, sin considerar el principio de clasificación que antecede inmediatamente (en cuyo caso será perseveración). El registro se hace con una "X". por ejemplo: cuando se utiliza el criterio "color" (letra C):

1. $\begin{matrix} \bigcirc & \times & & & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Error} \end{matrix}$

2. $\begin{matrix} & & \times & & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Error} \end{matrix}$

3. $\begin{matrix} & & & \times & \\ \text{C} & \text{F} & \text{N} & \text{O} & \text{Error} \end{matrix}$

4. $\begin{matrix} & \times & & & \\ \text{C} & & \text{N} & \text{O} & \text{Perseveración diferida} \end{matrix}$

En este caso, las cartas colocadas uno, dos y tres son errores de clasificación. La colocación de la carta cuatro representa una perseveración diferida, ya que el error se presentó en la carta uno, pero no en el que antecedería inmediatamente (ensayo tres en el ejemplo). Cuando un error ocurre cinco selecciones después de un error similar, ya no se considera una perseveración diferida.

- Errores de mantenimiento: los errores de mantenimiento ocurren cuando después de por lo menos tres aciertos consecutivos no se mantiene el principio de clasificación y se cambia por otro criterio. Por ejemplo, cuando se utiliza el criterio "color" (letra C):

1. C F N O Acierto
2. C F ^N O Acierto
3. C F N O Acierto
4. C F N O Acierto
5. C F N O Error de mantenimiento

En este caso, las selecciones 1-4 son correctas; en la selección cinco, la persona cambia al criterio de "forma", por lo que corresponde a un error de mantenimiento.

Habr  ocasiones en las cuales durante la clasificación de las cartas coincidan dos o más errores en un ensayo (ya sean errores, perseveraciones, perseveraciones diferidas o errores de mantenimiento), en estos casos, se debe elegir un tipo de error para la calificación final. Cuando se haya marcado la opción "otro", se califica como error.

2. PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE PRUEBA EFECTO STROOP FORMA A: INHIBICIÓN

Objetivo: Evalúa la capacidad para inhibir una respuesta altamente automatizada.

Recursos: Lamina No 4, STROOP FORMA A, Lápiz, Cronometro, Hoja de registro.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

Instructivo: Tiempo de aplicación: Máximo cinco (5) minutos. Puntuación Máximo: 84 acierto.

Explicación y aplicación de la prueba: La lamina STROOP FORMA A contiene 14 columnas con palabras impresas en diferentes colores (rojo, azul, verde, rosa, café y negro).

Instrucción:

1. Se presenta la lámina
2. Se dan las siguientes instrucciones:
 - a). Lo que tiene que hacer es leer en voz alta cada palabra, columna por columna, iniciando en la parte superior y continuando con las de abajo señalar ambas filas), cuando vea una palabra subrayada, tiene que mencionar el color con el que esa palabra está pintada y no lo que está escrito.
 - b).  Est  preparado?
 - c). Comience.



Registro: En la hoja de registro se encuentran anotadas las palabras correspondientes a la lámina STROOP FORMA A y en color se marca la respuesta correcta que corresponde a la palabra subrayada de la lámina. Se puede registrar una X cuando la respuesta no corresponda a la palabra indicada en la hoja de registro y un signo de correcto (✓) cuando se un acierto. El Tiempo empieza a correr desde que se “comience”.

Formato de recolección de datos

Se registran los siguientes datos:

- Errores tipo Stroop: cuando se dice la palabra subrayada en lugar de color
- Errores no stroop: Cuando leyó incorrecto la palabra no subrayada
- Si hay una equivocación parcial, se califica como error stroop, por ejemplo: “ro-verde”. El sujeto iba a decir rojo, aunque luego haya rectificado.
- Tiempo: Tiempo en segundos empleados en completar la prueba.
- Aciertos: Palabras leídas correctamente. La puntuación máxima posible es 84.

3. PROTOCOLO DE EFECTO STROOP FORMA B: INHIBICIÓN

Objetivo: Evalúa la capacidad para inhibir una respuesta altamente automatizada.

Recursos: Lamina STROOP FORMA B, Lápiz, Cronometro, Hoja de registro.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

Instructivo: Tiempo de aplicación: Suspender la prueba a los cinco (5) minutos. Puntuación Máximo: 84 acierto.

Explicación y Aplicación de la prueba: La lamina STROOP FORMA B contiene 14 columnas con palabras impresas en diferentes colores (rojo, azul, verde, rosa, café y negro). Se presenta la lámina y se dan las siguientes instrucciones:

1. Lo que tiene que hacer es leer en voz alta cada palabra, columna por columna, iniciando con la columna en la parte superior (señalar la fila de arriba) y continuando con la columna de abajo (señalar la parte inferior), cuando yo señale una columna con mi dedo y diga "leer", usted deberá leer cada palabra de la columna, pero cuando le diga "color", debe mencionar en toda esa columna el color con el que están escritas las palabras, y así iremos alternando cada columna hasta terminar la prueba.
2. ¿Está preparado?
3. Comience.
4. El evaluador lee la primera columna de manera "normal".
5. Antes que la persona comience a leer la segunda columna, se le señala esta columna y se le dice "color".
6. La tercera columna se lee "normal".
7. En la cuarta columna se vuelve a indicar que se diga el "color" en la que están escritas todas las palabras de una columna; de este modo se van alternando cada una de las columnas hasta terminar la prueba.

ROJO	CAFÉ	AZUL	VERDE	NEGRO	AZUL	ROJO
CAFÉ	VERDE	CAFÉ	ROJO	CAFÉ	NEGRO	CAFÉ
VERDE	ROSA	ROJO	AZUL	VERDE	CAFÉ	VERDE
AZUL	NEGRO	VERDE	ROSA	ROJO	ROSA	NEGRO
NEGRO	ROJO	ROSA	NEGRO	AZUL	ROJO	ROSA
ROSA	AZUL	NEGRO	CAFÉ	ROSA	VERDE	AZUL
CAFÉ	VERDE	NEGRO	AZUL	CAFÉ	VERDE	AZUL
VERDE	CAFÉ	ROSA	NEGRO	VERDE	CAFÉ	NEGRO
ROSA	ROSA	CAFÉ	ROSA	ROSA	ROJO	CAFÉ
NEGRO	AZUL	ROJO	CAFÉ	NEGRO	AZUL	VERDE
ROJO	NEGRO	AZUL	VERDE	ROJO	ROSA	ROSA
AZUL	ROJO	VERDE	ROJO	AZUL	NEGRO	NEGRO



 100-4

Lámina 5
Efecto Stroop Forma B

Registro: En la hoja de registro se encuentran marcadas en negro la columna en donde el evaluador debe mencionar "leer" y en color las palabras de la columnas que el evaluador debe señalar con su dedo y mencionar "color". Se puede registrar una X cuando la respuesta no corresponda a la palabra indicada en la hoja de registro y un signo de correcto (✓) cuando se un

acierto En el espacio correspondiente se anotan las respuestas. Se apunta también el tiempo para completar la prueba.

Formato de recolección de datos

Se registran los siguientes datos:

Calificación: En esta prueba se consideran las siguientes calificaciones:

- Errores tipo Stroop: cuando no menciono el color en que esta descrita la palabra en una columna done se le indico mencionar el color.
- Errores no stroop: Cuando leyó incorrectamente alguna palabra en una columna que debía leer normalmente.
- Si se equivoca parcialmente, se cuenta como error Stroop o no Stroop, por ejemplo por ejemplo: "ro-verde". El sujeto iba a decir rojo, aunque luego haya rectificado.
- Tiempo: Tiempo en segundos empleados en completar la prueba.
- Aciertos: Palabras leídas correctamente. La puntuación máxima posible es 84.

4. PROTOCOLO MEMORIA DE TRABAJO VISOESPACIAL

Objetivo: evaluar la capacidad de la memoria de trabajo visoespacial para una secuencia especifica de figuras.

Recursos: Lamina 1, lápiz y protocolo.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

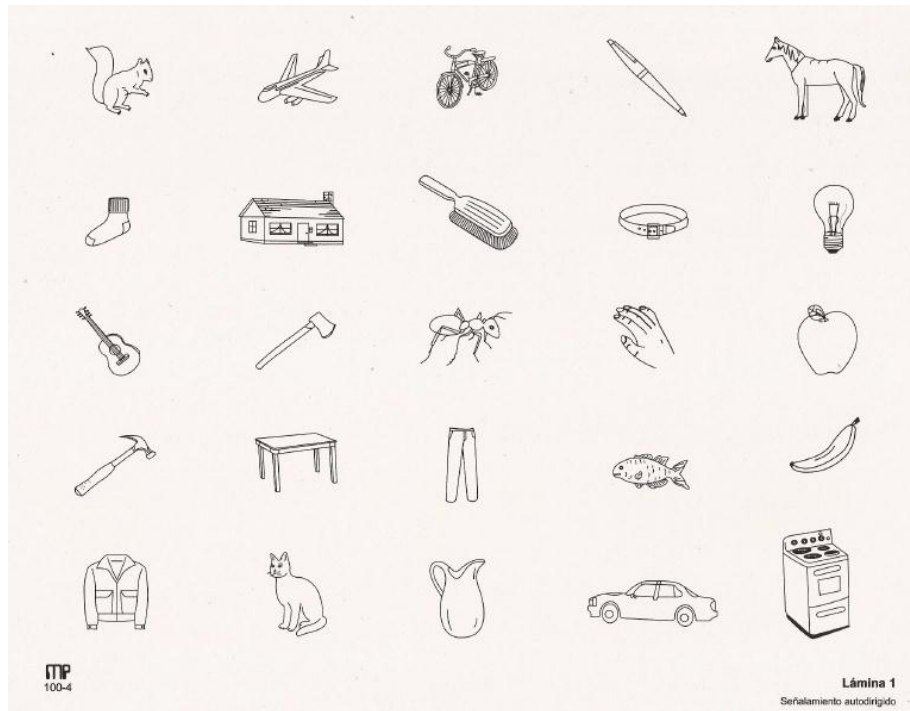
Instructivo: Tiempo de aplicación: no hay tiempo límite. Puntuación máxima: cuatro puntos.

Explicación y aplicación de la prueba: Se utiliza la Lamina 1 y se da la siguiente instrucción:

1. Ahora, voy a señalar con mi dedo algunas figuras en un orden preciso. Cuando termine, usted deberá señalar las figuras en el mismo orden que yo las señale; no debe hablar en ningún momento.

2. ¿Listo? Comience.

NOTA: La tarea consta de cuatro listas que van incrementado el número de figuras, de cuatro a siete elementos. En la hoja de evaluación se encuentra anotado el orden de las figuras en cada lista. Por cada lista de palabras se proporcionan dos ensayos. Si se señala la secuencia correcta en el primer ensayo, se pasa directamente al siguiente nivel; el segundo ensayo se aplica únicamente en caso de cometer alguna falla al señalar las figuras en el primer ensayo. Si falla en señalar la secuencia correcta en los dos ensayos, se termina la prueba.



Registro: En la hoja de evaluación se anota con un número el orden preciso en que se señaló cada figura en cada ensayo.

Formato de recolección de datos

Se registran los siguientes datos

Calificación: Por cada ensayo se califican los siguientes criterios:

- Errores de orden: cuando se señalan una figura en orden que no le corresponde de acuerdo con la secuencia original.
- Errores de sustitución: cuando se señala una figura que no pertenece a la secuencia original.
- Perseveraciones: cuando una figura se señala más de una vez en un ensayo, ya sea una figura correcta o una sustitución.
- Secuencia máxima: corresponde al nivel máximo señalado. En caso de que se suspenda la prueba por dos ensayos consecutivos señalados de manera incorrecta, la secuencia máxima corresponderá al nivel máximo señalado correctamente. El nivel máximo posible es cuatro.

Para obtener el total de errores de orden, de sustitución y perseveraciones se suman las puntuaciones de cada ensayo.

5. PROTOCOLO SEÑALAMIENTO AUTODIRIGIDO

Objetivo: evaluar la capacidad de la memoria de trabajo visoespacial en una tarea autodirigida.

Recursos: Lámina 1, lápiz y protocolo.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

Instructivo: Tiempo de aplicación: suspender la prueba a los cinco minutos. Puntuación máxima: 25 Aciertos.

Explicación y aplicación de la prueba: Se utiliza la Lámina 1 que contiene 25 figuras en blanco y negro, distribuidas de forma simétrica. Se presenta la lámina y se da la siguiente instrucción:

1. Ahora, en esta lámina señale con su dedo una figura distinta cada vez. Las figuras que señale no debe estar juntas, debe señalarlas de forma salteada (separada); por ejemplo, si señala esta figura (se señala la ardilla), no puede señalar la que está a su derecha (se indica el avión), ni la que está abajo (se señala el calcetín) o la que está en diagonal (se indica la casa). Debe señalar todas las figuras, pero trate de no repetir ninguna. Avíseme cuando haya terminado. Debe solicitar a la persona que repita la instrucción para cerciorarse de que comprendió la tarea. Se puede repetir las instrucciones de ser necesario. Es importante que trate de que no se verbalicen los señalamientos que se vayan realizando.

Registro: en el protocolo se registra con un número (debajo o al lado) el orden en el cual fueron señaladas cada una de las figuras. En caso de indicar la misma figura más de una vez, se anota el número en que fue señalada nuevamente.

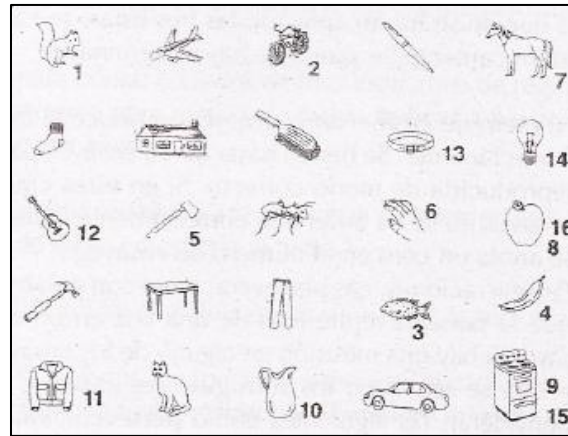
Formato de recolección de datos

Se registran los siguientes datos

Calificación: en esta prueba se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Tiempo: tiempo en segundos empleado para terminar de señalar las figuras de la lámina.
- Perseveraciones: Figuras señaladas más de una vez. Se marca la figura con el número que le corresponde y se contara como una perseveración.
- Omisiones: Figuras no señaladas.
- Aciertos: el total de aciertos será el número de figuras señaladas de manera contigua y que no hayan sido perseveradas. Si en un inicio la persona señala dos figuras contiguas, la segunda no se considerara como acierto. A partir de 12 figuras señaladas, sean correctas o no, se podrá contar como acierto una figura señalada que este contigua a la figura previa.

Ejemplo de calificación



Las figuras marcadas con el número 1, 2,3 fueron señaladas de manera correcta; la figura 4 está junto a la numero 3, por lo cual no se considera como acierto. Los señalamientos de la figura 5 a la 13 son correctos, ya que están señalados de forma no contigua. La figura 14 está junto a la 13; sin embargo este señalamiento si se considera como acierto, ya que la persona ha hecho más de 12 señalamientos (sea correcto o no). Las figuras 15 y 16 ya habían sido señaladas previamente, por lo que se cuentan como 2 perseveraciones. En este ejemplo, hay un total de 13 aciertos, dos perseveraciones y 11 omisiones.

6 PROTOCOLO DE APLICACIÓN DE PRUEBA DE PLANEACIÓN- TORRE DE HANOI

Objetivo: Evaluar la capacidad de planeación secuencial, la cual requiere realizar diversos pasos intermedios en una secuencia para llegar a una meta final.

Recursos: Torre de Hanói con cuatro discos (BANFE), lápiz, formato de recolección de datos, cronómetro y protocolo.

Manual de instrucciones

Recomendaciones pretest: Ver en la parte superior.

Instructivo: Tiempo de aplicación: Se suspende la prueba a los 4 minutos (de la segunda tarea) en NNA de los 8 años en adelante.

Explicación y Aplicación de la prueba: esta prueba se conforma de dos tareas: 1. Con tres discos y las 2. Con cuatro discos. Se colocan los tres discos (del más grande al más pequeño) en el primer poste de la izquierda de frente a la persona. Se da la siguiente

Instrucción: Observe como están colocados los discos de este poste (señale la torre). Pase los discos de este poste (señale el poste de las fichas) hasta el último poste (señale el poste del extremo opuesto), deben quedar en este mismo orden. Puede mover los discos a cualquiera de los postes, incluso regresarlos, pero solo puede mover un disco a la vez. Tenga en cuenta las siguientes reglas: No puede tomar más de un disco a la vez, un disco pequeño no puede estar en ningún momento debajo de un disco más grande y no puede tener un disco en la mano y pasar otro. Primero se hará la tarea con tres discos y luego con cuatro. Aplicar la torre de tres discos a partir de los seis años y la torre con cuatro discos a personas de diez años en adelante. Se debe registrar el tiempo en cada tarea, el tipo de error y el número de movimientos realizados hasta completar el arreglo original en el poste opuesto.

Se registrarán los siguientes datos:

- Error tipo 1: mover más de un disco a la vez.
- Error tipo 2: colocar un disco más grande encima de uno más pequeño.
- Movimientos número de movimientos realizados hasta llegar a la meta final en cada tarea. El número mínimo de movimientos para completar correctamente el problema de tres discos es de siete; para la tarea de cuatro discos es de 14 movimientos.
- Tiempo: tiempo en segundos para completar cada tarea.

Bibliografía

- Anderson, V. (1998). Assessing Executive Functions in Children: Biological, Psychological, and Developmental Considerations. *Neuropsychological Rehabilitation* , 319-349.
- Anderson, V., & Genevieve, L. (1996). Development of memory and learning skills in school-aged children: a neuropsychological perspective. *Applied Neuropsychology* , 128-139.
- Armstrong, N., & Welsman, J. (2001). Peak oxygen uptake in relation to growth and maturation in 11- to 17-year-old humans. *European journal of applied physiology*, 546-551.
- Baddely, A. (2003). Working memory. Looking back and Looking forward. *Nature Reviews Neurosciencie*, 829-839.
- Barenberg, J., Berse, T., & Dutke, S. (2011). Executive functions in learning processes: Do they benefit from physical activity? *Educational Research Review*, 208-222.
- Batle S, T. J. (2007). <http://www.familianova-schola.com/>. Recuperado el 13 de 11 de 2012, de http://www.familianova-schola.com/files/disfuncion_de_la_atencion_en_la_infancia_y_la_adolescencia_evaluacion_e_intervencion.pdf
- Best, J. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 331-351.
- Blair, C., & Diamond, A. (2008). Biological processes in prevention and intervention: The promotion of self-regulation as a means of preventing school failure. *Development and Psychopathology*, 899–911.
- Blair, C., & Razza, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 647–663.
- Brickenkamp, R. (2004). *d2, Test de atencion. Adaptacion española de Sesidedos Cubero, N.* Madrid: TEA Ediciones.
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 273-293.
- Burgess, P. (1997). *Theory and methodology in executive function research*. London: Psychology Press.

- Canelas, G. (2000). Maduración biológica en la adolescencia. *Revista Sociedad Boliviana de Pediatría*.
- Carey, J., Bhatt, E., & Nagpal, A. (2005). Neuroplasticity promoted by task complexity. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 24-31.
- Carrion, J., Garcia, J., & Perez, F. (2004). Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents . *International Journal of Neuroscience* , 1291-1311.
- Caspersen CJ, P. K. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Rep*, 126-131.
- Castelli, D., Hillman, C., Buck, S., & Erwin, H. (2007). Physical fitness and academic achievement in third- and fifth-grade students. . *Journal Sport Exercise Psychol* , 239 –252.
- Caterino, M., & Polak, E. (1999). Effects of two types of activity on the performance of second, third and fourth a test of concentration. *Perceptive Motor Skill*, 245-248.
- Chaddock, L., Hillman, C., Buck, S., & Cohen, N. (2011). Aerobic Fitness and Executive Control of Relational Memory in Preadolescent Children. *American College of Sports Medicine*, 344-349.
- Chomitz, V., Slining, M., McGowan, R., Mitchell, S., Dawson, G., & Hacker, K. (2009). Is There a Relationship Between Physical Fitness and Academic Achievement? Positive Results From Public School Children in the Northeastern United States. *Journal of School Health*, 30-37.
- Chomitz, V., Slining, M., McGowan, R., Mitchell, S., Dawson, G., & Hacker, K. (2009). Is There a Relationship Between Physical Fitness and Academic Achievement? Positive Results From Public School Children in the Northeastern United States. *Journal of School Health*, 30-37.
- Churchill, J., Galvez, R., Colcombe, S., Swain, R., Kramer, A., & Greenough, W. (2002). Exercise, experience and the aging brain. *Neurobiologic*, 941-955.
- Cohen, R. (2014). *Neuropsychology of attention*. New York: Springer + Business Media.
- Colcombe, S., Erickson, K., Scalf, P., Kim, J., Prakash, S., & McAuley, E. (2006). Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *Journal of Gerontology: Medical Sciences*, 1166–1170.
- Correa, J. (2007). Orientaciones generales para la prescripción de ejercicio físico en niños y adolescentes. Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario.

- Cotman, C., Berchtold, N., & Christie, L. (2007). Exercise builds brain health: Key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in Neurosciences*, 464–473.
- Daniels, S., Arnett, D., Eckel, R., Gidding, S., Hayman, L., Kumanyika, S., y otros. (2005). Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. *Circulation*, 1999-2012.
- Davis, C., & Cooper, S. (2011). Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among over weight children: Do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes? *Preventive Medicine*, 565-569.
- Davis, c., Tomporowski, P., Boyl, C., Waller, J., Miller, P., Naglieri, J., y otros. (2007). Effects of Aerobic Exercise on Overweight Children's Cognitive Functioning. *Res Q Exerc Sport*, 510–519.
- Davis, C., Tomporowski, P., McDowell, J, Austin, B., Miller, P., y otros. (2007). Exercise improves executive function and alters neural activation in overweight children: A randomized controlled trial. *Health Psychology*.
- Davis, C., Tomporowski, P., McDowell, J., & Austin, B. M. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized controlled trial. *Health Psychology*, 91-98.
- Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal. *Child Development*, 44-56.
- Diamond, A., & Kirkham, N. y. (2002). Conditions under which young children can hold two rules in mind and inhibit a prepotent response. *Developmental Psychology*, 352-362.
- Eisenmann, J. (2006). Insight into the causes of the recent secular trend in pediatric obesity: Common sense does not always prevail for complex, multi-factorial phenotypes. *Medicine Preventive*, 329-335.
- ENSIN. (2010). *Resumen Ejecutivo Encuesta nacional de salud 2010*. Bogota.
- Eriksen, C., & Schultz, D. (1979). Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception and Psychophysics*, 249-263.
- Espy, K, McDiarmid, M., Cwik, M., Stalets, M., Hamby, A., y otros. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 465-486.
- Etnier, J., Salazar, W., Landers, D., Petruzzello, S., Han, M., & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 249-277.

- Fabel, K. &. (2008). Physical activity and the regulation of neurogenesis in the adult and aging brain. *Neuromolecular Medicine*, 59–66.
- Fedewa, A., & Ahn, S. (2011). The Effects of Physical Activity and Physical Fitness on Children's Achievement and Cognitive: un meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 521-535.
- Flores, J., & Ostrosky, F. (2012). *Desarrollo neuropsicologico de lobulos frontales y funciones ejecutivas*. Mexico: Manual Moderno.
- Flores, J., Ostrosky, F., & Lozano, A. (2014). *Bateria Neuropsicologica de Funciones ejecutivas y Lobulos Frontales*. Manual Moderno.
- Gapin, J., & Etnier, J. (2010). The Relationship Between Physical Activity and Executive Function Performance in Children With Attention-Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 753-763.
- Gathercole, S., & Pickering, S. (2000). Working memory deficits in children with low achievements in the national curriculum at 7 years of age. *British Journal of Educational Psychology*, 177-194.
- Goldberg, E. (2001). *The executive Brain, frontal lobes and civilized mind*. New York: Oxford University Press.
- Gomez, F., Ibarra, L., Lucumi, D., Arango, C., Parra, A., Cadena, Y., y otros. (2012). Alimentación no saludable, inactividad física y obesidad en la población infantil colombiana: un llamado urgente al estado y la sociedad civil para emprender acciones . *Global Health Promotion*, 87-92.
- Gómez-Campos, R., Arruda, M., Hobold, E., Abella, C., Camargo, C., Martínez, C., y otros. (2013). Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 151-160.
- Goran MI, T. M. (2001). Energy expenditure, physical activity, and obesity. *pediatr Clin North Am*, 931-953.
- Hardman, K. (2008). Physical education in schools: a global perspective. *Kinesiology*, 5-28.
- Hernandez. (1997). *Metodologia de la investigacion*. Bogota: Mc Graw Hill.
- Hill L, W. J.-W. (2010). Exercising attention within the classroom. *Dev Med Child Neurol*, 929-34.
- Hill, L., Williams, J., Aucott, L., Thomson, J., & and Williams, M. (2011). How does exercise benefit performance on cognitive test in primary-school pupils. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 630-635.

- Hillman CH, E. K. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat Rev Neurosci*, 58-65.
- Hillman, ,, Motl, R., Pontifex, D., Posthuma, D., Stubbe, J., Boomsma, D., y otros. (2006). Physical activity and cognitive function in a cross-section of younger and older community-dwelling individuals. *Health Psychol.* , 678-687.
- Hillman, C., Buck, S., Themanson, J., Pontifex, M., & and Castelli, D. (2009). Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control. *Developmental Psychology*, 114-129.
- Holmes, P. (2006). Current findings in neurobiological systems' response to exercise. *Active living, cognitive functioning, and aging*, 75–89.
- Jacka, J. P. (2011). Lower levels of physical activity in childhood associated with adult depression. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 222-226.
- Kaufman, A., & Nadeen, K. (1990). *Test breve de inteligencia de Kaufman.* . Minnesota: TEA Ediciones.
- Kesselman, S. (2007). *Susana Kesselman Eutonista*. Recuperado el 20 de Octubre de 2012, de www.susanakesselman.com.ar/cuento.html
- Kraya, J., Karbacha, J., & Blayeb, A. (2012). The influence of stimulus-set size on developmental changes in cognitive control and conflict adaptation. *Acta Psychologica*, 119–128.
- Kyröläine H, S. M. (2010). Physical fitness profiles of young men: associations between physical fitne, obesity and health. *Sport Med*, 907-920.
- Lambourne, K., Hansen, D., Szabo, A., Lee, J., Herrmann, S., & Donnelly, J. (2013). Indirect and direct relations between aerobic fitness, physical activity, and academic achievement in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 1-7.
- Laverde, R., Esguerra, G., & Espinosa, J. (2011). Fitness in Amateur Runners: a Documental Revision. *Hallazgos. Universidad Santo Tomás*, 215-235.
- Leger, L., Mercier, D., Gadoury, C., & Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *J Sports Sci* , 93-101.
- Lezak, M. (1994). *Neuropsychology Evaluation*. New York: Oxford University Press.
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *neuropsychological Assessment*. New-York: Oxford University Press.
- Lou, S., Liu, J., Chang, H., & Chen, P. (2008). Hippocampal neurogenesis and gene expression depend on exercise intensity in juvenile rats. *Brain Research*, 48–55.

- Luciana, M., & Nelson, C. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: performance in 4- to 12-year-old children. *Journal Developmental Neuropsychol*, 595-624.
- Luria, A. (1986). *Las funciones corticales superiores del Hombre*. México: Fontamara.
- Mancera, E., Ramos, D., & Cristancho, E. (2016). Efectos del entrenamiento de resistencia sobre variables hematológicas y consumo de oxígeno, en niños, niñas y adolescentes, en altitud moderada. *Tesis Doctoral en Curso*.
- Mancera, E., Ramos, D., & Quiroga, L. (2015). Maduración biológica y respuestas fisiológicas al ejercicio físico en niños, niñas y adolescentes. Bogota.
- Mark AE, J. I. (2008). Relationship between screen time and metabolic syndrome in adolescents. *Journal Public Health*, 153-160.
- Miller, E., & Cohen, J. (2011). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of neuroscience*, 67.
- Niederer, I., Kriemler, S., Gut, J., Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., y otros. (2011). Relationship of aerobic fitness and Motor skills with memory and attention in Preschoolers (Ballabeina): A cross-sectional and longitudinal study. *BMC pediatrics*, 11-34.
- Oldridge, N. (2003). Physical activity in primary and secondary prevention-there is treatment gap. *Eur J Cardiovasc prev Rehabil*, 317-318.
- O'Malley, G. (2011). Aerobic exercise enhances Executive function and academic achievement in sedentary, overweight children aged 7–11 years . *Journal Physiotherapy*, 255-.
- OMS. (2008). *Plan de acción de la Estrategia Mundial para la Prevención y el Control de Enfermedades No Transmisibles 2008-2013*. Genova-Suiza.
- Pereira, A., Huddleston, D., Brickman, A., Sosunov, A., & McKhann, G. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *An in vivo correlate of*, 5638–5643.
- Pontificia Universidad Javeriana, C. (2008). *Carga de enfermedad en Colombia* . Bogota.
- Portillo, M. (2008). Técnica de interpretación básica. Mérida, Venezuela. *Recuperado de: http://www.spapex.es/pdf/taller_ekg.pdf*.
- Prakash, S. P. (2017). Effect of yoga program on executive functions of adolescents dwelling in an orphan home: A randomized controlled study. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 99–105.
- Redolar, D. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Medica panamericana.

- Reyes, O. (2008). Evaluación de la resistencia. En M. Serrato, *Medicina del deporte* (págs. 60-64). Bogota: Universidad del rosario.
- Robert CK, B. R. (2005). Effects of exercise and diet on chronic disease. *J Appl Physiol*, 3-30.
- Rojas, V., Strüder, H., Vera, W., Schmidt, A., Bloch, W., & Hollmann, W. (2006). Acute BDNF and cortisol response to low intensity exercise and following ramp incremental exercise to exhaustion in humans. *Brain Research*, 59-65.
- Sardinha, L., Andersen, L., & Anderssen, S. (2008). Objectively measured time spent sedentary is associated with insulin resistance independent of overall and central body fat in 9- to 10-year-old Portuguese children. *Diabetes Care*, 569-575.
- Schinder, A. P. (2000). The neurotrophin hypothesis for synaptic plasticity. *Trends in Neuroscience*, 639-645.
- Schunk, D. (1991). *Learning theories: An educational perspective*. Nueva York: Macmillan Publishing Co, Inc.
- Sibley BA, E. J. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 243-246.
- Sociedad Argentina de Pediatría, S. ((s.f.). *Guías para la evaluación de crecimiento*.
- Soprano. (2003). Tecnicas para evaluar la memoria del niño. *Revista de neurologia*, 35-43.
- Soprano, A. (2003). Evaluación de las funciones ejecutivas en el niño. *Revista de Neurología*, 44-50.
- St Clair-Thompson, H., & Gathercole, S. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 745-759.
- Steptoe A, B. N. (1996). Sport participation and emotional wellbeing in adolescents. *Lancet*, 1789-1792.
- Story, M., Kaphingst, K., & French, S. (2006). The role of schools in obesity prevention. *The Future of Children*, 109-142.
- Stuss, D., & Alexander, M. (2000). Executive functions and the frontal lobes: a conceptual view. . *Psychology Research*, 289-298.
- Stuss, D., & Levine, B. (2002). Adult clinical neuropsychology: lessons from studies of the frontal lobes. *Annu Rev Psychol.*, 401-433.

- Suverza, A. (2009). *Manual de antropometría para la evaluación del estado nutricional*. Ciudad de Mexico: Universidad iberoamericana.
- Tatia, M., Lee, A., Mark, L., Benson, W., Jada, L., Suk-Yu, Y., y otros. (2014). Aerobic exercise interacts with neurotrophic factors to predict cognitive functioning in adolescents. *Psychoneuroendocrinology*, 214—224.
- Timinkul, A., Kato, M., & Omori, T. D. (2008). Enhancing effect of cerebral blood volume by mild exercise in healthy young. *Neuroscience Research*, 242-248.
- Uscátegui, R., Álvarez, M., Laguado, I., Soler, W., Martínez, L., Arias, R., y otros. (2003). Cardiovascular risk factors in children and teenagers aged 6-18 years old from Medellín (Colombia). *Anales de pediatría*, 411-417.
- van Praag, H., Christie, B., Sejnowski, & Gage, F. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 13427–13431.
- Wedderkopp N, F. K.-B. (2003). Cardiovascular risk factors cluster in children and adolescents with low physical fitness: The Europea Youth heart Study. *Pediatric Exercise Science*, 419-427.
- Welk, G., Jackson, A., Morrow, J., Haskell, W., Meredith, M., & Cooper, K. (2010). The association of health-related fitness with indicators of academic performance in Texas schools. *Research Quarterly Exercise and Sport*, 16-26.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F., Voelker, K., Fobker, M., & Lechtermann, A. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 597-609.
- Wittberg RA, N. K. (2009). Children’s Physical Fitnees and academic performance. *American Journal of health Education*, 30-6.