



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 1

Neiva, 18 de enero de 2024

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

La suscrita:

Claudia Yaneth Rodríguez Triviño

con C.C. No. 38364750

Autora de la tesis y/o trabajo de grado titulado Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años de Neiva-Huila. Presentado y aprobado en el año 2023 como requisito para optar al título de Doctora en Ciencias de la Salud;

Autorizo al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: Claudio Rodríguez

Vigilada Mineducación



**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** efecto de los juegos infantiles de alta intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años de Neiva-Huila

**AUTOR O AUTORES:**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| Rodriguez Triviño          | Claudia Yaneth           |

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| García                     | Manuel                   |

**ASESOR (ES):**

| Primero y Segundo Apellido | Primero y Segundo Nombre |
|----------------------------|--------------------------|
| Macias                     | Maciste                  |

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Doctora en Ciencias de la Salud

**FACULTAD:** Ciencias de la Salud

**PROGRAMA O POSGRADO:** Doctorado en Ciencias de la Salud

**CIUDAD:** Neiva      **AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2023      **NÚMERO DE PÁGINAS:** 218

**TIPO DE ILUSTRACIONES** (Marcar con una X):

Diagramas \_\_\_ Fotografías \_\_\_ Grabaciones en discos \_\_\_ Ilustraciones en general  Grabados \_\_\_  
Láminas \_\_\_ Litografías \_\_\_ Mapas  Música impresa \_\_\_ Planos \_\_\_ Retratos \_\_\_ Sin ilustraciones \_\_\_  
Tablas o Cuadros



**SOFTWARE** requerido y/o especializado para la lectura del documento:

**MATERIAL ANEXO:**

**PREMIO O DISTINCIÓN** (*En caso de ser LAUREADAS o Meritoria*): NO

**PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:**

| <u>Español</u>                  | <u>Inglés</u>           |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1. <u>Ejercicio Físico</u>      | <u>Exercise.</u>        |
| 2. <u>Juegos Recreacionales</u> | <u>Games</u>            |
| 3. <u>Composición corporal</u>  | <u>Body Composition</u> |
| 4. <u>Niño</u>                  | <u>Child</u>            |

**RESUMEN DEL CONTENIDO:** (Máximo 250 palabras)

**Objetivo:** evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardíaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso.

**Métodos:** Diseño de tipo cuasi experimental con 62 niños entre los 6 y los 9 años con sobrepeso u obesidad. Los niños se aleatorizaron en dos grupos, 29 sujetos en el grupo de juegos de mediana intensidad (MIIG), y 33 sujetos en el grupo de juegos de alta intensidad (HIIG) durante 16 semanas, las mediciones se realizaron con doble cegamiento.

**Resultados:** En el grupo HIIG se encontraron diferencias en el predominio de frecuencia, HF aumento ( $p=0,036$ ), el cual está relacionado con el predominio parasimpático, y hubo una disminución de LF ( $p=0,042$ ), relacionado parcialmente con el sistema nervioso simpático. Se observó un aumento estadísticamente significativo ( $p=0,0001$ ) de la masa muscular sin aumento del porcentaje de grasa en ambos grupos, y una disminución significativa ( $p=0,006$ ) en el grupo HIIG de la relación cintura cadera. Adicionalmente se observó una disminución estadísticamente significativa ( $p=0,004$ ) de las concentraciones de leptina salival antes y después en los dos grupos.

**Conclusión:** El efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la antropometría, la VFC y las concentraciones de leptina relacionados con la obesidad fueron favorables en ambos grupos lo cual está relacionado con una mejoría en el equilibrio metabólico.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

**Objective:** To evaluate the effect of high-intensity children's games compared to moderate-intensity games on cardiac autonomic regulation, obesity biomarkers, and body composition in 6 to 9-year-old children with obesity or overweight.

**Methods:** Quasi-experimental design involving 62 children aged 6 to 9 years with overweight or obesity. The children were randomized into two groups, with 29 subjects in the moderate-intensity game group (MIIG) and 33 subjects in the high-intensity game group (HIIG) over a 16-week period, with measurements conducted under double-blinding.

**Results:** In the HIIG group, differences were observed in frequency dominance, with an increase in HF ( $p=0.036$ ), which is associated with parasympathetic predominance, and a decrease in LF ( $p=0.042$ ), partially related to the sympathetic nervous system. A statistically significant increase ( $p=0.0001$ ) in muscle mass without an increase in fat percentage was observed in both groups, and a significant decrease ( $p=0.006$ ) in the HIIG group in waist-to-hip ratio. Additionally, a statistically significant decrease ( $p=0.004$ ) in salivary leptin concentrations was observed before and after intervention in both groups.

**Conclusion:** The effect of high-intensity children's games compared to moderate-intensity games on anthropometry, HRV, and leptin concentrations related to obesity was favorable in both groups, indicating an improvement in metabolic balance.

**APROBACION DE LA TESIS**

Nombre presidente Jurado: Jairo Rodriguez

Firma:

Nombre Jurado: Francisco Amu

Firma:

Enero 18/2024  
Evaluación Doctorado USCO - Claudia Rodriguez - 2024 - EFyD

Nombre Jurado: Flavia de Paoli

Firma:



**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS**

**DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO**



**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-07**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**4 de 4**

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

EFFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD SOBRE LA  
REGULACIÓN AUTONÓMICA CARDIACA, BIOMARCADORES DE OBESIDAD Y  
COMPOSICIÓN CORPORAL EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS DE NEIVA-  
HUILA

CLAUDIA YANETH RODRIGUEZ TRIVIÑO

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE SALUD  
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD  
NEIVA-HUILA  
2024

EFFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD SOBRE LA  
REGULACIÓN AUTONÓMICA CARDIACA, BIOMARCADORES DE OBESIDAD Y  
COMPOSICIÓN CORPORAL EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS DE NEIVA-  
HUILA

CLAUDIA YANETH RODRIGUEZ

Tesis presentada como requisito para optar al título de Doctor en Ciencias de la  
Salud

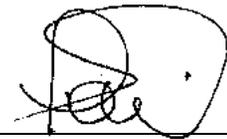
Asesores  
MANUEL GARCÍA FLÓREZ  
Bio. MSc. PhD.

MACISTE HABACUC MACIAS CERVANTES  
MD. PhD.

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
FACULTAD DE SALUD  
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD  
NEIVA-HUILA  
2024

Nota de aceptación:

APROBADO



Firma del jurado

Enero 18/2024  
Evaluación Doctorado USCO Claudia Rodriguez-2024 EFyD

Firma del jurado

Flávia de Paoli

Firma del jurado

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mi familia, que con paciencia y devoción me apoyaron en largas horas de estudio e investigación.

A las familias y niños que participaron en el proceso y a mis profesores, los presentes y pasados.

## DEDICATORIA

A mi hija: *“Primero está la soledad. En las entrañas y en el centro del alma: ésta es la esencia, el dato básico, la única certeza; que solamente tu respiración te acompaña, que siempre bailarás con tu sombra, que esa tiniebla eres tú.*

*Tu corazón, ese frotto perplejo, no tiene que agriarse con tu sino solitario; déjalo esperar sin esperanza que el amor es un regalo que algún día llega por sí solo. Acaso una noche, a las nueve, aparece el amor y todo estalla y algo se ilumina dentro de ti, y te vuelves otro, menos amargo, más dichoso; pero no olvides, especialmente entonces, cuando llegue el amor y te calcine, que primero y siempre está tu soledad y luego nada y después, si ha de llegar, está el amor”* Poema Primero está la soledad (Fragmento), Darío Jaramillo Agudelo.

A mi compañero en la vida, de su libro favorito: *“5. A todas horas, preocúpate resueltamente, como romano y varón, de hacer lo que tienes entre manos con puntual y no fingida gravedad, con amor, libertad y justicia, y procúrate tiempo libre para liberarte de todas las demás distracciones. Y conseguirás tu propósito, si ejecutas cada acción como si se tratara de la última de tu vida, desprovista de toda irreflexión, de toda aversión apasionada que te alejara del dominio de la razón, de toda hipocresía, egoísmo y despecho en lo relacionado con el destino. Estás viendo cómo son pocos los principios que hay que dominar para vivir una vida de curso favorable y de respeto a los dioses. Porque los dioses nada más reclamarán a quien observa estos preceptos.”* AURELIO, Marco. Meditaciones. RBA Libros, 2019.

**Claudia**

## CONTENIDO

|  | Pág. |
|--|------|
| INTRODUCCIÓN   | 21   |
| 1. JUSTIFICACIÓN   | 24   |
| 2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN   | 26   |
| 2.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN  | 26   |
| 3. OBJETIVOS   | 27   |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL  | 27   |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS   | 27   |
| 4. MARCO TEÓRICO   | 28   |
| 4.1. MARCO CONCEPTUAL  | 28   |
| 4.1.1. Obesidad Infantil   | 28   |
| 4.1.2. Factores Asociados a obesidad Infantil                                    | 29   |
| 4.1.2.1. <i>Factores Biológicos</i>  | 29   |
| 4.1.2.2. <i>Sistema Nervioso Autónomo</i>  | 30   |
| 4.1.3. Métodos De Medición De La Variabilidad De La Frecuencia Cardiaca          | 32   |
| 4.1.3.1. <i>Factores Genéticos</i>   | 33   |
| 4.1.3.2. <i>Factores Sociodemográficos</i>                                       | 33   |
| 4.1.4. Activada Física, Ejercicio Físico, Deporte y su Importancia               | 34   |
| 4.1.4.1. <i>Juegos Tradicionales</i>   | 35   |
| 4.1.4.2. <i>Estrategias para la Práctica Física</i>                              | 36   |
| 4.2. MARCO LEGAL   | 36   |
| 4.2.1. A Nivel Internacional   | 36   |
| 4.2.2. A Nivel Nacional  | 37   |
| 4.3. Estado del Arte del Ejercicio Físico Intermitente de Alta Intensidad (HIIT) | 37   |
| 4.3.1. Antecedentes históricos del HIIT  | 38   |
| 4.3.2. HIIT en los niños   | 41   |

|  | Pág. |
|--|------|
| 4.4. DISFUNCIÓN AUTONÓMICA Y OBESIDAD INFANTIL   | 43   |
| 5. METODOLOGIA   | 45   |
| 5.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS   | 45   |
| 5.1.1. Población de Referencia   | 45   |
| 5.1.2. Población Experimental  | 45   |
| 5.1.3. Participantes-Muestra Experimental  | 45   |
| 5.1.3.1. <i>Criterios de Inclusión</i>   | 45   |
| 5.1.3.2. <i>Criterios de Exclusión:</i>  | 46   |
| 5.1.4. Muestra   | 46   |
| 5.1.5. Muestreo  | 46   |
| 5.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y PRUEBAS DE LABORATORIO                              | 47   |
| 5.2.1. Fase I  | 47   |
| 5.2.2. Fase II   | 47   |
| 5.2.3. Fase III  | 49   |
| 5.2.4. Fase IV   | 50   |
| 5.2.4.1. <i>Valoración Médica</i>  | 50   |
| 5.2.5. Fase V  | 53   |
| 5.2.5.1. <i>Detalle de la prueba de aptitud física prueba de Course navette</i>          | 54   |
| 5.2.5.2. <i>Medición de los Niveles de Salivales de Biomarcadores de Obesidad</i>        | 55   |
| 5.2.5.3. <i>Medición de la Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca</i>                    | 55   |
| 5.3. PROTOCOLO DE VALORACIÓN Y SEGUIMIENTO NUTRICIONAL                                   | 57   |
| 5.3.1. Medición Inicial de los Parámetros Antropométricos                                | 58   |
| 5.3.1.1. <i>Peso (kg)</i>  | 58   |
| 5.3.1.2. <i>Talla (cm)</i>   | 59   |
| 5.3.1.3. <i>Perímetro de la cintura (cm)</i>   | 60   |
| 5.3.1.4. <i>Perímetro de la cadera (cm)</i>  | 60   |
| 5.3.1.5. <i>Perímetro del bíceps relajado (cm)</i>                                       | 60   |
| 5.3.1.6. <i>Perímetro del bíceps contraído (cm)</i>                                      | 61   |
| 5.3.1.7. <i>Perímetro del muslo (cm)</i>   | 61   |
| 5.3.1.8. <i>Pliegues (mm)</i>  | 61   |
| 5.3.1.9. <i>El índice de masa corporal (IMC) o índice de Quételet (kg/m<sup>2</sup>)</i> | 61   |
| 5.3.1.10. <i>Índice cintura-talla</i>  | 61   |
| 5.3.1.11. <i>Índice cintura-cadera</i>   | 61   |
| 5.3.1.12. <i>Composición corporal</i>  | 62   |
| 5.3.2. Fase VI   | 63   |

|   | Pág. |
|---|------|
| 5.3.3. Grupo HIIG   | 63   |
| 5.3.3.1. <i>Bloque de entrenamiento</i>   | 64   |
| 5.3.4. Grupo MIIG o control   | 64   |
| 5.3.4.1. <i>Bloque de entrenamiento</i>   | 64   |
| 5.4. PROTOCOLO DE LA INTERVENCIÓN   | 65   |
| 5.5. RUTA DE ATENCIÓN EN CASO DE QUE SE PRESENTE EVENTO ADVERSO, INCIDENTE O LESIÓN | 67   |
| 5.5.1. Fase VII   | 69   |
| 5.5.2. Plan de Análisis   | 69   |
| 5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO   | 69   |
| 5.6.1. Posibles Sesgos  | 69   |
| 5.6.1.1. <i>Sesgo de Selección</i>  | 69   |
| 5.6.1.2. <i>Sesgos de Información</i>   | 70   |
| 5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS   | 70   |
| 5.7.1. Principio 1  | 71   |
| 5.7.2. Principio 2  | 72   |
| 5.7.2.1. <i>Beneficios del Estudio</i>  | 72   |
| 5.7.2.2. <i>Riesgo del Estudio</i>  | 73   |
| 5.7.3. Principio 3  | 77   |
| 5.7.4. Principio 4  | 77   |
| 5.7.5. Principios 5 y 6   | 77   |
| 5.7.6. Principio 7  | 78   |
| 5.7.7. Principio 8  | 78   |
| 5.7.8. Principio 9  | 78   |
| 5.7.9. Principios 10 y 11   | 78   |
| 5.7.10. Principio 12  | 78   |
| 5.7.11. Principio 13  | 78   |
| 5.8. CONFIDENCIALIDAD   | 79   |
| 5.8.1. Derechos de Autor de las Instituciones Participantes                         | 80   |
| 5.8.2. Conflictos de Interés  | 80   |
| 6. RESULTADOS   | 81   |
| 6.1. RESULTADO PRUEBA PILOTO  | 81   |

|   | Pág. |
|---|------|
| 6.2. RESULTADOS DE TAMIZAJE INICIAL PRE-INTERVENCIÓN  | 86   |
| 6.2.1. Asociación entre Antropometría y Bioimpedancia en la Determinación del Porcentaje (%) de Grasa   | 86   |
| 6.3. RESULTADO POR OBJETIVOS DE LA COMPARACIÓN DE GRUPOS  | 87   |
| 6.3.1. Características Sociodemográficas, Físicas y Familiares de los Niños y Niñas Incluidos en el Estudio y la Asociación con Marcadores de Obesidad  | 87   |
| 6.4. EFECTO GRUPO-TIEMPO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO. | 95   |
| 6.5. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.               | 100  |
| 6.6. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE BIOMARCADORES SALIVALES PARA OBESIDAD EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.     | 106  |
| 7. DISCUSIÓN  | 114  |
| 7.1. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.               | 114  |
| 7.2. ASOCIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, FAMILIARES Y CONDICIONES POSNATALES DE LOS NIÑOS Y NIÑAS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO CON EL PESO.   | 117  |
| 7.3. EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO               | 118  |

|   | Pág. |
|---|------|
| 7.4. COMPARACIÓN DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD CONTRA LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE BIOMARCADORES SALIVALES PARA OBESIDAD EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO. | 121  |
| 8. CONCLUSIONES   | 124  |
| 9. RECOMENDACIONES  | 125  |
| 10. LIMITACIONES Y FUTUROS ESTUDIOS   | 126  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS  | 127  |
| ANEXOS  | 147  |

## LISTA DE TABLAS

|  | Pág. |
|--|------|
| Tabla 1. Tamizaje de peso y talla  | 49   |
| Tabla 2 Diseño de una sesión de entrenamiento (Ejemplo)  | 65   |
| Tabla 3. Relación Riesgos/ Beneficios  | 74   |
| Tabla 4. Características antropométricas pre-intervención en grupo de estudio prueba piloto  | 82   |
| Tabla 5. Medidas antropométricas antes y después de la intervención de la prueba piloto  | 84   |
| Tabla 6. Porcentaje de grasa corporal pre y post test según sexo   | 86   |
| Tabla 7. Resultado prueba t para una muestra entre Antropometría y Bioimpedancia   | 87   |
| Tabla 8. Características sociodemográficas y familiares  | .88  |
| Tabla 9. Características antropométricas pre-intervención en grupo de estudio de niños entre 6-9 años  | 91   |
| Tabla 10. Regresión lineal Multivariada de variables antropométricas, condiciones de nacimiento y concentraciones de adipocinas asociadas al peso corporal | 93   |
| Tabla 11. Variabilidad de la frecuencia cardiaca pre-intervención por sexo   | .95  |
| Tabla 12. Variabilidad de la frecuencia cardiaca del grupo MIIG antes y después de la intervención   | ..96 |
| Tabla 13. Variabilidad de la frecuencia cardiaca del grupo HIIG antes y después de la intervención   | ..97 |
| Tabla 14. Comparación entre grupos variabilidad de la frecuencia cardiaca después de la intervención   | ..98 |
| Tabla 15. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención en el grupo HIIG   | 101  |

|   | Pág. |
|---|------|
| Tabla 16. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención en el grupo MIIG                  | 102  |
| Tabla 17. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención entre grupos MIIG vs HIIG         | 103  |
| Tabla 18. Comparación de marcadores salivales por sexo antes y después de la intervención                                 | .107 |
| Tabla 19. Comparación de marcadores salivales antes y después en el grupo MIIG  | .107 |
| Tabla 20. Comparación de marcadores salivales antes y después en el grupo HIIG  | 108  |
| Tabla 21. Comparación de marcadores salivales por entre grupos antes y después de cada intervención                       | 111  |
| Tabla 22. Regresión lineal multivariada, Modelo de regresión del peso en niños con obesidad y sobrepeso post intervención | 112  |

## LISTA DE FIGURAS

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Flujograma Estructura del ensayo clínico controlado ciego aleatorizado                          | 47   |
| Figura 2. Intervenciones de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas                           | 48   |
| Figura 3. Intervenciones de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas                           | 48   |
| Figura 4. Evaluaciones antropométricas de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas             | 49   |
| Figura 5. Distribución de peso y talla del tamizaje inicial   | 50   |
| Figura 6. Evaluaciones electrocardiográficas y valoración medica  | 51   |
| Figura 7. Evaluaciones electrocardiográficas y valoración   | 51   |
| Figura 8. Flujograma para la Metodología de investigación ensayo clínico controlado ciego                 | 52   |
| Figura 9. Ruta de atención de para niños y niñas con alteraciones detectadas durante la valoración Médica | 53   |
| Figura 10. Evaluaciones de aptitud física prueba de Course Navette  | 55   |
| Figura 11. Registro de R-R, (A) Sujeto Adulto para prueba del registro (B) Registro                       | 56   |
| Figura 12. Flujograma de valoración y seguimiento nutricional   | 58   |
| Figura 13. Medición de Peso en la báscula pediátrica (Tanita BF-689)                                      | 59   |
| Figura 14. Medición de Talla  | 60   |
| Figura 15. Medición de Pliegues y diámetros.  | 62   |
| Figura 16. Equipo de tamizaje inicial, finalización de la jornada   | 63   |
| Figura 17. Posicionamiento monitoreo continuo Polar H10 ® - Correa de pecho                               | 65   |

|   | Pág. |
|---|------|
| Figura 18. Ruta de atención en caso de que se presente evento adverso, incidente o lesión   | 68   |
| Figura 19. Asociación entre porcentaje de grasa por Antropometría y Bioimpedancia.  | 87   |
| Figura 20. Distribución geográfica de los participantes en la Zona Urbana de Neiva  | 90   |
| Figura 21. Comparación entre la media de Baja Frecuencia (“Low Frecuency” LF) pre y post intervención de los grupos de mediana intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo   | 99   |
| Figura 22. Comparación entre la media de Alta Frecuencia (“Hight Frecuency” HF) pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo | 100  |
| Figura 23. Comparación del porcentaje de grasa corporal pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo                         | 105  |
| Figura 24. Comparación del porcentaje de Masa Muscular pre y post intervención de los grupos de mediana intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo                          | 106  |
| Figura 25. Comparación de las concentraciones de Leptina salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo                | 108  |
| Figura 26. Comparación de las concentraciones de TNF alpha salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo              | 109  |
| Figura 27. Comparación de las concentraciones de IL-6 salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo                   | 110  |

## LISTA DE ANEXOS

|   | Pág. |
|---|------|
| Anexo A. Acta de consentimiento Institucional   | 148  |
| Anexo B. Aval ético del proyecto  | 152  |
| Anexo C. Consentimiento Informado Para Participar En Estudio De Investigación   | 153  |
| Anexo D. Asentimiento Informado   | 158  |
| Anexo E. Acta De Compromiso De Confidencialidad   | 160  |
| Anexo F. Certificación de dirección de trabajo de grado de pregrado producto de la tesis doctoral                       | 162  |
| Anexo G. Evaluación Cardiovascular Previa A La Práctica Deportiva En Pediatría: Documento Informativo Para Las Familias | 163  |
| Anexo H. Curso De Buenas Prácticas Clínicas   | 170  |
| Anexo I. Protocolo de Bioseguridad para Intervenciones  | 171  |
| Anexo J. Documento de Integridad Científica   | 178  |
| Anexo K. Niños no aptos para actividad física y seguimiento   | 180  |
| Anexo L. Operacionalización de Variables  | 183  |
| Anexo M. Artículo Publicado   | 194  |
| Anexo N. Artículo Aceptado  | 195  |
| Anexo O. Diseño de una sesión de entrenamiento  | 196  |

## LISTA DE ABREVIATURAS

| Abreviatura | Término   |
|-------------|---|
| ECG         | Electrocardiograma  |
| ENSIN       | Encuesta Nacional de Situación Nutricional  |
| ECV         | Enfermedad Cardiovascular   |
| FTO         | Fat Mass and Obesity Associated   |
| HDL         | Lipoproteína de alta densidad   |
| HIIG        | High Intensity Interval Games   |
| HIIT        | High Intensity Interval Training  |
| HF          | Alta Frecuencia   |
| HFun        | Alta Frecuencia en unidades normalizadas  |
| VFC         | Variabilidad de la Frecuencia Cardíaca  |
| hsCRP       | Proteína C Reactiva de Alta Sensibilidad  |
| IGF-1       | Factor de Crecimiento Insulínico tipo 1   |
| IL-6        | Interleucina 6  |
| IL-10       | Interleucina 10   |
| IMC         | Índice de Masa Corporal   |
| IOFT        | International Obesity Task Force  |
| ISAK        | International Society of the Advancement of Kinanthropometry                              |
| ISC         | Índice Simpático Vagal  |
| IVC         | Índice Vagal Cardíaco   |
| LDL         | Lipoproteína de baja densidad   |
| LF          | Baja Frecuencia   |
| LF          | Baja Frecuencia en unidades normalizadas  |
| LPL         | Lipoproteína Lipasa   |
| NN50        | Número de diferencias entre intervalos RR adyacentes mayores de 50ms                      |
| NPY         | Neuropéptido Y  |
| OMS         | Organización Mundial de la Salud  |
| OPS         | Organización Panamericana de la Salud   |
| RMSSD       | Raíz cuadrada del promedio de las sumas de las distancias al cuadrado entre intervalos RR |
| PVN         | Núcleo Paraventricular  |
| POMC        | Proiomelanocortina  |
| SAT         | Tejido Adiposo Subcutáneo   |
| SD          | Desviación estándar (gráfico de Poincaré)   |
| SDNN        | Desviación estándar de los intervalos RR  |
| SDSD        | Desviación estándar de la diferencia de intervalos  |
| sIL-6R      | Receptor Soluble de IL-6  |
| SNA         | Sistema Nervioso Autónomo   |

|                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| SNC                | Sistema Nervioso Central           |
| SNS                | Sistema Nervioso Simpático         |
| SNP                | Sistema Nervioso Parasimpático     |
| TAB                | Tejido Adiposo Blanco              |
| TAM                | Tejido Adiposo Marrón              |
| TNF- $\alpha$      | Factor de Necrosis Tumoral Alfa    |
| ULF                | Frecuencia Ultra baja              |
| VAT                | Tejido Adiposo Visceral            |
| VLf                | Muy Baja Frecuencia                |
| VO <sub>2max</sub> | Consumos Máximo de Oxígeno         |
| WBC                | Conteo de Leucocitos Mononucleares |
| %GC                | Porcentaje de Grasa Corporal       |
| %MM                | Porcentaje de Masa Muscular        |

## RESUMEN

La obesidad infantil es una patología multifactorial con consecuencias graves para la salud, entre ellas la enfermedad cardiovascular (ECV) temprana, la disfunción autonómica, cardíaca y endocrina; así como la inflamación baja generalizada. En niños, la evidencia sobre la asociación de la disfunción autonómica con la composición corporal sigue siendo contradictoria, así como su relación con las concentraciones salivales de leptina, adiponectina, insulina, interleucina 6 (IL-6) y factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) y si es posible modificar estas variables a través de entrenamiento basado en los juegos infantiles. Por estas razones, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardíaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso en la ciudad de Neiva-Huila (Colombia).

En esta investigación se llevó a cabo un diseño de tipo cuasi experimental, en el cual se incluyeron 62 niños y niñas entre los 6 y los 9 años con sobrepeso u obesidad matriculados en una institución educativa de Neiva. Los niños se aleatorizaron en dos grupos, un grupo de 29 sujetos quienes recibieron una estrategia basada en juegos de mediana intensidad y un grupo de 33 sujetos a quienes se les aplicó una estrategia basada en juegos de alta intensidad.

Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el peso corporal inicial de los niños y su porcentaje graso con la talla ( $\beta_1$  0,46 kg, IC 0,32-0,6), el sexo masculino ( $\beta_2$  5,2 kg IC 2,6-7,9), la masa muscular en kg ( $\beta_3$ -0,41 IC-0,72-0,9) y recibir lactancia materna por menos de tres meses ( $\beta_4$  8,7 IC 4,1 – 15,2). Además, también se analizó la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el grupo de la estrategia de mediana intensidad (MIIG), mientras que en el grupo de alta intensidad (HIIG) se encontraron diferencias en el predominio de frecuencia, HF aumento ( $p=0,036$ ), el cual está relacionado con el predominio parasimpático, y hubo una disminución de LF ( $p=0,042$ ), relacionado no de forma tan clara con el sistema nervioso simpático. También hubo cambios relevantes en el equilibrio parasimpático (relación Lfnu/Hfnu) que, aunque no fueron estadísticamente significativos, tuvieron una disminución del 25% de su valor inicial (0,8 a 0,6). En cuanto a la comparación de las medidas antropométricas antes y después de las intervenciones se observó un aumento significativo en la talla y el peso ( $p=0,0001$ ), correspondiente al crecimiento durante el estudio. También se observó un aumento estadísticamente significativo ( $p=0,0001$ ) de la masa muscular sin aumento del porcentaje de grasa en ambos grupos, y una disminución significativa ( $p=0,006$ ) en el grupo HIIG de la relación cintura cadera. También se compararon los resultados de los niveles de los biomarcadores medidos en saliva, se observó una disminución estadísticamente significativa ( $p=0,004$ ) entre los niveles de leptina salival antes y después de ambas

intervenciones, así como una disminución del 40% los niveles de los marcadores inflamatorios para el grupo MIIG, aunque sin significancia estadística.

El efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la antropometría, la VFC y las concentraciones de leptina relacionados con la obesidad fueron favorables en ambos grupos lo cual está relacionado con una mejoría en el equilibrio metabólico, no obstante, solo la estrategia de alta intensidad logró mejorar el predominio parasimpático y el equilibrio simpático/parasimpático que es importante dado que favorecer el predominio parasimpático está relacionado con disminución del riesgo cardiovascular a largo plazo.

Palabras clave: Ejercicio Físico; Juegos Recreacionales; composición corporal; niño

## ABSTRACT

Childhood obesity is a multifactorial pathology with serious health consequences, including early cardiovascular disease (CVD), autonomic, cardiac and endocrine dysfunction; as well as generalized low inflammation. In children, evidence on the association of autonomic dysfunction with body composition remains contradictory, as does its relationship with salivary concentrations of leptin, adiponectin, insulin, interleukin 6 (IL-6) and tumor necrosis factor alpha (TNF- $\alpha$ ) and whether it is possible to modify these variables through training based on children's games. For these reasons, the objective of this study was to evaluate the effect of high-intensity children's games compared with those of medium intensity on cardiac autonomic regulation, Obesity biomarkers and body composition in children aged 6 to 9 years with obesity or overweight in the city of Neiva-Huila (Colombia).

In this research, a quasi-experimental design was carried out, in which 62 boys and girls between 6 and 9 years of age with overweight or obesity enrolled in an educational institution in Neiva were included. The children were randomized into two groups, a group of 29 subjects who received a strategy based on medium intensity games and a group of 33 subjects to whom a strategy based on high intensity games was applied.

A statistically significant association was found between the initial body weight of children and their fat percentage with height ( $\beta_1$  0.46 kg, CI 0.32-0.6), male sex ( $\beta_2$  5.2 kg CI 2.6-7.9), muscle mass in kg ( $\beta_3$  -0.41 CI-0.72-0.9) and breastfeeding for less than three months ( $\beta_4$  8.7 CI 4.1 - 15.2). In addition, cardiac frequency variability (HRV) was also analyzed, no statistically significant differences were found for the median intensity strategy (MIIG) group, while in the high intensity group (HIIG) Differences were found in frequency predominance, HF increase ( $p=0.036$ ), which is related to parasympathetic predominance, and there was a decrease in LF ( $p=0.042$ ), not so clearly related to the sympathetic nervous system. There were also significant changes in parasympathetic equilibrium (Lfnu/Hfnu ratio) which, although not statistically significant, had a 25% decrease in their initial value (0.8 to 0.6). Regarding the comparison of anthropometric measures before and after interventions, a significant increase in height and weight was observed ( $p=0.0001$ ), corresponding to growth during the study. We also observed a statistically significant increase ( $p=0.0001$ ) in muscle mass without an increase in the percentage of fat in both groups, and a significant decrease ( $p=0.006$ ) in the HIIG group of the hip waist ratio. The results of the biomarker levels measured in saliva were also compared, and a statistically significant decrease ( $p=0.004$ ) was observed between salivary leptin levels before and after both interventions, as well as a 40% decrease in levels of inflammatory markers for the MIIG group, although without statistical significance.

The effect of high intensity children's games compared to medium intensity on anthropometry, HRV and obesity-related leptin concentrations were favorable in

both groups which is related to an improvement in metabolic balance, However, only the high-intensity strategy was able to improve the parasympathetic predominance and the sympathetic/parasympathetic balance that is important since favoring the parasympathetic predominance is related to long-term cardiovascular risk reduction.  
Key words: Exercise; Games, Recreational; Body Composition; Child

## INTRODUCCIÓN

La obesidad y el sobrepeso son las situaciones de salud más prevalentes y con mayor relación con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares (ECV) (1). Según la OMS la obesidad se define como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud (2). Una persona con un índice de masa corporal (IMC) igual o superior a  $30 \text{ kg/m}^2$  es considerada obesa y un IMC igual o superior a  $25 \text{ kg/m}^2$  es considerada con sobrepeso; sin embargo, esta medida es inexacta ya que el riesgo cardiovascular está más asociado a la grasa visceral y central, y el IMC no relaciona las diferencias de grasa corporal (3).

Actualmente existen 302 millones de personas con obesidad en el mundo. En el año 2016 había más de 1900 millones de personas con sobrepeso, de las cuales, más de 650 millones eran obesos (2). En la comunidad infantil, cerca de 41 millones de niños menores de cinco años tienen sobrepeso u obesidad y hay más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad (4). Esta situación se vio acelerada por la pandemia de 2020. Bates *et al.* (5), analizaron a través de un estudio ecológico el impacto del virus responsable por el COVID-19 en los comportamientos durante las 24 horas del día en niños y adolescentes relacionado con la actividad física, el comportamiento sedentario y el patrón de sueño; encontraron que el confinamiento para contener la propagación del virus ha modificado comportamientos, reportan disminuciones significativas en la actividad física, aumento del comportamiento sedentario y alteraciones en los horarios y la calidad del sueño en niños y adolescentes y sugieren recomendaciones para proporcionar estrategias para un cambio de comportamiento duradero para asegurar la salud y el bienestar de los niños y adolescentes durante la pandemia de COVID-19 (5).

El informe “*Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2017*”, de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), declaró que la obesidad infantil, se ha convertido en uno de los problemas de salud pública más graves del siglo XXI. En Colombia el sobrepeso en los niños y niñas en edad escolar se incrementó de 18,8% en 2010 a 24,4% en 2015 (6), (2). El sedentarismo, relacionado con pasar mucho tiempo sentado frente a dispositivos electrónicos (celular, computador, televisión, videojuegos, entre otros) predispone a la obesidad y afecta a siete de cada diez escolares de áreas urbanas, frente a cinco de cada diez de zonas rurales, este escenario ha empeorado el último año por el confinamiento provocado por la pandemia (7), (8).

En el departamento del Huila, la situación con respecto a las ECV y la obesidad infantil es similar al del resto del país y es un problema de Salud Pública, reconocido por los entes territoriales (ASIS, 2017) (9). En la caracterización y perfil del sector educativo en Neiva de 2016-2017 se refiere a los problemas en salud y educación de cada etapa, incluyendo escolares:

*“En este grupo de infancia de 5 a 11 años, si la comparamos con el grupo menor de 5 años, esta población presenta en mayor proporción la Obesidad, lo que indica que existe necesidad de abordar el tema del exceso de peso desde temprana edad, teniendo presente que, de continuar así, estos serán los futuros adultos con algún padecimiento o riesgo de enfermedad cardiovascular la cual es hoy, la primera causa de muerte en Colombia” (9).*

Los niños con sobrepeso u obesidad tienen muchas posibilidades de convertirse en adultos obesos, en comparación con los niños sin sobrepeso, tienen más probabilidades de sufrir a edades más tempranas diabetes y ECV, además de otras complicaciones como dificultad respiratoria, mayor riesgo de fracturas e hipertensión, que a su vez se asocian a un aumento de la probabilidad de muerte prematura y discapacidad (4). Adicionalmente, se ha encontrado que los niños y adolescentes con obesidad podrían tener disfunción autonómica, cambios en el sistema vascular, el corazón y afectación en el control de la presión arterial (10).

La obesidad infantil severa se relaciona con valores anormales de variables cardio metabólicas. En el estudio de Skinner *et al.* (11), se analizaron 8579 niños y adultos jóvenes, encontrándose niveles elevados de colesterol HDL y un alto nivel de triglicéridos, hemoglobina glicosilada y presión arterial sistólica a medida que avanzaban de obesidad clase I a III, con prevalencia en el sexo masculino (11). Por el contrario; la disfunción autonómica no es clara. Mazurak *et al.* (12), incluyeron 60 niños con obesidad y 27 participantes de peso normal de la misma edad y sexo y encontraron discrepancias en la disminución del predominio parasimpático en niños con obesidad (12). Javorka *et al.* (10), registraron la presión arterial sistólica latido a latido y los intervalos RR del electrocardiograma (ECG) de 40 sujetos (niños y adolescentes) con obesidad y sujetos control con peso adecuado y encontraron que el análisis no lineal y análisis de entropía multiescala, detectaba cambios sutiles que podrían estar relacionados con disfunción autonómica en los sujetos con obesidad (10). La VFC y su disminución se ha relacionado con mayor riesgo de ECV, así como la disminución del consumo de oxígeno máximo ( $VO_{2max}$ ) (13), (14).

El ejercicio físico regular contribuye a mantener el peso ideal en adultos y niños, y ha demostrado mejoría en el control autonómico corporal en los adultos; sin embargo la obesidad es un problema familiar y de la comunidad, muchos programas de control de peso han generado un efecto rebote, es decir los niños sometidos a programas mejoran sus variables fisiológicas, pero luego hay un efecto rebote con aumento del IMC regresando o mayor al inicial, ya que no se consiguió una transformación familiar ni adherencia a comportamientos saludables (15). Las guías internacionales sobre actividad física recomiendan que todos los niños y jóvenes lleven a cabo al menos 60 minutos al día de actividad física de moderada intensidad o un mínimo de 20 minutos de vigorosa actividad tres veces

a la semana (16). Por su parte, la OMS recomienda un mínimo de 150 minutos de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos de actividad física de intensidad vigorosa, para beneficios de salud (4). Sin embargo, requiere tiempo y genera dificultades en la adherencia, sobre todo en niños y adolescentes (17).

En los últimos años, el entrenamiento de intervalos de alta intensidad (HIIT) se ha convertido una alternativa popular principalmente debido a su eficiencia en el tiempo, ya que la falta de tiempo es una barrera comúnmente citada para la participación en el ejercicio en adultos (18), (19), (20), y la literatura reciente indica efectividad en niños y adolescentes (21). El entrenamiento con HIIT consigue los beneficios similares a los de intensidad moderada o baja, pero en un lapso menor de tiempo; sin embargo, en edades escolares aún hay barreras para su inclusión, dado que estos procesos deben abordarse desde un punto de vista integral, de acuerdo con la edad, involucrando a las familias, las instituciones educativas, así como los entes territoriales. La estrategia de incluir los juegos infantiles puede mejorar la implementación de la actividad física; dado que la actividad recreativa infantil es muy parecida al HIIT alternando periodos de ejercicio explosivo y periodos de descanso, se adecuan a la edad y se integran la recreación logrando bienestar emocional (22), (23), (24). Se requieren más estudios que evalúen la implementación de estas estrategias y sus efectos sobre el sistema autónomo y biomarcadores de obesidad. Debido a la información contradictoria que se tiene al respecto en esta edad, se debe dilucidar si es posible revertir la eventual disfunción autonómica y si es posible mejorar el perfil inflamatorio generado por la obesidad, además de verificar la utilidad de marcadores usados en saliva que podrían ser útiles dado que son no invasivos (25).

## 1. JUSTIFICACIÓN

Según la OMS para reducir las enfermedades no transmisibles (ENT) son esenciales las intervenciones de alto impacto que puedan aplicarse mediante un enfoque de atención primaria, reforzando la detección precoz y el tratamiento oportuno. La evidencia indica que este tipo de intervenciones son una excelente inversión económica, si son instauradas tempranamente en salud pública (26). El sobrepeso y la obesidad deben prevenirse, detectarse y tratarse a una edad temprana, ya que incluso una pequeña pérdida de peso reduce significativamente el riesgo de la ECV (27).

El Plan Decenal de Salud de Colombia 2012–2021 planteo en su estrategia nacional, mejorar las condiciones de vida y salud de la población, así como favorecer de manera progresiva y sostenida la reducción a la exposición de factores de riesgo modificables en todas las etapas del transcurso de la vida. Este planteamiento también es de interés en el departamento del Huila y el Municipio de Neiva, lo cual se evidencia en el Análisis de Situación de Salud (ASIS), con el modelo de determinantes sociales de Salud del Municipio de Neiva 2016, así como lo consignado en el plan de desarrollo de la administración de la ciudad de 2016 a 2019 (28), donde se prioriza la prevención y promoción de la salud y se establece la importancia del seguimiento e intervención a las enfermedades no transmisibles, y evidencia el problema de malnutrición infantil en edades escolares (9), (29).

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera pertinente y relevante la implementación de programas y/o estrategias enfocadas a reducir el riesgo cardiovascular para poder prevenir las complicaciones asociadas y dar respuesta a los objetivos de orden nacional, regional y local. Diversos estudios han realizado programas de control de peso pediátrico, pero son muy escasos en Colombia y a nivel local, incluyendo solo un abordaje de programas de ejercicio clásico o actividad física. La literatura, en diferentes estudios transversales y longitudinales, ha relacionado el HIIT con efectos positivos en parámetros como la circunferencia de la cintura, índice de masa corporal y presión sistólica, parámetros cardio metabólicos, composición corporal y función cardiorrespiratoria en adolescentes y niños comparados con los entrenamientos convencionales; la regulación autonómica cardíaca se considera un buen predictor del éxito de las intervenciones para la obesidad infantil (27), (21). Con juegos infantiles es probable alcanzar los mismos resultados en un ambiente más adecuado para la edad. La estrategia de juegos se aplicó en dos estudios, que evaluaron la composición corporal y la capacidad cardiorrespiratoria (30), (31). Es pertinente evaluar el control autonómico cardíaco sumado a estrategias que involucren a la familia, las instituciones educativas y los entes territoriales ya que estas estrategias podrían mejorar las tasas de obesidad infantil en la región (21). Además, dada la necesidad creciente que ha agudizado la pandemia por COVID-19, se vuelven más pertinentes este tipo de intervenciones (5).

La evaluación autonómica se realiza a través de la medición de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), que es la variación en los intervalos RR del electrocardiograma de un individuo, la VFC se utiliza como marcador fisiológico de la capacidad inhibitoria del sistema parasimpático (32). Las medidas en el dominio del tiempo de la VFC se correlacionan positivamente con la potencia de alta frecuencia (HF), que proporciona una medida del control cardíaco vagal, y se correlacionan negativamente con la relación entre la potencia de baja frecuencia y alta frecuencia (LF/HF), que proporciona una medida de equilibrio vagal. La VFC aumenta por efecto parasimpático y se ve reflejado en la alta frecuencia, mediadas por modulaciones, y disminuidas por efectos simpáticos de baja frecuencia que serían deletéreas para el sistema cardiovascular si se sostienen en el tiempo (33), (34).

Este estudio consiste en comparar individuos en condiciones similares con el propósito de encontrar una alternativa que permita recreación y esparcimiento y que logre los beneficios provocados por el HIIT. La estrategia será evaluada a través de la determinación de la regulación autonómica cardíaca. Los resultados permitirán proponer políticas o programas de salud para la prevención del riesgo cardiovascular a edades tempranas pero que generen mayor adherencia. Dada la relevancia de este problema en salud y los altos costos que genera al sistema, es importante establecer la eficacia de los programas de intervención en actividad física y educación nutricional sin intervención farmacológica en niños. De esta manera, sería factible diseñar estrategias de prevención de riesgos de ECV y mejorar calidad de vida de la población de Neiva, que es uno de los propósitos de la Universidad Surcolombiana y el Doctorado en Ciencias de la Salud en el marco de la proyección social y en el impacto sobre la comunidad.

## 2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Lo que generó la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardíaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila?

### 2.1. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

H<sub>1</sub>: La práctica de juegos infantiles de alta intensidad mejora la regulación autonómica cardíaca medida en términos del dominio de frecuencia de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, modifica la alta frecuencia (High Frequency, HF normal: 0,15-0,4 Hz) la relación LH/HF y los niveles de biomarcadores salivales para obesidad (IL6, TFN alfa, leptina y adiponectina) en niños entre 6 y 9 años comparado con una práctica habitual de mediana intensidad en un grupo similar de niños.

H<sub>1</sub>: Los juegos infantiles de alta intensidad son una alternativa que justifica la educación física escolar y los programas deportivos comunitarios como medios de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en edades tempranas.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso en un colegio de Neiva-Huila.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la asociación de las características sociodemográficas, familiares y condiciones posnatales de los niños y niñas incluidos en el estudio con el peso.
- Evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso.
- Analizar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre las medidas antropométricas en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso.
- Comparar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad contra los de mediana intensidad sobre biomarcadores salivales para obesidad en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso.

## 4. MARCO TEÓRICO

El soporte teórico de esta tesis contiene los marcos conceptual, legal y estado del arte, cuyos ejes centrales y orientadoras se desarrollan a continuación:

### 4.1. MARCO CONCEPTUAL

4.1.1. Obesidad Infantil. La obesidad infantil se presenta como una patología con múltiples etiologías con consecuencias graves para la salud y el desarrollo (17). Está precedida por factores sociales, ambientales y genéticos ya que la homeostasis entre la ingesta y gasto calórico permite el control del peso y de un IMC adecuado, por ello cualquier alteración de estos mecanismos fisiológicos colabora en la acumulación de masa grasa y la aparición de generación de sobrepeso, y posteriormente obesidad en edades muy tempranas.

Se estima que aproximadamente el 24% de los niños en edad escolar del mundo tienen exceso de grasa corporal y, con ello, un riesgo aumentado de desarrollar enfermedades crónicas (35). De esta población, una cuarta parte son obesos, y el restante tiene un latente riesgo del desarrollo de diabetes tipo 2, enfermedades cardiovasculares y una gran variedad de comorbilidades antes o durante la edad adulta temprana, incluyendo la posibilidad de sufrir de efectos psicosociales como el “*bullying*” o acoso escolar (36).

El desarrollo de un entorno Obesogénico es el más propicio para su desarrollo. Los factores que tienen mayor impacto para la situación anterior se encuentran en el estatus socioeconómico, el nivel educativo, el grupo étnico y el género (37). La prevalencia de obesidad infantil es mayor en minorías étnicas y raciales. Muchos estudios apoyan la idea de que la obesidad afecta con mayor frecuencia a las niñas, y a las familias con bajos ingresos, al tener menos acceso a los servicios de sistemas sanitarios, o ambientes para la práctica deportiva (37).

La alimentación es uno de los factores más importantes para la presentación de la enfermedad, por aumento en la disponibilidad a bajo costo de alimentos procesados, adicionados con altas cantidades de grasas, azúcares y sal, aumento del consumo de comida rápida y comida preparada fuera de casa para un sector creciente de la población (38). Según estudios de la región, uno de cada cinco huilenses bebe diariamente una gaseosa, mientras que uno de cada tres huilenses consume frutas diariamente, lo que nos indica que sólo el 30% de la población en el Huila incluye en su alimentación hortalizas y verduras diariamente (39).

#### 4.1.2. Factores Asociados a obesidad Infantil

4.1.2.1. *Factores Biológicos.* Algunos marcadores biológicos son importantes en la determinación de la evaluación cardio metabólica como las adipocinas. La leptina, entre otros péptidos que juegan un papel importante en el balance energético, es secretada por el tejido adiposo en el estómago, corazón, epitelio mamario y placenta. Los niveles de leptina están elevados en niños con obesidad y disminuyen cuando se produce una reducción importante de la grasa corporal total. Este péptido se ha relacionado significativamente con el índice de masa corporal (IMC) en niños y adolescentes con sobrepeso (40). Su deficiencia congénita o del receptor en humanos ocasiona una obesidad grave, de inicio precoz, que se asocia a una ausencia de desarrollo puberal (41).

La leptina también participa en las complicaciones de la obesidad y un estudio sobre escolares de enseñanza primaria ha demostrado que constituye el marcador más sensible de riesgo cardiovascular y de presencia de síndrome metabólico. La leptina también se ha relacionado con la resistencia a la insulina (42), pues diversos estudios transversales con niños obesos han encontrado lo anterior en sus resultados, lo que indica el papel que tiene el péptido en la distribución del tejido adiposo y su participación en la generación de obesidad (17). Por otro lado, la hormona leptina, la cual se expresa en el tejido adiposo, presenta concentraciones proporcionales a la masa de adipocitos. La administración periférica de leptina (de forma opuesta a la de ghrelina) causa reducción en la ingesta de alimento, disminución del peso corporal e incremento en el gasto energético (43), todo ello mediado por inhibición de las neuronas orexígenas y estimulación de las neuronas anorexígenas.

La ghrelina que es una molécula producida principalmente en el estómago que desempeña un papel estimulante en el apetito, modulando su control a corto plazo (44). Sus niveles correlacionan significativamente con los de la insulina de forma independiente al IMC en adolescentes obesos con resistencia a la insulina. Se ha encontrado una fuerte relación entre la sensibilidad a la insulina y el máximo descenso postprandial de las concentraciones de ghrelina en niños obesos y con sobrepeso (45). Otra molécula fundamental es la adiponectina que es un péptido producido exclusivamente por los adipocitos maduros, cuya función consiste en el incremento de la sensibilidad a la captación periférica de la glucosa inducida por la insulina y estimula la oxidación de los ácidos grasos. Este péptido indica una relación inversa con la obesidad, ya que la hiperinsulinemia, unido a la dislipidemia y la resistencia a la insulina predicen un síndrome metabólico (46).

En la regulación del peso corporal están implicados procesos mediados por el sistema nervioso central y el sistema nervioso autónomo (47). El hipotálamo tiene núcleos con funciones vegetativas, como el núcleo ventromedial el cuál es llamado el centro de la saciedad y el núcleo hipotalámico lateral donde radica el centro del hambre (47). Se han descrito diversos péptidos en la participación de las vías de

señalización que regulan la homeostasis del gasto energético, en donde el núcleo arqueado integra varias señales (47). Este núcleo se encuentra en la base del hipotálamo en contacto con la circulación general, las neuronas del núcleo son estimuladas por cambios en las concentraciones de sustancias circulantes. Las neuronas presentes son de dos tipos: las que inhiben el apetito mediante proopiomelanocortina (POMC) y las que estimulan el apetito a través del neuropéptido Y (NPY), y el péptido relacionado con el agutí (AgRP) (47).

Recientemente se describió la irisina, una miosina polipeptídica secretada principalmente por el músculo esquelético en respuesta al ejercicio físico. Se ha descrito en estudios de ejercicio aeróbico y también con HIIT (48). Esta hormona está relacionada con la conversión de células adiposas de la grasa blanca en grasa parda. La grasa parda es altamente termogénica, lo que favorece el aumento del gasto energético total y ayuda a mantener o incluso a perder peso corporal. Los niveles plasmáticos de irisina se han relacionado con la sensibilidad a la insulina y la pérdida de peso corporal (49). Además, una incipiente relación con el alargamiento de los telómeros, y aumento de niveles de T4 libre y con un recién descubierto efecto antitumoral en algunos tipos de cáncer (49). A todas las funciones mediadas por la irisina se les atribuye una acción protectora contra distintas enfermedades, especialmente metabólicas (49). Archundia et al, encontraron aumento en los niveles de irisina muscular solo después de la sesión HIIT; no obstante, no observaron cambios en las concentraciones plasmáticas (50).

4.1.2.2. *Sistema Nervioso Autónomo.* El fisiólogo norteamericano Walter Cannon a comienzos del siglo XX, crea el concepto de homeostasis, entendida como un principio de equilibrio entre los compartimentos, ya descritos por Claude Bernard quien en ese momento describió el espacio extracelular con del término “medio interno” (“*milieu intérieur*”) (51). La homeostasis consiste en la propiedad autorreguladora de un sistema de mantener su medio interno en estado estable de estar inmerso en dinámicas deterministas, pero con un orden tan oculto que parecen estocásticos (51). Los organismos biológicos están organizados de forma tan compleja que pequeños cambios generan gran variabilidad de sucesos (51).

Los sistemas complejos se comportan de manera no lineal. El análisis de este tipo de comportamiento se ha enmarcado en una corriente de pensamiento llamada Teoría del Caos y teoría de la complejidad (51). La teoría del caos agrupa una variedad de ecuaciones y algoritmos que son altamente modificados por las condiciones iniciales que intenta explicar el aparente comportamiento caótico o desordenado, y el orden profundo de dichos sistemas, dado que son muy dinámicos y esencialmente deterministas. El sistema nervioso autónomo, el sistema nervioso endocrino y cardiovascular, tienen funciones intrincadas, que mantiene un estado estacionario, que es una forma de equilibrio dinámico, es decir tendiente al caos, y se podría decir un está asociado a bienestar y salud. Cuando el estado estático se

pierde los sistemas tienden a linealidad esto se ha asociado con estados de enfermedad (51).

El sistema nervioso autónomo (SNA) está integrado por el sistema simpático, parasimpático y entérico. Todas estas partes son claves para mantener el estado de caos; sin embargo, estos dos sistemas no son opuestos, más bien son sinérgicos; las neuronas que los componen y vías nerviosas controlan funciones vegetativas. El SNA mantiene la homeostasis biológica y está implicado en la mayoría de las respuestas de adaptación ante cambios medioambientales e internos. Además, tiene fibras eferentes al músculo cardíaco, el músculo liso de todos los órganos y las glándulas exocrinas y endocrinas. Así, regula la respiración, la circulación, la digestión, el metabolismo, la secreción glandular, la temperatura corporal, la reproducción y coordina todas estas funciones vitales para mantener la homeostasis. Este sistema no se encuentra sujeto al control voluntario o consciente (52).

El SNA tiene influencia sobre sistema cardiovascular a través de receptores asociados a proteína G, que activan cadenas de segundos mensajeros, que afectan las corrientes iónicas cardíacas, la recirculación de calcio intracelular entre otros mecanismos, que modulan el gasto cardíaco, aumentando o disminuyendo la frecuencia, la inotropía y la resistencia vascular sistémica tanto arterial como venosa afectando redistribución del flujo sanguíneo hacia los tejidos (53). Por ejemplo, durante el ejercicio físico el sistema nervioso simpático promueve los cambios que hacen posible que aumente el gasto cardíaco de 3 a 4 veces para suplir las demandas musculares de energía y oxigenación. Este control cardiovascular se lleva a cabo por medio de redes neuronales, que están controladas por núcleos ubicados en el tallo cerebral, o centro vasomotor, donde existe un alto grado de integración de la información, desde y hacia la periferia con aferencias y eferencias interconectadas con barorreceptores y quimiorreceptores, entre otras. En estos centros se sincroniza la frecuencia respiratoria, cardíaca, el tono vasomotor y la resistencia vascular que impacta modulando la presión arterial (53).

Este control autonómico cardíaco genera oscilaciones en la frecuencia debido a la interacción entre el sistema nervioso simpático y parasimpático sobre el corazón; generando cambios en la frecuencia entre latido y latido, es decir un alto nivel de variación en cada ciclo cardíaco. La medición de esta variación da como resultado la variabilidad en la frecuencia cardíaca (VFC). Es así como la variabilidad cardíaca puede ser definida como la cantidad de fluctuaciones en el ritmo o frecuencia cardíaca en comparación al ritmo cardíaco medio (51). Puesto que la frecuencia cardíaca es alterada constantemente, el análisis de la VFC permite que se pueda estudiar la actividad del SNA de manera no invasiva, o al menos el nivel del predominio parasimpático (54), (55). Esta medida refleja el control que el sistema nervioso parasimpático ejerce sobre el corazón. En este sentido es una herramienta útil para estimar el estado de salud de las personas, así como un mecanismo valioso que brinda información relacionada con predicción y pronóstico de las patologías

cardiovasculares principalmente, también es útil para modular el entrenamiento deportivo (56).

En el campo deportivo permite conocer datos sobre las adaptaciones del cuerpo producidas durante el entrenamiento físico (57). Cuando se realiza el análisis de la VFC para estimar el funcionamiento del SNA se considera un factor protector para el corazón el hecho de que exista un aumento de la variabilidad y un factor de riesgo patológico que ésta se encuentre disminuida (58). La pérdida de predominancia parasimpática se asocia con frecuencias cardíacas elevadas, menor distensibilidad aórtica y disminución de la perfusión coronaria, lo que explica claramente porqué aumente el riesgo de eventos cardiovasculares (59).

Existen diversos métodos para medir la VFC descritos por la guía de electrocardiografía ambulatoria o “ACC/AHA Guidelines for Ambulatory Electrocardiography: Executive Summary and Recommendations: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the Guidelines for Ambulatory Electrocardiography)” (60) entre los que destacan el uso de Holter, el registro de derivaciones como DII durante 10 a 5 minutos, en reposo y/o post actividad en dispositivos validados para este fin. Algunos autores han relacionado los resultados del dominio de tiempo como factores de riesgo para alteraciones cardiovasculares (alto intervalos RR < 750 ms, riesgo moderado RR de 750-900 ms y un riesgo bajo RR > 900 ms); sin embargo se sabe que la VFC es muy sensible pero poco específica, así que es recomendable asociarla a otros parámetros fisiológicos para poder concluir sobre alteraciones del SNA, además que no es posible reconocer la disfunción autonómica de forma integral dado que la estimulación simpática debe medirse con otras técnicas como por ejemplo pupilografía entre otras (57), (61).

4.1.3. Métodos De Medición De La Variabilidad De La Frecuencia Cardíaca. La variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) es la variación o diferencia que ocurre entre los intervalos RR o el tiempo transcurrido entre los latidos cardíacos (55). La actividad eléctrica cardíaca se mide con electrodos en la superficie corporal es decir electrocardiograma (ECG). En el ECG se detecta cada onda R y se calcula el tiempo entre ondas R sucesivas o intervalo RR. El intervalo RR mide el período cardíaco, y su inverso mide la frecuencia cardíaca. La serie de intervalos RR es lo que conocemos como la VFC. Existen varios métodos de análisis de la VFC. Los primeros que se usaron son los métodos estadísticos, como la media y la varianza. Actualmente tienen gran éxito los métodos espectrales, de donde se obtiene el indicador del balance simpático-parasimpático. De manera reciente se han propuesto métodos no lineales como el índice fractal y el espacio de fase (54).

Algunos utilizados son las mediciones con métodos geométricos o también llamado índice triangular (RRtri) del cual se construye un histograma de densidad de los intervalos RR normales y la interpolación triangular de histograma e intervalos RR (TINN); en el eje X el tiempo en ms de los intervalos RR, y en el eje Y, la frecuencia

de ocurrencia. La unión de los puntos de las columnas del histograma forma una figura semejante a un triángulo del cual son extraídos esos índices (62). Y por supuesto el método gráfico de Poincaré que convierte las dimensiones del RR o más bien sus desviaciones estándar en puntos gráficos y geométricos los cuales se pueden analizar para ver su distribución, es decir, medidas derivadas de la entropía, como circuitos reflejos como el control barorreflejo y quimiorreflejo (62).

El análisis de la VFC por métodos geométricos, estadísticos y sobre todo no lineales son relevantes para el análisis del comportamiento del SNA, dadas las características no lineales que involucran estos procesos fisiológicos (62), ya que describen las fluctuaciones complejas del ritmo y separan las estructuras de comportamiento no lineal en determinada secuencia temporal de latidos cardíacos de forma más precisa que los métodos lineales. El análisis de VFC basado en métodos de la dinámica no lineal aporta información importante para la interpretación fisiológica y la comprensión de la naturaleza de sistemas complejos que ocurren en el cuerpo humano (62).

4.1.3.1. *Factores Genéticos.* Algunos genes se han relacionado con la obesidad, desde 2007, cuando se identificó el intrón 1 del gen FTO (del inglés, fat mass and obesity associated gene, o gen de la masa grasa) como uno de los mayores responsables de la acumulación de grasa en humanos, desde ese momento ha venido en desarrollo esta línea de investigación, un ejemplo de esto es el progreso en la comprensión de la señal clave de la obesidad alojada en una región intrónica del gen FTO (63). Se ha demostrado que la región no codificante en la que realmente reside la variante influye de hecho en la expresión de genes distales a FTO, específicamente IRX3 e IRX5. Tales descubrimientos sugieren que las variantes asociadas no codificantes pueden estar incrustadas dentro o junto a un gen, pero comúnmente influyen en la expresión de otros genes efectores más distales. Por lo tanto, los avances en genética y genómica están contribuyendo a una comprensión más profunda de la obesidad infantil, lo que permite el desarrollo de herramientas clínicas y agentes terapéuticos (63).

4.1.3.2. *Factores Sociodemográficos.* El desarrollo de un entorno obesogénico es el más propicio para su desarrollo. El nivel socioeconómico, el ingreso per cápita de los padres y el aumento de la escolaridad de la madre, la raza y el sexo son factores sociales que se han visto fuertemente asociados con los cambios de peso en los infantes (38). La prevalencia de obesidad infantil es mayor en minorías étnicas y raciales. Algunos estudios evidencian mayor presencia de la obesidad en niñas y en familias con bajos ingresos, al tener menos acceso a los servicios de sistemas sanitarios o ambientes para la práctica deportiva.

Las diferencias relacionadas con el género y obesidad necesitan una mayor exploración, ya que hay los estudios incluyen niños mayores de entre 11 y 12 años durante la pubertad y la fisiología de los depósitos de grasas cambia en especial para las niñas (64)

El sedentarismo es otro gran factor que contribuye a la aparición de enfermedades, la población mundial está sumergida en un ambiente más urbanizado y digitalizado, que ofrece menos posibilidades para la realización de actividad física, pues se prefiere pasar mucho tiempo frente a una pantalla (televisión o PC). La relación entre la falta de actividad física y el riesgo cardiovascular ha sido motivo de diversas investigaciones en todo el mundo y tema de preocupación en la salud. Hace unos años, la OMS determinó que la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de muerte a nivel mundial únicamente superado por la hipertensión, el tabaquismo y la diabetes. Existen cuatro grupos diferentes de población: Activos sedentarios, activos no sedentarios, inactivos sedentarios e inactivos no sedentarios (2).

4.1.4. Activada Física, Ejercicio Físico, Deporte y su Importancia. La actividad física “Se considera actividad física cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía” (65). Así que es inherente a los seres humanos; aunque el nivel de gasto energético ha cambiado con los años y con la modernidad y el avance de la tecnología. La actividad física se ha relacionado con bienestar desde que Jeremy Noah Morris en 1953 demostró la relación causal entre la práctica regular de ejercicio físico la disminución de la mortalidad por ECV (66). Este descubrimiento fue revolucionario en su época (67), desde allí los programas de ejercicio y actividad física se volvieron relevantes y prioritarios en la salud pública. La necesidad de practicar alguna actividad física toma verdadera importancia en la aparición de enfermedades crónicas o trastornos metabólicos como el síndrome metabólico, la enfermedad del hígado graso no alcohólico (NAFLD), la diabetes tipo 2 y el grupo de enfermedades cardiovasculares (68).

Los programas de ejercicio físico en la infancia tienen como objetivo conservar la salud, mejorar la forma física, aptitudes, rendimiento psicomotor, crear y desarrollar hábitos de vida saludable e integrarlo en un estilo de vida positivo en un ambiente social adecuado (69). Los menores que hacen ejercicio tienen más probabilidades de mantenerse activos físicamente cuando son adultos (70). Según UNICEF por medio del deporte, la recreación y el juego, los niños y los adolescentes de ambos sexos aprenden a pensar críticamente y a emplear su criterio para solucionar problemas, hacer frente a las dificultades, promueven el sentido de la amistad, la solidaridad y el juego limpio (69). También menciona los beneficios del deporte, la recreación y el juego incluyen para contribuir a la salud de los huesos, los músculos y las articulaciones, ayudan a controlar el peso corporal y a reducir los niveles lípidos y la presión arterial. Estrategia que sería excelente para prevenir las enfermedades crónicas y sus altos costos en el sistema de salud. Contrario a esto, la inactividad física generó alrededor de 1,9 millones de muertes en el año 2000 en todo el mundo (69). Esas actividades también enseñan autodisciplina y respeto por los demás, fortalecen la autoconfianza, propician el liderazgo y desarrollan habilidades de afrontamiento y la capacidad de trabajar en equipo. No menos importante, el deporte, la recreación y el juego prepara a los niños y niñas para asumir papeles de liderazgo y convertirse en individuos responsables y útiles a su comunidad (69).

Drobnic *et al.* (71), evaluaron niños y niñas de 6 a 12 años que dedicaron cinco horas semanales a la actividad física. Observaron que tuvieron un rendimiento académico significativamente mejor que los niños que hicieron solo 40 minutos de actividad física a la semana (71).

El ejercicio físico es una “actividad que se lleva a cabo en los momentos de tiempo libre, en el cual se incluye el baile, deporte, gimnasia, educación física, entre otros y además presenta carácter repetitivo, sistemático, intencionado a un estímulo específico y con una dosificación que configura una carga de trabajo medible” (72), Por el contrario, el deporte es una: “Actividad jugada (todos los deportes hacen como juegos, con carácter lúdico) con requerimientos motrices específicos (implican demanda física y motriz circunscrita a los propios condicionantes de la actividad), competitiva (existe la necesidad de superar una marca o un/os adversario/s), posee reglas codificadas y estandarizadas y un alto grado de institucionalización (está regido por instituciones oficiales)” (73).

Los beneficios del Deporte son similares a los de la actividad física; sin embargo, como la definición anterior lo indica, es una actividad mucho más organizada, competitiva y que requiere aptitudes específicas de las que las personas comunes carecen; así que puede que no se generen hábitos de vida saludable y causen sensaciones de frustración.

4.1.4.1. *Juegos Tradicionales.* Tradicionalmente el juego es “un ejercicio recreativo o de competición sometido a reglas, y en el cual se gana o se pierde” (74). Con la llegada de la época contemporánea y digital la recreación infantil ha cambiado y los juegos tradicionales se han visto desplazados, sin embargo, se mantienen dado que son atractivos para los niños, especialmente los menores de 12 años; dado que permiten expresar emociones y desarrollar otras habilidades. Los juegos de persecución exigen la toma de decisiones, porque deben interpretar los mensajes que emiten los competidores. Estos juegos tradicionales se caracterizan porque tienen reglas fáciles de comprender y memorizar, pudiendo ser estas negociables, no son juegos costosos, sin embargo, algunos de ellos requieren uno que otro material. Pero lo más importante, es que estos juegos se adaptan a diversos ambientes, y por ello se pueden practicar en cualquier tiempo y espacio (24), (75).

Los juegos tradicionales también fortalecen los conocimientos locales, regionales y hasta de otros lugares, pues muchos de ellos se originaron en diversos países. Por su parte, los juegos deportivos tradicionales proporcionan un ambiente de interacción social, ya sean compañeros o adversarios. En estos juegos, la afectividad está asociada a saber leer y reaccionar ante emociones, imprevistos y riesgos que generan los demás jugadores. Con lo anterior, desde el punto de vista emocional, los juegos tradicionales ayudan a lograr un equilibrio indudable (76).

4.1.4.2. *Estrategias para la Práctica Física. El entrenamiento en la infancia o población infantil es del todo diferente, por ello seleccionar la mejor estrategia para su realización es un tema importante, especialmente para el éxito de esta investigación, programa de entrenamiento o pérdida de peso. Existen algunos factores de motivación en relación con la actividad física percibidos en los niños y adolescentes (77), (75):*

- La diversión.
- El respaldo del entorno familiar y la provisión de modelos de rol por parte de los padres y madres.
- Los modelos de rol indirectos (por ejemplo, atletas profesionales).
- La participación de los compañeros.
- El fácil acceso a las instalaciones y los equipamientos.
- Los sentimientos de seguridad.
- Los sentimientos de capacitación (eficacia autopercebida) y de mejora.
- Los sentimientos de estar en buena condición física (por ejemplo, la ausencia de sobrepeso).
- Los sentimientos de que la actividad seleccionada es una elección personal (inexistencia de coacción).
- La experimentación con diversas actividades y movimientos.
- Las buenas condiciones climatológicas

## 4.2. MARCO LEGAL

La ley colombiana contempla el deporte y la recreación, como determinante en el desarrollo de niños, niñas y adolescentes, al ofrecer múltiples oportunidades para aprender a compartir, proceder de acuerdo con normas, participar, aprender a ganar y perder, además de descubrir la importancia de trabajar en equipo.

4.2.1. A Nivel Internacional: El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia – UNICEF, en su documento el deporte para el desarrollo y la paz aporta: “La educación física es un componente imprescindible de la educación de calidad y es parte integral del aprendizaje de toda la vida. El no proporcionar educación física

reduce la calidad de la educación” (69)

4.2.2. A Nivel Nacional: En Colombia la educación es un derecho proporcionado por el estado, que se encuentra consignado en la Constitución política de Colombia de 1991, artículo 67, página 17 el cual dice:

*“La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social; con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura. La educación formará al colombiano en el respeto a los derechos humanos, a la paz y a la democracia; y en la práctica del trabajo y la recreación, para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del ambiente” (78).*

Ley 115 de 1994 (ley general de educación): Donde se encuentran los fines de la educación y se incluyó la recreación y la educación física (artículo 5), el numeral 12, incluye: “La formación para la promoción y preservación de la salud y la higiene, la prevención integral de problemas socialmente relevantes, la educación física, la recreación, el deporte y la utilización adecuada del tiempo libre” (79).

Ley 181 de enero 18 de 1995 (Ley del deporte): Los objetivos generales de la ley de deporte son “patrocinio, el fomento, la masificación, la divulgación, la planificación, la coordinación, la ejecución y el asesoramiento de la práctica del deporte, la recreación y el aprovechamiento del tiempo libre y la promoción de la educación extraescolar de la niñez y la juventud en todos los niveles y estamentos sociales del país” (80).

Leyes 934 de 2004: Por medio del cual determinan como la educación física forma parte del ámbito educativo además de lo ya mencionado en Ley 115 de 1994 (81).

Ley 1355 del 2009: La obesidad es reconocida como una enfermedad crónica y de salud pública y menciona en su artículo 5: “Impulsar acciones para promover la actividad física como es el incremento y calidad de las clases de educación física con personal idóneo y adecuadamente formado, en los niveles de 40 educación inicial, básica y media vocacional” (82)

#### 4.3. ESTADO DEL ARTE DEL EJERCICIO FÍSICO INTERMITENTE DE ALTA INTENSIDAD (HIIT)

El Ejercicio Físico Intermitente de Alta Intensidad o HIIT por sus siglas en inglés (High Intensity Interval Training) se define como "*breves intervalos de actividad vigorosa intercalados con períodos de baja actividad o descanso*" (20). Con estos ejercicios se busca realizar la actividad a una intensidad que el participante no podría sostener durante períodos prolongados (es decir, 80 a 95% del consumo

máximo de oxígeno) o a más del 90% de la frecuencia cardíaca máxima, de tal forma que el tiempo de recuperación sea corto. El intervalo de intensidad dura entre 1-4 min. El HIIT también se puede llevar al máximo, superando la capacidad aeróbica máxima mediante intervalos de 10–30 segundos e intensidades que a menudo exceden el 100% (21).

Los efectos cardiometabólicos del HIIT son diversos, en el músculo esquelético genera diversas adaptaciones favorables como: aumento en la capacidad de trabajo (porque se eleva aproximadamente 50 a 60% la recaptación de  $Ca^{2+}$ ), biogénesis mitocondrial que conlleva a un mayor capacidad oxidativa y aumento de los GLUT4, que permite una mejor captación de glucosa (21). La biogénesis mitocondrial y una mejor capacidad mitocondrial se deben al aumento de la actividad del citrato sintasa y un mayor contenido de complejos de la cadena de transporte de electrones (83). Este resultado se obtuvo de un estudio en adultos con diabetes tipo 2 a las dos semanas de haber empezado con el entrenamiento. Entre tanto, los receptores activados por proliferadores de peroxisomas (PPARs) gamma, coactivador 1 alfa (PGC-1 $\alpha$ ) también aumentaron con HIIT. En el trabajo de Archundia *et al.* se encontraron concentraciones más elevadas tanto en biopsia de musculo como en plasma de niños que tuvieron entrenamiento basado en HIIT (50).

Para identificar los beneficios que genera el HIIT a nivel del músculo cardiaco, un estudio utilizó un modelo de ratón cuyas características cardíacas eran similares a las de un corazón humano diabético. Después de 13 semanas de HIIT, la contractilidad y el manejo de  $Ca^{2+}$  se restablecieron a niveles normales como resultado de la densidad de túbulos transversales (túbulos T), la sincronización del retículo sarcoplásmico con la liberación de  $Ca^{2+}$  y el retículo sarcoplásmico  $Ca^{2+}$ -ATPasa (SERCA2a;  $Ca^{2+}$  transportista). Los resultados del estudio mostraron que el tratamiento con HIIT podría prevenir y/o minimizar la pérdida en la expresión de RyR<sub>2</sub> y SERCA<sub>2a</sub> en los cardiomiocitos (84).

4.3.1. Antecedentes históricos del HIIT. El entrenamiento a intervalos de alta intensidad tiene una historia divergente según los autores (85). Las publicaciones históricas sobre el tipo de ejercicio se reportan incluso a los griegos y sus justas deportivas que se retoman en la historia contemporánea (85). Hay grandes nombres y autores que sobresalen por sus aportes:

1850: Lawson Robertson y Dean Cronwell en Estados Unidos realizaron entrenamientos divididos en carreras de distancias cortas a alta velocidad alternadas con distancias largas para recuperación orgánica (86).

1912: Lauri Pihkala en Finlandia desarrolló un sistema de entrenamiento para deportistas, corrían 100 y 200 metros varias veces, con esfuerzos intensos y pausas de varios minutos (87).

1922: Archibald Vivian Hill y Otto Fritz Meyerhofel ganan el Premio Nobel de Medicina por su labor de investigación sobre la termodinámica de los músculos, hay registros históricos que sugieren que incluyeron el entrenamiento interválico en sus experimentos relacionados al esfuerzo muscular (85), (88).

1930: Herbert Reindell, cardiólogo alemán, implementó las carreras cortas alternadas con pausas y observó cómo sus pacientes desarrollaban hipertrofia cardiaca y aumento del gasto cardiaco e incremento en el consumo de oxígeno (89).

1936: Woldemar Gerschler diseñó un sistema de entrenamiento que incluía intervalos, para realizarse en la pista de atletismo, y alternaba distancias largas y cortas (90).

1939: Gerschler, en Friburgo, implementa la metodología interválica en uno de sus atletas que logra un récord mundial en 400 y 800 metros (89).

1959: Reidell, Roskamm y Gerschler, publican por primera vez el término entrenamiento a intervalos, por lo cual se les considera pioneros (91)

1962: Reidell, Roskamm y Gerschler, realizan una segunda publicación, en la cual describen la metodología del intervalo, que incluía carreras de 100 o 200 metros en periodos menores a un minuto y pausas con actividad física de moderada intensidad (92).

1967: Per Olof Astrand, Irma Ryhming y Bengt Saltin, describen los cambios en el consumo de oxígeno máximo ( $VO_2max$ ) en deportistas que entrenaban a intervalos, y determinan el incremento en comparación con el entrenamiento regular (93).

1969: Fox *et al.* (94). fueron los primeros en América en trabajar en el tema, dado que hasta entonces los avances se daban en Europa. Compararon las fuentes de energía metabólica durante el entrenamiento continuo y por intervalos, llegaron a interesantes conclusiones sobre la regeneración energía y el mayor trabajo generando en el ejercicio a intervalos (94).

1986: Cox *et al.* (95), encontraron cambios adaptativos en las dimensiones del ventrículo izquierdo después de 7 semanas de entrenamiento de resistencia intenso en sujetos previamente sedentarios, con un programa que constaba de seis días alternados por semana de ciclismo continuo (40 min) y carrera a intervalos (5 sesiones de 5 min en 85% -90% del  $VO_2máx$ ). En este momento aún no se le llamaba ejercicio de alta intensidad (95).

1996: Tabata *et al.* (96), recogen las investigaciones anteriores y reinician el interés en este tema que había estado rezagado en las dos décadas anteriores. Realizaron un estudio que presentó el entrenamiento a intervalos de alta intensidad, sin embargo, por primera vez lo prueban en población no deportista (96). Este estudio

mostró que el entrenamiento de intensidad mejora la capacidad aeróbica pero no cambia la capacidad anaeróbica y que un entrenamiento intermitente de alta intensidad adecuado puede mejorar significativamente los sistemas de suministro de energía tanto anaeróbicos como aeróbicos, probablemente mediante la imposición de estímulos intensivos en ambos sistemas (96).

2006: En la primera década del milenio varios investigadores hacen avances importantes en la efectividad del HIIT como método de entrenamiento para población no deportista, sin embargo, no se ha logrado instaurar como política de salud pública; dado que debe estar muy supervisado. Gibala *et al.* (97), reportaron hallazgos al examinar los cambios en la capacidad de ejercicio y las adaptaciones moleculares y celulares en el músculo esquelético después del entrenamiento de intervalos de baja y de alta intensidad, encontraron que estrategia eficiente en el tiempo para inducir adaptaciones rápidas en el rendimiento del músculo esquelético; sin embargo, no documentaron cambios sustanciales entre los grupos observados (97).

2009: Wisløff *et al.* (98), desafiaron la recomendación de gasto de al menos 1000 kcal por semana, que se decía era necesario para lograr la protección inducida por el ejercicio contra la mortalidad cardiovascular prematura. Se sugirió por primera vez que intensidad del ejercicio en lugar de la duración puede ser el factor más importante para lograr un beneficio cardíaco (98).

2012: Moore *et al.* (99), realizaron un estudio en diversas cohortes poblacionales, con un total de 654.827 personas individuos con edad entre 21 y 90 años, encontrando una relación positiva entre la actividad física regular y la expectativa de vida, un hallazgo que había sido un supuesto pero que en este estudio se evidenció significativamente (99).

2012 y 2014: Gibala *et al.* (100), (101), muestran que el entrenamiento intercalado realizado principalmente en cinta rodante y bicicletas ergométricas mejora la potencia aeróbica y factores anaeróbicos, influye en la composición corporal hacia una constitución saludable y disminuye la resistencia a la insulina, entre otros beneficios y efectos sobre marcadores biológicos de salud (100), (101).

2018: Fiorenza *et al.* (102), examinaron el impacto del estrés metabólico inducido por el ejercicio en la regulación de las respuestas moleculares que promueven la biogénesis mitocondrial del músculo esquelético en 12 deportistas entrenados en resistencia. Encontraron que, para un volumen de ejercicio determinado, los eventos iniciales asociados con la biogénesis mitocondrial están modulados por el estrés metabólico. Además, que el ejercicio de alta intensidad parece compensar el volumen reducido de ejercicio en la inducción de respuestas moleculares biogénicas mitocondriales sólo cuando el ejercicio intenso provoca marcadas perturbaciones metabólicas (102).

2023: Noorbakhsh *et al.* (103), evaluaron los efectos separados y combinados de 8 semanas de suplementación con Tabata-HIIT y nanocurcumina (NaC) en la transcripción de ARN largo no codificante del inflammasoma 3 (NLRP3) asociados al infarto de miocardio, la expresión de lncRNA MIAT, la composición corporal y salud cardiorrespiratoria en 48 mujeres mayores con sobrepeso. La suplementación con NaC junto con el entrenamiento con Tabata condujo a una reducción significativa del inflammasoma NLRP3. Además, la suplementación con NaC en mujeres con sobrepeso de moderado a severo mejoró la inflamación sistémica durante las pruebas de esfuerzo en cinta rodante (103).

#### 4.3.2. HIIT en los niños.

2009: Tjønnna *et al.* (104), realizaron mediciones por primera vez en adolescentes y concluyeron que 3 meses de sesiones de ejercicio de alta intensidad dos veces por semana redujeron varios factores de riesgo cardiovascular conocidos en adolescentes obesos más que lo observado después de una estrategia de tratamiento múltiple (104).

2014: En Latinoamérica también ha habido creciente interés por este tipo de ejercicio. Aravena-Kenigs *et al.* (105), estudiaron a 23 estudiantes de educación física en un colegio de la comuna de Paillaco (Chile), a quienes se les midió el  $VO_2$ máx, porcentaje de grasa corporal y el rendimiento en pruebas de resistencia muscular con sentadillas, abdominales y flexiones de brazos; posteriormente se aplicó a la muestra 24 sesiones de ejercicios de alta intensidad, 2 veces por semana, y se comparó los resultados del pre y post test. En los resultados del estudio, se encontró un aumento significativo ( $p < 0,05$ ) en las variables  $VO_2$ máx, disminución en el porcentaje de grasa corporal y aumento en la resistencia muscular. Al final, los investigadores recomiendan utilizar el ejercicio de alta intensidad en estudiantes sedentarios como un método efectivo en cuanto a tiempo para ejercitarse y mejorar el rendimiento físico (105).

2014: Blüher *et al.* (106), determinaron el impacto del entrenamiento del HIIT en veintiocho niños adolescentes obesos entre 13 y 18 años, dos veces por semana durante 6 meses. Se evaluaron las medidas antropométricas clínicas y metabólicas a partir de muestras de sangre en ayuno. Según los resultados, después del programa HIIT, se observaron reducciones significativas en la relación cintura-altura, contenido de grasa corporal basado en pliegues cutáneos y en la presión arterial sistólica. Sin embargo, no se encontraron cambios en las adipocinas o marcadores epigenéticos después del programa (106).

2017: Huerta *et al.* (107), evaluaron una población de veintiocho adolescentes de octavo grado que fueron divididos en dos grupos. Uno de los grupos realizó 16 sesiones de entrenamiento de alta intensidad en función de su velocidad aeróbica máxima individual y el otro continuó con su ejercicio habitual realizado en la escuela. Al final del estudio, el grupo intervenido evidenció cambios significativos en el

VO<sub>2</sub>max entre el pretest y post test (GE:  $p = 0,003$ ; TE = 0,245, GC:  $p < 0,80$ ; TE = 0,015) (107).

2017: Urquidez-Romero *et al.* (108), realizaron un estudio clínico aleatorizado y controlado de 6 escuelas primarias mexicanas (niños de 6 a 8 años), en tres de estas escuelas se intervino con actividad física, y en las otras tres no se realizó ninguna intervención. En las escuelas intervenidas no solo se estimuló el conocimiento sobre actividad física recreativa ( $p=0,03$ ) sino que también el uso de otras prácticas como caminata, baile, y fútbol ( $p=0,05$ ), reduciendo así el índice de masa corporal en un 0,9%, mientras que, en los niños de las escuelas no intervenidas, se encontró un aumento del 17% de su índice de masa corporal (108), aunque no se midió la intensidad el ejercicio, varias de las actividades superaron la intensidad moderada.

2017: Rey *et al.* (109), incluyó veinticuatro adolescentes con obesidad entre 14 y 15 años, pertenecientes a un centro de rehabilitación pediátrica, examinó los efectos de una intervención de HIIT con un control de la dieta, ya que todos los participantes siguieron el mismo programa dietético para equilibrar su nutrición al inicio de la intervención (109). Los entrenamientos se realizaron con una intensidad que se mantuvo por encima del 80% de la frecuencia cardíaca máxima (FCm). El protocolo utilizado en esta investigación fue de 45 minutos de varios tipos de entrenamiento a intervalos en básquetbol, carrera en bicicleta y boxeo con un calentamiento similar de 10 minutos seguido de diferentes períodos de trabajo y descanso, durante cinco semanas en tres sesiones por cada semana (108). Para el análisis, se tomaron diferentes parámetros como la composición corporal autopercepciones físicas (PSP), aptitud física (seis minutos), entre otras. Posterior a la intervención y los resultados encontrados, los autores llegan a la conclusión que el HIIT proporciona mejoras significativas en la salud de la población adolescente de estudio. Un valioso hallazgo durante el estudio fue el haber encontrado mayores beneficios en la composición corporal, la condición física, la PSP y hasta niveles de fuerza percibida en las niñas que en los niños (109).

2018: Vera *et al.* (110), estudiaron a 735 pacientes de octavo a décimo grado, donde el 50% tenían peso adecuado, el 31% tenían obesidad, y el 19% tenían sobrepeso. Los expusieron a diferentes tipos de actividad física recreativa en un mínimo de 30 minutos, como lo son la carrera de pañuelos, bicicleta locomotora, bailo terapia, carrera en sacos, entre otras, donde encontraron una reducción del sobrepeso en un 17%, y la obesidad en un 26%, concluyendo que la actividad física recreativa influye directamente sobre el peso corporal de los evaluados (110).

2018: Bustamante *et al.* (111), realizaron una tesis de grado donde evaluaron a 68 alumnos (población universo de 517 alumnos) y los sometieron a una hora de ejercicio de intensidad moderada y vigorosa en su mayor parte aeróbica, y demostraron que la población a la cual se estimuló con actividad física, no solo mejoró sus medidas antropométricas sino que también fortaleció algunas

condiciones físicas como salto, resistencia, y fuerza por lo cual concluyeron que un programa de actividad físico deportiva mejora las actividades físicas condicionales, coordinativas, y el índice de masa corporal (111).

2018: Suárez-Manzano (112), evaluó un grupo de 20 niños diagnosticados con trastorno por déficit de atención con hiperactividad (TDAH) con edades entre 6 a 12 años, dividió los sujetos en dos grupos aleatoriamente. El grupo Control (n=10) visualizó un video documental de 20 minutos de duración, y el grupo de Experimental (n=10) hizo un calentamiento de cuatro minutos, seguido de 16 minutos de ejercicios de alta intensidad. En el grupo experimental hubo cambios significativos en la atención selectiva inmediata, disminuyendo el número de omisiones y errores y aumentando el número de aciertos (112).

En los anteriores estudios se evidencia el auge por el estudio del HIIT en población infantil y adolescente, especialmente en aquellos que ya tienen indicios de padecer obesidad y por lo tanto de desarrollar en años posteriores alguna enfermedad metabólica. También se aprecia que el número de sesiones mínimas por semana deben ser tres. Un estudio comparativo entre HIIT, entrenamiento de intervalo moderado y un grupo sometido sólo a una buena alimentación en noventa y nueve niños obesos durante 12 intervenciones, demuestra nuevamente que el HIIT mejora la función sistólica y recuperación de la función cardiaca diastólica en comparación con el grupo de solo nutrición y de intervalo moderado. Finalmente, los autores coinciden que el HIIT fue un estímulo más potente para mejorar la cardiopatía. Estos resultados se asemejan con los que se obtuvieron en otro estudio realizado en pacientes adultos con insuficiencia cardiaca estable posterior al infarto durante doce semanas de HIIT. En este caso la mejoría también fue en la fracción de eyección (aumento del 35%) (22).

#### 4.4. DISFUNCIÓN AUTONÓMICA Y OBESIDAD INFANTIL

La disfunción autonómica o disautonomía es cualquier alteración del SNA que le impida cumplir con sus acciones de control vegetativo; las causas y consecuencias de dicho trastorno son amplias e incluyen enfermedades neurodegenerativas y neuropatías periféricas, desórdenes del control ortostático, entre otros (113).

La disfunción autonómica parece estar presente en adultos con obesidad. Sin embargo, hay información contradictoria con respecto al control autonómico cardíaco en niños con obesidad (114). Se ha reportado reducción de la actividad parasimpática así como el aumento de la actividad simpática (114). No obstante, este último es el más controvertido dado que al parecer el sistema nervioso simpático también puede presentar disfunción y perder predominancia sobre los adipocitos, lo que genera mejor lipólisis y alteración en el metabolismo de los carbohidratos (114). Es decir, el SNS participa del control del metabolismo de la glucosa y de la grasa y una menor actividad simpática asociada a un menor gasto

energético y, consecuentemente, un balance energético positivo y aumento de peso (114). Se ha demostrado que la obesidad produce alteraciones en la función del sistema nervioso autónomo en niños y adolescentes (114). Kine *et al.* (115), analizando índices de VFC en el dominio de la frecuencia, sugieren que tienen mayor actividad simpática y menor actividad parasimpática cuando es comparado con niños de peso adecuado, mientras que Nagai *et al.* (116) y Nagai & Moritani (117), observaron actividades tanto simpáticas cuanto parasimpática disminuidas en niños con obesidad. Ya Yakinci *et al.* (118), utilizando pruebas autonómicas funcionales, observaron actividad simpática normal e hipo actividad parasimpática, Kaufman *et al.* (119), observaron aumento de la relación LF/HF y disminución del índice HF. Pascoal *et al.* (120), evidenciaron mayor tono cardíaco en la posición bípeda cuando son comparados niños obesos con niños de peso adecuado.

Las publicaciones de estudios de intervención y el efecto del ejercicio sobre la VFC en la obesidad infantil son limitados (114). Farah *et al.* (121), evaluaron los efectos del entrenamiento con ejercicios aeróbicos de alta intensidad y el entrenamiento con ejercicios aeróbicos sobre la FC y la VFC en adolescentes obesos, encontraron que los adolescentes obesos del grupo de alta intensidad mostraron mejoras en la FC y la VFC; sugiriendo un cambio hacia la modulación vagal del corazón, impartiendo una mejor salud cardiovascular que aquellos en el grupo de baja intensidad (121). Gutin *et al.* (122) estudiaron la relación entre la actividad parasimpática basal y la composición corporal y la capacidad de respuesta de la actividad parasimpática al entrenamiento físico (122). Ellos demostraron que en los niños obesos, el RMSSD aumentó durante los 4 meses de participación en el entrenamiento físico, pero disminuyó en el período de 4 meses después del cese del entrenamiento físico (122). Este mismo grupo de investigadores en un estudio diferente demostró que el entrenamiento físico controlado puede cambiar la variabilidad del período cardíaco de la MCA hacia una actividad menos simpática (disminución de LF y la relación LF/HF) y una mayor actividad parasimpática (aumento en la RMSSD), lo que sugiere que el simpático/equilibrio parasimpático mejoró con el entrenamiento (122). Estos estudios demostraron que el entrenamiento con ejercicios de alta intensidad puede mejorar la modulación autonomía en niños obesos. Sin embargo, se necesitan más estudios, especialmente estudios longitudinales de intervención dado que los resultados siguen siendo limitados (114).

## 5. METODOLOGIA

En esta investigación se aplicó un diseño de tipo cuasiexperimental en el cual se realizó aleatorización de los sujetos; los cuales se analizaron con respecto a una intervención, en este caso 16 semanas de juegos intermitentes (123). Se realizaron cuatro niveles de procedimientos entre las distintas etapas desde la población de referencia hasta la formación de los grupos de estudio y de control (Figura 1).

### 5.1. TAMAÑO DE LA MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

5.1.1. Población de Referencia: Niños entre los 6 a 9 años con sobrepeso y obesidad, matriculados en instituciones educativas de la ciudad de Neiva. Se invitaron a participar a todas las instituciones educativas de la ciudad de Neiva que tenían estudiantes de básica primaria, para focalizar la población.

5.1.2. Población experimental: La población experimental fueron todos aquellos niños con peso por encima del percentil 85, que se lograron motivar durante la focalización, en relación con su escala de crecimiento y desarrollo para Colombia (124), según lo sugiere el estudio de Cole *et al.* (125).

5.1.3. Participantes-Muestra Experimental: Para determinar la muestra experimental, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. Los participantes posteriormente se dividieron de forma aleatoria en grupos de intervención para la estrategia de alta intensidad y grupo control para la estrategia de mediana intensidad.

#### 5.1.3.1. Criterios de inclusión

- Niños de 6 a 9 años con consentimiento de sus padres o tutores y que estén acuerdo en participar
- Niños clínicamente sanos verificado mediante examen médico según la Guía Clínica de evaluación cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría (Anexo D) (113).
- Niños con peso por encima del percentil 85 en relación con su escala de crecimiento y desarrollo para Colombia (124) y según lo sugiere el estudio de Cole *et al.* (125).
- Niños incluidos en el sistema general de seguridad social

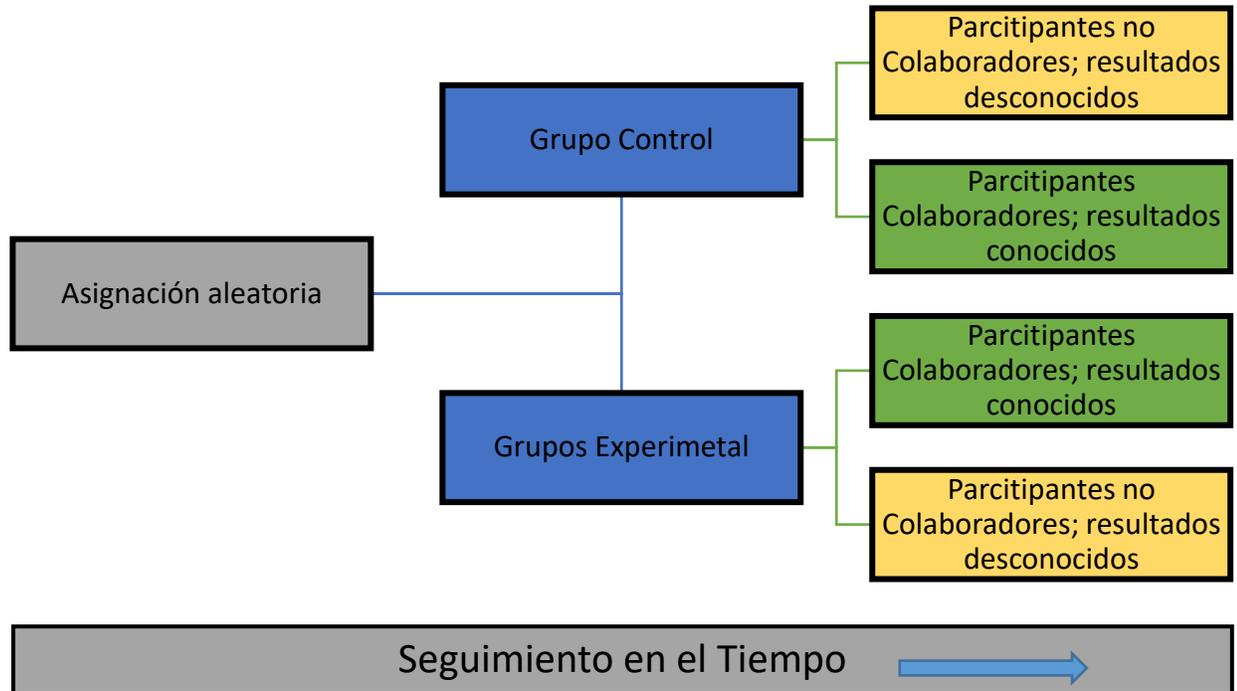
#### 5.1.3.2. Criterios de exclusión:

- Niños con enfermedades osteomusculares que limiten o contraindiquen la actividad física.
- Niños con enfermedades crónicas (asma crónica, enfermedad renal, diabetes), o que hayan recibido medicamentos que alteran la composición corporal o la secreción de insulina como glucocorticoides.
- Niños que en el examen médico hayan mostrado antecedentes cualquier historial o evidencia de enfermedad cardíaca.
- Niños con hipertensión (definida como presión arterial por encima del percentil 95 para valores sistólicos o diastólicos).
- Niños con trastorno de hipersensibilidad por déficit de atención diagnosticado.
- Niños que a discreción clínica no puedan participar o que hayan presentado algún síntoma (disnea, dolor precordial, palpitaciones, entre otros) durante la prueba de aptitud física.

5.1.4. Muestra: La muestra para este estudio fue de 29 niños en el grupo control o grupo MIIT y 33 niños en el grupo de HIIT escogidos de forma aleatoria entre los niños y niñas los cuales tenían autorización de sus tutores y aceptaron participar voluntariamente y que cumplieron con los criterios anteriores. La muestra se calculó con base en el estudio de Biljon *et al.* (126) en el programa Epidat versión 4.1, para lo cual se aplicó la fórmula para comprobación hipótesis (127), con base en diferencias de medias de grupos independientes diferencia de medias a detectar de: 0,41 en la variable del gráfico de Poincaré con respecto a la desviación estándar incluida 1 (lnSD1, ms) en el análisis no lineal de la VFC, desviaciones estándar esperadas población 1: 0,45 y desviaciones estándar esperadas población 2: 0,68 con un nivel de confianza 95,0% y una potencia del 80 %.

5.1.5. Muestreo: Se utilizó un muestreo de tipo probabilístico, donde todos los individuos tuvieron la misma probabilidad de estar en el grupo de intervención y en el grupo control. Para la asignación de tratamiento a sujetos, se aplicó un algoritmo en el que cada vez que se va a asignar un nuevo sujeto a algún grupo, la probabilidad de que ese sujeto quede asignado a dicho grupo sea inversamente proporcional al número de individuos incluidos en él hasta ese momento. De ese modo, la asignación va prosperando "equilibradamente". Se realizó a través del programa Epidat versión 4,1.

Figura 1. Flujograma Estructura del ensayo clínico controlado ciego aleatorizado



Fuente Elaboración Propia

## 5.2. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y PRUEBAS DE LABORATORIO

Operacionalización de variables (Anexo L)

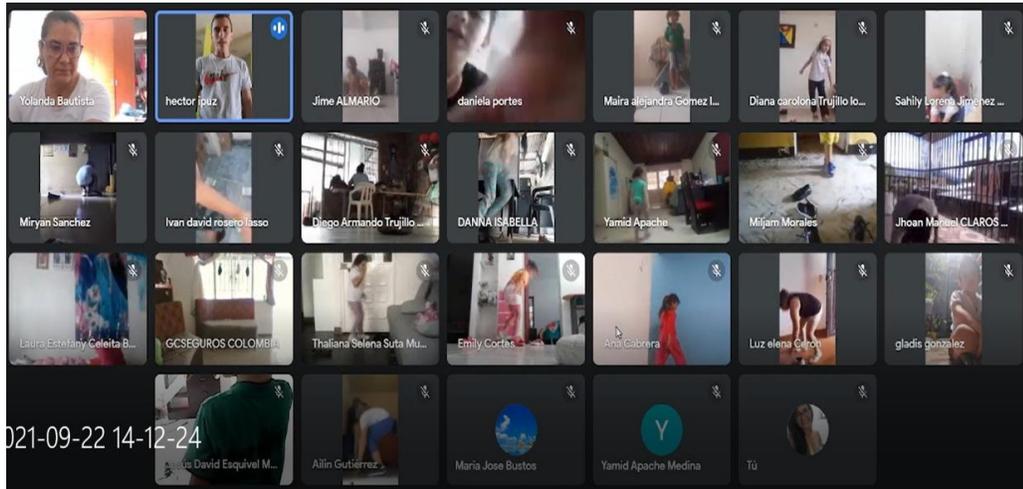
El proyecto se desarrolló en 7 fases de investigación:

5.2.1. Fase I: El investigador principal realizó una invitación a los diferentes colegios de la ciudad de Neiva con estudiantes en el rango de edad de interés. Seis colegios aceptaron participar: 3 privados y 3 públicos. Se realizó una visita y acercamiento a las familias de los niños, se citó a los padres de familia de los niños para explicar el objetivo y la justificación del estudio. Después de este primer acercamiento, se produjo la suspensión de las clases y el confinamiento consecuencia de la pandemia por COVID-19. Un colegio público aceptó que se continuara con las actividades.

5.2.2. Fase II: Pese al confinamiento se decidió realizar la prueba piloto con la participación de 25 sujetos, implementado sesiones de Juegos de alta intensidad

(HIIG) mediadas por la tecnología, intervención que duró 20 semanas (Figura 2, 3 y 4) (ver en resultados en Fase II artículo sometido de la prueba: Anexo N).

Figura 2. Intervenciones de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas



Fuente Elaboración Propia

Figura 3. Intervenciones de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas



Fuente Elaboración Propia

Figura 4. Evaluaciones antropométricas de la prueba piloto, en sesiones virtuales sincrónicas



Fuente Elaboración Propia

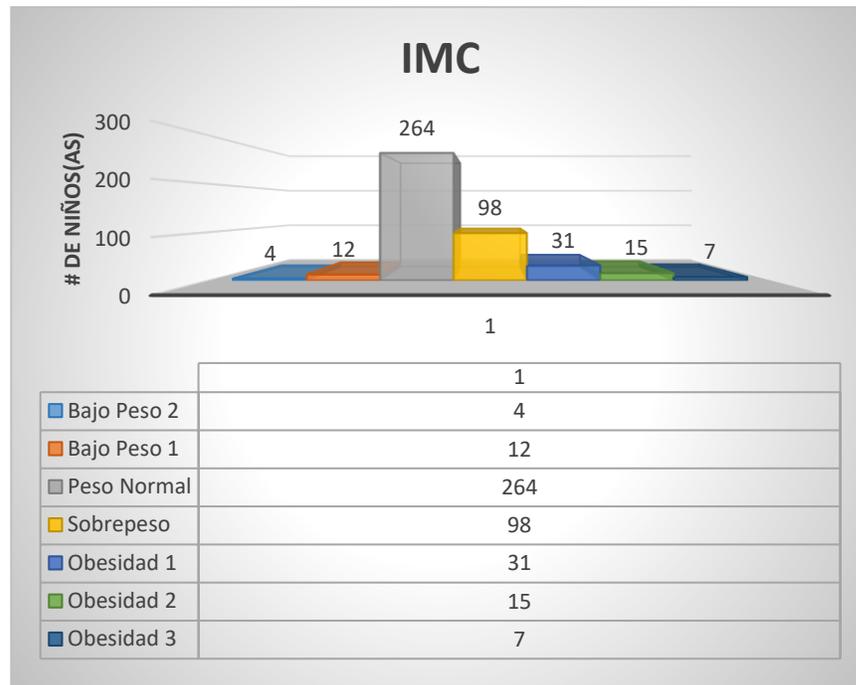
5.2.3. Fase III: Previa sensibilización a los padres, niños y educadores y firma del consentimiento institucional del colegio, se realizó un tamizaje de peso y talla (Tabla 1, Figura 5) a todos los niños de 6 a 9 años del colegio (431 niños en total) de los cuales el 31% tuvieron algún grado de obesidad o sobrepeso.

Tabla 1. Tamizaje de peso y talla

| Total, Evaluados       | n= 431 | %    |
|------------------------|--------|------|
| Niños riesgo*          | 151    | 31,3 |
| Niños de peso adecuado | 264    | 35,0 |
| Niños con bajo peso    | 16     | 3,7  |

\*Riesgo de Obesidad o Sobrepeso

Figura 5. Distribución de peso y talla del tamizaje inicial



Fuente Elaboración Propia

5.2.4. Fase IV: Los niños que resultaron con algún grado de obesidad o sobrepeso ( $n=151$ ) se citaron junto con sus padres, madres y acudientes para la firma del consentimiento (Anexo C) y asentimiento informado (Anexo D), donde se explicaron a fondo los procedimientos y su importancia, riesgos y beneficios. De los estudiantes con riesgo, se presentaron 74 niños y niñas acompañados de su acudiente para valoración y firmados los consentimientos, los niños con autorización y que deseaban participar libremente se evaluaron para elegir a los sujetos aptos para el proceso tanto experimental como de control de forma aleatoria (Figura 8). A todos los niños se les realizaron las pruebas que se describen a continuación:

5.2.4.1. *Valoración Médica:* Fue llevada a cabo por un médico deportólogo en compañía del tutor legal del menor y previa explicación de los procedimientos al menor y al acudiente, que incluyó examen físico completo, revisión de antecedentes familiares y personales, evaluación de signos vitales incluida presión arterial, saturación de oxígeno, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, registro electrocardiográfico de 12 derivaciones en reposo en electrocardiógrafo Schindler®, según lo especificado en la Guía Clínica de Evaluación Cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría, un registro de 10 minutos en reposo de la derivación II (Figura 6 y 7), en el equipo Power Lab, para determinar la variabilidad e la frecuencia cardiaca (VFC) en reposo inicial (Anexo D)

(3), (128).

De los 74 niños valorados se encontraron siete niños y niñas no aptos para realizar ejercicio físico de moderada y alta intensidad (se siguió la ruta de atención del Anexo M) (Figura 9).

Figura 6. Evaluaciones electrocardiográficas y valoración medica



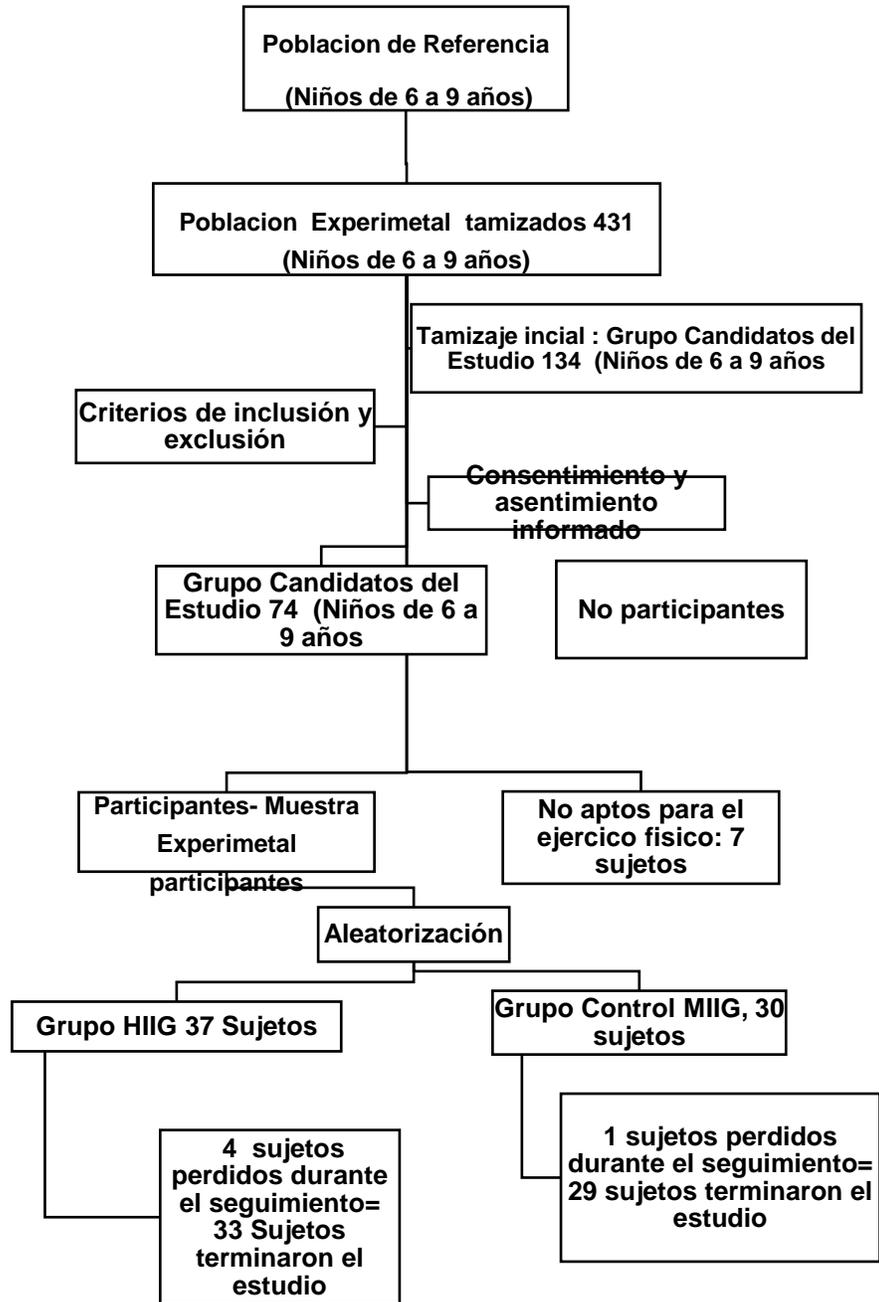
Fuente Elaboración Propia

Figura 7. Evaluaciones electrocardiográficas y valoración



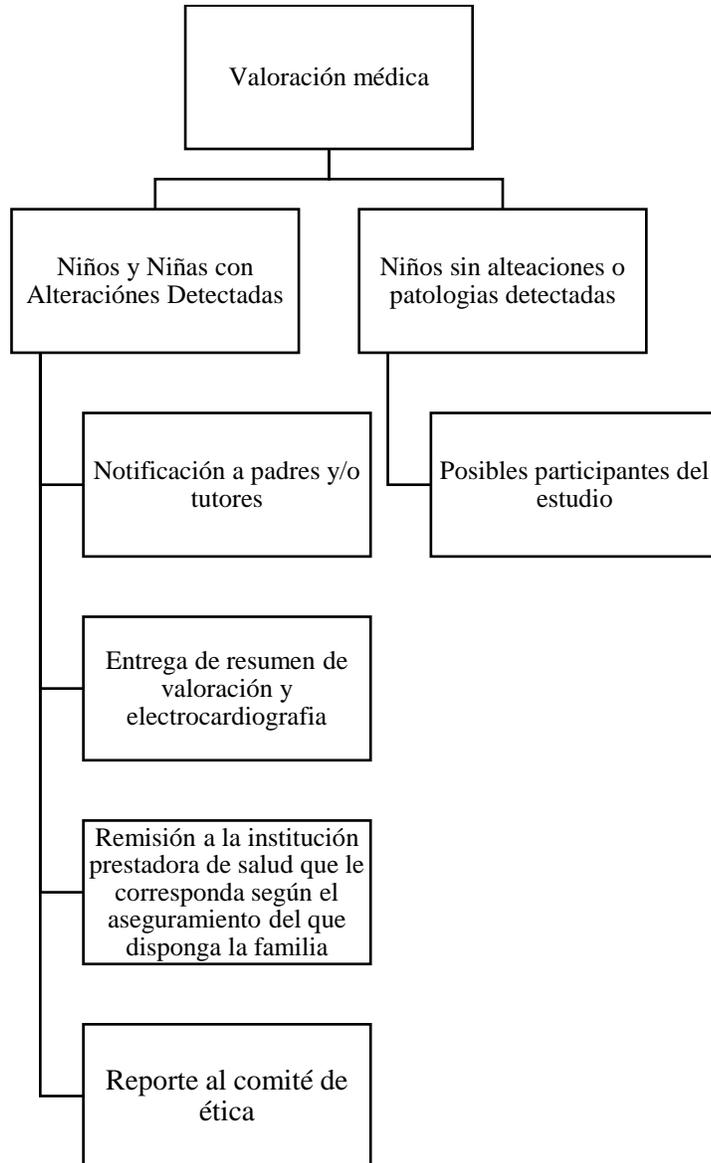
Fuente Elaboración Propia

Figura 8. Flujograma para la Metodología de investigación ensayo clínico controlado ciego



Fuente Elaboración Propia

Figura 9. Ruta de atención de para niños y niñas con alteraciones detectadas durante la valoración Médica



Fuente Elaboración Propia

5.2.5. Fase V: Evaluación de tamizaje previo para los niños que cumplieron con todos los criterios de inclusión y exclusión y finalmente fueron incluidos. Para determinar el consumo máximo de oxígeno basal se realizó la prueba de aptitud física de Course navette: Esta prueba fue realizada por un licenciado en educación física y el investigador principal con consentimiento del padre, madre o tutor legal

del menor en las instalaciones del colegio. Todos los niños realizaron una prueba de Course navette o carrera de 20 m para determinar su capacidad cardiorrespiratoria, determinar la potencia aeróbica máxima y calcular el  $VO_2\max$ . Esta prueba se encuentra validada para edades de 6 a 15 años por Leger *et al.* (129).

5.2.5.1. *Detalle de la prueba de aptitud física prueba de Course navette*: Los sujetos iniciaron la prueba caminando y la finalizaron corriendo. Se desplazaron de un punto a otro situado a veinte metros de distancia al ritmo indicado por una señal sonora, que fue un silbato que se aceleraba progresivamente. El objetivo fue llegar al otro punto en el momento que sonó el silbato y se hizo un cambio de sentido para encaminarse al punto inicial al que debían llegar cuando volviese a sonar la señal y así sucesivamente (para esta prueba se dispuso de un metrónomo digital con bocina). El momento en el que el sujeto interrumpió la prueba es el que indica su resistencia cardiorrespiratoria. La velocidad de inicio promedio fue de ocho kilómetros por hora, el primer minuto aumento a nueve kilómetros por hora y, cada minuto aumentó el ritmo medio kilómetro por hora. La prueba finalizó cuando no pudieron seguir el ritmo marcado (Figura 10). Para determinar los valores del  $VO_2\max$  se tomó la máxima velocidad a la que ha conseguido desplazarse antes de pararse y se introdujo este valor en la siguiente fórmula:

$$VO_{2\max} = 31.025 + 3.238 \times (X) - 3.248 \times (A) + 0.1536(A) \times (X)$$

$VO_{2\max}$  = Consumo máximo de oxígeno  
X = la velocidad a la que se paró el sujeto  
A = La edad del sujeto

Figura 10. Evaluaciones de aptitud física prueba de Course Navette



Fuente: Elaboración Propia

5.2.5.2. *Medición de los niveles de salivales de Biomarcadores de obesidad:* Se recolectó saliva entera no estimulada de todos los sujetos siempre en compañía de padre, madre o tutor legal del menor. Se solicitó que cada individuo se abstuviera de comer, beber, o cepillarse los dientes durante al menos 60 minutos antes de la recolección. Las muestras de saliva se colectaron entre las 9 a.m. y las 12 del mediodía mediante la técnica del babeo, como se ha realizado en estudios similares (130), (131), (132), (133).

Cada sujeto pasó por un proceso de enjuagado con agua previa y luego con la técnica de babeo en posición vertical permitiendo que la saliva drene en el tubo. Se colectaron de 2 a 5 ml de saliva completa de cada individuo. Para la conservación de la muestra de saliva, el tubo de ensayo se colocó en hielo a 8°C y se congelaron a -80°C. Las muestras de saliva se analizaron con un ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA): método ELISA-sándwich utilizando kits de inmunoensayo disponibles comercialmente para determinar niveles de IL-6, TNF- $\alpha$ , leptina, adiponectina e insulina (130), (131), (132), (133).

5.2.5.3. *Medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca.* La medición de la variabilidad de la frecuencia cardiaca la realizó la investigadora principal con base en las guías ambulatorias de electrocardiografía siempre en compañía de padre, madre o tutor legal del menor (134). Esta se basa en el registro del electrocardiograma durante periodos continuos. Los requerimientos mínimos para un óptimo registro de suficiente calidad para que estos puedan ser debidamente interpretados se inician con la disposición de los cinco electrodos bipolares (dos positivos, dos negativos y uno indiferente) adecuados, fabricados con

cloruro de plata, los cuales estarán correctamente aislados evitando fugas o entradas de corriente, adheridos con discos adhesivos plastificados en piel sin vellos sobre planos óseos donde dichos electrodos son conectados en sus extremos a cable terminal dirigido hacia el hardware Biocare ECG-2000 para PC Estándar (sin ordenador portátil) (135). Previo al registro los sujetos deben estar en estado basal, en un ambiente tranquilo, temperatura de 21°C a 24°C, humedad entre 40 y 60%, sin haber consumido bebidas estimulantes con cafeína. Los niños se orientaron para permanecer en reposo, evitando hablar o alterar la respiración durante el registro (Figura 11).

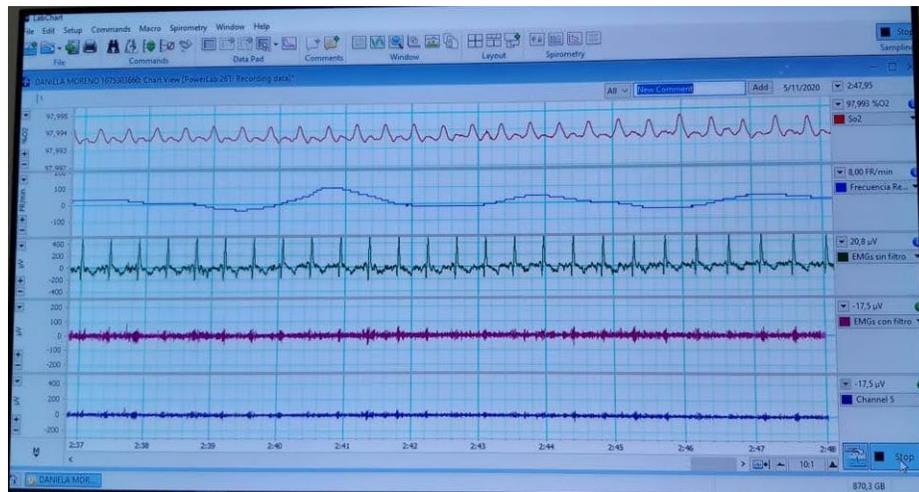
Para probar la técnica y su veracidad y reproductibilidad se realizó un estudio con jóvenes adultos siguiendo la misma técnica, se adjuntan resultados en la publicación Rodríguez-Triviño *et al.* (2022). Masa muscular y control autonómico cardiaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio. Salud UIS, 54. <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22050>, (<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/12739>) (Anexo M)

Figura 11. Registro de R-R, (A) Sujeto Adulto para prueba del registro (B) Registro

A.



B.



Fuente: Elaboración Propia

### 5.3. PROTOCOLO DE VALORACIÓN Y SEGUIMIENTO NUTRICIONAL

La valoración nutricional fue realizada por un médico especialista en nutrición deportiva certificado en ISAK 2 siempre en compañía del acudiente legal del menor. La valoración incluyó una consulta inicial, exploración de antecedentes familiares y conductas nutricionales como aparecen en el Anexo G, seguido a esto se realizaron las mediciones iniciales de los parámetros antropométricos peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC), perímetros y pliegues según los estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas del Manual ISAK, publicado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (136), seguido de esto se realizó seguimiento y educación en hábitos nutricionales por parte de una enfermera, se aportó una cartilla para profesores, padres y tutores, se socializó, durante las jornadas de educación nutricional y hábitos de vida saludable, al final de la intervención se realizó una nueva valoración para medición de variables y verificar los progresos, esto se realizó igual para todos los grupos del estudio.

Figura 12. Flujograma de valoración y seguimiento nutricional



Fuente: Elaboración Propia

5.3.1. Medición inicial de los parámetros antropométricos: La medición inicial del peso y las variables de porcentajes de masa grasa y muscular se utilizó la técnica de bioimpedancia en la báscula pediátrica (Tanita BF-689) para ser comparada con la medico de pliegues; validada para población infantil, los cuales fueron realizados durante la valoración nutricional por parte del médico especialista en nutrición deportiva.

- Adicionalmente se determinaron el peso, la talla, el índice de masa corporal (IMC), perímetros y pliegues según los estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas del Manual ISAK, publicado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (136).

5.3.1.1. *Peso (kg)*: Se determinó el peso en kg, cada infante se colocará en posición erecta y de espaldas a la realización del registro, el cuerpo del sujeto no debe hacer contacto con nada a su alrededor, debe situarse en el centro de la balanza, se utilizará una balanza debidamente calibrada.

Figura 13. Medición de Peso en la báscula pediátrica (Tanita BF-689)



Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.2. *Talla (cm)*: Se midió la distancia en cm desde el vértex hasta las plantas de los pies del sujeto, el cual debe permanecer de pie y los talones, región occipital de la cabeza, glúteos, y región espalda debe mantener contacto con el plano vertical del tallímetro. Se le indicó al sujeto estudiado que fije su mirada la frente, así como hacer una inspiración profunda al momento de realizar la medición. Para este procedimiento se utilizó un Tallímetro marca IBM ®.

Figura 14. Medición de Talla



Fuente: Elaboración Propia

5.3.1.3. *Perímetro de la cintura (cm)*: Se tomó la medida de la circunferencia en cm, el sujeto estudiado se mantuvo de pie, y se pasó la cinta métrica flexible 1 cm por debajo del ombligo o por arriba de la cresta iliaca derecha; en caso de dificultades por la adiposidad el abdomen, se colocó el sujeto de cubito lateral para encontrar la referencia ósea o punto medio entre la última costilla y el borde superior de la cresta ilíaca, para la medición de todos los perímetros se utilizó el metro marca Seca®.

5.3.1.4. *Perímetro de la cadera (cm)*: Se midió el diámetro en cm a nivel de la mayor circunferencia glútea, aproximadamente por encima de la sínfisis púbica. El sujeto colocó sus brazos cruzados ligeramente separados, sobre el tórax hacia delante, el objetivo es no interferir con medida o contraer los músculos glúteos.

5.3.1.5. *Perímetro del bíceps relajado (cm)*: Se midió el diámetro en cm a nivel de la mayor por el punto medio de la distancia acromio-radial con el sujeto de pie con los brazos relajados a ambos lados del cuerpo.

5.3.1.6. *Perímetro del bíceps contraído (cm)*: El sujeto colocó en supinación completa su brazo y lo contrajo a 45° aproximadamente de flexión. El objetivo fue tensar al máximo los músculos flexores del brazo, se tomó el máximo perímetro alcanzado con una cinta métrica.

5.3.1.7. *Perímetro del muslo (cm)*: Se midió el diámetro del muslo por debajo del pliegue glúteo. El sujeto estuvo de pie con las piernas separadas, distribuyendo el peso de forma homogénea, con la cinta métrica se rodeó para generar la medición.

5.3.1.8. *Pliegues (mm)*: Todos los pliegues se realizaron con el uso del plicómetro (Slimguide®), el sujeto se mantuvo en posición erecta con los músculos relajados, se marcó el sitio de medición de cada pliegue, se debió atrapar con firmeza usando el dedo índice y pulgar de la mano no dominante las dos capas de piel y tejido adiposo subcutáneo y mantener el compás con la mano dominante perpendicular al pliegue, debió tenerse en cuenta el sentido anatómico del pliegue, sin atrapar el músculo. Se tomaron los cuatro pliegues recomendados para el análisis pediátrico (137): pliegue bicipital, pliegue tricípital, pliegue suprailíaco, pliegue subescapular.

5.3.1.9. *El índice de masa corporal (IMC) o índice de Quételet (kg/m<sup>2</sup>)*: Se calculó dividiendo el peso corporal (en kilogramos) entre el cuadrado de la estatura (en metros cuadrados), para la población escolar, se categorizó de acuerdo con las tablas de percentiles de índice de masa corporal para sexo y edad de la OMS 2007, en normo peso (Percentil mayor de 5 y menos de 85), sobrepeso (Percentil 85 al 95), obesidad (Percentil mayor de 95).

5.3.1.10. *Índice cintura-talla*: Se calculó el cociente entre la circunferencia de la cintura y la altura, ambos medidos en las mismas unidades, para niños adolescentes se considera adecuado entre 0,46 a 0,51, corresponden a sobrepeso 0,52 a 0,63 y valor mayores a 0,64 se consideran obesidad (138).

$$\text{Índice cintura/talla} = \frac{\text{Perímetro de la cintura (cm)}}{\text{Talla (cm)}}$$

5.3.1.11. *Índice cintura-cadera*: Se calculó la relación entre el perímetro de la cintura (cm) dividido por el perímetro de su cadera (cm), los valores para niños son 0,8 y para niñas 0,9, los valores superiores están clasificados como sobrepeso y obesidad (139).

$$\text{Índice cintura/cadera} = \frac{\text{Perímetro de la cintura (cm)}}{\text{Perímetro de la cadera (cm)}}$$

5.3.1.12. *Composición corporal:* Se determinaron a través de bioimpedancia con la báscula pediátrica (Tanita BF-689); validada para población infantil.

Figura 15. Medición de Pliegues y diámetros.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16. Equipo de tamizaje inicial, finalización de la jornada



Fuente: Elaboración Propia

5.3.2. Fase VI: Todas las intervenciones se realizaron en cumplimiento de las recomendaciones SPIRIT para la realización de estudios cuasi y experimentales (140). Todas las actividades se realizaron según las recomendaciones del Ministerio de Salud y Protección Social, con respecto al distanciamiento social y la necesidad de retomar la actividad física en la infancia, en el escenario post pandemia; algunas de las intervenciones se realizaron de manera virtual (educativas), se adjuntó Protocolo de bioseguridad como Anexo I (9). Las actividades educativas, socialización y capacitaciones se realizaron en el colegio, pero la intervención de juegos se realizó en un espacio deportivo al aire libre en el colegio a petición de los padres, para prevenir contaminación tuvieron profesores y horarios diferentes coordinados con los docentes del colegio.

5.3.3. Grupo HIIG: Las intervenciones se realizaron por un licenciado en educación física, recreación y/o deporte y el investigador principal. Se sugirieron recomendaciones nutricionales generales, en una consulta inicial con seguimiento telefónico y reuniones educativas con padres, maestros y niños. El programa de juegos infantiles de alta intensidad duro 16 semanas, según lo estipulado en el estudio de Biljon *et al.*(126), en el cual se encontró diferencias significativas sobre la VFC, con un programa de 6 semanas, la intervención se realizó a través de juegos tradicionales colombianos, algunos son similares al HIIG, como “la lleva”, “congelados”, “relevos” (24). En este grupo las actividades incluyeron 3 sesiones

semanales. La dinámica de entrenamiento se diseñó con base en los estudios de Reyes-Amigo *et al.* 2020, Baquet *et al.* 2010; Bendiksen *et al.* 2014; Lambrick *et al.*, 2016; Lau *et al.* 2015; (24), (31), (14), (141), (30), (142). Los juegos tuvieron una duración de 6 minutos con 2 minutos de pausa, cuatro juegos por sesión; que es lo establecido para niños de estas edades según los autores citados. La sesión se divide en 5 minutos de calentamiento, 36 minutos de intervención y 8 minutos de enfriamiento. La intensidad varía entre 85–95% de FC max, Según la ecuación de Tanka *et.*, al.  $FC\ max = 208 - 0,7 \times edad$  (143) (144). la cual fue supervisada con monitoreo continuo Polar H10 ® - Correa de pecho y el software para grupos de Polar®. Esta modalidad de entrenamiento está basada en lo establecido para niños preadolescentes en los estudios de Reyes-Amigo *et al.* 2020 y Lambrick *et al.* 2016; (24), (30).

#### 5.3.3.1. *Bloque de entrenamiento:*

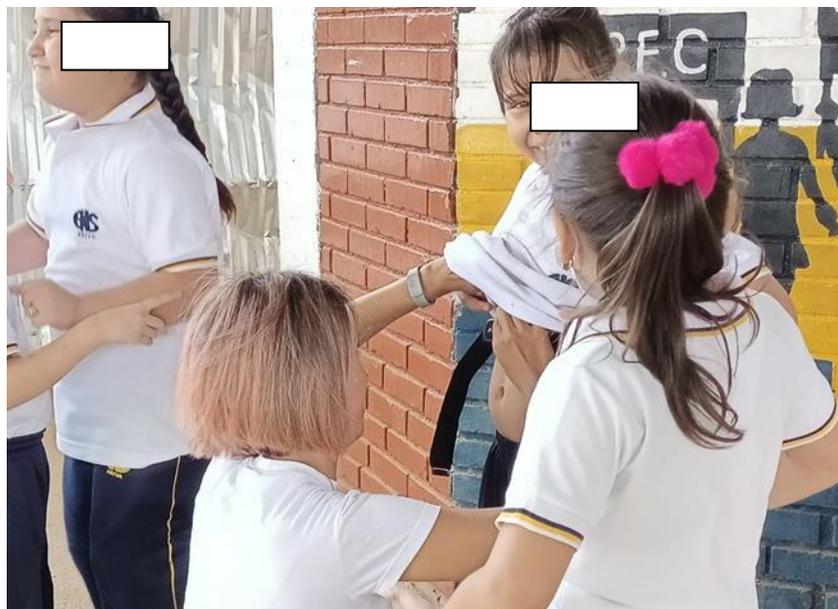
Duración: 24 minutos de actividad intensa  
Reposo: 8 minutos de reposo total  
Medio de entrenamiento: juegos de alta intensidad  
Medida de intensidad: FC max >85%  
Repeticiones: 4 juegos

5.3.4. Grupo MIIG o control: Las intervenciones se realizaron por licenciado en educación física, recreación y/o deporte y el investigador principal. Se sugirieron recomendaciones nutricionales generales, en una consulta inicial con seguimiento telefónico. El programa de actividad física de mediana intensidad durante 12 semanas (24). Las actividades de mediana intensidad son muy parecidas con la impartida en la clase de educación física. En este grupo las actividades incluyeron 3 sesiones semanales, con seis episodios de 10 min a 65% al 85% de frecuencia cardíaca máxima (FC max) la cual fue supervisada con monitoreo continuo Polar H10 ® - Correa de pecho y el software para grupos de Polar® separados por 5 min de recuperación.

#### 5.3.4.1. *Bloque de entrenamiento:*

Duración: 60 minutos de actividad moderada  
Reposo: 30 minutos de reposo  
Medio de entrenamiento: juegos de mediana intensidad  
Medida de intensidad: FC máx. 65% al 85%  
Repeticiones: 6 juegos

Figura 17. Posicionamiento monitoreo continuo Polar H10 ® - Correa de pecho



Fuente: Elaboración Propia

#### 5.4. PROTOCOLO DE LA INTERVENCIÓN

**Tabla 2** Diseño de una sesión de entrenamiento (Ejemplo)

|  |   |
|--|---|
| Grupo experimental 1: Sesión de Juegos de Alta Intensidad (HIIG)   | Grupo Control 2: Sesión de Juegos de Mediana Intensidad (MIG)   |
| Calentamiento (5 min): trotar en el puesto 1 minuto, saltos con brazos y piernas 1 minuto y carrera adelante atrás 1 min, (2 repeticiones) | Calentamiento (10 min): trotar en el puesto 1 minuto, saltos con brazos y piernas 1 minuto y carrera adelante atrás 1 min, (3 repeticiones) |
| Episodio 1: 6 min (Juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de FC máx. Con micro pausa de 15   | Episodio1: Juego 1 (10 min 65% de FC máx.): juego la “Lleva”  |

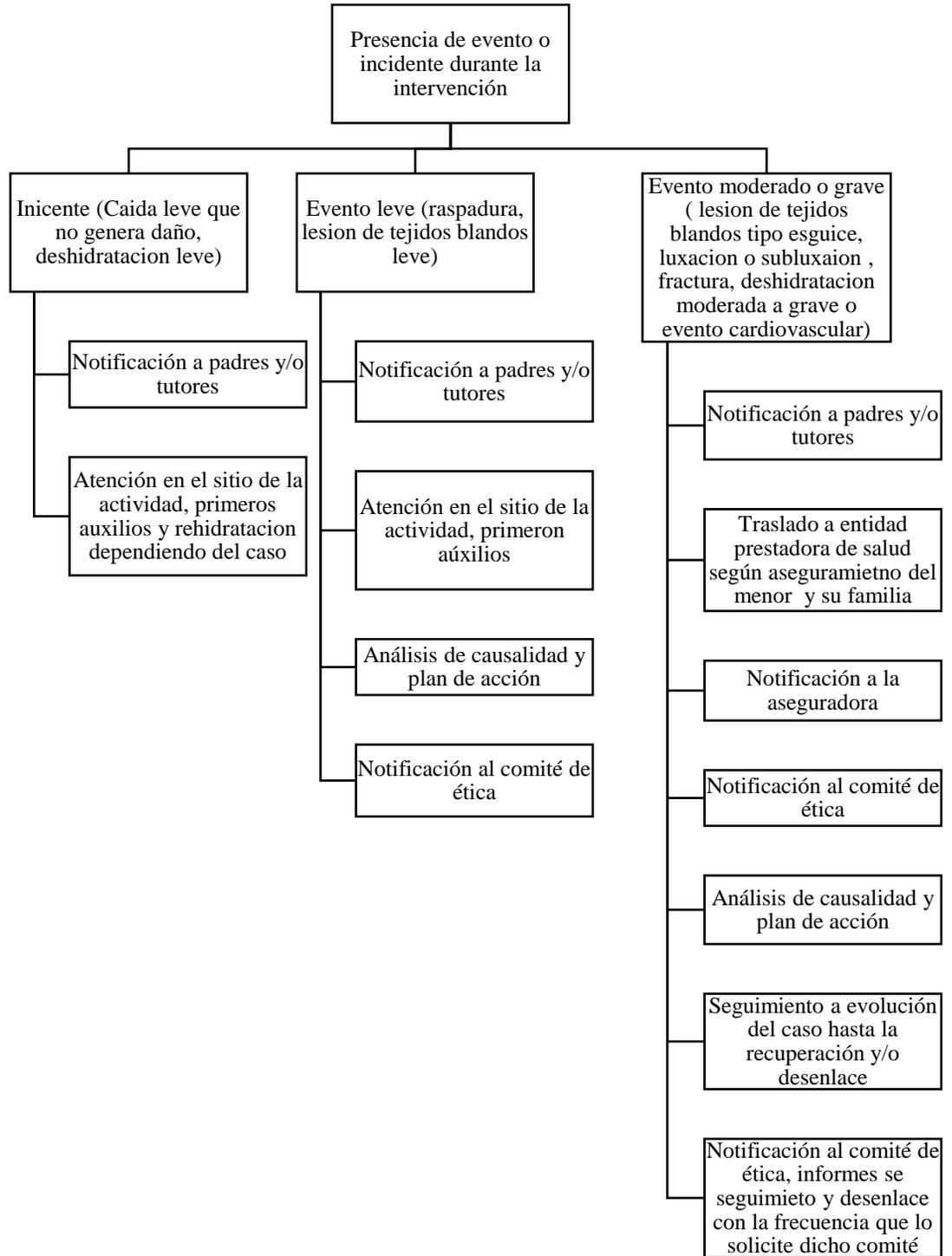
|   |   |
|---|---|
| segundos): Carrera de 10 m; lleva la mayor cantidad de pelotas en 1 min, micro pausa de 15 segundos (6 series).   | Descanso (5 min)  |
| Descanso total (2 min):   | Episodio 2: (10 min 65% de FC máx.): juego “Policías y ladrones en grupo”<br>Descanso (5 min)                           |
| Episodio 2: 6 min (Juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de FC máx. Con micro pausa de 15 segundos): Juego la Lleva en espacios reducidos en 4 apoyos 1 min, micro pausa de 15 segundos (6 series).            | Episodio 3: (10 min 65% de FC máx.): Juego “congelados”<br>Descanso (5 min)   |
| Descanso (2 min):   | Episodio 4 (10 min 65% de FC máx.): ronda infantil el lobo”<br>Descanso (5 min):  |
| Episodio 3: 6 min (Juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de FC máx. Con micro pausa de 15 segundos): juego Policías y ladrones en parejas, atrapar con el aro en 1 min, micro pausa de 20 segundos (6 series). | Episodio 5 (10 min 65% de FC máx.): ronda infantil “el puente está quebrado”<br>Descanso (5 min):                       |
| Descanso (2 min):   | Episodio 6 (10 min 65% de FC máx.): juego “el escondite americano”  |
| Episodio 4: 6 min (juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de FC máx. Con micro pausa de 15 segundos): juego “Congelado, corre no dejes que te toque el balón o que te atrapen por 1 min”, micro pausa 15        | Estiramiento y enfriamiento (8 min)<br>De vuelta a la calma:<br>Microcápsula de sensibilización de hábitos de vida sana |

|  |  |
|--|--|
| segundos, vuelve a correr  |  |
| Estiramiento y enfriamiento (8 min)<br>De vuelta a la calma: Microcápsula de sensibilización de hábitos de vida sana |  |
| 24 minutos de actividad intensa<br>Actividad total: 49 minutos la sesión   | 60 minutos de actividad moderada<br>Actividad total: 108 minutos la sesión |

#### 5.5. RUTA DE ATENCIÓN EN CASO DE QUE SE PRESENTE EVENTO ADVERSO, INCIDENTE O LESIÓN

Si durante la intervención no se presentó ningún incidente definido como “un acontecimiento no deseado o provocado durante las actividades de intervención que se realicen y que podría desembocar en un daño físico o una lesión” o evento que se define como “daño físico generado por la actividad a la que se sometió la persona en cuestión”, sin embargo, esta fue la ruta de atención que se tenía prevista.

Figura 18. Ruta de atención en caso de que se presente evento adverso, incidente o lesión



Fuente: Elaboración Propia

5.5.1. Fase VII: Durante esta fase, los niños tanto del grupo control como del grupo experimental, se les realizaron mediciones de las variables obtenidas en la Fase III, luego se procedió a realizar análisis estadístico.

5.5.2. Plan de análisis: Se planteó un plan de análisis por objetivos. En todos los análisis se aceptó un nivel de significación del 5% ( $\alpha=0,05$ ) junto con intervalos de confianza del 95%. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete programa Stata versión 15®. La información se registró, manejó y archivó solo por los investigadores en el programa Excel y MySQL que es el sistema de administración de bases de datos y provee la posibilidad de cifrar la información con el algoritmo de Advanced Encryption Standard (AES), un algoritmo de cifrado simétrico para proveer anonimato a los datos sensibles y proteger la base de datos, de manera que permite su comunicación, interpretación y verificación en forma precisa y garantiza la confidencialidad de los registros de los participantes. Esto se aplicó a todos los registros, independientemente del tipo de medio utilizado. Además, se contó con un equipo externo de monitoreo de datos.

## 5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis univariado descriptivo, según el nivel de medición de las variables, además se analizó el comportamiento de las variables a través de la prueba Shapiro-Wilk y se determinó si tenían o no una distribución normal. Las variables continuas fueron descritas con medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar). Las variables discretas se expresaron en frecuencias y proporciones.

Subsecuente se realizó el análisis bivariado según el comportamiento de las variables, pruebas paramétricas para las variables de comportamiento normal y pruebas no paramétricas para las que no resultaron con comportamiento normal (prueba t-Student para muestras pareadas, Wilcoxon signed-rank test, prueba t-Student, U de Mann Whitney). La comparación de las medias intragrupo antes y después de la intervención, se efectuó previa aplicación de diferencias de medias. Además, se realizó un análisis de Generalize Estimation Equation o GEE pareado en el que se realizó un modelo multivariado donde determinar si el peso y la grasa corporal estaban determinados por alguna variable dependiente incluida en un grupo (HIIG, MIIG) con medida repetida antes y después y se ajustaron con todas las variables de confusión e interacciones que se presentaron.

### 5.6.1. Posibles Sesgos:

5.6.1.1. *Sesgo de Selección:* El sesgo de selección hubiera podido presentar desde diferentes fuentes, puede que la población seleccionada para participar en el estudio no sea representativa de la población de referencia, para controlar esta fuente de sesgo, la muestra se calculó a partir de investigaciones

similares con un número de participantes representativos de la población objetivo.

Otra fuente de sesgo de selección podría ser que los grupos en comparación no sean similares en sus características basales debido a la forma en que han sido seleccionados. Para controlar este sesgo se realizó una asignación aleatoria a los grupos.

También se pudo presentar sesgo de selección si se presentase cualquier factor que influya sobre la posibilidad de los sujetos seleccionados de participar o permanecer en el estudio, como la inasistencia de cualquier participante el día de la realización de las sesiones de entrenamiento o las pérdidas del programa, esta fuente de sesgo se controló minimizando el rechazo de participación a través de la motivación y educación a sus familias, y minimizando las pérdidas de seguimiento las cuales se han incluido en el cálculo de la muestra para anticipar pérdidas.

5.6.1.2. *Sesgos de información:* En este estudio estaba en riesgo de presentar sesgo de información por error en la medición de las variables o la medición que produzcan diferencias en la precisión de información entre los grupos en comparación es decir sesgo de reporte, para controlar esta fuente de sesgo se tuvieron en cuenta registros objetivos; se utilizaran herramientas estandarizadas para cada medición y calibradas según los estándares de los fabricantes, además los investigadores se fueron entrenados en el uso de las herramientas utilizadas. Se llevó a cabo la elaboración de un protocolo preciso para la recolección de datos cuantitativos, así como de la aplicación del programa de entrenamiento (donde se detallan los procesos, personas e instrumentos relacionados con la obtención de datos) y entrenamiento adecuado de las personas encargadas de la recolección de datos.

El sesgo de información también puede generarlo el observador, para controlar dicho sesgo se mantuvo el enmascaramiento de grupo a los sujetos, dado que las actividades son similares; sin embargo, por las características del estudio no es posible realizar enmascaramiento de los observadores dado los cambios fisiológicos generan el reconocimiento del grupo. Puede haber factores que influyan de manera diferencial sobre la calidad de las mediciones que se realizan en el grupo de estudio y el grupo de control, como por ejemplo que el participante no informe sobre eventos como la ingesta habitual de alimentos hipercalóricos, o falta de información sobre antecedentes o datos sobre el periodo de nacimiento, y lactancia de los sujetos de estudio, adicionalmente.

## 5.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Esta investigación cuenta con el aval del Comité de Ética Institucional notificado en el Memorando 036 en el acta 004 número del 26 de noviembre de 2021 (Anexo

B).

Este estudio contó con la participación de personas que se consideran vulnerables; sin embargo, sus derechos y bienestar fueron estrictamente protegidos y su participación se justificó dado que responde a sus necesidades y prioridades y a las de la comunidad, ya que la obesidad infantil es problema grave de salud pública y requiere intervenciones planeadas y estratégicas.

El alcance de esta investigación se centra en tres puntos importantes. Primero, en la importancia de trabajar con edades escolares e incluirlos en programas de ejercicio con más supervisión dado que con frecuencia son excluidos. Segundo, la exploración de las disautonomías o la alteración del SNA se presenta en edades tempranas asociadas a la obesidad, el estudio ayudaría a establecer si este tipo de actividad física basado en el juego tiene impacto o genera modificaciones sobre el sistema autónomo dado que el rango de edad ha sido poco explorado o no concluyente en ese aspecto. Adicionalmente, y lo más importante, los biomarcadores que se han relacionado con obesidad generalmente se recolectaron a través de muestras de sangre y suelen añadir riesgo biológico, además de la dificultad de coleccionar muestras de sangre en menores de 10 años. Así que el impacto sería tanto a nivel local mejorando los índices de obesidad, condición física, disminuyendo riesgo cardiovascular, generando espacios de esparcimiento, y también a nivel mundial generando conocimiento científico sobre el tema.

Este estudio se realizó con bases en el Manual de Buena Práctica en Investigación Clínica 2002 de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es una guía para garantizar la seguridad y eficacia de productos y prácticas médicas y de salud necesarias para realizar una investigación clínica o de tipo experimental. Los ensayos clínicos controlados aleatorizados contribuyen de forma importante a garantizar la seguridad de tratamientos farmacológicos y no farmacológicos. Sin embargo, el Manual enfatiza que *"solo se puede confiar en dicha investigación si se lleva a cabo de acuerdo con los principios y normas a los que se hace referencia colectivamente como "Buena Práctica Clínica" (OMS, 2002)*. Todos los investigadores y personal que participara en este estudio realizaron el curso de Buenas prácticas Clínicas (BPC) (Anexo H), y cada uno tiene un perfil específico para las actividades dispuestas en el diseño metodológico.

Los trece principios del manual BPC de la Conferencia Internacional de Armonización de 1996 se relacionan con la seguridad, los derechos y el bienestar de los participantes o personas participantes del estudio y la validez y calidad de los datos de la investigación. En este estudio se garantizó cada uno de ellos de la siguiente manera:

5.7.1. Principio 1: Cada uno de los procesos que se llevó a cabo en este proyecto de investigación fue realizado teniendo en cuenta los principios éticos para

la investigación médica contemplados en la declaración de Helsinki que son Autonomía, Beneficencia, No maleficencia y Justicia. En consonancia con las normas de BPC y todos los requisitos reglamentarios aplicables. El principio de Autonomía, entendido como la libertad en la toma de decisiones se garantizó mediante la firma del consentimiento informado por parte de los padres y el asentimiento por parte de los niños participantes del estudio, estos documentos describen el objetivo y la manera en cómo se llevó a cabo la realización de las pruebas e intervenciones, así mismo menciona que el familiar aprobó la realización de este (Anexo C y D).

El principio de Beneficencia significa hacer el bien, los profesionales de salud y de otras áreas que participaron en este estudio, fundamentaron su accionar en ayudar a las personas que lo necesiten, contribuyendo así al bien tanto de los niños participantes, como de sus familias. Por otra parte, el principio de No Maleficencia hace referencia a no producir daño y prevenirlo, razón por la cual se llevó a cabo este proyecto para aportar nueva información que permitiera mejorar el estado de salud de los niños participantes y crear estrategias para mitigar y disminuir complicaciones de la obesidad en una población similar y los beneficios son superiores a los riesgos.

Respecto al principio de Justicia, que se basa en dar a cada uno lo necesario sin hacer discriminación de sexo, raza, ideología política o religiosa; este proyecto no hizo distinción alguna entre las familias participantes, ya que lo que se busca es aportar nueva información a la región mediante la caracterización e intervención de niños de todas las estratificaciones sociales que sufran obesidad o sobrepeso. Este trabajo aporta datos y estrategia importantes para la realización de futuros proyectos y políticas públicas de salud infantil.

5.7.2. Principio 2: Todos los riesgos o inconvenientes previsibles para los participantes del estudio han sido evaluados en relación con los beneficios previstos (Tabla 2).

5.7.2.1. *Beneficios del estudio:* La participación en este estudio tuvo diversos beneficios para los niños, niñas y sus familias que no son objetivos directos de este estudio:

- Se les brindó orientación nutricional familiar antes y durante el estudio a todos los niños y sus familias lo que no hace parte de los objetivos del estudio.
- En el colegio participante los investigadores diseñaron, entregaron y socializaron una cartilla con pautas claras y sencillas para mantener la recreación de manera creativa y saludable.

- Todos los resultados serán informados oportunamente y explicados a profundidad.
- Tanto el grupo control como el grupo experimental recibieron una intervención que tuvo beneficios comprobados para la salud de los niños y han sido probados como eficientes y adecuados, dado que se presentaron mejorías del IMC en cualquier caso y mínimos riesgos de lesiones.
- Se generará un espacio de integración y diversión para los niños, dado que la estrategia estaba centrada en juegos infantiles. Las actividades fueron divertidas y aptas para la edad, y dada la situación de pandemia y confinamiento fueron benéficas a nivel emocional y social.

5.7.2.2. *Riesgo del estudio:* Con respecto a la relación costo/riesgo beneficio: Los costos del proyecto son factibles, los riesgos son mayores al mínimo, ya que se realizó una intervención. Respecto a las sesiones de entrenamiento, las complicaciones más comunes fueron caídas leves, agotamiento físico y deshidratación. Las complicaciones menos frecuentes, lesiones en tejidos blandos (ej.: esguince) y fracturas. Los beneficios son superiores a los riesgos dado que esta terapia ha mostrado efectividad en el control de peso en población pediátrica y esto trae disminución de patologías agudas y crónicas asociadas. Para cada uno de los riesgos identificados, se planearon detalladamente formas de contención o minimización de esos riesgos (Tabla 3).

**Tabla 3.** Relación Riesgos/ Beneficios

| Frecuencia  | Riesgos del Estudio   | Prevención o Contención del Riesgo  | Beneficios no relacionados con los objetivos del estudio  |
|---|---|---|---|
| <p>Muy baja, La incidencia de MS en estos jóvenes atletas varía entre 0,5-2/100.000/año. La muerte súbita (MS), es la causa de mortalidad en atletas jóvenes durante el ejercicio</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evento de origen cardiaco, relacionadas con alteraciones estructurales y funcionales halladas en el ECG durante la evaluación predeportiva. A continuación, un listado de los trastornos electrofisiológicos detectables en el ECG.</li> <li>• Bradicardia sinusal</li> <li>• Bloqueo AV de 1er grado</li> <li>• bloqueo completo de rama izquierda</li> <li>• Repolarización temprana</li> <li>• Voltaje de QRS aislado con criterio de HVI</li> <li>• Onda T invertida</li> <li>• Depresión del segmento ST</li> </ul> | <p>Cumplir con los requisitos legales y de seguridad para los programas deportivos organizados según las Guía Clínica de Evaluación Cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría (128)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Valoración Médica por un médico deportólogo.</li> <li>○ Registro electrocardiográfico de 12 derivaciones en reposo</li> <li>○ Prueba de aptitud física prueba de Course navette: La cual será realizada, un licenciado en educación física, recreación y deporte (129).</li> </ul> <p>Cumplir con los criterios de inclusión y exclusión para explicar del estudio a los candidatos con mayor riesgo, de presentar este</p> | <p>1) Se les brindara orientación nutricional familiar antes y durante el estudio a todos los niños y sus familias.</p> |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ondas Q patológicas</li> <li>• Hipertrofia auricular izquierda</li> <li>• Voltaje de QRS aislado con criterio de HVI</li> <li>• Desviación a la izquierda del eje / HAI</li> <li>• Desviación a la derecha del eje / HPI</li> </ul> <p>HVD</p> | <p>tipo de eventos; además de informar a los padres o acudientes y remitir de inmediato a su EPS-IPS correspondiente</p>  |  |
| <p>20% de las consultas menores de 5 a 17 años son lesiones deportivas</p> | <p>2) Lesiones en tejidos blandos (ej: esguince) y fracturas, aunque general mente están relacionadas con el sobre entrenamiento a largo plazo, y dado que la intervención es de 12 semanas hay baja probabilidad</p>   | <p>Planificar un entrenamiento general y específico que contemple mejorar las cualidades físicas y sobre todo la técnica específica.</p> <p>Adaptar los entrenamientos al grado de madurez física, fisiológica y psicológica.</p> <p>Se brindará educación sobre la importancia del descanso adecuado para la recuperación y evitar el exceso de entrenamiento. Se brindará Educación en nutrición e hidratación. Se Utilizarán instalaciones</p> | <p>2) Las actividades dispuestas para este estudio los integraran a los niños</p> <p>Se generará un espacio de integración y diversión para los niños, dado que la estrategia está centrada en juegos infantiles, así se haga un seguimiento riguroso, las actividades son</p> |

|            |  |  |  |
|------------|--|--|--|
|            |  | y elementos deportivos adecuados.  | divertidas y aptas para la edad, y dadas la situación de pandemia y confinamiento son benéficas a nivel emocional y social.  |
| Frecuentes | 3) Caídas leves, agotamiento físico y deshidratación | Todas las intervenciones se realizarán de acuerdo al protocolo de ejercicio validado para el rango según los referentes teóricos (La dinámica de entrenamiento se diseñó con base en los estudios de Reyes-Amigo <i>et al.</i> 2020, Baquet <i>et al.</i> 2010; Bendiksen <i>et al.</i> 2014; Lambrick <i>et al.</i> 2016; Lau <i>et al.</i> 2015; (31), (14), (141), (30), (142), las cuales las llevara a cabo un profesional en ciencias del deporte o educador físico cualificado, adecuadamente planeadas. Para prevenir la deshidratación, se brindará adecuada hidratación durante las sesiones de entrenamiento. | <p>3) En los colegios participantes los investigadores diseñaron y socializaron una cartilla que con pautas claras y sencillas para mantener la recreación de manera creativa y saludable.</p> <p>4) Todos los resultados serán informados oportunamente y explicados a profundidad.</p> <p>5) Tanto el grupo control como el grupo experimental recibieron una intervención que tiene beneficio</p> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | <p>comprobados para la salud de los niños y han sido probados como eficientes y adecuados, dado que se presentaran mejorías del IMC en cualquier caso y mínimos riesgos de lesiones.</p> <p>6) El análisis de las variables endocrinas en la saliva, disminuye el riesgo del análisis parenteral y da información vital del estado de salud de niños y niñas</p> |
|--|--|--|--|

5.7.3. Principio 3: Los derechos, la seguridad y el bienestar de los participantes prevalecerán sobre los intereses de los investigadores, la ciencia y la sociedad.

5.7.4. Principio 4: La información no clínica y clínica disponible sobre las intervenciones de esta investigación estarán suficientemente disponibles y a profundidad para avalar el estudio.

5.7.5. Principios 5 y 6: Esta investigación está científicamente justificada y tiene la descripción de un protocolo claro y detallado, el cual espera aprobación de

un Comité de Ética Independiente, y se cumplirá estrictamente.

5.7.6. Principio 7: La atención médica será proporcionada por un médico cualificado, tanto en la valoración, como si es requerido en algún momento de las intervenciones deportivas. El participante será supervisado y cualquier sospecha de acontecimiento adverso será atendida.

5.7.7. Principio 8: Todas las personas implicadas en la realización de este estudio están cualificadas por su titulación, formación y experiencia para realizar cada una de sus funciones, descritas en la metodología.

5.7.8. Principio 9: Se obtuvo el consentimiento informado y asentimiento, otorgado de forma libre, para cada participante, cumpliendo el principio de autonomía, dando toda la información disponible tanto de riesgos como de beneficios (Anexo C y D).

5.7.9. Principios 10 y 11: La información será registrada, manejada y archivada solo por los investigadores en el programa Excel y MySQL que es el sistema de administración de bases de datos y provee la posibilidad de cifrar la información con el algoritmo de Advanced Encryption Standard (AES) es un algoritmo de cifrado simétrico, para proveer anonimato a los datos sensibles y proteger la base de datos, de manera que permita su comunicación, interpretación y verificación en forma precisa y que garantice la confidencialidad de los registros de los participantes, Esto se aplica a todos los registros, independientemente del tipo de medio utilizado.

5.7.10. Principio 12: Las intervenciones en la investigación se apegarán al protocolo aprobado, por el Comité de ética.

5.7.11. Principio 13: Se Implementarán medidas para asegurar la calidad de todos los aspectos del ensayo, dadas todas las medidas anteriormente descritas, con especial interés en asegurar la protección de los participantes y la fiabilidad de los resultados del ensayo.

De la política de Ética, Bioética e Integridad Científica de 2017: Se garantiza la integridad científica por parte de los investigadores, se promoverá las buenas prácticas en investigación, se evitará: El plagio, el fraude, la falsificación, la retención de datos, el conflicto de interés no declarado y la ausencia de consentimiento informado, la no inclusión de un autor en una publicación, la firma abusiva de un autor, la transgresión de la confidencialidad, la no conservación de datos experimentales, la inadecuada supervisión de estudiantes, la falta de difusión y socialización y el uso inadecuado de los resultados de ciencia tecnología e innovación (145).

Se tendrá en cuenta la resolución 8430 de 1993 en donde se establecen las normas técnico-científicas y administrativas para las investigaciones en salud. En esta investigación se realizará con seres humanos en la cual prevalecerá el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar.

Esta investigación se encuentra en la clasificación de investigación con riesgo mayor que el mínimo: ya que hace referencia a un estudio experimental y de intervención, para lo cual los investigadores realizarán el curso de buenas prácticas en investigación, también será registrado en ClinicalTrials.gov para su seguimiento y se tendrá la supervisión del comité de ética durante todo el desarrollo del estudio para lo cual estamos dispuestos a presentar avances en el momento que nos los soliciten, así como presentar informe de cada etapa del estudio, la firma de consentimiento informado por parte de los tutores y los asentimientos por parte de los niños. Para dicho propósito se explicará ampliamente a las familias el objetivo del estudio y el procedimiento a realizar y se involucrarán en las actividades de intervención, aportando a la actividad física familiar, una vez explicado; se solicitará firmar el documento como evidencia de conocimiento y aprobación de lo que se va a realizar. Por otra parte, cada uno de los procedimientos contarán con la aprobación del comité de Bioética de la Universidad Surcolombiana y el beneplácito de la secretaria de Educación Municipal, así como los colegios participantes. Toda la información será devuelta a los participantes de la investigación e instituciones que voluntariamente participaron. Igualmente se presentará a la Secretaría de Educación Municipal.

El alcance de esta investigación, dado que es una investigación experimental es llenar el vacío en el conocimiento que existe sobre el comportamiento de variables fisiológicas de este tipo de entrenamiento, adicionalmente se pretende causar impacto social beneficiando a personas de todas las estratificaciones sociales de entrenamiento y seguimiento por profesionales de la salud.

## 5.8. CONFIDENCIALIDAD

Los creadores de este proyecto declaramos que la información recolectada en el presente trabajo pertenece a la Universidad Surcolombiana y que la misma será considerada sensible y de carácter exclusiva en su divulgación, administración y uso.

Al mismo tiempo, advertimos que, durante el desarrollo de la investigación se respetaron todos los derechos de propiedad intelectual que tienen las terceras personas y que se exime de toda responsabilidad a la Universidad Surcolombiana de cualquier compromiso en caso de un reclamo por esta causa. En caso de reclamo, serán los investigadores quienes den respuesta a ello (Anexo E).

5.8.1. Derechos de Autor de las instituciones participantes. Con relación a los Derechos Morales de este trabajo son propiedad intelectual de su autora principal y los productos académicos que se produzcan como resultado de él, donde se reconoce paternidad del autor sobre la obra realizada y el respeto a la integridad de la misma. El grupo de asesores que colaboren en el desarrollo de los productos académicos que están por fuera de este documento serán reconocidos a través de las publicaciones que se generaren y donde participen como autores de las diversas instituciones respetando sus derechos morales e intelectuales y sus aportes en cada producto.

Con respecto a los Derechos Patrimoniales el estudio es propiedad de la Universidad Surcolombiana quien es la entidad responsable y financiadora del proyecto. Es de aclarar que en este proyecto no se generar patentes que puedan generar conflicto económico.

5.8.2. Conflictos de interés. Los autores de este Proyecto declaramos no tener conflictos de interés.

## 6. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados de la prueba piloto que contó con la participación de 25 niños y niñas. Las actividades de esta prueba piloto fueron mediadas por la tecnología, luego se expondrán los resultados por objetivos del estudio tanto en el grupo MIIG como HIIG y sus comparaciones.

### 6.1. RESULTADO PRUEBA PILOTO

(Ver anexo N, Artículo sometido)

El estudio piloto se realizó de manera virtual e incluyó 12 niños y 15 niñas a los cuales se les aplicó el protocolo de intervención de juegos recreativos a través de herramientas tecnológicas. Las edades promedio fueron de  $6,5 \pm 0,90$  años en niños y  $6,4 \pm 0,91$  años en niñas. No se encontraron diferencias significativas por sexo en las características antropométricas. Para el porcentaje de masa grasa la media en los niños fue de  $18,7 \pm 5,3$  y en las niñas de  $19,8 \pm 4,2$  ( $p=0,55$ ) sin diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, se evidenció que los niños tenían más kilogramos (kg) de masa muscular con respecto a las niñas ( $P<0,001$ ). El peso promedio fue de  $27,8 \pm 8,5$  kg en niños vs  $28,2 \pm 9,8$  kg en niñas ( $p =0,93$ ), la talla promedio en los niños fue de  $122 \pm 8,6$  cm y en niñas de  $120,1 \pm 8,1$  cm ( $p =0,40$ ). Se destaca que en el IMC (percentiles) el 53,3% de las niñas mostraron sobrepeso y obesidad (13,3% y 40% respectivamente) mientras que en los niños el 48,3% presentaron sobrepeso y obesidad (6,7% y 41,6% respectivamente). En la estimación de la obesidad central y riesgo cardiovascular no se encontraron diferencias significativas por sexo ( $p =0,50$ ), (Tabla 4) (146).

Tabla 4. Características antropométricas pre-intervención en grupo de estudio prueba piloto

|  | Niños (n = 12) | Niñas (n =15) | p                   |
|--|----------------|---------------|---------------------|
| Edad en años (media ± D.E)                                   | 6,5 (0,90)     | 6,4 (0, 91)   |                     |
| Talla cm (media ± D.E)                                       | 122,0 (8,6)    | 120,1 (8,1)   | 0,420 <sup>b</sup>  |
| Percentil de Talla para la edad (%)                          |                |               |                     |
| Alto para la edad  | 2 (16,6)       | 3 (20,0)      | 0,641 <sup>c</sup>  |
| Talla adecuada   | 10 (83,4)      | 12 (80,0)     |                     |
| Bajo para la edad  | 0 (0)          | 0 (0)         |                     |
| Peso kg (media ± D.E)  | 27,8 (8,5)     | 28,2 (9,8)    | 0,930 <sup>b</sup>  |
| Percentil de Peso para la edad OMS (%)                       |                |               |                     |
| P15  | 3 (25)         | 1 (6,6)       |                     |
| P50  | 1 (8,3)        | 7 (46,6)      |                     |
| P85  | 4 (33,3)       | 3 (20)        | NA                  |
| P97  | 4 (33,3)       | 4 (26,6)      |                     |
| Percentil IMC (%)  |                |               |                     |
| Bajo peso  | 1 (8,3)        | 0 (0)         |                     |
| Peso Adecuado  | 4 (33,3)       | 7 (46,7)      | NA                  |
| Sobrepeso  | 2 (6,7)        | 2 (13,3)      |                     |
| Obesidad   | 5 (41,6)       | 6 (40)        |                     |
| Porcentaje Graso según Slaughter (media ± D.E)               | 18,7 (5,3)     | 19,8 (4,2)    | 0,550 <sup>b</sup>  |
| Kilogramos de Masa Muscular kg según Poortmans (media ± D.E) | 13,0 (4,3)     | 8,79 (2,6)    | 0,001 <sup>*a</sup> |
| Frecuencia cardiaca promedio en reposo (media ± D.E)         | 88,3 (6,7)     | 90,5 (8,3)    | 0,460 <sup>c</sup>  |
| Presión arterial Sistólica Promedio mmHg (media ± D.E)       | 101,2 (12,4)   | 106,9 (13,6)  | 0,240 <sup>a</sup>  |
| Presión arterial diastólica Promedio mmHg (media ± D.E)      | 68,2 (7,9)     | 71,06(4,6)    | 0,430 <sup>a</sup>  |
| Perímetro abdominal cm (media ± D.E)                         | 61,7 (10,0)    | 60,3 (8,2)    | 0,710 <sup>c</sup>  |
| Obesidad central (%)   |                |               |                     |
| Sí (1)   | 5 (41,6)       | 7 (46,6)      | 0,500 <sup>c</sup>  |
| No (0)   | 7 (58,3)       | 8 (53,3)      |                     |

|   |            |            |                    |
|---|------------|------------|--------------------|
| Riesgo cardiovascular (%)                   |            |            |                    |
| Sí (1)                                      | 5 (41,6)   | 7 (46,)    | 0,500 <sup>c</sup> |
| No (0)                                      | 7 (58,3)   | 8 (53,3)   |                    |
| Percentil de perímetro abdominal (%)        |            |            |                    |
| p5  |            |            |                    |
| p10   | 0 (0)      | 1 (6,6)    | NA                 |
| p25   | 2 (16,6)   | 3 (20,0)   |                    |
| p50   | 2 (16,67)  | 4 (26,67)  |                    |
| p75   | 4 (33,3)   | 2 (13,3)   |                    |
| P85   | 1 (8,3)    | 2 (13,3)   |                    |
| P90   | 2 (16,67)  | 1 (6,6)    |                    |
| P97   | 0 (0)      | 1 (6,6)    |                    |
|   | 1 (8,3)    | 1 (6,6)    |                    |
| Perímetro braquial cm (media ± D.E)         | 19,6 (3,3) | 18,8 (2,5) | 0,500 <sup>c</sup> |
| Percentil perímetro braquial según edad (%) |            |            |                    |
| p5  | 0 (0,0)    | 3 (20,0)   |                    |
| p10   | 3 (25)     | 1 (6,6)    | NA                 |
| p25   | 0 (0,0)    | 3 (20,0)   |                    |
| p50   | 5 (41,6)   | 3 (20,0)   |                    |
| p75   | 1 (8,3)    | 2 (13,3)   |                    |
| P90   | 1 (8,3)    | 2 (13,3)   |                    |
| P95   | 2 (16,6)   | 1(6,6)     |                    |
| Perímetro del brazo en cm (media ± D.E)     | 18,5 (3,4) | 17,5 (2,4) | 0,300 <sup>a</sup> |
| Perímetro del muslo en cm (media ± D.E)     | 34,6 (7,4) | 33,9 (5,4) | 0,960 <sup>a</sup> |
| Perímetro pantorrilla en cm (media ± D.E)   | 27,0 (3,9) | 25,5 (3,9) | 0,120 <sup>a</sup> |
| Pliegue bicipital en mm (media ± D.E)       | 9,4 (4,4)  | 10,1 (3,3) | 0,300 <sup>a</sup> |
| Pliegue tricpital en mm (media ± D.E)       | 10,8 (3,4) | 12,1 (3,2) | 0,300 <sup>a</sup> |
| Pliegue supraílico en mm (media ± D.E)      | 9,2 (3,8)  | 11,4 (4,2) | 0,420 <sup>a</sup> |
| Pliegue subescapular en mm (media ± D.E)    | 8,8 (3,0)  | 9,6 (3,4)  | 0,480 <sup>a</sup> |

|   |            |            |                    |
|---|------------|------------|--------------------|
| Pliegue muslo anterior mm (media ± D.E) | 12,3 (4,1) | 13,4 (3,1) | 0,200 <sup>a</sup> |
| Pliegue pierna medial mm (media ± D.E)  | 9,9 (4,5)  | 11,4 (3,4) | 0,100 <sup>a</sup> |
| Relación cintura cadera (%)             |            |            |                    |
| alterada (1)                            | 2 (16,6)   | 11 (73,3)  | NA                 |
| normal (=)                              | 10 (83,3)  | 4 (26,6)   |                    |

<sup>a</sup>U de Mann Whitney, <sup>b</sup>Prueba t Student.

Después de 20 semanas de intervención, comparado con los valores iniciales, se encontró un aumento significativo de  $1,92 \pm 0,35$  en el promedio de la talla ( $p=0,0001$ ) y una diferencia de  $1,7 \pm 5,9$  kg del peso de los participantes (de 28,05 kg pretest a 26,03 kg posttest;  $p=0,160$ ). Se destaca la reducción en el porcentaje de IMC (de 55,55% pretest a 25,93% posttest) de participantes clasificados con sobrepeso y obesidad después de la intervención (7,41% vs 18,52% respectivamente;  $p=0,160$ ), se observó una disminución en la media del perímetro abdominal (-1,01 cm) ( $p =0,630$ ), los cuales no fueron estadísticamente significativos (Tabla 5).

En la medición del perímetro del muslo se obtuvo una reducción significativa ( $2,1$  cm  $\pm 0,8$ ) ( $p=0,02$ ), semejante al pliegue suprailíaco donde disminuyó en promedio  $1,5 \pm 3,9$  mm ( $p=0,04$ ). El porcentaje de grasa corporal se redujo en  $0,9 \pm 6,2$  (de 19,3 a 18,4;  $p =0,4$ ) después de las sesiones de actividad física. (Tabla 5) (146).

Tabla 5. Medidas antropométricas antes y después de la intervención de la prueba piloto.

| N=27                               | Pre-<br>Intervención | Post-<br>Intervención | $\Delta$ pre-<br>posttest | p                     |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Talla cm (media ± D.E)             | 121 (8,2)            | 123 (7,9)             | +1,92<br>(0,3)            | 0,0001 <sup>*,a</sup> |
| Peso kg (media ± D.E)              | 28,05 (9,1)          | 26,3 (8,0)            | -1,7 (5,9)                | 0,160 <sup>b</sup>    |
| Percentil de Peso para la edad (%) |                      |                       |                           |                       |
| P 3                                | 0 (0)                | 1 (3,7)               |                           |                       |
| P15                                | 4 (14,81)            | (1 8)                 | N/A                       | NA                    |
| P50                                | 8 (29,63)            | 12 (44,4)             |                           |                       |
| P85                                | 7 (25,9)             | 5 (18,5)              |                           |                       |
| P97                                | 8 (29,63)            | 5 (18,5)              |                           |                       |
| Percentil IMC (%)                  |                      |                       |                           |                       |
| Bajo peso                          | 1 (3,70)             | 2 (7,41)              |                           |                       |

|  |              |             |            |                     |
|--|--------------|-------------|------------|---------------------|
| Peso Adecuado  | 11 (40, 74)  | 18 (66,6)   | N/A        | NA                  |
| Sobrepeso  | 4 (14,81)    | 2 (7,41)    |            |                     |
| Obesidad   | 11 (40,74)   | 5 (18,52)   |            |                     |
| Porcentaje Graso según Slaughter<br>(media ± D.E)                  | 19,3 (4,7)   | 18,4 (1,0)  | 0,9 (6,2)  | 0,400 <sup>b</sup>  |
| Kilogramos de Masa Muscular kg<br>según Poortmans<br>(media ± D.E) | 10,67 (0,77) | 10,1 (0,68) | 0.53 (0,3) | 0,170 <sup>b</sup>  |
| Perímetro abdominal cm (media ± D.E)                               | 60,9 (1,7)   | 59,9 (1,7)  | - 1.01     | 0,630 <sup>b</sup>  |
| Obesidad central   |              |             |            |                     |
| Sí   | 12 (44,4)    | 18 (66,6)   | N/A        | 0,220 <sup>c</sup>  |
| No   | 15 (55,5)    | 9 (33,3)    |            |                     |
| Riesgo cardiovascular  |              |             |            |                     |
| Sí   | 12 (44,4)    | 18 (66,6)   | N/A        | 0,210 <sup>c</sup>  |
| No   | 15 (55,5)    | 9 (33,3)    |            |                     |
| Relación cintura cadera  |              |             |            |                     |
| alterada   | 14 (51,85)   | 16 (59,26)  | N/A        | 0,320 <sup>c</sup>  |
| normal   | 13 (48,1)    | 11 (40.,74) |            |                     |
| Presión arterial Sistólica Promedio<br>mmHg (media ± D.E)          | 104,4 (2,55) | 101.7 (2.2) | 2.6 (2.6)  | 0,360 <sup>b</sup>  |
| Presión arterial diastólica Promedio<br>mmHg (media ± D.E)         | 69.8 (1,2)   | 70.3 (1,0)  | +0.51      | 0,360 <sup>b</sup>  |
| Perímetro braquial cm (media ± D.E)                                | 19,1 (0,5)   | 19.0 (0,6)  | 0,14       | 0,640 <sup>a</sup>  |
| Perímetro del brazo en cm (media ±<br>D.E)                         | 18.0 (2,8)   | 17,9 (1,9)  | 0,07 (1,1) | 0,970 <sup>b</sup>  |
| Perímetro del muslo en cm (media ±<br>D.E)                         | 34,2 (6,2)   | 32,0 (4,7)  | 2.1 (0,8)  | 0,020* <sup>b</sup> |
| Perímetro pantorrilla en cm (media ±<br>D.E)                       | 26,2 (3,9)   | 25,7 (3,5)  | 0,4 (2,9)  | 0,630 <sup>b</sup>  |
| Pliegue bicipital en mm (media ± D.E)                              | 9.81 (3,8)   | 9.77 (4,8)  | 0,03 ,5)   | 0,970 <sup>a</sup>  |
| Pliegue tricpital en mm (media ± D.E)                              | 11,5 (3,3)   | 10,7(3.8)   | 0,7 (3.9)  | 0,340 <sup>a</sup>  |
| Pliegue supraíliaco en mm (media ±<br>D.E)                         | 10,4 (5,2)   | 8,8 (4,3)   | 1,5 (0 ,9) | 0,040* <sup>a</sup> |
| Pliegue subescapular en mm (media ±<br>D.E)                        | 9,2 (3,2)    | 9,1(4,0)    | 0,07 (4,0) | 0,940 <sup>a</sup>  |

|   |            |            |             |                    |
|---|------------|------------|-------------|--------------------|
| Pliegue muslo anterior mm (media ± D.E) | 12,9 (3,6) | 13,1(3,8)  | +0,22 (3,8) | 0,760 <sup>a</sup> |
| Pliegue pierna medial mm (media ± D.E)  | 10,7 (3,9) | 11,8 (4,8) | +1,0 (4,6)  | 0,210 <sup>a</sup> |

<sup>a</sup>Prueba t student para muestras pareadas, <sup>b</sup>Wilcoxon signed-rank test, <sup>c</sup>test de Fisher.

Previo a las intervenciones, las niñas presentaron mayor porcentaje de grasa corporal con respecto a los niños (19,3±5,2 vs 17,2 ±6,2), opuesto al porcentaje de masa muscular que fue preferente en niños (12,7±3,3 vs 8,0 ±1,9). Después de la intervención, se observó reducción del porcentaje de grasa corporal en los niños (18,7 ±5,3 pretest a 17,2 ±6,2 posttest; p=0,44) con respecto a las niñas (de 19,8 ±4,2 a 19,3 ±5,2; p=0,6), sin diferencia estadísticamente significativas. La masa muscular en las niñas fue de 8,0 ±1,9 pretest a 8,7±2,6 posttest; p=0,400, para los niños 12,7 ± 3,3 pretest a 13,7±4,3 posttest; p=0,950, con resultados no significativos estadísticamente (Tabla 6) (146).

Tabla 6. Porcentaje de grasa corporal pre y post test según sexo.

|                | Pretest    | Postest    | P     |
|----------------|------------|------------|-------|
| Niñas          |            |            |       |
| Grasa corporal | 19,8 (4,2) | 19,3 (5,2) | 0,640 |
| Masa muscular  | 8,0 (1,9)  | 8,7 (2,6)  | 0,420 |
| Niños          |            |            |       |
| Grasa corporal | 18,7 (5,3) | 17,2 (6,2) | 0,410 |
| Masa muscular  | 12,7(3,3)  | 13,0 (4,3) | 0,950 |

## 6.2. RESULTADOS DE TAMIZAJE INICIAL PRE-INTERVENCIÓN

Se evaluaron 74 sujetos, de los cuales 67 cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, de los cuales 62 completaron el seguimiento.

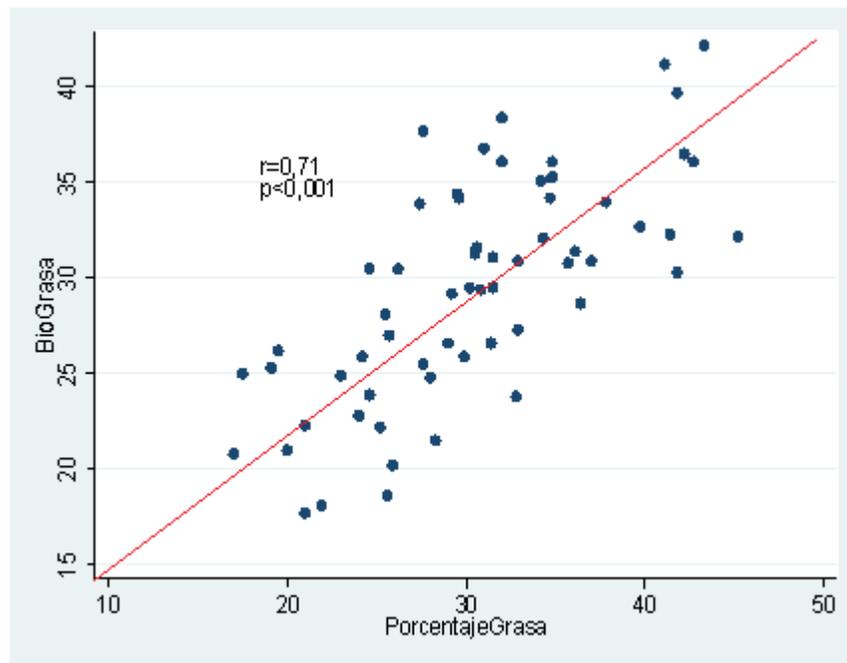
6.2.1. Asociación entre Antropometría y Bioimpedancia en la determinación del porcentaje (%) de grasa. Se analizó la diferencia de medias entre los valores del porcentaje de tejido adiposo encontrados por antropometría y bioimpedancia (Tabla 7). Se encontró que entre los dos valores no hay una diferencia estadísticamente significativa ( $p>0,05$ ).

Tabla 7. Resultado prueba t para una muestra entre Antropometría y Bioimpedancia

| Estadístico (t) | gl | Sig (bilateral) | Diferencia de Medias |
|-----------------|----|-----------------|----------------------|
| 1,6             | 60 | 0,1             | 1,04                 |

gl=grados de libertad,sig= significancia estadística

Figura 19. Asociación entre porcentaje de grasa por Antropometría y Bioimpedancia.



Relación entre Porcentaje de grasa entre antropometría y bioimpedancia; se observa una correlación positiva realizada a través de la correlación de Pearson ( $p<0,001$ )

En la Figura 19, se obtuvo una asociación alta entre el porcentaje de grasa medido por antropometría y por bioimpedancia ( $r=0,71$ ;  $p<0,001$ ).

### 6.3. RESULTADO POR OBJETIVOS DE LA COMPARACIÓN DE GRUPOS

#### 6.3.1. Características sociodemográficas, físicas y familiares de los niños y

niñas incluidos en el estudio y la asociación con marcadores de obesidad. En la etapa de pre-intervención luego de superar la prueba piloto, se incluyeron en el estudio 67 sujetos, de los cuales completaron el programa y el seguimiento 62 sujetos (30 niños y 32 niñas). En la Tabla 8 se muestran las características sociodemográficas más importantes y además las características del nacimiento. Para resaltar que el 57,4 % de los padres y el 40,95% de madres estaban empleados formalmente, logrando un promedio de ingresos familiares de \$1.806.452 pesos colombianos mensuales, a pesar de que la educación universitaria 46,30% de los padres y 52,46% de las madres.

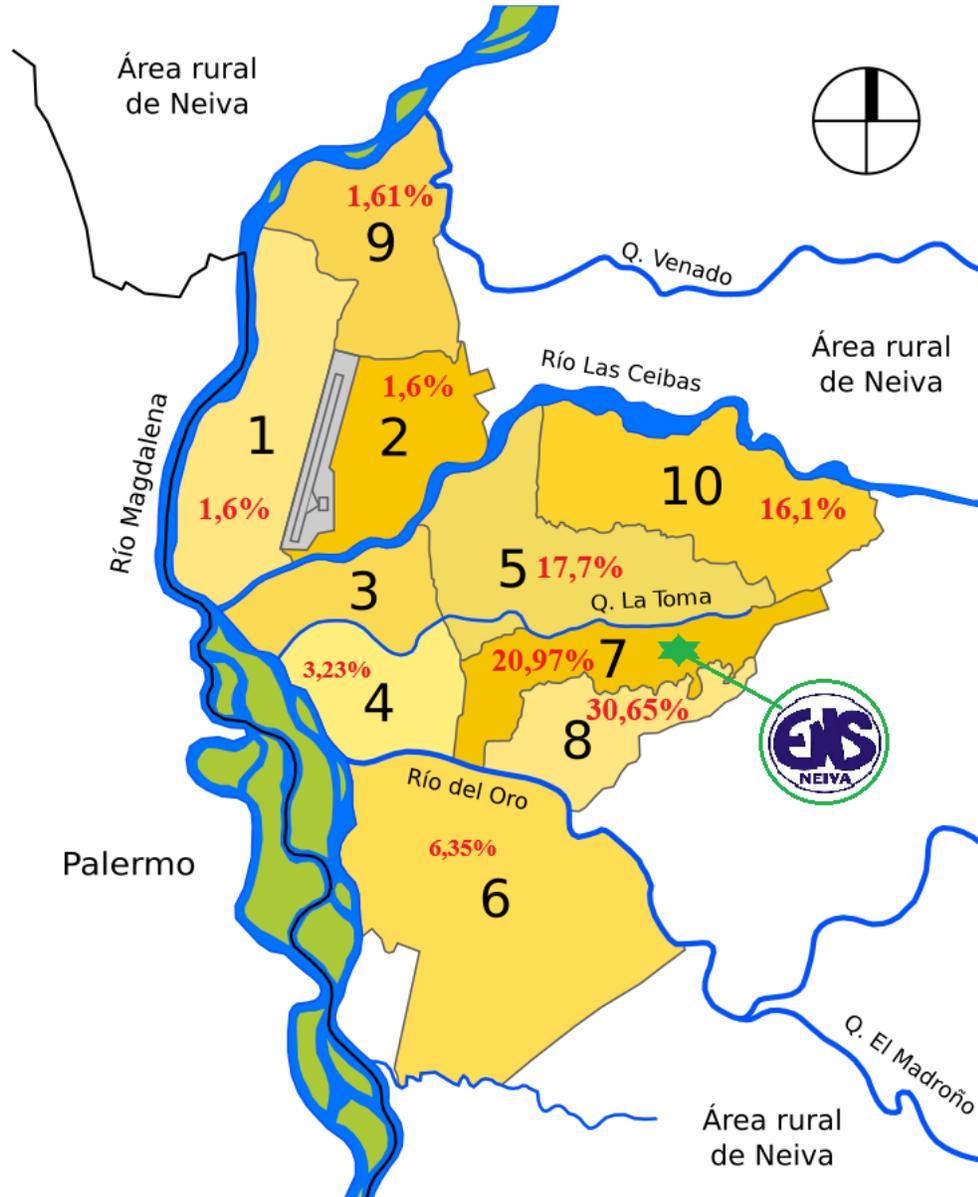
Tabla 8. Características sociodemográficas y familiares

| N=62 Participantes                                | % (n)                   |
|---|-------------------------|
| Sexo % (n)  |                         |
| Niñas   | 51,61 (32)              |
| Niños   | 48,39 (30)              |
| Estrato Socioeconómico (%)                        |                         |
| Estrato 1   | 46,77 (29)              |
| Estrato 2   | 45,16 (28)              |
| Estrato 3   | 8,06 (5)                |
| Nivel académico Cursado (%)                       |                         |
| Segundo   | 30,6 (19)               |
| Tercero   | 30,6 (19)               |
| Cuarto  | 38,8 (24)               |
| Número de personas que habitan su vivienda (D. E) | 4,27 (1,35)             |
| Trabajo del Padre (%)                             |                         |
| Empleado  | 57,41 (31)              |
| Independiente                                     | 37,04 (20)              |
| Desempleado                                       | 5,56 (3)                |
| Trabajo de la Madre (%)                           |                         |
| Empleado  | 40,98 (25)              |
| Independiente                                     | 36,07 (22)              |
| Desempleado                                       | 2,95 (14)               |
| Ingresos familiares                               | \$1.806.452 (\$849.854) |
| Escolaridad del Padre (%)                         |                         |
| Ninguna   | 1,85 (1)                |
| Educación básica                                  | 11,11 (6)               |
| Educación media                                   | 38,89 (21)              |
| Educación superior                                | 46,30 (25)              |
| Posgrado  | 1,85 (1)                |
| Escolaridad de la Madre (%)                       |                         |
| Ninguna   | 0 (0)                   |
| Educación básica                                  | 6,56 (4)                |
| Educación media                                   | 39,34 (24)              |
| Educación superior                                | 52,46 (32)              |
| Posgrado  | 1 (1,64)                |
| Lactancia Materna (%)                             | 95,16 (59)              |
| Lactancia Materna exclusiva (%)                   |                         |
| Mes 1   | 8,20 (5)                |
| Mes 2   | 3,28 (2)                |

|   |                |
|---|----------------|
| Mes 3   | 6,56 (4)       |
| Mes 4   | 4,92 (4)       |
| Mes 5   | 4,92 (3)       |
| Mes 6   | 70,49 (43)     |
| Edad en meses de inicio de alimentación suplementaria (D.E) | 6,1 (2,3)      |
| Peso al nacer en gramos                                     | 3304,3 (618,2) |
| Edad gestacional al nacer                                   | 38,30 (2,6)    |
| Complicaciones del Embarazo (%)                             |                |
| Ninguna   | 80,33 (49)     |
| Preeclampsia  | 8,20 (5)       |
| Diabetes gestacional  | 3,28 (2)       |
| Hipertensión inducida por el embarazo                       | 1,64 (1)       |
| Otro  | 6,56 (4)       |
| Tipo de Parto (%)   |                |
| Natural   | 41,94 (26)     |
| Instrumentado   | 0 (0)          |
| Quirúrgico  | 58,0 (36)      |

La figura 20 muestra la distribución geográfica por comunas en la zona urbana de Neiva Huila, así como la ubicación del Colegio participante en la Comuna 7. Se observa que el colegio incluye barrios de estrato 3, 4 5 y 6, no obstante, la mayor cantidad de sujetos reside en la Comuna 8, que incluye barrios residenciales de estratos 1, 2 y 3.

Figura 20. Distribución geográfica de los participantes en la Zona Urbana de Neiva



Fuente: Modificado de "File Comunas de Neiva.svg" con fuente primaria en [alcaldianeiva.gov.co](http://alcaldianeiva.gov.co)

Al hacer una comparación por sexo, pre-intervención (Tabla 9) se observa que se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el porcentaje de grasa ( $p=0,0005$ ) y masa muscular ( $p=0,0001$ ), así como en los pliegues que se utilizan para los respectivos cálculos, similar a lo encontrado en la prueba piloto (Tabla 8).

Tabla 9. Características antropométricas pre-intervención en grupo de estudio de niños entre 6-9 años

| N=62 (media±d.e)                          | Niños (n = 30) | Niñas (n =32) | P                   |
|---|----------------|---------------|---------------------|
| Edad en años                              | 8,2 (0,1)      | 7,9 (0,1)     | 0,240               |
| Talla cm                                  | 132,0 (1,2)    | 131,8 (1,1)   | 0,930               |
| Peso kg                                   | 36,0 (0,3)     | 37,7 (1,3)    | 0,422               |
| Percentil IMC                             | 93,4 (0,9)     | 93,2 (1,0)    | 0,810 <sup>a</sup>  |
| Porcentaje Graso según Slaughter          | 31,3 (1,4)     | 39,5 (1,7)    | 0,0005 <sup>a</sup> |
| Porcentaje Masa Muscular según Poortmans  | 28,9 (2,5)     | 20,56 (3,0)   | 0,0001 <sup>a</sup> |
| Frecuencia cardiaca promedio en reposo    | 87,7 (1,7)     | 86,9 (1,9)    | 0,832 <sup>a</sup>  |
| Presión arterial Sistólica Promedio mmHg  | 106,9 (4,6)    | 105,6 (6,1)   | 0,412 <sup>a</sup>  |
| Presión arterial diastólica Promedio mmHg | 58,8 (0,4)     | 58 (0,4)      | 0,184               |
| Perímetro abdominal cm                    | 67,4 (7,5)     | 68,0 (7,4)    | 0,743               |
| Radio Cintura-Cadera                      | 0,8 (0,05)     | 0,8 (0,42)    | 0,142               |
| Perímetro caderas cm                      | 77,2 (5,09)    | 78,9 (7,9)    | 0,319               |
| Perímetro del brazo corregido cm          | 18,0 (0,19)    | 17,8 (0,46)   | 0,141               |
| Perímetro del muslo corregido cm          | 35,6 (2,1)     | 34,8 (2,6)    | 0,194               |
| Perímetro pantorrilla cm                  | 23,9 (0,16)    | 22,8 (0,30)   | 0,002 <sup>*</sup>  |
| Pliegue bíceps en mm                      | 12,5 (0,5)     | 15,4 (0,9)    | 0,014 <sup>*</sup>  |
| Pliegue tricipital en mm                  | 16,3 (0,7)     | 20,1 (1,09)   | 0,006 <sup>*</sup>  |
| Pliegue subescapular en mm                | 16,1 (1,1)     | 20,1 (1,52)   | 0,030 <sup>*</sup>  |
| Pliegue muslo anterior mm                 | 24,5 (1,1)     | 29,7 (1,4)    | 0,006 <sup>*</sup>  |
| Pliegue pierna medial mm                  | 18,4 (1,0)     | 22,2 (1,1)    | 0,010 <sup>*</sup>  |

Prueba t Student, <sup>a</sup>U de Mann Whitney

Para el entendimiento de la relación de la masa muscular, porcentaje graso y los marcadores endocrinos e inflamatorios relacionados con la obesidad se realizó un modelo pre-intervención para conocer las asociaciones y correlaciones entre las variables tanto fisiológicas como sociodemográficas

Se realizaron varios modelos de regresión lineal. La tabla 10 muestra los siete modelos regresión más destacados, usando el peso al inicio del estudio como variable desenlace. También se utilizó el porcentaje graso y de masa para determinar las asociaciones, sin embargo, solo el peso demostró tener asociación con algunas variables de interés para el objetivo general del estudio. El modelo 1 se incluyeron solo las variables antropométricas y tuvo un R<sup>2</sup> de 87% y R<sup>2</sup> ajustado

del 85%, lo que explica la variable desenlace en un 85% ( $p=0,00001$ ). En el modelo 2 se ajustó incluyendo las variables de los niveles de adipoquinas y marcadores inflamatorios y tuvo un  $R^2$  de 87% y  $R^2$  ajustado del 84% ( $p=0,00001$ ), sin embargo, ninguna de las variables adicionales explicaba la variable desenlace. En el modelo 3, 4 5 y 6 se fueron incluyendo variables para determinar el modelo más robusto, que concluyó en el modelo número 7 en el que se incluyeron interacciones encontradas en los modelos anteriores. El modelo de regresión número 7, el  $R^2$  fue de 90% y un  $R^2$  ajustado del 87%, lo que explica la variable desenlace en un 87% con una  $p=0,00001$ . Las variables que explican el peso y tuvieron asociaciones estadísticamente significativas con el peso fueron la talla ( $\beta_1$  0,46, 95% IC 0,32-0,6), ser de sexo masculino ( $\beta_2$  5,2, IC 2,6-7,9), el porcentaje de grasa ( $\beta_3$  0,3, IC 0,25-0,45), la masa muscular ( $\beta_4$ -0,4 IC-0,7--0,9).

Modelo de regresión del peso en niños con obesidad y sobrepeso:  $\text{Peso} = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2$   
...

Peso = 23.2 kg +460 g (cm) + 5,2 kg (Sexo Masculino) + 0.36 kg (Porcentaje de grasa) - 0.41 (kg masa muscular) + 8,7 (con menos de 3 meses de lactancia exclusiva) + ajustado por las demás variables visibles en la tabla 9

Lo que quiere decir que los niños aumentan 460 g por cada cm de estatura adicional, ser niño hace que se tengan 5,2 kg adicionales, además por cada punto de % de grasa hay un aumento de 360 g de peso y por cada punto de masa muscular adicional el peso disminuye en 410 g. Además, los niños que recibieron menos de tres meses de lactancia materna exclusiva aumentarían 8,7 kg adicionales de peso, ajustando por las demás variables (Tabla 10).

Tabla 10. Regresión lineal Multivariada de variables antropométricas, condiciones de nacimiento y concentraciones de adipocinas asociadas al peso corporal

| <b>Variables</b>                   | Modelo 1                    | Modelo 2                    | Modelo 3                    | Modelo 4                    | Modelo 5                    | Modelo 6                    | Modelo 7                    |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| R <sup>2</sup>                     | 0,87                        | 0,87                        | 0,88                        | 0,88                        | 0,88                        | 0,90                        | 0,90                        |
| R <sup>2</sup> ajustado            | 0,85                        | 0,84                        | 0,84                        | 0,86                        | 0,84                        | 0,87                        | 0,87                        |
| P valor para cambio R <sup>2</sup> | <0.0001*                    | <0.0001*                    | <0.0001*                    | <0.0001*                    | <0.0001*                    | <0.0001*                    | <0.0001*                    |
|                                    | β (95% IC) p                |
| <b>Edad</b>                        | -0,32 (-1,1-0,5)<br>0,4     | -0,38 (-1,2-0,5)<br>0,4     | -0,41 (-1,3-0,5)<br>0,4     | -0,2 (-1,1-0,6)<br>0,5      | -0,4 (-1,3-0,5) 0,3         | -0,2 (-1,1-0,5)<br>0,5      | -0,1 (-1,1-0,8) 0,7         |
| <b>Talla (cm)</b>                  | 0,52 (0,39-0,6)<br><0.0001* | 0,52 (0,37-0,6)<br><0.0001* | 0,5 (0,34-0,6)<br><0.0001*  | 0,48 (0,34-0,6)<br><0.0001* | 0,50 (0,34-0,6)<br><0.0001* | 0,48 (2,2-7,36)<br><0.0001* | 0,46 (0,32-0,6)<br><0.0001* |
| <b>Sexo Masculino</b>              | 4,5 (2,0-6,9)<br>0,001*     | 4,5 (1,9-7,1)<br>0,001*     | 4,9 (2,1-7,6)<br>0,001*     | 4,7 (2,3-7,2)<br><0.0001*   | 4,9 (2,1-7,6)<br><0.0001*   | 4,9 (2,1-7,3)<br><0.0001*   | 5,2 (2,6-7,9)<br><0.0001*   |
| <b>Porcentaje de grasa</b>         | 0,3 (0,28-0,45)<br><0.0001* | 0,3 (0,25-0,47)<br><0.0001* | 0,3 (0,24-0,47)<br><0.0001* | 0,3 (0,28-0,45)<br><0.0001* | 0,3 (0,24-0,47)<br><0.0001* | 0,3 (0,27-0,46)<br><0.0001* | 0,3 (0,25-0,45)<br><0.0001* |
| <b>Porcentaje de Masa muscular</b> | -0,34 (-0,62--0,05) 0,01*   | -0,35 (-0,6--0,04) 0,02*    | -0,38 (-0,7--0,05) 0,02*    | -0,35 (-0,63--0,06) 0,01*   | -0,38(-0,71--0,05) 0,02*    | -0,3(-0,6--0,7) 0,01*       | -0,4(-0,7--0,9) 0,01*       |
| <b>Niveles salivales</b>           | -                           | 0,004 (-0,06-0,04) 0,8      | 0,009 (-0,06-0,08) 0,8      | -                           | 0,009 (-0,06-0,08) 0,8      | -                           | -                           |
| <b>Insulina</b>                    | -                           | 5,8 (-8,2-19,9) 0,4         | 3,9 (-10,8-18,7) 0,5        | -                           | 3,9 (-10,8-18,7) 0,5        | -                           | -                           |
| <b>Leptina</b>                     | -                           | 0,02 (-0,04-0,08) 0,5       | 0,02 (-0,04-0,09) 0,5       | -                           | 0,02 (-0,04-0,09) 0,5       | -                           | -                           |
| <b>Adiponectina</b>                | -                           | 0,001(-0,03-0,03) 0,94      | 0,009(-0,02-0,04) 0,6       | -                           | 0,009 (-0,02-0,04) 0,6      | -                           | -                           |
| <b>TNF alpha</b>                   | -                           | -0,0007 (-0,006-0,005) 0,7  | -0,001 (-0,007-0,004) 0,6   | -                           | -0,001 (-0,007-0,004) 0,6   | -                           | -                           |
| <b>IL 6</b>                        | -                           | -                           | -                           | -                           | -                           | -                           | -                           |

|  |   |   |                                |                                |                                   |                                   |
|--|---|---|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Lactancia Materna exclusiva (%)</b>                       | - | - | 4,4 (0,2-8,6)<br><b>0,038*</b> | 4,9 (0,2-8,6)<br><b>0,034*</b> | 9,6 (4,1 - 15,2)<br><b>0,001*</b> | 8,7 (4,1 - 15,2)<br><b>0,001*</b> |
| Mes 2  | - | - | 0,5 (-2,9-3,90)                | 0,8 (-2,9-4,97)                | 1,2 (-2,8-5,3)                    | -0,05 (-3,9-3,8)                  |
| Mes 3  | - | - | 0,7                            | 0,6                            | 0,53                              | 0,9                               |
| Mes 4  | - | - | -0,9 (-4,2-2,3)                | -0,3 (-4,0-,4) 0,8             | -0,4 (-4,1- 3,2)                  | -1,3 (-5,1- 2) 0,4                |
| Mes 5  | - | - | 0,5                            | -0,09 (-4,1-3,9)               | 0,8                               | -0,7 (-5,3- 3,7)                  |
| Mes 6  | - | - | -0,2 (-3,8-3,4)<br>0,9         | 0,9<br>0,8 (-1,8-3,4) 0,5      | -0,2 (-4,9- 4,4)<br>0,9           | 0,7<br>0,07 (-3,0-4,1) 0,9        |
| <b>Edad inicio de alimentación suplementaria meses (D.E)</b> | - | - | -                              | -                              | 0,1 (-0,3-0,6) 0,5                | 0,1 (-0,4-0,6) 0,7                |
| <b>Peso al nacer en gramos</b>                               | - | - | -                              | -                              | -0,0002 (-0,001-0,001) 0,7        | -                                 |
| <b>Edad gestacional al nacer</b>                             | - | - | -                              | -                              | -0,11 (-0,42-0 ,19) 0,4           | -                                 |
| <b>Complicaciones durante el Embarazo</b>                    |   |   |                                |                                |                                   |                                   |
| Preeclampsia   |   |   |                                |                                |                                   | 1,1 (-1,5-3,9) 0,3                |
| Diabetes gestacional   | - | - | -                              | -                              | -                                 | -0,9 (-5,1- 3,2)<br>0,9           |
| Hipertensión inducida por el embarazo                        |   |   |                                |                                |                                   | -3,2 (-11,1-3,3)<br>0,2           |
| Otro   |   |   |                                |                                |                                   | -0,2 (-2,9-5,6) 0,5               |

#### 6.4. EFECTO GRUPO-TIEMPO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.

Según se observa en la Tabla 11, no se encontraron diferencias por sexo de las dimensiones de la variabilidad de la frecuencia cardiaca. No obstante, se observaron tendencias a valores inferiores en las niñas en comparación con los niños antes de iniciar las intervenciones por grupos.

Tabla 11. Variabilidad de la frecuencia cardiaca pre-intervención por sexo

| (media±d.e)                            | Niños (n=30)    | Niñas (n=32)    | P                  |
|--|-----------------|-----------------|--------------------|
| Métodos en el dominio del tiempo       |                 |                 |                    |
| RR ms                                  | 762,6 (17,0)    | 729,0 (15,1)    | 0,140              |
| FC lpm                                 | 80,8 (1,7)      | 84,4 (1,8)      | 0,150              |
| SDNN ms                                | 80,4 (6,5)      | 75,7 (7,1)      | 0,430 <sup>a</sup> |
| RMSSD ms                               | 92,4 (9,9)      | 80,8 (8,1)      | 0,440 <sup>a</sup> |
| NN50 ms                                | 163,8 (13,8)    | 148,8 (13,6)    | 0,420              |
| pNN50 %                                | 43,4 (4,1)      | 37,7 (3,7)      | 0,310              |
| Métodos en el dominio de la frecuencia |                 |                 |                    |
| LF u.n                                 | 38,6 (13,3)     | 42,7 (18,0)     | 0,343              |
| Hf u.n                                 | 61,3 (13,3)     | 57,2 (18,0)     | 0,371              |
| LF mm <sup>2</sup>                     | 1641,7 (1098,5) | 2200,3 (5761,0) | 0,252 <sup>a</sup> |
| Hf mm <sup>2</sup>                     | 3430,4 (1870,0) | 2411,5 (837,6)  | 0,420 <sup>a</sup> |
| Lfnu/Hf u.n                            | 0,7 (0,3)       | 1,1 (1,5)       | 0,530 <sup>a</sup> |
| Métodos no lineales                    |                 |                 |                    |
| SD1 ms                                 | 65,3 (38,6)     | 56,2 (32,8)     | 0,350              |
| SD2 ms                                 | 91,2 (36,2)     | 89,5 (49,1)     | 0,420              |
| ISC ms                                 | 1,6 (0,63)      | 1,78 (0,61)     | 0,150 <sup>a</sup> |
| IVC ms                                 | 3,6 (0,42)      | 3,5 (0,47)      | 0,420              |

N (d.e: desviación estándar), Prueba t Student, <sup>a</sup>U de Mann Whitney

PromRR=promedio de los intervalos entra latidos sucesivos R-R, FC= frecuencia cardiaca, SDNN=desviación estándar del intervalo R-R, RMSSD= Promedio de la raíz cuadrada de las diferencias sucesivas, NN50=Número de complejos normales con diferencia de más de 50ms, %pNN50=porcentaje de latidos con diferencia de más de 50ms, LF=baja frecuencia, HF=alta frecuencia, un=unidades normalizadas, ms=milisegundos, lpm=latidos por minuto, SD= desviación

estándar en el diagrama de Poincaré, ISC= índice simpático cardíaco, IVC= índice vagal cardíaco, DE= desviación estándar

Para el análisis intragrupo, se analizó la VFC antes y después de cada intervención. Para las diferentes dimensiones de la VFC no hubo diferencias estadísticamente significativas en el grupo de la estrategia MIIG, es decir la de mediana intensidad (Tabla 12), mientras que el grupo HIIG sí tuvo diferencias en el predominio de frecuencia. Se encontró un aumento de HF, lo cual está relacionado con el predominio parasimpático, también se encontró una disminución de LF, relacionado no de forma tan clara con el simpático. Adicionalmente, se observó una tendencia disminución de la relación Lfnu/Hfnu (ratio) que aunque no fue estadísticamente diferente tuvo una disminución del 18,6% lo cual podría estar relacionado con tendencia hacia mejoría en el equilibrio parasimpático (Tabla 12).

Tabla 12. Variabilidad de la frecuencia cardíaca del grupo MIIG antes y después de la intervención

| N=29 (media±d. e)                      | Pre-MIIG     | Post-MIIG     | Δ %              | p                  |
|--|--------------|---------------|------------------|--------------------|
| Métodos en el dominio del tiempo       |              |               |                  |                    |
| RR ms                                  | 741,1 (99,3) | 749,1 (103,8) | +7,9<br>(1,0%)   | 0,51 0             |
| FC lpm                                 | 83,1 (11,1)  | 82,4 (11,2)   | -0,68<br>(0,8%)  | 0,620              |
| SDNN ms                                | 69,9 (11,1)  | 81,9 (11,2)   | +12,0 (14,6%)    | 0,440 <sup>a</sup> |
| RMSSD ms                               | 78,4 (47,5)  | 96,0 (83,4)   | +17,5 (18,3%)    | 0,620 <sup>a</sup> |
| NN50                                   | 149,4 (76,3) | 151 (95,5)    | +1,5<br>(1,0%)   | 0,810 <sup>a</sup> |
| pNN50 %                                | 38,9 (30,4)  | 40,0 (29,8)   | + 1,10 (2,7%)    | 0,930 <sup>a</sup> |
| Métodos en el dominio de la frecuencia |              |               |                  |                    |
| LF u.n                                 | 40,9 (17,6)  | 38,5 (19,4)   | -2,3<br>(5,8%)   | 0,410              |
| Hf u.n                                 | 59,0 (17,6)  | 61,4 (19,4)   | + 2,3<br>(3,9%)  | 0,520 <sup>a</sup> |
| Lfnu/Hfn ratio                         | 1,0 (1,4)    | 0,84 (0,7)    | -0,13<br>(16,0%) | 0,630 <sup>a</sup> |
| Métodos no lineales                    |              |               |                  |                    |
| SD1 ms                                 | 54,4 (34,0)  | 67,9 (59,0)   | +13,5<br>(19,8%) | 0,540 <sup>a</sup> |
| SD2 ms                                 | 80,9 (30,8)  | 92,3 (63,8)   | +11,4 (12,3%)    | 0,580 <sup>a</sup> |
| ISC ratio                              | 1,8 (0,7)    | 1,7 (0,7)     | -0,1 (5,5%)      | 0,520 <sup>a</sup> |
| IVC ratio                              | 3,52 (0,4)   | 3,59 (0,5)    | +0,1 (1,94%)     | 0,740 <sup>a</sup> |

Prueba t Student para muestras pareadas, a Wilcoxon signed-rank test

PromRR=promedio de los intervalos entra latidos sucesivos R-R, FC= frecuencia cardíaca, SDNN=desviación estándar del intervalo R-R, RMSSD= Promedio de la raíz cuadrada de las diferencias sucesivas, NN50=Número de complejos normales

con diferencia de más de 50ms, %pNN50=porcentaje de latidos con diferencia de más de 50ms, LF=baja frecuencia, HF=alta frecuencia, un=unidades normalizadas, ms=milisegundos, lpm=latidos por minuto, SD= desviación estándar en el diagrama de Poincaré, ISC= índice simpático cardíaco, IVC= índice vagal cardíaco, DE= desviación estándar. u.n= unitarios normalizados

Tabla 13. Variabilidad de la frecuencia cardiaca del grupo HIIG antes y después de la intervención.

| N=33 (media±d.e)                       | Pre-HIIG     | Post-HIIG     | Δ (%)         | p                  |
|--|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| Métodos en el dominio del tiempo       |              |               |               |                    |
| RR ms                                  | 748,9 (82,9) | 738,8 (99,5)  | -10,1 (1,3%)  | 0,540              |
| FC lpm                                 | 82,2 (9,0)   | 83,4 (10,7)   | +1,1 (1,4%)   | 0,520 <sup>a</sup> |
| SDNN ms                                | 85,0 (69,9)  | 72,3 (35,0)   | -12,7 (14,9%) | 0,143 <sup>a</sup> |
| RMSSD ms                               | 93,5 (51,9)  | 84,1 (55,1)   | -9,44 (10,0%) | 0,521 <sup>a</sup> |
| NN50 ms                                | 161,9 (76,8) | 154,1 (88,5)  | -7,7 (4,8%)   | 0,741 <sup>a</sup> |
| pNN50 %                                | 41,91 (21,7) | 40,64 (25,72) | -1,2 (3,0%)   | 0,842 <sup>a</sup> |
| Métodos en el dominio de la frecuencia |              |               |               |                    |
| LF u.n                                 | 40,6 (14,6)  | 34,1 (17,5)   | -6,4 (16,0%)  | 0,042*             |
| Hf u.n                                 | 59,3 (14,6)  | 65,8 (17,5)   | +6,48 (9,8%)  | 0,036*             |
| Lfnu/Hfnu (ratio)                      | 0,8 (0,70)   | 0,65 (0,5)    | -0,17 (18,6%) | 0,210 <sup>a</sup> |
| Métodos en el dominio de la frecuencia |              |               |               |                    |
| SD1 ms                                 | 66,0 (36,8)  | 59,5 (39,0)   | -6,5 (9,8%)   | 0,542 <sup>a</sup> |
| SD2 ms                                 | 98,7 (8,7)   | 84,1 (6,0)    | -14,5 (14,7%) | 0,241 <sup>a</sup> |
| ISC (ratio)                            | 1,62 (,08)   | 1,7 (,11)     | +0,08 (4,7%)  | 0,232              |
| IVC (ratio)                            | 3,7 (0,43)   | 3,5 (0,4)     | -0,1 (5,4%)   | 0,231 <sup>a</sup> |

Prueba t Student para muestras pareadas, a : Wilcoxon signed-rank test

PromRR=promedio de los intervalos entra latidos sucesivos R-R, FC= frecuencia cardiaca, SDNN=desviación estándar del intervalo R-R, RMSSD= Promedio de la raíz cuadrada de las diferencias sucesivas, NN50=Número de complejos normales con diferencia de más de 50ms, %pNN50=porcentaje de latidos con diferencia de más de 50ms, LF=baja frecuencia, HF=alta frecuencia, un=unidades normalizadas, ms=milisegundos, lpm=latidos por minuto, SD= desviación estándar en el diagrama de Poincaré, ISC= índice simpático cardíaco, IVC= índice vagal cardíaco, DE= desviación estándar.

En la tabla 14 se muestra la comparación entre grupos de la variabilidad de la frecuencia cardiaca después de la intervención, así como en la Figura 21 y Figura 22, que muestra las variables del dominio de frecuencia. No se encontraron diferencias significativas entre los grupos; aunque como se mencionó antes, sí hubo diferencias intragrupo en el grupo HIIG.

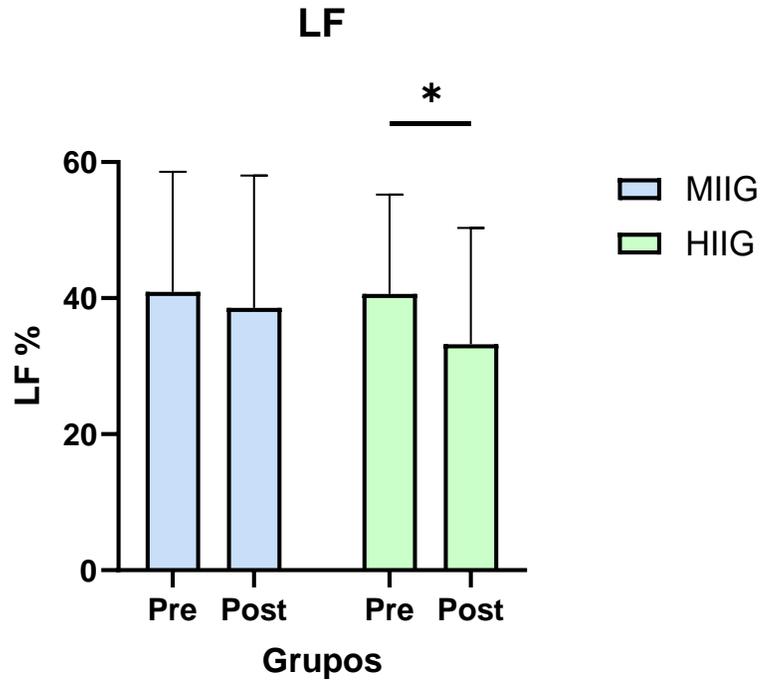
Tabla 14. Comparación entre grupos variabilidad de la frecuencia cardiaca después de la intervención.

| n (media±d.e)                                 | Grupo MIIG (n=29) | Grupo HIIG (n=33) | Δ              | p                  |
|---|-------------------|-------------------|----------------|--------------------|
| <b>Métodos en el dominio del tiempo</b>       |                   |                   |                |                    |
| RR ms   | 749,1 (19,2)      | 738,8 (17,3)      | -10,3 (1,3%)   | 0,690 <sup>a</sup> |
| FC lpm  | 82,4 (1,5)        | 83,4 (2,0)        | +0,93 (1,2%)   | 0,710 <sup>a</sup> |
| SDNN ms                                       | 81,9 (11,1)       | 72,3 (6,1)        | -9,6 (11,7%)   | 0,841              |
| RMSSD ms                                      | 96,0 (15,4)       | 84,1 (9,6)        | -11,88 (12,0%) | 0,935              |
| NN50  | 151,0 (17,9)      | 154,1 (15,4)      | +3,18 (2,0%)   | 0,923              |
| pNN50 %                                       | 40,0 (4,9)        | 40,6 (4,9)        | +0,62 (1,4%)   | 0,912              |
| <b>Métodos en el dominio de la frecuencia</b> |                   |                   |                |                    |
| LF (d.e) (n.u)                                | 38,5 (19,4)       | 34,13 (17,5)      | -4,4           | 0,814              |
| Hf (d.e) (n.u)                                | 61,4 (19,4)       | 65,8 (17,5)       | +3,7           | 0,424              |
| Lfnu/Hfnu (ratio)                             | 0,8 (0,13)        | 0,6 (0,09)        | -0,74          | 0,413              |
| <b>Métodos en el dominio de la frecuencia</b> |                   |                   |                |                    |
| SD1 (d.e)                                     | 67,9 (10,9)       | 59,5 (6,8)        | -8,4           | 0,923              |
| SD2 (d.e)                                     | 92,3 (11,8)       | 84,1 (6,0)        | -8,1           | 0,921              |
| ISC (d.e) (ratio)                             | 1,7 (0,13)        | 1,7 (0,11)        | -0,01          | 0,721              |
| IVC (d.e) (ratio)                             | 3,5 (0,1)         | 3,5 (0,08)        | -0,01          | 0,900              |

U de Mann Whitney, a: Prueba t Student

PromRR=promedio de los intervalos entre latidos sucesivos R-R, FC= frecuencia cardiaca, SDNN=desviación estándar del intervalo R-R, RMSSD= Promedio de la raíz cuadrada de las diferencias sucesivas, NN50=Número de complejos normales con diferencia de más de 50ms, %pNN50=porcentaje de latidos con diferencia de más de 50ms, LF=baja frecuencia, HF=alta frecuencia, un=unidades normalizadas, ms=milisegundos, lpm=latidos por minuto, SD= desviación estándar en el diagrama de Poincaré, ISC= índice simpático cardíaco, IVC= índice vagal cardíaco, DE= desviación estándar.

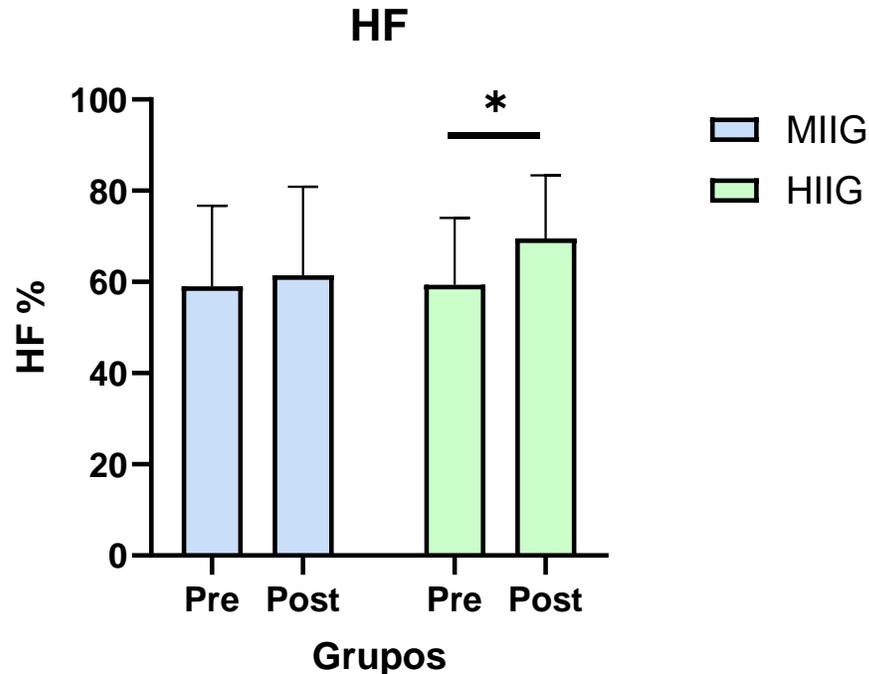
Figura 21. Comparación entre la media de Baja Frecuencia (“Low Frequency” LF) pre y post intervención de los grupos de mediana intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

se observa disminución significativa para el grupo HIIG. ANOVA de dos vías, test para comparaciones Šídák's múltiples (\* $p < 0,05$ ).

Figura 22. Comparación entre la media de Alta Frecuencia (“High Frequency” HF) pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

se observa disminución significativa para el grupo HIIG. ANOVA de dos vías, test para comparaciones Šídák's múltiples (\* $p < 0,05$ ).

#### 6.5. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.

En la Tabla 15 se muestra la comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención en el grupo HIIG. Se observa aumentó en la talla y el peso, correspondiente al crecimiento durante el estudio, no obstante, también se observa un aumento de la masa muscular estadísticamente significativa ( $p < 0,0001$ ) sin aumento de porcentaje de grasa, como se ve en la dimisión de la relación cintura cadera de 0,88 a 0,85 ( $p < 0,006$ ), como también se ve gráficamente en la Figura 23 y 24.

Tabla 15. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención en el grupo HIIG.

| N=33 (media±d.e)                      | Pre-HIIG    | Post-HIIG   | Δ%             | P                   |
|---------------------------------------|-------------|-------------|----------------|---------------------|
| Talla cm                              | 130,2 (6,1) | 133,0 (6,0) | +2,8 (2,1%)    | 0,0001*             |
| Peso kg                               | 36,1 (6,6)  | 38,9 (7,1)  | +2,7 (7,1%)    | 0,0001*             |
| Percentil IMC kg/m <sup>2</sup>       | 92,5 (6,4)  | 93,2 (7,1)  | -0,6 (0,75%)   | 0,842 <sup>a</sup>  |
| Porcentaje Graso Slaughter            | 36,3 (10,1) | 36,4 (10,3) | -0,8<br>(0,2%) | 0,831               |
| Porcentaje de Masa Muscular Poortmans | 24,4 (5,2)  | 29,4 (3,4)  | +4,6 (17,0%)   | 0,0001*             |
| Perímetro abdominal cm                | 67,0 (8,38) | 68,2 (6,9)  | +0,2 (1,7%)    | 0,232               |
| Perímetro cadera cm                   | 77,3 (6,7)  | 79,4 (6,7)  | +2,0 (2,6%)    | 0,0001*             |
| Relación cintura cadera               | 0,88 (0,05) | 0,85 (0,05) | -0,03 (3,4%)   | 0,0006*             |
| Perímetro del brazo cm                | 17,6 (2,4)  | 17,8 (1,3)  | -0,1 (1,1%)    | 0,350               |
| Perímetro del muslo cm                | 34,9 (2,4)  | 36,0 (3,3)  | +1,0 (3,0%)    | 0,001*              |
| Pliegue bíceps en mm                  | 13,9 (4,6)  | 12,9 (4,3)  | -1,0 (7,2%)    | 0,061               |
| Pliegue tríceps mm                    | 18,7 (5,8)  | 18,7 (5,6)  | -0,04 (0,01%)  | 0,901               |
| Pliegue subescapular mm               | 18,66 (7,9) | 18,35 (6,6) | -0,3 (1,8)     | 0,602               |
| Pliegue muslo anterior mm             | 27,2 (8,0)  | 25,8 (6,6)  | - 1,4 (5,14)   | 0,041               |
| Pliegue pierna medial mm              | 23,0 (1,4)  | 23,9 (2,2)  | +0,9 (3,7%)    | 0,001* <sup>a</sup> |

Prueba t Student para muestras pareadas, a Wilcoxon signed-rank test

La Tabla 16 muestra los resultados dentro del grupo MIIG, donde al igual que en el grupo HIIG, hubo crecimiento de los sujetos del estudio estadísticamente significativo, correspondiente a la etapa de desarrollo de los participantes, también hubo aumento de la masa muscular sin cambios en la masa grasa que fue estadísticamente diferente entre antes y después del entrenamiento ( $p < 0.0002$ ). Sin embargo, este grupo no logró cambios estadísticamente significativos en la relación cintura cadera que es indicador de riesgo cardiovascular.

Tabla 16. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención en el grupo MIIG.

| N=33 (media±d.e)                      | Pre-MIIG    | Post-MIIG   | Δ%           | p         |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|-----------|
| Talla cm                              | 133,9 (6,9) | 136,6 (6,7) | +2,7 (1,9%)  | 0,0001*   |
| Peso kg                               | 38,1 (6,3)  | 40,4 (6,5)  | +2,3 (5,6%)  | 0,0008*   |
| Percentil IMC kg/m <sup>2</sup>       | 94,1 (4,6)  | 89,3 (19,8) | -4,8 (5,1%)  | 0,121     |
| Porcentaje Graso Slaughter            | 34,7 (9,3)  | 34,8 (9,5)  | -0,1(0,2%)   | 0,540 a   |
| Porcentaje de Masa Muscular Poortmans | 24,8 (4,9)  | 29,0 (4,5)  | +4,2 (14,4%) | 0,0002* a |
| Perímetro abdominal cm                | 79,0 (6,7)  | 81,6 (6,1)  | +2,62 (3,1%) | 0,010*    |
| Perímetro cadera cm                   | 68,4 (6,2)  | 69,3 (6,3)  | -0,88 (1,2%) | 0,030*    |
| Relación cintura cadera               | 0,86 (0,04) | 0,84 (0,04) | -0,01(2,3%)  | 0,071     |
| Perímetro del brazo cm                | 18,2 (0,2)  | 18,0 (0,31) | -0,15 (1,0%) | 0,332     |
| Perímetro del muslo cm                | 35,6 (2,3)  | 36,5 (2,65) | +0,8 (2,5%)  | 0,004*    |
| Pliegue bíceps en mm                  | 14,1 (4,8)  | 12,9 (5,3)  | -1,18 (8,5%) | 0,101     |
| Pliegue tríceps mm                    | 17,7 (5,3)  | 19,0 (5,3)  | + 1,2 (6,8%) | 0,01*     |
| Pliegue subescapular mm               | 17,63 (7,6) | 17,1 (7,5)  | - 0,4 (2,8%) | 0,421     |
| Pliegue muslo anterior mm             | 27,1 (7,5)  | 26,5 (6,7)  | -0,6 (2,2%)  | 0,323     |
| Pliegue pierna medial mm              | 20,0 (5,7)  | 19,2 (5,8)  | -0,7 (4,0%)  | 0,241     |

Prueba t Student para muestras pareadas, a Wilcoxon signed-rank test

En la Tabla 17 se muestra la comparación entre grupos tanto antes como después de la intervención, no se encontraron cambios relevantes entre grupos, es decir cualquiera de las estrategias implementadas logro cambios similares en recomposición corporal, a excepción de la relación cintura cadera (Figura 23 y 24).

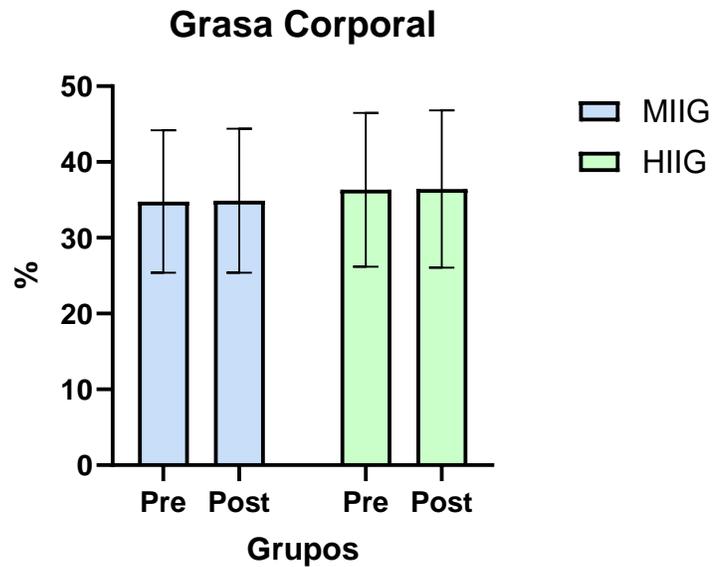
Tabla 17. Comparación de las medidas antropométricas antes y después de la intervención entre grupos MIIG vs HIIG.

|   | Grupo MIIG<br>(n=29) | Grupo HIIG<br>(n=33)   | Δ      | P                  |
|---|----------------------|------------------------|--------|--------------------|
| Talla cm (d.e)                                    |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 133,9(6,9)           | 130,2 (6,1)            | +3,6   | 0,031*             |
| Post- intervención                                | 136,6 (6,7)          | 133,0 (6,0)            | +3,6   | 0,023*             |
| Peso kg (d.e)                                     |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 38,1 (6,3)           | 36,1                   | -1,95  | 0,201              |
| Post- intervención                                | 40,4 (6,5)           | (6,6)<br>38,9<br>(7,1) | -1,5   | 0,371              |
| IMC (d.e)   |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 21,5 (2,6)           | 21,2 (2,7)             | -0,3   | 0,621              |
| Post- intervención                                | 21,6 (2,7)           | 21,8 (2,6)             | +0,17  | 0,741              |
| Porcentaje Graso según Slaughter<br>(d.e)         |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 34,7 (9,3)           | 36,3 (10,1)            | + 1,5  | 0,530              |
| Post- intervención                                | 34,8 (9,5)           | 36,4 (10,3)            | +1,5   | 0,540              |
| Porcentaje de Masa Muscular<br>Poortmans<br>(d.e) |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 24,8 (4,9)           | 24,4 (5,2)             | -0,37  | 0,910 <sup>a</sup> |
| Post- intervención                                | 29,0 (4,4)           | 29,0 (3,4)             | 0,06   | 0,921              |
| Perímetro cadera cm (d.e)                         |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 79,0 (6,7)           | 77,3 (6,7)             | -1,6   | 0,341              |
| Post- intervención                                | 81,6 (6,1)           | 79,45 (6,7)            | -2,1   | 0,101              |
| Perímetro cintura cm (d.e)                        |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 68,4 (6,2)           | 67,0 (8,3)             | -1,3   | 0,441              |
| Post- intervención                                | 69,3 (6,3)           | 68,2 (6,9)             | - 1,1  | 0,401 <sup>a</sup> |
| Relación cintura cadera<br>(media ± D.E)          |                      |                        |        |                    |
| Pre- intervención                                 | 0,86 (0,04)          | 0,88 (0,05)            | +0,01  | 0,270              |
| Post- intervención                                | 0,84 (0,04)          | 0,85 (0,05)            | +0,009 | 0,441              |
| Perímetro del brazo cm (d.e)                      |                      |                        |        |                    |

|                                 |             |             |        |                    |
|---------------------------------|-------------|-------------|--------|--------------------|
| Pre- intervención               | 18,2 (1,3)  | 17,69 (2,4) | -0,5   | 0,091              |
| Post- intervención              | 18,0 (1,7)  | 17,8 (1,3)  | -0,2   | a<br>0,401         |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Perímetro del muslo cm (d.e)    |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 44,1 (3,6)  | 43,5 (3,9)  | -0,6   | 0,541              |
| Post- intervención              | 44,8 (3,6)  | 44,1 (4,4)  | -0,7   | 0,492              |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Pliegue bíceps mm (d.e)         |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 14,1 (4,8)  | 13,9 (4,6)  | -0,1   | 0,812 <sup>a</sup> |
| Post- intervención              | 12,9 (5,3)  | 12,9 (4,3)  | -0,007 | 0,741 <sup>a</sup> |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Pliegue tríceps mm (d.e)        |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 17,7 (5,31) | 18,7 (16,6) | + 0,9  | 0,461              |
| Post- intervención              | 19,0 (5,3)  | 18,7 (5,6)  | - 0,2  | 0,871              |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Pliegue subescapular mm (d.e)   |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 17,6 (7,6)  | 18,6 (7,9)  | + 1,0  | 0,621              |
| Post- intervención              | 17,1 (7,5)  | 18,3 (6,6)  | +1,1   | 0,512              |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Pliegue muslo anterior mm (d.e) |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 27,1 (7,5)  | 27,2 (8,0)  | +0,04  | 0,951              |
| Post- intervención              | 26,58(6,7)  | 25,8 (6,6)  | -0,7   | 0,681              |
| <hr/>                           |             |             |        |                    |
| Pliegue pierna medial mm (d.e)  |             |             |        |                    |
| Pre- intervención               | 20,03 (5,7) | 20,6 (6,5)  | + 0,6  | 0,601              |
| Post- intervención              | 19,2 (5,8)  | 20,7 (6,8)  | + 1,4  | 0,345              |

Prueba t Student para varianzas iguales, aU de Mann Whitney

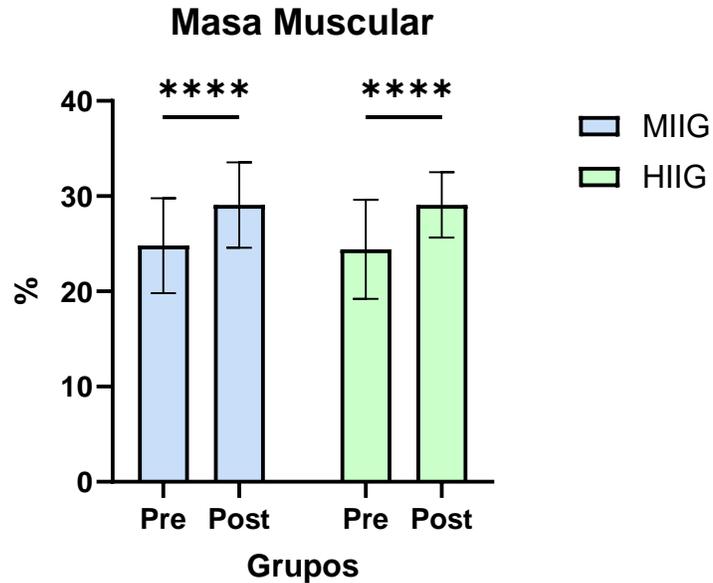
Figura 23. Comparación del porcentaje de grasa corporal pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

No se observaron diferencias significativas para el grupo HIIG. Se realizó ANOVA de dos vías, test para comparaciones Šidák's múltiples y Prueba t-Student para la diferencias de medias.

Figura 24. Comparación del porcentaje de Masa Muscular pre y post intervención de los grupos de mediana intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

Se observaron diferencias significativas para intragrupo HIIG ( $p < 0,001$ ) e intragrupo MIIG ( $p < 0,001$ ). Se realizó ANOVA de dos vías, test para comparaciones Šídák's múltiples.

#### 6.6. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE BIOMARCADORES SALIVALES PARA OBESIDAD EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.

En la Tabla 18 se describe las concentraciones de los marcadores relacionados con la obesidad medidos en saliva antes y después de la intervención según el sexo de los participantes. No hubo diferencias significativas entre sexos ni antes ni después de las intervenciones.

Tabla 18. Comparación de marcadores salivales por sexo antes y después de la intervención

| Hormona                    | Niños (n=30) | Niñas (n=32) | P*    |
|----------------------------|--------------|--------------|-------|
| Insulina $\mu$ IU/ml (d.e) |              |              |       |
| Pre- intervención          | 8,3 (5,5)    | 11,2 (13,9)  | 0,941 |
| Post- intervención         | 6,9 (5,3)    | 10,6 (10,2)  | 0,150 |
| TNF $\alpha$ pg/ml (d.e)   |              |              |       |
| Pre- intervención          | 15,6 (4,8)   | 10,6 (6,3)   | 0,701 |
| Post- intervención         | 8,9 (12,8)   | 11,2 (13,3)  | 0,241 |
| IL6 pg/ml (d.e)            |              |              |       |
| Pre- intervención          | 65,4 (81,7)  | 68,9 (174,2) | 0,112 |
| Post- intervención         | 46,3 (61,9)  | 72,4 (132,7) | 0,641 |
| Leptina ng/ml (d.e)        |              |              |       |
| Pre- intervención          | 0,34 (0,06)  | 0,34 (0,03)  | 0,251 |
| Post- intervención         | 0,32 (0,05)  | 0,32 (0,04)  | 0,701 |
| Adiponectina ng/ml (d.e)   |              |              |       |
| Pre- intervención          | 16,6 (12,8)  | 14,8 (12,8)  | 0,342 |
| Post- intervención         | 14,1 (11,8)  | 12,17 (9,9)  | 0,561 |

\*U de Mann Whitney

TNF  $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral alfa; IL6: Interleuquina 6

En la Tabla 19 se comparan los resultados de los niveles de los biomarcadores medidos en saliva. Se observa una disminución entre los niveles de leptina salival antes y después de la intervención de mediana intensidad para el grupo MIIG estadísticamente significativa ( $p=0,008$ ) (Figura 25), así como, una disminución del 39,1% de las concentraciones del TNF  $\alpha$  pg/ml del 34,7% y de la IL-6 del 34,1% aunque sin significancia estadística (Figura 26 y 27).

Tabla 19. Comparación de marcadores salivales antes y después en el grupo MIIG.

| N=29 (media $\pm$ d.e) | Pre-MIIG     | Post-MIIG    | $\Delta\%$     | P*     |
|------------------------|--------------|--------------|----------------|--------|
| Insulina $\mu$ IU/ml   | 7,4 (4,9)    | 7,5 (5,8)    | +0,04 (1,3%)   | 0,761  |
| TNF $\alpha$ pg/ml     | 16,6 (29,9)  | 10,1 (10,3)  | - 6,50 (39,1%) | 0,601  |
| IL6 pg/ml              | 78,5 (182,2) | 51,7 (125,7) | -26,7 (34,1%)  | 0,081  |
| Leptina ng/ml          | 0,35 (0,06)  | 0,32 (0,05)  | -0,02 (8,5%)   | 0,008* |
| Adiponectina ng/ml     | 15,0 (13,3)  | 11,1(7,04)   | -3,9 (26%)     | 0,091  |

Wilcoxon signed-rank test

TNF  $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral alfa; IL6: Interleuquina 6

En la Tabla 20 se comparan los resultados de los niveles de los biomarcadores

medidos en saliva, se observa una disminución estadísticamente diferente entre los niveles de leptina salival antes y después de la intervención de mediana intensidad para el grupo HIIG (Figura 25), también se encontró una disminución significativa de la leptina después de la intervención ( $p=0,004$ ) no se encontró disminución en los niveles de los marcadores inflamatorios.

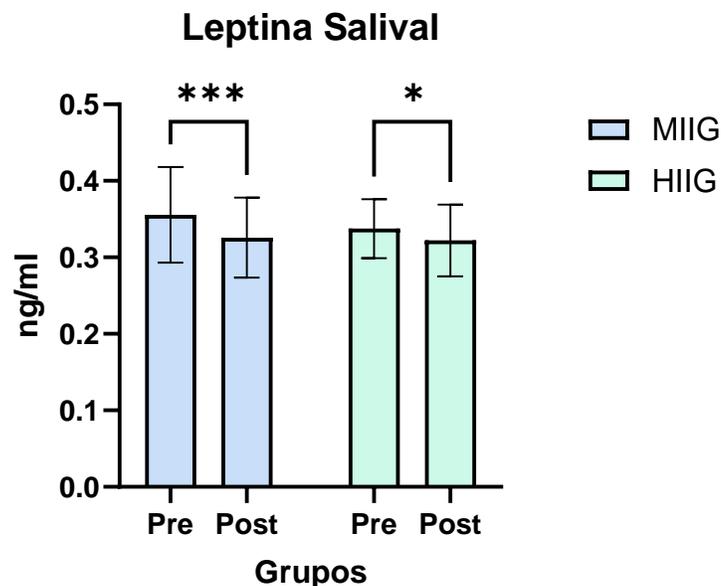
Tabla 20. Comparación de marcadores salivales antes y después en el grupo HIIG

| N=33                       | Pre-HIIG    | Post-HIIG   | $\Delta$      | p      |
|----------------------------|-------------|-------------|---------------|--------|
| Insulina $\mu$ IU/ml (d.e) | 11,1 (13,0) | 10,1 (10,0) | - 1,0 (9,0%)  | 0,891  |
| TNF $\alpha$ pg/ml (d.e)   | 9,9 (9,7)   | 10,41(15,4) | +0,4 (4,8)    | 0,291  |
| IL6 pg/ml (d.e)            | 60,3 (86,5) | 68,0 (85,9) | +7,6 (11,3%)  | 0,825  |
| Leptina ng/ml (d.e)        | 0,33 (0,03) | 0,32 (0,04) | - 0,01 (3,0%) | 0,004* |
| Adiponectina ng/ml (d.e)   | 16,3 (12,4) | 15,1 (13,4) | - 1,2 (7,3%)  | 0,101  |

Wilcoxon signed-rank test

TNF  $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral alfa; IL6: Interleuquina 6

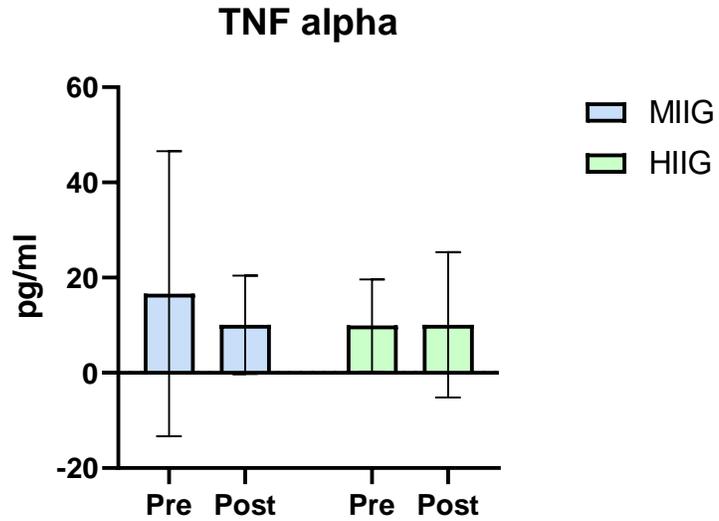
Figura 25. Comparación de las concentraciones de Leptina salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

no se observaron diferencias significativas para el grupo HIIG, se realizó ANOVA de dos vías, test para comparaciones Šídák's múltiples y Prueba t Student para las diferencias de medias, \* $p<0,05$ .

Figura 26. Comparación de las concentraciones de TNF alpha salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo

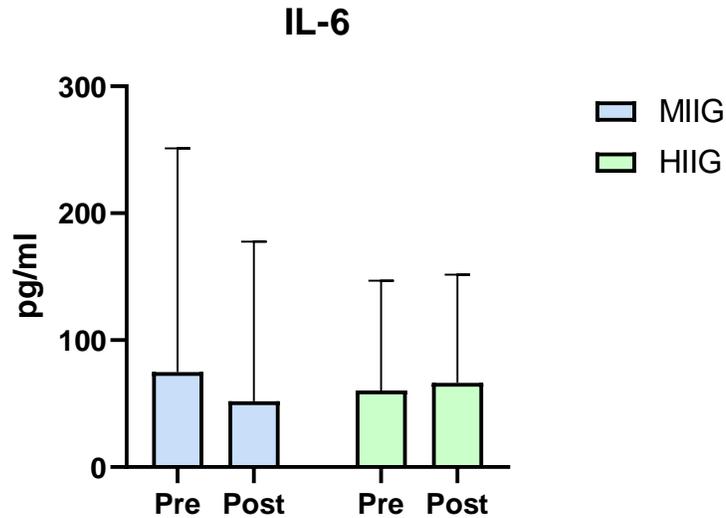


**Figura 1**

Fuente: Elaboración Propia

no se observaron diferencias significativas para el grupo HIIG, se realizó pruebas no paramétricas de para cada comparación Wilcoxon signed-rank test y prueba de kruskal wallis para comparaciones múltiples, \* $p < 0,05$ .

Figura 27. Comparación de las concentraciones de IL-6 salival pre y post intervención de los grupos de mediana Intensidad (MIIG n= 29) y alta intensidad (HIIG n=33) e intragrupo



Fuente: Elaboración Propia

no se observaron diferencias significativas para el grupo HIIG, se realizó pruebas no paramétricas de para cada comparación Wilcoxon signed-rank test y prueba de kruskal wallis para comparaciones múltiples, \* $p < 0,05$ .

En la Tabla 21 se comparan los resultados de los niveles de los biomarcadores medidos en saliva entre grupos. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ni antes y ni después de la intervención.

Tabla 21. Comparación de marcadores salivales por entre grupos antes y después de cada intervención

|                           | Grupo MIIG (n=29) | Grupo HIIG (n=33) | $\Delta$ | p   |
|---------------------------|-------------------|-------------------|----------|-----|
| Insulina $\mu$ U/ml (d.e) |                   |                   |          |     |
| Pre- intervención         | 7,3 (4,8)         | 11,9 (13,7)       | +4,6     | 0,5 |
| Post- intervención        | 7,5 (5,8)         | 9,8 (9,9)         | +2,3     | 0,2 |
| TNF $\alpha$ pg/ml (d.e)  |                   |                   |          |     |
| Pre- intervención         | 16,6 (29,9)       | 9,9 (9,72)        | -6,6     | 0,6 |
| Post- intervención        | 10,1 (15,2)       | 10,1 (15,2)       | +0,01    | 0,1 |
| IL6 pg/ml (d.e)           |                   |                   |          |     |
| Pre- intervención         | 74,7 (176,2)      | 60,3 (86,5)       | -14,3    | 0,8 |
| Post- intervención        | 51,7 (125,7)      | 66,4 (85,0)       | +14,6    | 0,2 |
| Leptina ng/ml (d.e)       |                   |                   |          |     |
| Pre- intervención         | 0,35 (0,06)       | 0,33 (0,03)       | - 0,01   | 0,5 |
| Post- intervención        | 0,32 (0,05)       | 0,32 (0,04)       | -0,003   | 0,8 |
| Adiponectina ng/ml (d.e)  |                   |                   |          |     |
| Pre- intervención         | 14,6 (13,3)       | 16,6 (12,3)       | +2,0     | 0,2 |
| Post- intervención        | 11,1 (7,0)        | 14,8 (13,2)       | +3,7     | 0,6 |

U de Mann Whitney

TNF  $\alpha$ : Factor de necrosis tumoral alfa; IL6: Interleuquina 6

En la Tabla 22 se observa nuevamente varios de modelos de regresión lineal multivariada, se escogió el Modelo que más explico en un 85% el peso de los niños post intervención, para determinar si la intervención tuvo algún tipo de impacto sobre el desenlace.

La tabla 22 muestra los tres modelos regresión más destacados, usando el peso al final del estudio como variable desenlace. El modelo 1 se incluyeron solo las variables antropométricas y la intervención de alta intensidad y tuvo un  $R^2$  de 82% y  $R^2$  ajustado del 80%, lo que explica la variable desenlace en un 80% ( $p=0,00001$ ). En el modelo 2 se ajustó incluyendo las variables como la lactancia y tuvo un  $R^2$  de 86% y  $R^2$  ajustado del 84% ( $p=0,00001$ ). En el modelo 3, se fueron incluyendo variables para determinar el modelo más robusto, que concluyó en el modelo número 3 en el que se incluyeron interacciones encontradas en los modelos anteriores. El modelo de regresión número 3 tuvo un  $R^2$  de 89% y un  $R^2$  ajustado del 85%, lo que explica la variable desenlace en un 85% con una  $p=0,00001$ . Las variables que explican el peso y tuvieron asociaciones estadísticamente significativas con el peso fueron la talla ( $\beta_1$  0,35, 95% IC 0,16-0,64), ser de sexo masculino ( $\beta_2$  7,3 IC 4,6-10,0), el porcentaje de grasa ( $\beta_3$  0,63, IC 0,49-0,67), la masa muscular ( $\beta_4$  -0,91 IC -1,2--0,5) y recibir menos de tres meses lactancia materna exclusiva ( $\beta_5$  9,6 IC 3,0-16,3)

Modelo de regresión del peso en niños con obesidad y sobrepeso luego de la intervención ejercicio:  $\text{Peso} = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 \dots$

$\text{Peso} = 22,4 \text{ kg} + 0,350 \text{ kg (cm)} + 7,3 \text{ kg (Sexo Masculino)} + 0.63 \text{ kg (Porcentaje de grasa)} - 1,1 \text{ kg (kg masa muscular)} + 9,6 \text{ kg (con menos de 3 meses de lactancia exclusiva)} - 0,3 \text{ kg (Grupo HIIG)} + \text{ajustado por las demás variables visibles en la tabla 22}$

Lo que quiere decir que los niños aumentan 350 g por cm de talla adicional, ser niño hace que se tengan 7,3 kg adicionales, además por cada punto de % de grasa hay un aumento de 630 g de peso y por cada punto de masa muscular adicional el peso disminuye en kg, además los niños que recibieron menos de 3 meses de lactancia materna exclusiva apuntarían 9,6 kg adicionales de peso, ajustado por los demás variables que hace el modelo explica el 89% del peso encontrado al inicio en los niños y niñas, el pertenecer al grupo de HIIG o MIIG no fue estadísticamente relevante para el modelo pero es una variable de ajuste importante.

Tabla 22. Regresión lineal multivariada, Modelo de regresión del peso en niños con obesidad y sobrepeso post intervención

| Variables                | Modelo 1                | Modelo 2                  | Modelo 3                 |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|
| R2                       | 0,82                    | 0,86                      | 0,89                     |
| R2 ajustado              | 0,80                    | 0,84                      | 0,85                     |
| P valor para cambio R2   | 0,0000                  | 0,0000                    | 0,0000                   |
|                          | $\beta$ (95% IC) p      | $\beta$ (95% IC) p        | $\beta$ (95% IC) p       |
| Edad                     | -0,5 (-1,6-0,5) 0,3     | -0,6 (-1,7-0,4) 0,24      | -0,01 (-1,1-0,4) 0,9     |
| Talla                    | 0,48 (0,3-0,66) <0,0001 | 0,47 (0,29-0,64) <0,0001  | 0,35 (0,16-0,54) 0,001   |
| Sexo Masculino           | 6,3 (3,6- 9,0) <0,0001  | 6,3 (3,7- 8,8) <0,0001    | 7,3 (4,6- 10,0) <0,0001  |
| Grupo de HIIG            | -0,05 (-1,6-1,5) 0,94   | 0,1 (-1,4-1,8) 0,81       | -0,3 (-1,9-1,2) 0,69     |
| Porcentaje de grasa post | 0,60 (0,5-0,85) <0,0001 | 0,59 (0,46-0,71) <0,0001  | 0,63 (0,49-0,77) <0,0001 |
| Masa muscular en kg post | -,77(0,49-0,72) <0,0001 | -0,71(-1,0--0,04) <0,0001 | -0,91(-1,2--0,5) <0,0001 |

| Niveles salivales                                     |   |                    |                    |
|---|---|--------------------|--------------------|
| Insulina (µIU/ml)                                     | - | -                  | -0,01 (-,12-0,09)  |
| Leptina (ng/ml)                                       | - | -                  | 0,7                |
| Adiponectina (ng/ml)                                  | - | -                  | 13,7 (-3,1-30,6)   |
| TNF alfa (pg/ml)                                      | - | -                  | 0,10               |
| IL 6 (pg/ml)  | - | -                  | 0,03 (-0,05- 0,1)  |
|   |   |                    | 0,4                |
|   |   |                    | 0,04 (-,02-0,1)    |
|   |   |                    | 0,2                |
|   |   |                    | ,002 (-0,006-0,01) |
|   |   |                    | 0,6                |
| Lactancia Materna exclusiva (%)                       |   |                    |                    |
| Mes 2   |   |                    |                    |
| Mes 3   | - | 9,6 (3,0-16,3)     | 9,6 (3,0-16,3)     |
| Mes 4   | - | 0,005              | 0,005              |
| Mes 5   | - | 0,09 (-4,5-4,7)    | 0,09 (-4,5-4,7)    |
| Mes 6   | - | 0,9                | 0,9                |
|   | - | -2,03 (-6,3- 2,2)  | -2,03 (-6,3- 2,2)  |
|   |   | 0,3                | 0,3                |
|   |   | -1,1(-6,4- 4,1)    | -1,1(-6,4- 4,1)    |
|   |   | 0,6                | 0,6                |
|   |   | -0,2 (-4,6- 4,2)   | -0,2 (-4,6- 4,2)   |
|   |   | 0,9                | 0,9                |
| Edad inicio de alimentación suplementaria meses (D.E) |   |                    |                    |
|   | - | -0,06 (-0,67-0,54) | -0,06 (-0,67-0,54) |
|   |   | 0,8                | 0,8                |

## 7. DISCUSIÓN

Esta investigación se realizó en varias etapas. En la primera se realizó una prueba piloto inicial debido al confinamiento generado por la pandemia por COVID-19. En esta etapa se probó el protocolo de ejercicio y la facilidad y la adherencia de los niños a las intervenciones basadas en juegos. La prueba piloto tuvo un diseño cuasiexperimental que incluyó a 12 niños y 15 niñas de 6 años, con valoraciones antes y después de 20 semanas de las intervenciones: sesiones virtuales de juegos de intensidad moderada, dirigidas tres veces por semana de 60 minutos. En estas sesiones, los participantes realizaban ejercicio con características recreativas de acuerdo con su edad similar al estudio de Macias *et al.*(147) . Según Sothern *et al.* (148), las actividades de intensidad moderada y de naturaleza no estructurada como saltar la cuerda, jugar con una pelota, almohada u otros materiales presentes en sus casas, divertidas y fáciles de hacer (148), (149) pueden contribuir a la prevención de enfermedades crónicas y otorgan beneficios en la salud general de los niños y jóvenes. Parte de los objetivos de este piloto fue mantener a los niños en movimiento durante el confinamiento generado por la pandemia por COVID-19, además de generar información para la implementación de las intervenciones del modelo cuasiexperimental.

Una vez culminada la etapa piloto y terminado el confinamiento se realizó el reclutamiento y las etapas descritas en la metodología en el cual se evaluaron 62 niños y niñas entre los 6 a 9 años. Los participantes se sometieron a una evaluación inicial, una intervención basada en juegos infantiles a diferentes intensidades y finalmente a una evaluación al final usando antropometría y bioimpedancia para la composición corporal, variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC) para la evaluación de la regulación autonómica cardíaca y se tomaron muestras salivales para determinar el impacto sobre los biomarcadores relacionados con obesidad, insulina, adiponectina, leptina, IL-6 y TNF- $\alpha$  utilizando protocolos estandarizados para cada una de las mediciones. A continuación se discuten los resultados de acuerdo con los objetivos del estudio.

### 7.1. ANÁLISIS DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.

Las características antropométricas previas a la intervención del piloto fueron muy similares entre niños y niñas. No obstante, se evidenció que los niños tenían mayor cantidad de masa muscular con respecto a las niñas ( $P < 0.001$ ) tanto en la prueba piloto como en las etapas subsiguientes del proyecto. Estos hallazgos discrepan con los resultados de Urquidez *et al.* (150), quienes estudiaron 40 niñas y 39 niños, y no encontraron diferencias significativas por sexo a esas edades. Tampoco el

grupo valorado por Delgado *et al.* (151), encontraron diferencias antropométricas básicas al inicio del programa ( $p \geq 0,05$ ). Sin embargo, Espinoza *et al.* (152), quienes evaluaron a 274 niños de entre 7 a 9 años, sí encontraron que el porcentaje de grasa fue mayor en las niñas. De la misma manera, Cheng *et al.* (153), que analizaron 2468 niños desde los dos años con seguimiento por seis años, reportaron diferencias de composición más marcadas cuanto más se acercaban las niñas a la menarquía, coincidiendo con los hallazgos de nuestro estudio, tanto en la etapa piloto como en sus etapas posteriores. Es importante observar que los cambios en estos estudios podrían corresponder a una adrenarquía temprana, es decir, antes de los 9 años. La adrenarquía temprana ha sido asociada con la obesidad infantil por la maduración prematura de la zona reticular de la corteza de la glándula suprarrenal, forzada por el aumento de la leptina y el factor de crecimiento similar a la insulina (IGF-1), que genera niveles elevados de andrógenos suprarrenales (DHEA y androstenediona) independientemente del peso al nacer en niños normales (154). Este hecho genera el desarrollo de características sexuales como el aumento de masa muscular en niños de sexo masculino antes de los 8 años, como se observó tanto en el estudio piloto como en los resultados antropométricos de esta investigación.

Después de 20 semanas de intervenciones mediadas por la tecnología en el piloto se encontró variación en los parámetros antropométricos, hubo una reducción de  $1,7 \pm 5,9$  kg ( $p = 0,16$ ) en el peso de los participantes y una disminución del perímetro abdominal de 1,01 cm ( $p = 0,63$ ) no significativo. Por otra parte, se analizaron los resultados antropométricos intragrupo y entre grupos en el HIIG y MIIG y se observó un aumento en la talla y el peso, correspondiente al crecimiento de los niños. No obstante, también hubo una recomposición corporal en ambos grupos, donde hubo un aumento de la masa muscular estadísticamente significativa (en HIIG  $p < 0,0001$  y en MIIG  $p < 0,0002$ ) sin aumento de porcentaje de grasa. También se observó una disminución de la relación cintura cadera de 0,88 a 0,85 ( $p < 0,006$ ) para el grupo HIIG, pero no hubo diferencia entre grupos. Ambas estrategias lograron recomposición corporal, lo cual fue concordante con el estudio de Patiño *et al.* (155), quienes incluyeron 7 niños y 2 niñas después de un programa de ejercicio cuya disminución sí fue estadísticamente significativa ( $90,5 \pm 11,0$  a  $88,1 \pm 9,9$  cm;  $p = 0,008$ ). Patiño *et al.* (155), también describieron un descenso del porcentaje de IMC (de 55,55% pretest a 25,93% posttest) de participantes clasificados con sobrepeso y obesidad (7,41% vs 18,52% respectivamente;  $p = 0,16$ ), que coincide también con el estudio de Gelves *et al.* (156), al describir una leve disminución de la obesidad (4,2 %) y sobrepeso (1,8%) en el grupo post intervención escolar. Asimismo, el estudio de Urquidez *et al.* (150), quienes realizaron valoración antropométrica en tres escuelas ( $n=80$ ) durante 6 meses con sesiones educativas (teóricas y prácticas) de actividad física, hallaron diferencias significativas en la disminución de 0,9% en el IMC/edad y un aumento en el conocimiento de las actividades físicas recreativas (del 24% al 45,1%;  $p = 0,026$ ), lo cual es importante a la hora de implementar estrategias para la prevención de enfermedades futuras en la población infantil. Es importante resaltar que los niños no deben perder peso, la

alimentación debe planearse de modo que el peso se ajuste con la talla por sí mismo, una reducción significativa en el peso podría indicar un proceso de desnutrición (157).

Otros estudios que han implementado estrategias de ejercicios de alta intensidad han logrado diferentes resultados. En el estudio de Espinoza *et al.* (152), se encontraron diferencias significativas en el IMC con una disminución en el grupo con sobrepeso (IMC  $20,01 \pm 1,88$  al inicio frente a  $19,00 \pm 2,02$  después de HIIT,  $p < 0,001$ ) y en el grupo con obesidad (IMC,  $24,12 \pm 2,66$  al inicio versus  $23,23 \pm 3,23$  después del HIIT,  $p < 0,001$ ), adicional a una disminución significativa en la tasa de prevalencia de escolares con obesidad (del 66,4% al 49,6%) ( $p < 0,001$ ). No obstante, se destaca el estudio de Shamah *et al.* (158) que se realizó con 60 escuelas (30 intervenidas y 30 de control) y una participación de 1020 niños en un periodo de 6 meses, el cual no observó una disminución en el peso corporal, aunque se logró mantener el IMC y en los escolares intervenidos la probabilidad estimada (PE) de obesidad entre el inicio y el final disminuyó un 1 % (PE inicial = 11,8 %, IC 95 % 9,0-5,2; PE final = 10,8 IC 95 % 8,4-13). Asimismo, se incluye el estudio de Pino *et al.* (159) realizado con 153 escolares (entre 7 y 10 años) intervenidos con sesiones de HIIT durante 12 semanas, el cual mostró reducciones no significativas en el IMC de los participantes ( $p = 0,709$  en niños 7-8 años y  $P = 0,086$  en niños de 9-10 años). Finalmente, el meta-análisis de Harris *et al.* (160) seleccionó 18 ensayos clínicos controlados con datos de IMC pre y post test con una muestra total de 18141 escolares y mostró que el IMC no mejoró significativamente después de las intervenciones de actividad física extracurricular (diferencia de medias ponderada - 0,05 kg/m, IC 95% -0,19-0,10), ni cambios consistente en otras medidas de composición corporal.

Aun así, distintos estudios (161–164) muestran tendencias similares, a pesar de que los resultados no son significativos, se evidencia la recomposición corporal en los grupos intervenidos con actividad física o programas de ejercicio, con o sin estrategias HIIT. En concreto, se observó un descenso mismo del IMC teniendo un impacto positivo en las medidas antropométricas de los escolares. Steinberger *et al.* (165), informan que llegar con alto IMC a la adolescencia implica tener alrededor de un 35% de probabilidades de padecer sobrepeso u obesidad a los 35 años, progresando a enfermedades crónicas. Por tanto, es justo decir que todo tipo de intervenciones, ya sean estructuradas como el HIIT clásico o basadas en juegos infantiles, terminan siendo beneficiosas para la salud de esta población.

Los resultados de los estudios antes citados son discordantes entre ellos en algunos aspectos, esto podría atribuirse al tiempo de intervención. No obstante, el estudio de Blüher *et al.* (166) tampoco mostró reducciones significativas en el IMC ( $p = 0,96$ ) después de 6 meses de intervención HIIT en escolares con sobrepeso; aun así, los autores concluyen que para obtener variaciones en el peso corporal con programas de HIIT es necesario realizar programas largos y sostenidos en el tiempo. Sin embargo, se debe considerar lo encontrado por Giraldo *et al.* (167) quienes

evaluaron 1593 escolares que realizaron actividad física y no asociaron cambios significativos en el IMC ( $p=0,145$ ), por lo que sugieren que además de las diferencias por sexo, los programas deben incluir estrategias de educación nutricional con las familias y los centros educativos. Estas estrategias sí que se aplicaron en este estudio y fueron basadas en juegos, logrando una adherencia similar a la conseguida en otras estrategias basadas en juegos de alta intensidad como la implementada por Reyes-Amigo *et al.* (24).

El índice cintura-talla y cintura-cadera es un indicador de adiposidad y se correlaciona con factores de riesgo cardiovascular (168). En el estudio de Karlsson, A.K. *et al.* el índice de cintura-cadera no tuvo diferencias significativas entre niños ( $0,47\pm 0,03$ ) y niñas ( $0,48\pm 0,03$ ) (169). Estos resultados son similares a los obtenidos en la presente investigación donde igualmente no hemos encontrado diferencias entre sexos ( $p>0,05$ ). Además, el punto de corte definido en el estudio de Kuba V.M *et al.* en donde el índice cintura-talla mayor de 0,5 se asocia con la presencia de factores de riesgo en la población infantil (168); en este estudio supera este punto de corte ( $0,52\pm 0,04$ ) y, por tanto, una mayor presencia de riesgo cardiovascular. La base lógica del índice cintura-talla es que, para una altura dada, hay un grado aceptable de grasa almacenada en la región del tronco (170) y se ha correlacionado mejor que otros índices con la grasa abdominal visceral (171).

## 7.2. ASOCIACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS, FAMILIARES Y CONDICIONES POSNATALES DE LOS NIÑOS Y NIÑAS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO CON EL PESO.

En este estudio también se incluyeron variables sociodemográficas y la exploración de las circunstancias de nacimiento, así como también se realizó un modelo de regresión para predecir la ganancia de peso en niños previa a la intervención. Las correlaciones más destacadas con mayor peso corporal fueron: ser de sexo masculino ( $\beta=5,2$ , 95% CI: 2,6-7,9), el porcentaje de grasa corporal ( $\beta = 0,36$ , 95% CI: 0,25-0,45), la masa muscular ( $\beta = -0,41$ , 95% CI: -0,72 -0,9) y la lactancia exclusiva por menos de 3 meses ( $\beta = 8,7$  4.1 - 15.2). Variables como la escolaridad de la madre, complicaciones del nacimiento o el tipo de parto no estuvieron relacionadas con el IMC ni con el porcentaje de grasa o peso corporal en los modelos realizados, contrariamente a lo encontrado en otros estudios. Jian Ma *et al.* analizaron la asociación entre la lactancia materna y la obesidad infantil. Realizaron un estudio transversal multicéntrico de 4.740 niños de 9 a 11 años de 12 países y encontraron que la lactancia materna exclusiva se asoció con menores probabilidades de obesidad (odds ratio [OR] 0,76, IC 95%, IC [0,57-1,00]) y grasa corporal alta (OR 0,60, IC del 95% [0,43-0,84]) en comparación con la alimentación exclusiva con fórmula (172). Estos resultados son similares al modelo presentado en este estudio, entre más meses de lactancia materna exclusiva más protección contra la obesidad y menos porcentaje de grasa corporal y peso tenían a al momento de la valoración. Estos resultados también tienen referentes teóricos

contradictorios en la literatura, aunque estudios como el de Jian Ma *et al.* muestran clara asociación entre la lactancia materna y la ganancia de peso, también mencionan que el peso corporal de la madre o la presencia de diabetes gestacional pueden confundir este resultado (172). De igual manera otros estudios como el Vehapoglu *et al.* (173) no encontraron una relación protectora al analizar la introducción de alimentos en la alimentación complementaria. Sin embargo, son más las evidencias que apoyan la idea de la lactancia materna como reguladora endocrina en los recién nacidos que impacta en la presencia de un peso saludable en la infancia, como en este estudio que la lactancia materna tuvo una asociación y un efecto dosis-respuesta entre la duración de la lactancia materna y la reducción del riesgo de obesidad infantil (174). Lucas *et al.* (175), analizaron 77 recién nacidos y observaron que los niños que recibieron biberón con fórmula tenían niveles más altos de insulina, motilina, enteroglucagón, neurotensina y polipéptido pancreático después de la alimentación, mientras que en los lactantes amamantados estos cambios fueron reducidos o ausentes. Además, se presentaban niveles más altos de leptina, ghrelina y adiponectina. Estos cambios endocrinos están relacionados con disminución de la lipólisis, así como con una menor saciedad (175).

Otro aspecto interesante del modelo inicial presentado es el efecto de la masa muscular ( $\beta=-0,41$ , 95% CI: -0,72--0,9) sobre el peso corporal total, es decir, que a más masa muscular era más probable estar cerca de un peso adecuado para la edad. Este resultado es similar al comportamiento de la composición corporal en adultos, donde el ejercicio físico mejora la masa muscular y repercute en un control más eficiente del sobrepeso y la modulación autonómica cardíaca que ha estado asociada a mayor masa muscular (176).

### 7.3. EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD COMPARADO CON LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO

La modulación autonómica cardíaca y su modificación también fue un objetivo de esta investigación. En la medición inicial del estudio no se encontraron diferencias entre sexos en las diferentes dimensiones de la variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). No obstante, se observaron valores inferiores no significativos en las niñas en comparación con los niños en todas las dimensiones antes de iniciar las intervenciones por grupos. Autores como Leppänen *et al.* (177) obtuvieron hallazgos similares en niños y niñas de 6 a 8, sin diferencias en SDNN, HF, LF/HF y RMSSD (177). Speer *et al.* (178), tampoco encontraron diferencias entre sexos en el promedio R-R, la frecuencia cardíaca en reposo y RMSSD. De la misma manera, Longin *et al.* y Fukuba *et al.* (179,180) tampoco encontraron diferencias entre sexos en los parámetros de VFC en grabaciones de corta duración.

Respecto a la asociación entre la VFC y la composición corporal, varios estudios han demostrado relaciones directamente proporcionales y significativas entre el perímetro abdominal y parámetros como LF/HF (181), (182). Algunos autores relacionan la LF/HF como indicador del balance simpático-vagal (183,184), dado que ha demostrado ser un índice indicador de la interacción del sistema nervioso simpático y parasimpático. Se encontró que un alto perímetro de cintura se asocia con una predominancia del sistema simpático sobre el sistema parasimpático en niños con sobrepeso y obesidad (185,186). Sin embargo, la importancia fisiológica de la relación LF/HF no está clara en la literatura (185,186). Por tanto, la interpretación de LF/HF como un indicador de balance simpático-vagal debería ser considerado con precaución.

Respecto a otras variables, el estudio de Santos M. *et al.* (182) y de Bambrilla P. *et al.* (187) demostraron la relación inversa entre la señal HF y el perímetro de cintura  $r=-0,31$ ;  $p=0,05$  (182) y  $r=-0,38$ ;  $p<0,01$  respectivamente (187). Además, la investigación de Van Biljon A. *et al.* (126) y la de Rodríguez S. *et al.* también demostraron asociaciones negativas entre estas dos variables con coeficientes de regresión negativos significativos (126), (188). Estos datos sugieren que la obesidad central ha demostrado estar relacionada inversamente con la modulación vagal (189), (190), lo cual podría explicarse por el aumento del tejido adiposo, que aumenta la secreción de distintas adipocinas que interactúan con el eje hipotalámico-pituitario-adrenal (191) aumentando los niveles plasmáticos de catecolaminas y el tono simpático, con una disminución de la banda HF (192).

El componente LF no solo expresa modulación simpática (193) sino también modulación parasimpática (194). Esta doble modulación de LF complica la interpretación del equilibrio simpático vagal, aunque de acuerdo con los resultados, LF refleja y se asocia con la actividad simpática. Cabe destacar que la hiperactividad simpática relacionada con la obesidad puede ser un mecanismo compensatorio para aumentar la termogénesis y minimizar el aumento de peso, pero con una mayor carga simpática sobre el corazón, los riñones y la vasculatura periférica (195). También se ha reportado que la hipertrofia del tejido adiposo genera resistencia de los receptores  $\beta_3$  a la estimulación de la adrenalina procedente de la glándula suprarrenal, así como del SNA. Todo ello genera que el sistema nervioso simpático aumente su actividad para elevar la estimulación del tejido adiposo, que se va volviendo resistente a esta estimulación y culmina por no darse de manera adecuada, lo que implica una disminución de la lipólisis (195), (196), (197). Sin embargo, el aumento de disponibilidad de neurotransmisores creada por sistema simpático y la glándula suprarrenal crea una estimulación simpática generalizada que sobrepasa la regulación parasimpática, relacionándose con la patogénesis de la hipertensión en obesidad (196), (197), (198). Habría que sumar a esto la vía ya conocida de producción de angiotensinógeno por parte del tejido adiposo (196), (197), (198). Por tanto, en el dominio de la frecuencia se observó que una mayor grasa abdominal se correlacionó de manera inversa con la modulación vagal (HF y LF/HF) y de manera directa con LF. Este hallazgo destaca la utilidad de esta medida

simple en la evaluación del desequilibrio autonómico en niños y, aunque los resultados no concuerden en muchos aspectos con estudios anteriores por diferencias metodológicas, esta medida es una herramienta que podría ser útil en el futuro.

La diferencia en los métodos utilizados para la medición de la VFC genera confusión y discordancia en los resultados. En algunas investigaciones se utilizaron registros de 24 horas y en otros de 5 minutos, además de las diferencias de sensibilidad en los equipos utilizados y el control de variables como temperatura y humedad del laboratorio, así como estado emocional del sujeto medido. Algunas otras discrepancias podrían explicarse por las diferencias en la etapa puberal que se presentan en algunos estudios, ya que ésta afecta la función del sistema nervioso autónomo en obesidad (199). También la adiposidad puede ser una fuente de discrepancias, ya que se ha demostrado que el tejido adiposo visceral tiene mayor correlación con la actividad simpática que el tejido adiposo subcutáneo (190) y el cálculo del IMC no es útil para cuantificar el porcentaje de grasa ni la proporción del tejido adiposo, así que no es un indicador fiable para determinar si la adiposidad es adecuada.

El porcentaje de grasa por antropometría se relacionó positivamente con LF/HF. Por el contrario, el porcentaje de masa muscular se relacionó negativamente con LF/HF. Esto determina que la grasa corporal y la masa muscular influyen sobre el equilibrio simpático vagal. Por estas razones es relevante modificar estas repuestas a través de programas de entrenamiento. En este estudio se realizó un análisis de la VFC entre grupos e intragrupo antes y después de cada intervención. En las diferentes dimensiones de la VFC, no hubo diferencias estadísticamente significativas para el grupo MIIG, mientras que en el grupo HIIG sí se obtuvieron diferencias en el predominio de frecuencia, aumentando HF (relacionado con el predominio parasimpático) y disminuyendo LF (relacionado de forma menos clara con el predominio simpático). También hubo cambios relevantes entre la relación  $Lfnu/Hfnu$  prom (d.e) (ratio) que, aunque no fue estadísticamente significativa, tuvo una disminución del 18,6% (de 0,8 a 0,6), sugiriendo una cierta mejoría en el equilibrio simpático-vagal que se ha considerado beneficiosa para la salud cardiovascular en niños y adolescentes (200). En el estudio de Farah *et al.* (121) en adolescentes, se encontraron disminuciones significativas ( $p < 0,05$ ) en la presión arterial sistólica, diastólica y media en los dos grupos, mientras que la circunferencia de la cintura, la frecuencia cardíaca y la VFC mostraron cambios beneficiosos sólo en el grupo HIIT ( $p < 0,05$ ). No obstante Farah *et al.* (121) tuvieron dificultades en la adherencia de los participantes. En el presente estudio, estos problemas se subsanaron realizando las actividades en las escuelas y basadas en juegos (121). En la misma línea que en este trabajo, la revisión sistemática de Santos *et al.* (200), (201) concluyeron que las intervenciones con ejercicio físico aumentaron la VFC y, por tanto, la modulación autonómica de los niños y adolescentes con obesidad (200), (201).

#### 7.4. COMPARACIÓN DEL EFECTO DE LOS JUEGOS INFANTILES DE ALTA INTENSIDAD CONTRA LOS DE MEDIANA INTENSIDAD SOBRE BIOMARCADORES SALIVALES PARA OBESIDAD EN NIÑOS Y NIÑAS DE 6 A 9 AÑOS CON OBESIDAD O SOBREPESO.

Como datos relevantes de este estudio, se incluyeron el análisis de algunos marcadores de obesidad en la saliva de los participantes. Se midieron niveles salivales de insulina y se encontraron valores que variaron desde 7,4  $\mu\text{UI/mL}$  a 11,1  $\mu\text{UI/mL}$ , coincidentes con los valores encontrados por Rafie *et al.* (202), quienes compararon los valores salivales y plasmático de insulina y encontraron una relación de 1:3 en un grupo de personas con peso adecuado y de 1:1,9 en el grupo de personas con sobrepeso u obesidad. Además encontraron una correlación positiva entre los valores de sangre y de saliva ( $r = 0,66$ ,  $p = 0,01$ ) (202), (203). Fabre *et al.* (204), demostraron que las concentraciones de insulina en saliva eran aproximadamente 10 veces más bajas que las concentraciones de insulina en suero, con una correlación significativa ( $r = 0,92$ ,  $p < 0,001$ ) en un grupo de 130 niños y 147 niñas de 6 a 14 años. Estos valores son muy similares a los hallados en nuestro estudio en menores con obesidad, lo que indica un grado de resistencia a la insulina nuestros sujetos. Generalmente los valores plasmáticos de insulina en personas saludables, tanto pre como postprandiales, oscilan entre 2,6 y 37,6  $\mu\text{UI/mL}$  (equivalencia en  $\text{pmol/L}$  de 18,0 a 261,1). Es decir en el presente estudio, la mayoría de sujetos se mantuvieron en valores adecuados, aunque es bien conocido que las personas con obesidad suelen tener niveles más altos de insulina, agudizando la resistencia a la insulina (195), (202). Los niveles de insulina se mantuvieron muy similares en los dos grupos, tanto antes como después de las intervenciones. Sin embargo, y aunque no se obtuvieron relaciones significativas de la masa muscular con las concentraciones de insulina en este estudio, el aumento de la masa muscular se ha relacionado con mejoría en el equilibrio metabólico y eventual disminución de la insulina posprandial (205).

La leptina fue el único indicador que presentó cambios estadísticamente diferentes en el análisis intragrupo, con valores que oscilaron entre los 0,32  $\text{ng/ml}$  y los 0,35  $\text{ng/ml}$ , valores muy por debajo de lo esperado según lo reportado por la literatura oscilan entre 2,0 a 5,6  $\text{ng/ml}$  o 12,33 a 15,09  $\text{pg/ml}$  (206). La leptina es una importante hormona que regula el apetito. En la obesidad, los niveles circulantes de leptina aumentan, lo que se ha reportado como resistencia a la leptina (206). Esta resistencia se ha relacionado con una disminución del transporte de leptina a través de la barrera hematoencefálica y una activación de los sistemas inhibidores de retroalimentación negativa que eventualmente conducen a una disminución de la señalización del receptor de leptina (LepRb) que se encuentran en neuronas de los núcleos que relevantes para la regulación metabólica, como el núcleo arqueado (ARC), el núcleo ventromedial (VMH) y el núcleo dorso medial del hipotálamo (207).

El aumento de los ácidos grasos libres y la sobre nutrición crónica causan lipotoxicidad y estrés en el retículo endoplásmico (RE) y desencadenan respuestas inflamatorias que podrían contribuir a una respuesta fisiológica menos eficiente de la leptina en la obesidad (41), (206). Múltiples estudios han mostrado que el ejercicio físico puede mejorar la regulación metabólica y disminuir los niveles de leptina gracias al aumento de masa muscular, ya que la resistencia a la leptina parece afectar también al músculo (208). En nuestra investigación los sujetos aumentaron su masa muscular y disminuyeron los niveles de leptina, lo cual es consistente con hallazgos previos (209).

Otro analito de interés para esta investigación fue la adiponectina, que se produce en los adipocitos como un monómero de 28 kDa después de varias modificaciones postraduccionales, y se auto ensambla como oligómeros de diferentes pesos moleculares: alto, medio y bajo peso molecular. La forma biológicamente más activa es la de alto peso molecular. La adiponectina actúa a través de dos receptores (AdipoR) y el receptor T-caderina que se expresan en varios órganos, tejidos y líneas celulares, generando aumento de la sensibilidad a la insulina, aumentando la lipólisis, o estimulando la oxidación de ácidos grasos. A esta molécula se le han adjudicado funciones como la reducción de los niveles de triglicéridos plasmáticos y otros metabolitos implicados en el metabolismo energético (210) . En este estudio los valores promedios de para el grupo MIIG antes de la intervención fueron de 14,6 ng/ml y después de la intervención de 11,1 ng/ml mientras que para el grupo HIIT se midieron valores de 16,6 ng/ml y 14,8 ng/ml, respectivamente. Estudios como el de Chávez-Alderete *et al.* analizaron analitos salivales de 114 niños sanos encontrando niveles de adiponectina salival de 6,36 ng/ml a 183,3 ng/ml, lo que indica un amplio rango de variación en los resultados. Generalmente se ha asociado con la obesidad una disminución de los niveles de adiponectina (210), no obstante los valores de esta investigación y los de Chávez-Alderete *et al.* son congruentes con otros estudios como los de Nigroa *et al.* (211), quienes analizaron 27 personas con obesidad en comparación con 27 controles de la misma edad y sexo encontraron que había una expresión ligeramente más alta de adiponectina en pacientes con obesidad comparados con sus controles (pacientes obesos:  $6,1 \pm 1,3$  ng/ml, controles:  $4,8 \pm 2,6$  ng/ml) (211). A pesar de la disparidad de resultados sigue siendo importante establecer unos rangos fisiológicos que permitan la toma de decisiones clínicas.

Para el análisis del perfil inflamatorio de los niños se midieron los niveles de TNF $\alpha$ , obteniéndose para el grupo MIIG valores de 16,6 pg/ml (previos a la intervención) y de 10,1 pg/ml (posteriores a la intervención), mientras que para el grupo HIIG fueron de 9,9 pg/ml y 10,1 pg/ml, respectivamente. Nigroa *et al.* (211) también analizaron niveles salivales de TNF $\alpha$  y observaron valores en niños sanos de 12,66 pg/ml similares a los encontrados en este estudio, a pesar de que los niños estudiados aquí tenían obesidad o sobrepeso y se esperarían valores más elevados producto de la inflamación. Nigroa *et al.* (211) también evaluaron niveles salivales de IL6 y encontraron valores de 3,79 pg/ml que contrastan con nuestros resultados que

tuvieron una media más alta (MIIG: pretest 74,7 pg/ml y postest 51,7 pg/ml; HIIG pretest 60,3 pg/ml y postest 66,4 pg/ml). Estos resultados concuerdan con hallazgos de inflamación baja en las personas con obesidad, similar a lo encontrado por Sindhu *et al.* quienes describieron niveles más altos de IL-6 y de su receptor en personas con obesidad comparadas con personas con IMC adecuado (212).

Este estudio tuvo fortalezas y limitaciones. Como fortalezas cabe considerar que el estudio contó con una gran participación de la comunidad académica de la institución educativa donde se realizó, tanto los niños participantes como sus compañeros fueron beneficiados de actividades educativas y recreativas ejecutadas a través del proyecto. Esto es muy importante dado que las instituciones educativas públicas en Colombia, en el nivel de primaria, carecen de profesores de educación física y las actividades de esta asignatura por el periodo intervenido fueron asumidas por el proyecto, lo que generó beneficios y un impacto social positivo. En cuanto a las limitaciones, se comentarán más adelante en la sección de limitaciones y futuros estudios.

## 8. CONCLUSIONES

La mayoría de las características sociodemográficas, familiares y condiciones posnatales de los niños y niñas incluidos en el estudio no estuvieron relacionadas con su peso o porcentaje de grasa corporal actual, excepto en los niños que recibieron menos de tres meses de lactancia materna en los cuales sí que se obtuvo una ganancia de peso adicional.

El efecto grupo-tiempo de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la VFC fue mayor en el grupo de alta intensidad, mejorando el predominio parasimpático y el equilibrio simpático/parasimpático.

El efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre las medidas antropométricas en niños, estuvo enfocado hacia el cambio de la composición corporal, la intervención de mediana intensidad y de alta intensidad hubo cambios con respecto a las mediciones pretest, mejoría de la masa muscular, lo que indica que la implementación de estrategias basadas en juego tanto de alta como de moderada intensidad traen beneficios antropométricos en este rango de edad.

Las intervenciones realizadas basadas en juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad lograron una disminución de las concentraciones de leptina para el grupo de mediana y de alta intensidad con respecto a las mediciones pretest en ambos grupos, mostrando mejoría en el equilibrio metabólico.

## 9. RECOMENDACIONES

Se deben realizar más estudios que comparen los biomarcadores salivales contra sus homólogos plasmáticos; aún no es claro en los rangos fisiológicos para las diferentes edades y seguimiento durante las horas del día.

Las evidencias emergentes sugieren que el estado metabólico de las madres y la nutrición materna durante el embarazo juegan un papel crucial en la determinación de la salud metabólica de los hijos a lo largo de su vida. Se requieren nuevos estudios acerca de los cambios endocrinos en recién nacidos para determinar las concentraciones adecuadas de hormonas que están presentes en la leche materna y podrían proteger a los niños de la obesidad.

Las condiciones intrauterinas pueden generar o incrementar la obesidad. Se necesitan más investigación para comprender la adipogénesis fetal, especialmente considerando que el aumento de la obesidad y el síndrome metabólico pueden tener su origen en el útero.

Se debe abordar con prontitud el estudio de los mecanismos a través de los cuales el recambio de lípidos regula la adiposidad corporal total y el peso corporal durante la edad pediátrica.

## 10.LIMITACIONES Y FUTUROS ESTUDIOS

Las limitaciones más importantes de este estudio fue la pandemia por COVID-19, el cual retraso el reclutamiento y genero desconfianza de los padres en la participación de actividades grupales, lo que impacto sobre la muestra y los controles realizados, la muestra aunque es similar a otros estudios, fue reducida para hacer inferencias de asociación más fuertes, además hubo perdida de sujetos durante el desarrollo del estudio generados por los confinamientos preventivos o sintomatología de los niños.

Además, varios de los cambios se presentaron en los dos grupos de estudio y dado que los individuos están en crecimiento, en futuros estudios similares se debe incluir un grupo control con niños de peso adecuado para mejorar las inferencias sobre los efectos propios de las intervenciones, así como pesar a los padres y madres junto a su perfil genético para determinar si la obesidad infantil está relacionada con este. También hubo limitación de recursos lo cual genero ausencia en la medición de analitos en sangre para correlacionar con las concentraciones salivales, lo que hubiera ofrecido más información sobre la utilidad de la medición salival especialmente en niños ante la necesidad de tener pruebas no invasivas. Además, la determinación del índice HOMA, entre otros análisis hubieran servido para establecer la presencia o ausencia de disfunción metabólica de los niños. Es importante aclarar que no se determinaron los niveles de concentración salival, solo su densidad y esta podría variar de acuerdo con el estado de hidratación de los sujetos.

Futuros estudios sugeridos:

- Correlación de las concentraciones de adipoquinas en niños de peso adecuado en saliva y plasma.
- Determinar la correlación entre marcadores genéticos y/o epigenéticos entre padres e hijos para obesidad en este rango de edad.
- Evaluación de los determinantes sociales de la obesidad en la infancia, dado que se ha encontrado mayor incidencia en infantes afrodescendientes y latinoamericanos.
- Determinación de la concentración de insulina y adipoquinas en la leche materna y su correlación con las concentraciones de insulina y adipoquinas en neonatos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Izaola O, Luis D de, Sajoux I, Domingo JC, Vidal M. Inflamación y obesidad (lipoinflamación). *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2352–8.
2. OMS | Obesidad [Internet]. [cited 2019 Mar 28]. Available from: <https://www.who.int/topics/obesity/es/>
3. Sardinha LB, Santos DA, Silva AM, Grøntved A, Andersen LB, Ekelund U. A comparison between BMI, waist circumference, and waist-to-height ratio for identifying cardio-metabolic risk in children and adolescents. *PLoS One*. 2016;11(2):e0149351.
4. WHO [Internet]. [cited 2019 Mar 28]. OMS | Datos y cifras sobre obesidad infantil. Available from: <http://www.who.int/end-childhood-obesity/facts/es/>
5. Bates LC, Zieff G, Stanford K, Moore JB, Kerr ZY, Hanson ED, et al. COVID-19 Impact on Behaviors across the 24-Hour Day in Children and Adolescents: Physical Activity, Sedentary Behavior, and Sleep. *Child Basel Switz*. 2020 Sep 16;7(9).
6. Gobierno presenta Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia (ENSIN) 2015 [Internet]. [cited 2019 Mar 29]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Gobierno-presenta-Encuesta-Nacional-de-Situaci%C3%B3n-Nutricional-de-Colombia-ENSIN-2015.aspx>
7. Arabia JJM. Inactividad física, ejercicio y pandemia COVID-19. *VIREF Rev Educ Física*. 2020;9(2):43–56.
8. Speiser PW, Rudolf MCJ, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005 Mar;90(3):1871–87.
9. Gobernación del Huila. ASIS Departamento y municipios [Internet]. 2019 [cited 2019 Mar 28]. Available from: <https://www.huila.gov.co/publicaciones/3273/asis-departamento-y-municipio/>
10. Javorka M, Turianikova Z, Tonhajzerova I, Lazarova Z, Czippelova B, Javorka K. Heart rate and blood pressure control in obesity - how to detect early dysregulation? *Clin Physiol Funct Imaging*. 2016 Sep;36(5):337–45.
11. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic risks and severity of obesity in children and young adults. *N Engl J Med*. 2015;373(14):1307–17.

12. Mazurak N, Sauer H, Weimer K, Dammann D, Zipfel S, Horing B, et al. Effect of a weight reduction program on baseline and stress-induced heart rate variability in children with obesity. *Obes Silver Spring Md.* 2016 Feb;24(2):439–45.
13. Veloza L, Jiménez C, Quiñones D, Polanía F, Pachón-Valero LC, Rodríguez-Triviño CY. Variabilidad de la frecuencia cardiaca como factor predictor de las enfermedades cardiovasculares. *Rev Colomb Cardiol.* 2019 Jul 1;26(4):205–10.
14. Baquet G, Gamelin FX, Aucouturier J, Berthoin S. Cardiorespiratory Responses to Continuous and Intermittent Exercises in Children. *Int J Sports Med.* 2017;755–62.
15. Aguilar Cordero MJ, Ortegón Piñero A, Baena García L, Noack Segovia JP, Levet Hernández MC, Sánchez López AM. Efecto rebote de los programas de intervención para reducir el sobrepeso y la obesidad de niños y adolescentes: revisión sistemática. *Nutr Hosp.* 2015;32(6):2508–17.
16. O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, et al. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Sciences. *J Sports Sci.* 2010 Apr;28(6):573–91.
17. Vicente-Rodríguez G, Benito PJ, Casajús JA, Ara I, Aznar S, Castillo MJ, et al. Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutr Hosp.* 2016;33(9).
18. García-Hermoso A, Cerrillo-Urbina AJ, Herrera-Valenzuela T, Cristi-Montero C, Saavedra JM, Martínez-Vizcaíno V. Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obes Rev Off J Int Assoc Study Obes.* 2016;17(6):531–40.
19. Cassidy S, Thoma C, Hallsworth K, Parikh J, Hollingsworth KG, Taylor R, et al. High intensity intermittent exercise improves cardiac structure and function and reduces liver fat in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia.* 2016;59(1):56–66.
20. Weston KS, Wisløff U, Coombes JS. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014;48(16):1227–34.
21. Eddolls WT, McNarry MA, Stratton G, Winn CO, Mackintosh KA. High-intensity interval training interventions in children and adolescents: a systematic review. *Sports Med.* 2017;47(11):2363–74.

22. Dias KA, Coombes JS, Green DJ, Gomersall SR, Keating SE, Tjonna AE, et al. Effects of exercise intensity and nutrition advice on myocardial function in obese children and adolescents: a multicentre randomised controlled trial study protocol. *BMJ Open*. 2016 Apr 4;6(4):e010929.
23. Dias KA, Ingul CB, Tjønnå AE, Keating SE, Gomersall SR, Follstad T, et al. Effect of High-Intensity Interval Training on Fitness, Fat Mass and Cardiometabolic Biomarkers in Children with Obesity: A Randomised Controlled Trial. *Sports Med Auckl NZ*. 2018;48(3):733–46.
24. Reyes-Amigo T, Soto-Sanchez J, Palmeira A. Efecto de juegos intermitentes de alta intensidad sobre la aptitud cardiorrespiratoria y la composición corporal en escolares: Protocolo de un estudio aleatorio controlado. *Gymnasium*. 2018;3(1):1–10.
25. Baum P, Petroff D, Classen J, Kiess W, Blüher S. Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. *PLOS ONE*. 2013 Jan 24;8(1):e54546.
26. Wu S, Cohen D, Shi Y, Pearson M, Sturm R. Economic analysis of physical activity interventions. *Am J Prev Med*. 2011;40(2):149–58.
27. Lund MT, Holm JC, Jespersen T, Holstein-Rathlou NH. [Cardiovascular changes in childhood obesity]. *Ugeskr Laeger*. 2017 Nov 6;179(45).
28. Presidencia de la República de Colombia. Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 'Pacto por Colombia, pacto por la equidad' [Internet]. 2018 [cited 2020 Dec 9]. Available from: <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx>
29. Ministerio de Salud y Protección Social de la República de Colombia. Plan Decenal de Salud Pública 2018 Colombia [Internet]. 2018 [cited 2019 Mar 28]. Available from: [https://www.google.com/search?q=plan+Decenal+de+Salud+P%C3%BAblica+2018&rlz=1C1GCEU\\_esCO821CO821&oq=plan+Decenal+de+Salud+P%C3%BAblica+2018&aqs=chrome..69i57j69i60l2j0.414j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=plan+Decenal+de+Salud+P%C3%BAblica+2018&rlz=1C1GCEU_esCO821CO821&oq=plan+Decenal+de+Salud+P%C3%BAblica+2018&aqs=chrome..69i57j69i60l2j0.414j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)
30. Lambrick D, Westrupp N, Kaufmann S, Stoner L, Faulkner J. The effectiveness of a high-intensity games intervention on improving indices of health in young children. *J Sports Sci*. 2016;34(3):190–8.
31. Amigo TRR, Labisa-Palmeira A. Moderators of the effect of high-intensity and moderate-intensity games in school children on cardiorespiratory fitness and body composition. *Motricidade*. 2020;16(2):156–69.

32. Besson C, Saubade M, Gremeaux V, Millet GP, Schmitt L. [Heart rate variability: methods, limitations and clinical examples]. *Rev Med Suisse*. 2020 Aug 5;16(701):1432–7.
33. Meule A, Lutz A, Vögele C, Kübler A. Self-reported dieting success is associated with cardiac autonomic regulation in current dieters. *Appetite*. 2012;59(2):494–8.
34. Camm AJ, Malik M, Bigger JT, Breithardt G, Cerutti S, Cohen RJ, et al. Heart rate variability—standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use (Task force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Electrophysiology). *Circulation*. 1996;
35. Ogden CL, Carroll MD, Lawman HG, Fryar CD, Kruszon-Moran D, Kit BK, et al. Trends in obesity prevalence among children and adolescents in the United States, 1988-1994 through 2013-2014. *Jama*. 2016;315(21):2292–9.
36. Sánchez MGD, González JOL, Ceballos MLM, Sagahón LMM, Salgado VR, Ochoa C. La obesidad escolar. Un problema actual. *Rev Cuba Aliment Nutr*. 2016;26(1):137–56.
37. Azar A, Franetovic G, Martínez M, Santos H. Determinantes individuales, sociales y ambientales del sobrepeso y la obesidad adolescente en Chile. *Rev Médica Chile*. 2015;143(5):598–605.
38. Romo MFA, Bravo NC, Fernández DYB. Determinantes sociales de la salud asociados con el exceso de peso en la población infantil. *Rev Cuba Salud Pública*. 2017;44(1).
39. BoletinHuila16 [Internet]. [cited 2019 Apr 9]. Available from: <https://www.humanas.org.co/mini-site/pdf/10072015BoletinHuila16.pdf>
40. Vafeiadi M, Myridakis A, Roumeliotaki T, Margetaki K, Chalkiadaki G, Dermizaki E, et al. Association of Early Life Exposure to Phthalates With Obesity and Cardiometabolic Traits in Childhood: Sex Specific Associations. *Front Public Health*. 2018;6:327.
41. Cui H, López M, Rahmouni K. The cellular and molecular bases of leptin and ghrelin resistance in obesity. *Nat Rev Endocrinol*. 2017;13(6):338–51.
42. Morales Clavijo M, Carvajal Garcés CF. Obesidad y resistencia a la leptina. *Gac Médica Boliv*. 2010;33(1):63–8.
43. Yoshinaga M, Sameshima K, Tanaka Y, Wada A, Hashiguchi J, Tahara H, et al. Adipokines and the prediction of the accumulation of cardiovascular risk

factors or the presence of metabolic syndrome in elementary school children. *Circ J Off J Jpn Circ Soc.* 2008 Nov;72(11):1874–8.

44. Gruzdeva OV, Borodkina DA, Belik EV, Akbasheva OE, Palicheva EI, Barbarash OL. [Ghrelin Physiology and Pathophysiology: Focus on the Cardiovascular System]. *Kardiologiya.* 2019 Apr 13;59(3):60–7.
45. Scinta W, Bayes H, Smith N. Insulin Resistance and Hunger in Childhood Obesity: A Patient and Physician’s Perspective. *Adv Ther.* 2017;34(10):2386–91.
46. Jain V, Kumar A, Agarwala A, Vikram N, Ramakrishnan L. Adiponectin, Interleukin-6 and High-sensitivity C-reactive Protein Levels in Overweight/Obese Indian children. *Indian Pediatr.* 2017 Oct 15;54(10):848–50.
47. Hita MEG, Macías KGA, Enríquez SS. Regulación neuroendócrina del hambre, la saciedad y mantenimiento del balance energético. *Investig En Salud.* 2006;8(3):191–200.
48. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene? *Nature.* 2012 Aug 30;488(7413):E9-10; discussion E10-11.
49. Moreno M, Moreno-Navarrete JM, Fernández-Real JM. Irisina: ¿transmisor de mensajes del Olimpo? *Clínica E Investig En Arterioscler.* 2014 May 1;26(3):140–6.
50. Archundia-Herrera C, Macias-Cervantes M, Ruiz-Muñoz B, Vargas-Ortiz K, Kornhauser C, Perez-Vazquez V. Muscle irisin response to aerobic vs HIIT in overweight female adolescents. *Diabetol Metab Syndr.* 2017;9(1):101.
51. Selig FA, Tonolli ER, Silva ÉVCM da, Godoy MF de. Variabilidad de la frecuencia cardíaca en neonatos prematuros y de término. *Arq Bras Cardiol.* 2011 Jun;96(6):443–9.
52. Navarro X. Fisiología del sistema nervioso autónomo. *Rev Neurol Ed Impr.* 2002;553–62.
53. Alfonso JI, Báez ME. Regulación del Sistema Cardiovascular por el Sistema Nervioso Autónomo. 2008.
54. González CL, Vázquez OI, José MV. Sistema de análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. *Cent Nonlinear Dyn Physiol Med.* 2011;
55. Sánchez GFL, Sánchez LL, Suárez AD. Composición corporal y variabilidad de la frecuencia cardíaca: relaciones con edad, sexo, obesidad y actividad física. *SPORT TK-Rev Euroam Cienc Deporte.* 2015 Nov 16;4(2):33–40.

56. Brito Díaz B, Alemán Sánchez JJ, Cabrera de León A. Frecuencia cardiaca en reposo y enfermedad cardiovascular. *Med Clínica*. 2014 Jul 7;143(1):34–8.
57. de la Cruz Torres B, López López C, Naranjo Orellana J. Analysis of heart rate variability at rest and during aerobic exercise: a study in healthy people and cardiac patients. *Br J Sports Med*. 2008 Sep;42(9):715–20.
58. Maheshwari A, Norby FL, Soliman EZ, Adabag S, Whitsel EA, Alonso A, et al. Low Heart Rate Variability in a 2-Minute Electrocardiogram Recording Is Associated with an Increased Risk of Sudden Cardiac Death in the General Population: The Atherosclerosis Risk in Communities Study. Talkachova A, editor. *PLOS ONE*. 2016 Aug 23;11(8):e0161648.
59. Yadav RL, Yadav PK, Yadav LK, Agrawal K, Sah SK, Islam MN. Association between obesity and heart rate variability indices: an intuition toward cardiac autonomic alteration &ndash; a risk of CVD. *Diabetes Metab Syndr Obes Targets Ther*. 2017 Feb;Volume 10:57–64.
60. Crawford Michael H, Bernstein Steven J, Deedwania Prakash C, DiMarco John P, Ferrick Kevin J, Garson Arthur, et al. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 1999 Sep 1;34(3):912–48.
61. Woo MA, Stevenson WG, Moser DK, Trelease RB, Harper RM. Patterns of beat-to-beat heart rate variability in advanced heart failure. *Am Heart J*. 1992 Mar;123(3):704–10.
62. Vanderlei LCM, Pastre CM, Freitas Júnior IF, Godoy MF de. Índices geométricos de variabilidad de la frecuencia cardíaca en niños obesos y eutróficos. *Arq Bras Cardiol*. 2010 Jul;95(1):35–40.
63. Littleton SH, Berkowitz RI, Grant SFA. Genetic Determinants of Childhood Obesity. *Mol Diagn Ther*. 2020 Oct 1;
64. Liu W, Liu W, Lin R, Li B, Pallan M, Cheng KK, et al. Socioeconomic determinants of childhood obesity among primary school children in Guangzhou, China. *BMC Public Health*. 2016 08;16:482.
65. WHO [Internet]. World Health Organization; [cited 2020 Oct 7]. OMS | Actividad física. Available from: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>
66. Norman LG. The health of bus drivers: a study in London transport. *Lancet Lond Engl*. 1958 Oct 18;2(7051):807–12.
67. Marco AA, Ramón MM. Jeremy Noah Morris: el hombre que descubrió el ejercicio. *RICYDE Rev Int Cienc Deporte Doi 105232ricyde*. 2011;7(22):72–3.

68. WHO [Internet]. [cited 2020 Feb 3]. OMS | ¿Cuál es la enfermedad que causa más muertes en el mundo? Available from: <https://www.who.int/features/qa/18/es/>
69. UNICEF [Internet]. [cited 2020 Oct 8]. Deporte, recreación y juego. Available from: [https://www.unicef.org/spanish/publications/index\\_23560.html](https://www.unicef.org/spanish/publications/index_23560.html)
70. Summerbell CD, Waters E, Edmunds L, Kelly SA, Brown T, Campbell KJ. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005;(3).
71. Drobnic F, García À, Roig M, Gabaldón S. La actividad física mejora el aprendizaje y el rendimiento escolar. *Los Benef Ejerc En Salud Integral Niño Niv Físico Ment En Gener Valores Esplugues Llobregat Barc Hosp St Joan Déu*. 2013;
72. Cossio-Bolaños M. Actividad física en tiempos de cuarentena por el COVID-19 en niños y adolescentes. *Rev Peru Cienc Act Fis Deporte*. 2020;7(2):2-2.
73. Hernández HM. *Fundamentos del deporte: análisis de las estructuras del juego deportivo*. INDE Publicaciones; 1994.
74. ASALE R, RAE. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [cited 2020 Oct 8]. juego | *Diccionario de la lengua española*. Available from: <https://dle.rae.es/juego>
75. Lasso Rodríguez N, Peña Mosquera DM, Rodríguez Montaña DM. Los juegos tradicionales como estrategia lúdico pedagógica en el mejoramiento de la convivencia escolar en los estudiantes de los grados 2° y 4° de la Institución Educativa Alfredo Bonilla Montaña. *Fundación Universitaria Los Libertadores*; 2019.
76. Lavega P. Juegos tradicionales, emociones y educación de competencias. *II Curso Form Sobre O Patrim Lúdico O Jogo Tradic E Didácticas Específicas*. 2010;
77. Martínez ÓE. *Proyecto de innovación docente. El juego tradicional como impulsor de la educación emocional*. 2017;
78. De Colombia CP. *Constitución política de Colombia*. Bogotá Colomb Leyer. 1991;
79. De Educación LG. *Ley 115 febrero 8 de 1994*. Ediciones Pop. 1994;
80. Congreso C, Coldeportes. *Ley 181 de 1995, enero 18, por la cual se dictan disposiciones para el fomento del deporte, la recreación, el aprovechamiento*

del tiempo libre y la educación física, y se crea el Sistema Nacional del Deporte. Decretos reglamentarios. Inder; 1996.

81. Acosta ER. Iniciación y formación deportiva: una reflexión siempre oportuna. 2012;
82. No L. 1355 de 2009. Bol Of Estado. (47.502):14.
83. Little JP, Gillen JB, Percival ME, Safdar A, Tarnopolsky MA, Punthakee Z, et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 2011 Dec;111(6):1554–60.
84. Rolim N, Skårdal K, Høydal M, Sousa MML, Malmo V, Kaurstad G, et al. Aerobic interval training reduces inducible ventricular arrhythmias in diabetic mice after myocardial infarction. *Basic Res Cardiol*. 2015 Jun 26;110(4):44.
85. Cofré-Bolados C, Sánchez-Aguilera P, Zafra-Santos E, Espinoza-Salinas A. Entrenamiento aeróbico de alta intensidad: Historia y fisiología clínica del ejercicio. *Rev Univ Ind Santander Salud*. 2016;48(3):275–84.
86. AO B. Exercícios intervalados (HIIT E SIT): Histórico e fisiologia do exercício molecular. *Natal Bras*. 2015;
87. de Almeida HFR, de Almeida DCM, Gomes AC. Uma ótica evolutiva do treinamento desportivo através da história. *Rev Treinamento Desport*. 2000;1972:40–52.
88. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Med*. 2013;43(10):927–54.
89. Sánchez JC. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Ediciones Díaz de Santos; 2004.
90. de Paula A, Alonso D. Interval Training In The Aerobic Or Anaerobic Training. *Rev Bras Ciênc Saúde*. 2008;3(15):59–65.
91. Reindell H, Roskamm H. Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervalltrainings unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufes. Editions Médecine et Hygiène; 1959.
92. Reindell H, Roskamm H, Gerschler W, Adam K. Das intervalltraining: physiologische Grundlagen, praktische Anwendungen und Schädigungsmöglichkeiten. Barth; 1962.

93. Saltin B, Astrand PO. Maximal oxygen uptake in athletes. *J Appl Physiol.* 1967;23(3):353–8.
94. Fox EL, Robinson S, Wiegman DL. Metabolic energy sources during continuous and interval running. *J Appl Physiol.* 1969;27(2):174–8.
95. Cox ML, Bennett 3rd JB, Dudley GA. Exercise training-induced alterations of cardiac morphology. *J Appl Physiol.* 1986;61(3):926–31.
96. Tabata I, Nishimura K, Kouzaki M, Hirai Y, Ogita F, Miyachi M, et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermittent training on anaerobic capacity and  $\dot{V}O_{2\max}$ . *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:1327–30.
97. Gibala MJ, Little JP, Van Essen M, Wilkin GP, Burgomaster KA, Safdar A, et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *J Physiol.* 2006;575(3):901–11.
98. Wisløff U, Ellingsen Ø, Kemi OJ. High-Intensity Interval Training to Maximize Cardiac Benefits of Exercise Training? *Exerc Sport Sci Rev.* 2009 Jul;37(3):139–46.
99. Moore SC, Patel AV, Matthews CE, de Gonzalez AB, Park Y, Katki HA, et al. Leisure time physical activity of moderate to vigorous intensity and mortality: a large pooled cohort analysis. *PLoS Med.* 2012;9(11):e1001335.
100. Gibala MJ, Little JP, MacDonald MJ, Hawley JA. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol.* 2012;590(5):1077–84.
101. Gibala MJ, Gillen JB, Percival ME. Physiological and health-related adaptations to low-volume interval training: influences of nutrition and sex. *Sports Med.* 2014;44(2):127–37.
102. Fiorenza M, Gunnarsson TP, Hostrup M, Iaia FM, Schena F, Pilegaard H, et al. Metabolic stress-dependent regulation of the mitochondrial biogenic molecular response to high-intensity exercise in human skeletal muscle. *J Physiol.* 2018 Jul;596(14):2823–40.
103. Noorbakhsh S, Roshan VD. Influence of 8 Weeks of Tabata High-Intensity Interval Training and Nanocurcumin Supplementation on Inflammation and Cardiorespiratory Health among Overweight Elderly Women. *Prev Nutr Food Sci.* 2023 Sep 30;28(3):224–34.

104. Tjøønna AE, Stølen TO, Bye A, Volden M, Slørdahl SA, Ødeglaard R, et al. Aerobic interval training reduces cardiovascular risk factors more than a multitreatment approach in overweight adolescents. *Clin Sci*. 2009;116(4):317–26.
105. Aravena-Kenigs O, Cárcamo-Espinoza D, Martínez-Salazar C, Carrasco-Alarcón V, Díaz-Bustos E. Influencia De Un Programa De Entrenamiento Intermitente De Alta Intensidad, Sobre El Vo<sub>2</sub>max, Porcentaje De Grasa Corporal Y Resistencia Muscular En Estudiantes De Enseñanza Media. *Rev Horiz Cienc Act Física*. 2014;5(1):24–34.
106. Blüher S, Panagiotou G, Petroff D, Markert J, Wagner A, Klemm T, et al. Effects of a 1-year exercise and lifestyle intervention on irisin, adipokines, and inflammatory markers in obese children. *Obesity*. 2014;22(7):1701–8.
107. Huerta Ojeda Á, Galdames Maliqueo S, Cataldo Guerra M, Barahona Fuentes G, Rozas Villanueva T, Cáceres Serrano P. Efectos de un entrenamiento intervalado de alta intensidad en la capacidad aeróbica de adolescentes. *Rev Médica Chile*. 2017;145(8):972–9.
108. Urquidez-Romero R, Ramírez-Neri D, Ramos-Jiménez A, Rodríguez-Tadeo A, Wall Medrano A, Díaz-Torres BA, et al. Promoción de la actividad física en niños del norte de México: efectividad de una intervención educativa. *Acta Univ*. 2017;27(2):32–8.
109. Rey O, Vallier JM, Nicol C, Mercier CS, Maïano C. Effects of combined vigorous interval training program and diet on body composition, physical fitness, and physical self-perceptions among obese adolescent boys and girls. *Pediatr Exerc Sci*. 2017;29(1):73–83.
110. Vera NVL, Díaz RT. Actividades físicas recreativas y su incidencia en los niveles de obesidad. Caso de estudio unidad educativa réplica manta. *REFCalE Rev Electrónica Form Calid Educ ISSN 1390-9010*. 2019;6(3):123–8.
111. Bustamante Henry AA, Beltrones Beltrán AI, Mejía H Gricelda. Efectos de la actividad física extracurricular en niños con sobrepeso y obesidad [Internet]. Universidad de Sonora; 2018. Available from: <http://hdl.handle.net/20.500.12984/2560>
112. Suárez-Manzano S. Efecto de un programa de actividad física de alta intensidad en la atención selectiva de jóvenes con TDAH. *Rev INFAD Psicol Int J Dev Educ Psychol*. 2018;3(1):269–78.

113. Saadia D. Disfunción Autonómica. Schwarz J Weis Kraft E Tatsch K Bandmann O Mehraein P Vogl T Oertel WH Signal Chang MRI Increases React Microgliosis Astrogliosis Iron Putamen Two Patients Mult Syst Atrophy. 2002;
114. Liao D, Rodríguez-Colón SM, He F, Bixler EO. Childhood Obesity and Autonomic Dysfunction: Risk for Cardiac Morbidity and Mortality. *Curr Treat Options Cardiovasc Med.* 2014 Aug 21;16(10):342.
115. Sekine M, Izumi I, Yamagami T, Kagamimori S. Obesity and cardiac autonomic nerve activity in healthy children: Results of the toyama birth cohort study. *Environ Health Prev Med.* 2001;6(3):149.
116. Nagai N, Matsumoto T, Kita H, Moritani T. Autonomic nervous system activity and the state and development of obesity in Japanese school children. *Obes Res.* 2003;11(1):25–32.
117. Nagai N, Moritani T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. *Int J Obes.* 2004;28(1):27–33.
118. Yakinci C, Mungen B, Karabiber H, Tayfun M, Evereklioglu C. Autonomic nervous system functions in obese children. *Brain Dev.* 2000;22(3):151–3.
119. Kaufman CL, Kaiser DR, Steinberger J, Kelly AS, Dengel DR. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. *Obesity.* 2007;15(5):1164–71.
120. Paschoal MA, Trevizan PF, Scodeler NF. Variabilidad de la frecuencia cardiaca, lípidos y capacidad física de niños obesos y no obesos. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(3):239–46.
121. Farah BQ, Ritti-Dias RM, Balagopal PB, Hill JO, Prado WL. Does exercise intensity affect blood pressure and heart rate in obese adolescents? A 6-month multidisciplinary randomized intervention study. *Pediatr Obes.* 2014 Apr;9(2):111–20.
122. Gutin B, Owens S, Slavens G, Riggs S, Treiber F. Effect of physical training on heart-period variability in obese children. *J Pediatr.* 1997 Jun;130(6):938–43.
123. Colimon KM. *Fundamentos de epidemiología.* Ediciones Díaz de Santos; 1990.
124. Gráficas de patrones de crecimiento en niños, niñas y adolescentes [Internet]. [cited 2020 Oct 29]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/primer-infancia-patrones-crecimiento-ninos-adolescentes.aspx>

125. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*. 2000 May 6;320(7244):1240–3.
126. Van Biljon A, McKune AJ, DuBose KD, Kolanisi U, Semple SJ. Short-term high-intensity interval training is superior to moderate-intensity continuous training in improving cardiac autonomic function in children. *Cardiology*. 2018;141(1):1–8.
127. Machin D, Campbell MJ, Walters SJ. *Medical statistics*. 2007;
128. Asociación Española de Pediatría. Guía Clínica de evaluación cardiovascular previa a la práctica deportiva en Pediatría. [Internet]. 2015 [cited 2020 Jun 15]. Available from: <https://www.aeped.es/noticias/guia-clinica-evaluacion-cardiovascular-previa-practica-deportiva-en-pediatria>
129. Leger L, Lambert J, Goulet A, Rowan C, Dinelle Y. Aerobic capacity of 6 to 17-year-old Quebecois—20 meter shuttle run test with 1 minute stages. *Can J Appl Sport Sci J Can Sci Appl Au Sport*. 1984;9(2):64–9.
130. Mamali I, Roupas ND, Armeni AK, Theodoropoulou A, Markou KB, Georgopoulos NA. Measurement of salivary resistin, visfatin and adiponectin levels. *Peptides*. 2012 Jan;33(1):120–4.
131. Monea A, Gruber R, Elod N, Beresescu G, Moldovan C, Monea M. Saliva and serum levels of tnf-[alpha] and il-6 in a sample of romanian adult subjects with type 2 diabetes mellitus and periodontal disease. *Eur Sci J*. 2014;10(9).
132. Thanakun S, Watanabe H, Thaweboon S, Izumi Y. Comparison of salivary and plasma adiponectin and leptin in patients with metabolic syndrome. *Diabetol Metab Syndr*. 2014;6(1):1–10.
133. Tvarijonaviciute A, Castillo C, Ceron JJ, Martinez-Subiela S, Tecles F, López-Jornet P. Leptin and NGF in saliva of patients with diabetes mellitus type 2: A pilot study. *J Oral Pathol Med*. 2017;46(9):853–5.
134. Crawford MH, Bernstein SJ, Deedwania PC, DiMarco JP, Ferrick KJ, Garson Jr A, et al. ACC/AHA guidelines for ambulatory electrocardiography: executive summary and recommendations: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association task force on practice guidelines (committee to revise the guidelines for ambulatory electrocardiography) developed in collaboration with the north American society for pacing and electrophysiology. *Circulation*. 1999;100(8):886–93.
135. Palma Gámiz JL, Arribas Jiménez A, González Juanatey JR, Marín Huerta E, Simarro Martín-Ambrosio E. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española

- de Cardiología en la monitorización ambulatoria del electrocardiograma y presión arterial. *Rev Esp Cardiol*. 2000 Jan 1;53(1):91–109.
136. Marfell-Jones M. Manual ISAK: estándares de medidas antropométricas internacionales. Soc Int Para El Av Cineantropometría Sudáfrica. 2001;
137. Curilem Gatica C, Almagià Flores A, Rodríguez Rodríguez F, Yuing Farias T, Berral de la Rosa F, Martínez Salazar C, et al. Evaluación de la composición corporal en niños y adolescentes: directrices y recomendaciones. *Nutr Hosp*. 2016 Jun;33(3):734–8.
138. Martínez Álvarez JR, Villarino Marín A, García Alcón RM<sup>a</sup>, López Ejeda N, Marrodán Serrano M<sup>a</sup> D. El índice cintura-talla es un eficaz indicador antropométrico de la hipertensión en escolares. *Nutr Hosp*. 2016 Apr;33(2):506–7.
139. González-Jiménez E, Montero-Alonso MÁ, Schmidt-Rio Valle J. Estudio de la utilidad del índice de cintura-cadera como predictor del riesgo de hipertensión arterial en niños y adolescentes. *Nutr Hosp*. 2013 Dec;28(6):1993–8.
140. Chan AW, Tetzlaff JM, Altman DG, Laupacis A, Gøtzsche PC, Krolez-Jer K, et al. Declaración SPIRIT 2013: definición de los elementos estándares del protocolo de un ensayo clínico. *Rev Panam Salud Pública*. 2015;506–14.
141. Bendiksen M, Williams CA, Hornstrup T, Clausen H, Kloppenborg J, Shumikhin D, et al. Heart rate response and fitness effects of various types of physical education for 8-to 9-year-old schoolchildren. *Eur J Sport Sci*. 2014;14(8):861–9.
142. Lau PWC, Wong DP, Ngo JK, Liang Y, Kim CG, Kim HS. Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *Eur J Sport Sci*. 2015;15(2):182–90.
143. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153–6.
144. Cicone ZS, Holmes CJ, Fedewa MV, MacDonald HV, Esco MR. Age-based prediction of maximal heart rate in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Res Q Exerc Sport*. 2019;90(3):417–28.
145. Olaya Dávila A. Política de Ética de la Investigación, Bioética e Integridad Científica [Internet]. 2018. Available from: [https://minciencias.gov.co/sites/default/files/pdf\\_poltica.pdf](https://minciencias.gov.co/sites/default/files/pdf_poltica.pdf)
146. Cerón C, Zuluaga S, Ramírez C, Méndez M, Rodríguez-Triviño CY. Efectos de la actividad física recreativa sobre la composición corporal de niños de 6 años

de una institución educativa de Neiva-Huila durante 20 semanas [Internet]. Fundación Universitaria Navarra, Universidad Surcolombiana; 2021 p. 36. Available from: <https://uninavarra.edu.co/ciinaa/banco-proyectos/proyecto/codigo/FCS-M-145/>

147. Macias-Cervantes MH, Malacara JM, Garay-Sevilla MaE, Díaz-Cisneros FJ. Effect of recreational physical activity on insulin levels in Mexican/Hispanic children. *Eur J Pediatr.* 2009 Oct;168(10):1195–202.
148. Sothorn MS, Loftin M, Suskind RM, Udall JN, Blecker U. The health benefits of physical activity in children and adolescents: implications for chronic disease prevention. *Eur J Pediatr.* 1999 Apr;158(4):271–4.
149. Rossouw F, Du Plessis R, Reynecke F. Exercise compliance and health outcome in a chronic disease management programme. *Afr J Phys Health Educ Recreat Dance.* 2012;18(sup-1):77–89.
150. Urquidez-Romero R, Ramírez-Neri D, Ramos-Jiménez A, Rodríguez-Tadeo A, Wall Medrano A, Díaz-Torres BA, et al. Physical activity promotion in children from northern Mexico: effectiveness of an early educational intervention program. *Acta Univ.* 2017 Apr;27(2):32–8.
151. Delgado-Floody P, Espinoza-Silva M, García-Pinillos F, Latorre-Román P. Effects of 28 weeks of high-intensity interval training during physical education classes on cardiometabolic risk factors in Chilean schoolchildren: a pilot trial. *Eur J Pediatr.* 2018 Jul 1;177(7):1019–27.
152. Espinoza-Silva M, Latorre-Román P, Párraga-Montilla J, Caamaño-Navarrete F, Jerez-Mayorga D, Delgado-Floody P. Response of obese schoolchildren to high-intensity interval training applied in the school context. *Endocrinol Diabetes Nutr Engl Ed.* 2019 Dec 1;66(10):611–9.
153. Cheng L, Pohlabein H, Ahrens W, Russo P, Veidebaum T, Chadjigeorgiou C, et al. Sex differences in the longitudinal associations between body composition and bone stiffness index in European children and adolescents. *Bone.* 2020 Feb;131:115162.
154. Rosenfield RL. Normal and Premature Adrenarche. *Endocr Rev.* 2021 Nov 16;42(6):783–814.
155. Patiño Villada FA, Márquez Arabia JJ, Uscátegui Peñuela RM, Estrada Restrepo A, Agudelo Ochoa GM, Manjarrés LM, et al. Efecto de una intervención con ejercicio físico y orientación nutricional sobre componentes del síndrome metabólico en jóvenes con exceso de peso. *Iatreia.* 2013;26(1):34–43.

156. Gelves Higuera DY, Cifuentes Medina MP, Torres Velásquez KD, Patiño Martínez AM. Nivel de actividad física y medidas antropométricas pre y post implementación de un programa de ejercicio físico en escolares de 12 y 14 años de una institución educativa pública del municipio de los patios [Internet]. Universidad de Santander; 2020 [cited 2023 Oct 26]. Available from: <https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/5161>
157. Thomas H. Obesity prevention programs for children and youth: why are their results so modest? *Health Educ Res.* 2006 Dec 1;21(6):783–95.
158. Shamah Levy T, Morales Ruán C, Amaya Castellanos C, Salazar Coronel A, Jiménez Aguilar A, Méndez Gómez Humarán I. Effectiveness of a diet and physical activity promotion strategy on the prevention of obesity in Mexican school children. *BMC Public Health.* 2012 Mar 1;12(1):152.
159. Pino Agurto K, Carrasco-Alarcón V, Martínez Salazar C, Pino Agurto K, Carrasco-Alarcón V, Martínez Salazar C. Eficacia de un programa de Entrenamiento de Intervalos de Alta Intensidad en la modificación de variables corporales en escolares preadolescentes de un colegio de la ciudad de Temuco, Chile. *Rev Esp Nutr Humana Dietética.* 2018 Jun;22(2):149–56.
160. Harris KC, Kuramoto LK, Schulzer M, Retallack JE. Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *CMAJ Can Med Assoc J J Assoc Medicale Can.* 2009 Mar 31;180(7):719–26.
161. Pumar Vidal B, Navarro Patón R, Basanta Camiño S. Efectos de un programa de actividad física en escolares. *Educ Física Cienc.* 2015 Dec;17(2):00–00.
162. Torres-Luque G, Carpio E, Sánchez AL, Sánchez MLZ. Niveles de condición física de escolares de educación primaria en relación a su nivel de actividad física y al género. *Retos Nuevas Tend En Educ Física Deporte Recreación.* 2014;(25):17–22.
163. Pastor Vicedo JC, Gil-Madrona P, Tortosa Martínez M, Martínez Martínez J. Efectos de un programa de actividad física extracurricular en niños de primer ciclo de ESO con sobrepeso y obesidad. *Rev Psicol Deporte.* 2012;21(2):0379–85.
164. Carrel AL, Clark RR, Peterson SE, Nemeth BA, Sullivan J, Allen DB. Improvement of fitness, body composition, and insulin sensitivity in overweight children in a school-based exercise program: a randomized, controlled study. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2005 Oct;159(10):963–8.
165. Steinberger J, Daniels SR. Obesity, insulin resistance, diabetes, and cardiovascular risk in children: an American Heart Association scientific statement from the Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young

- Committee (Council on Cardiovascular Disease in the Young) and the Diabetes Committee (Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism). *Circulation*. 2003;107(10):1448–53.
166. Blüher S, Käßplinger J, Herget S, Reichardt S, Böttcher Y, Grimm A, et al. Cardiometabolic risk markers, adipocyte fatty acid binding protein (aFABP) and the impact of high-intensity interval training (HIIT) in obese adolescents. *Metabolism*. 2017 Mar 1;68:77–87.
167. Poveda E, Giraldo D, Forero Y, Mendivil C. Self-reported physical activity in comparison with anthropometric body fat indicators in school children. *Biomédica*. 2008 Sep 1;28(3):386–95.
168. Kuba VM, Leone C, Damiani D. Is waist-to-height ratio a useful indicator of cardio-metabolic risk in 6-10-year-old children? *BMC Pediatr*. 2013 Jun 11;13(1):91.
169. Karlsson AK, Kullberg J, Stokland E, Allvin K, Gronowitz E, Svensson PA, et al. Measurements of total and regional body composition in preschool children: A comparison of MRI, DXA, and anthropometric data: Measurement of Visceral Fat in Children. *Obesity*. 2013 May;21(5):1018–24.
170. Magalhães EI da S, Sant’Ana LF da R, Priore SE, Franceschini S do CC. Perímetro da cintura, relação cintura/estatura e perímetro do pescoço como parâmetros na avaliação da obesidade central em crianças. *Rev Paul Pediatr*. 2014 Sep;32:273–81.
171. Brambilla P, Bedogni G, Moreno LA, Goran MI, Gutin B, Fox KR, et al. Crossvalidation of anthropometry against magnetic resonance imaging for the assessment of visceral and subcutaneous adipose tissue in children. *Int J Obes* 2005. 2006 Jan;30(1):23–30.
172. Ma J, Qiao Y, Zhao P, Li W, Katzmarzyk PT, Chaput JP, et al. Breastfeeding and childhood obesity: A 12-country study. *Matern Child Nutr*. 2020 Jul;16(3):e12984.
173. Vehapoglu A, Yazıcı M, Demir AD, Turkmen S, Nursoy M, Ozkaya E. Early infant feeding practice and childhood obesity: the relation of breast-feeding and timing of solid food introduction with childhood obesity. *J Pediatr Endocrinol Metab JPEM*. 2014 Nov;27(11–12):1181–7.
174. Qiao J, Dai LJ, Zhang Q, Ouyang YQ. A Meta-Analysis of the Association Between Breastfeeding and Early Childhood Obesity. *J Pediatr Nurs*. 2020;53:57–66.

175. Lucas A, Sarson DL, Blackburn AM, Adrian TE, Aynsley-Green A, Bloom SR. Breast vs bottle: endocrine responses are different with formula feeding. *Lancet Lond Engl.* 1980 Jun 14;1(8181):1267–9.
176. Rodríguez-Triviño CY, Jiménez CA, Veloza-Manchola LK, Quiñonez-Bohórquez D, Polania-Pérez JF. Masa muscular y control autonómico cardiaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio. *Salud UIS.* 2022 Jul 27;54.
177. Leppänen MH, Haapala EA, Veijalainen A, Seppälä S, Oliveira RS, Lintu N, et al. Associations of cardiometabolic risk factors with heart rate variability in 6- to 8-year-old children: The PANIC Study. *Pediatr Diabetes.* 2020 Mar;21(2):251–8.
178. Speer KE, Koenig J, Telford RM, Olive LS, Mara JK, Semple S, et al. Relationship between heart rate variability and body mass index: A cross-sectional study of preschool children. *Prev Med Rep.* 2021 Nov 16;24:101638.
179. Fukuba Y, Sato H, Sakiyama T, Yamaoka Endo M, Yamada M, Ueoka H, et al. Autonomic Nervous Activities Assessed by Heart Rate Variability in Pre- and Post-adolescent Japanese. *J Physiol Anthropol.* 2009;28(6):269–73.
180. Longin E, Dimitriadis C, Shazi S, Gerstner T, Lenz T, König S. Autonomic Nervous System Function in Infants and Adolescents: Impact of Autonomic Tests on Heart Rate Variability. *Pediatr Cardiol.* 2009 Apr;30(3):311–24.
181. Farah BQ, Barros MVG, Balagopal B, Ritti-Dias RM. Heart Rate Variability and Cardiovascular Risk Factors in Adolescent Boys. *J Pediatr.* 2014 Nov;165(5):945–50.
182. Santos-Magalhaes AF, Aires L, Martins C, Silva G, Teixeira AM, Mota J, et al. Heart rate variability, adiposity, and physical activity in prepubescent children. *Clin Auton Res.* 2015 Jun;25(3):169–78.
183. Malliani A, Pagani M, Lombardi F, Cerutti S. Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. *Circulation.* 1991 Aug;84(2):482–92.
184. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circ Res.* 1986 Aug;59(2):178–93.
185. Billman GE. The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Front Physiol.* 2013 Feb 20;4:26.
186. Goldstein DS, Benth O, Park MY, Sharabi Y. Low-frequency power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a

- measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baroreflexes. *Exp Physiol.* 2011 Dec;96(12):1255–61.
187. Brambilla P, Bedogni G, Heo M, Pietrobelli A. Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *Int J Obes* 2005. 2013 Jul;37(7):943–6.
188. Rodríguez-Colón SM, He F, Bixler EO, Fernandez-Mendoza J, Vgontzas AN, Calhoun S, et al. Metabolic syndrome burden in apparently healthy adolescents are adversely associated with cardiac autonomic modulation- Penn State Children Cohort. *Metabolism.* 2015 May;64(5):626–32.
189. Ryder JR, O'Connell M, Bosch TA, Chow L, Rudser KD, Dengel DR, et al. Impaired Cardiac Autonomic Nervous System Function is Associated with Pediatric Hypertension Independent of Adiposity. *Pediatr Res.* 2016 Jan;79(0):49–54.
190. Hillebrand S, de Mutsert R, Christen T, Maan AC, Jukema JW, Lamb HJ, et al. Body fat, especially visceral fat, is associated with electrocardiographic measures of sympathetic activation: Visceral Fat and Sympathetic Activation. *Obesity.* 2014 Jun;22(6):1553–9.
191. Chrousos GP. The hypothalamic-pituitary-adrenal axis and immune-mediated inflammation. *N Engl J Med.* 1995 May 18;332(20):1351–62.
192. Verwaerde P, Sénard JM, Galinier M, Rougé P, Massabuau P, Galitzky J, et al. Changes in short-term variability of blood pressure and heart rate during the development of obesity-associated hypertension in high-fat fed dogs. *J Hypertens.* 1999 Aug;17(8):1135–43.
193. Malliani A, Pagani M, Lombardi F. Importance of appropriate spectral methodology to assess heart rate variability in the frequency domain. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 1994 Jul;24(1):140–2.
194. Reyes del Paso GA, Langewitz W, Mulder LJM, van Roon A, Duschek S. The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: a review with emphasis on a reanalysis of previous studies. *Psychophysiology.* 2013 May;50(5):477–87.
195. Landsberg L. Hyperinsulinemia: possible role in obesity-induced hypertension. *Hypertens Dallas Tex* 1979. 1992 Jan;19(1 Suppl):161-66.
196. Izzo JL, Black HR, Association) C for HBPR (American H. *Hypertension Primer: The Essentials of High Blood Pressure.* Lippincott Williams & Wilkins; 2003. 566 p.

197. Saxton SN, Clark BJ, Withers SB, Eringa EC, Heagerty AM. Mechanistic Links Between Obesity, Diabetes, and Blood Pressure: Role of Perivascular Adipose Tissue. *Physiol Rev.* 2019 Oct 1;99(4):1701–63.
198. Davy KP, Orr JS. Sympathetic nervous system behavior in human obesity. *Neurosci Biobehav Rev.* 2009;33(2):116–24.
199. Chen SR, Chiu HW, Lee YJ, Sheen TC, Jeng C. Impact of Pubertal Development and Physical Activity on Heart Rate Variability in Overweight and Obese Children in Taiwan. *J Sch Nurs.* 2012 Aug;28(4):284–90.
200. Villafaina S, Fuentes-García JP, Leon-Llamas JL, Collado-Mateo D. Physical Exercise Improves Heart-Rate Variability in Obese Children and Adolescents: A Systematic Review. *Sustainability.* 2021 Jan;13(5):2946.
201. Campos JO, Barros MAV, Oliveira TLPSA, Nobre IG, de Moraes AS, Santos MAM, et al. Cardiac autonomic dysfunction in school age children with overweight and obesity. *Nutr Metab Cardiovasc Dis NMCD.* 2022 Oct;32(10):2410–7.
202. Rafiei H, Omidian K, Chang CR, Little JP. Saliva insulin tracks plasma insulin across the day following high-carbohydrate and low-carbohydrate meals. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab.* 2023 Sep 1;48(9):700–9.
203. Desai GS, Mathews ST. Saliva as a non-invasive diagnostic tool for inflammation and insulin-resistance. *World J Diabetes.* 2014 Dec 15;5(6):730–8.
204. Fabre B, Maccallini G, Oneto A, Gonzalez D, Hirschler V, Aranda C, et al. Measurement of fasting salivary insulin and its relationship with serum insulin in children. *Endocr Connect.* 2012 Aug 30;1(2):58–61.
205. McCormack SE, McCarthy MA, Harrington SG, Farilla L, Hrovat MI, Systrom DM, et al. Effects of exercise and lifestyle modification on fitness, insulin resistance, skeletal muscle oxidative phosphorylation and intramyocellular lipid content in obese children and adolescents. *Pediatr Obes.* 2014 Aug;9(4):281–91.
206. Frederich RC, Hamann A, Anderson S, Löllmann B, Lowell BB, Flier JS. Leptin levels reflect body lipid content in mice: evidence for diet-induced resistance to leptin action. *Nat Med.* 1995 Dec;1(12):1311–4.
207. Scott MM, Lachey JL, Sternson SM, Lee CE, Elias CF, Friedman JM, et al. Leptin targets in the mouse brain. *J Comp Neurol.* 2009 Jun 10;514(5):518–32.

208. Pasma WJ, Westerterp-Plantenga MS, Saris WHM. The effect of exercise training on leptin levels in obese males. *Am J Physiol-Endocrinol Metab.* 1998 Feb;274(2):E280–6.
209. Peng J, Yin L, Wang X. Central and peripheral leptin resistance in obesity and improvements of exercise. *Horm Behav.* 2021 Jul 1;133:105006.
210. Martínez-Hernández JE, Suárez-Cuenca JA, Martínez-Meraz M, López-Rivera IM, Pérez-Cabeza de Vaca R, Mondragón-Terán P, et al. Papel de la adiponectina en obesidad y diabetes tipo 2. *Med Interna México.* 2019 Jun;35(3):389–96.
211. Nigro E, Piombino P, Scudiero O, Monaco ML, Schettino P, Chambery A, et al. Evaluation of salivary adiponectin profile in obese patients. *Peptides.* 2015 Jan;63:150–5.
212. Sindhu S, Thomas R, Shihab P, Sriraman D, Behbehani K, Ahmad R. Obesity Is a Positive Modulator of IL-6R and IL-6 Expression in the Subcutaneous Adipose Tissue: Significance for Metabolic Inflammation. *PLoS One.* 2015;10(7):e0133494.
213. de posición de la Sociedad D, de Pediatría C, de Cardiología SC. Evaluación Preparticipativa Cardiovascular Pediátrica. *Rev Chil Pediatr.* 2018;89(4):4.
214. Ministerio de Salud y Protección Social. Normativa Resoluciones [Internet]. [cited 2021 May 31]. Available from: [https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm\\_Resoluciones.aspx](https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Norm_Resoluciones.aspx)
215. Ministerio de Salud y Protección Social. “LINEAMIENTOS PARA PREVENCIÓN CONTROL Y REPORTE DE ACCIDENTE POREXPOSICIÓN OCUPACIONAL AL COVID-19 EN INSTITUCIONES DE SALUD” [Internet]. 2020 [cited 2020 Sep 27]. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/Ministerio/Institucional/Procesos%20y%20procedimientos/GPSG04.pdf>

# ANEXOS

Anexo A. Acta de consentimiento Institucional

|   |  |  |  |   |   |               |               |
|---|--|--|--|---|---|---------------|---------------|
|  | <b>UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA<br/>PROCESO INVESTIGACIÓN</b> | <br>INFORMACIÓN | <br>MÉTODOS | <br>RESULTADOS | <br>CONCLUSIONES |               |               |
| <b>FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS<br/>DE INVESTIGACIÓN</b>             |  |  |  |   |   |               |               |
| <b>CODIGO</b>   | <b>MI-INV-FO-10</b>  | <b>VERSIÓN</b>   | <b>6</b>   | <b>VIGENCIA</b>   | <b>2019</b>   | <b>PÁGINA</b> | <b>1 de 8</b> |

Anexo 6: ACTA DE ASENTIMIENTO INSTITUCION EDUCATIVA

Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca y la composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.

INVESTIGADOR PRINCIPAL: CLAUDIA RODRIGUEZ

SEDE DONDE SE REALIZA EL ESTUDIO: Colegios de Neiva (Huila)

NOMBRE DEL COLEGIO PARTICIPE: Institución Educativa María Cristina Arango

2

Se invita a los colegios del mismo, a participar en el estudio de investigación "*Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.*". Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender los fines de este proyecto y cada uno de los procedimientos y etapas que se desarrollaran una vez usted de su consentimiento dentro y fuera del colegio y cuáles serían los compromisos de los investigadores para con el colegio y cuál sería el papel de la institución educativa. Permitase leer con detalle el documento con absoluta libertad de realizar cualquier tipo de pregunta en caso de que surja algo en cuestión.

Una vez comprendidos los conceptos y fines del estudio, se le pedirá que firme esta forma de asentimiento informado, de la cual se le entregara una copia.

1. **Objetivo del estudio:** Evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca y la

|   |   |         |   |          |   |        |        |
|---|---|---------|---|----------|---|--------|--------|
|  | UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA<br>PROCESO INVESTIGACIÓN            |         |   |          |     |        |        |
|   | FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS<br>DE INVESTIGACIÓN |         |   |          |   |        |        |
| CÓDIGO  | MI-INV-FO-10  | VERSIÓN | 6 | VIGENCIA | 2019  | PÁGINA | 2 de 8 |

composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.

2. **Justificación del estudio:** En la comunidad infantil, cerca de 41 millones de niños menores de cinco años tienen sobrepeso o son obesos y más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad (OMS, 2016). La implementación de programas y/o estrategias enfocadas a prevenir y mejorar la obesidad, pueden prevenir las complicaciones asociadas. Diversos estudios han realizado programas de control de peso pediátrico, pero muy escasos en Colombia e inexistentes a nivel local o sólo con un abordaje de programas de ejercicio clásico. La literatura científica a ha relacionado el ejercicio de alta intensidad con los efectos positivos en parámetros como la circunferencia de la cintura, índice de masa corporal y presión sistólica, parámetros cardio metabólicos, composición corporal y aptitud cardiorrespiratoria en adolescente y niños de estas mismas edades comparados con los entrenamientos convencionales.
3. **Beneficios del estudio para el Colegio o institución educativa:** En los colegios participantes los investigadores nos comprometemos a diseñar, entregar y socializar una cartilla que contenga pautas claras y sencillas para mantener la recreación de manera creativa y saludable. Además de capacitación a profesores y padres sobre alimentación saludable y pautas de vida sana. Todos los resultados serán informados oportunamente y explicados a profundidad.  
**A solicitud de ustedes podemos realizar curso en extensión para profesores según sus necesidades de educación en salud**
4. **Procedimientos del estudio que se llevaran a cabo dentro de la institución educativa**  
 Socialización del protocolo con padres y maestros  
 Captación de los niños que sean posibles candidatos del estudio  
 Charlas informativas, y capacitaciones a padres y maestros, compromisos de los investigadores con los colegios  
*Las actividades enmarcadas en juegos se realizarán por fuera del horario escolar, en escenarios por fuera del colegio.*
5. **Riesgos asociados al estudio:** Con respecto a las sesiones de entrenamiento las complicaciones más comunes son caídas leves, agotamiento físico y deshidratación. Las complicaciones menos frecuentes son lesiones en tejidos blandos (ej: esguince) y

|   |   |                |          |                 |   |               |               |
|---|---|----------------|----------|-----------------|---|---------------|---------------|
|  | <b>FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN</b> |                |          |                 |     |               |               |
| <b>CÓDIGO</b>   | <b>MI-INV-FO-10</b>   | <b>VERSIÓN</b> | <b>6</b> | <b>VIGENCIA</b> | <b>2019</b>   | <b>PÁGINA</b> | <b>3 de 8</b> |

fracturas o eventos cardiacos, las cuales serán minimizados a través de la valoración inicial.

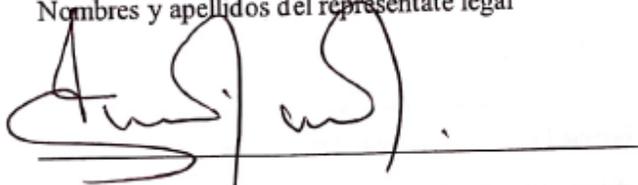
- De los derechos morales y patrimoniales de esta investigación:** Según la política de Los derechos morales de este trabajo pertenecen a los autores y los derechos patrimoniales a la Universidad Sur colombiana, en ningún caso se reconocerá autoría de este trabajo a docentes o funcionarios de las instituciones de educación beneficiadas en este proyecto.

En caso tal, de que usted decida no permitimos la capitación de participantes en su intuición, no desencadenaría ninguna clase de consecuencia. Si decide participar en el estudio, puede retirarse en el momento que lo desee así el investigador encargado no se lo solicite. Toda decisión tomada será totalmente respetada.

#### ASENTIMIENTO INFORMADO

Yo, Tobías Rengifo Rengifo con número de CC 93.358.380 de Ibagué, representante legal de la institución educativa Maía Cristina Arango, he leído y comprendido todas las implicaciones del estudio, por lo que me resulta interesante hacer parte del mismo en pro de promover el conocimiento médico a la comunidad académica. Por ello, decido hacer parte de él con total voluntad

\_\_\_\_\_  
Nombres y apellidos del representante legal



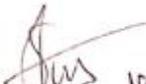
Firma del representante legal

CCN°

|   |   |         |   |          |   |        |        |  |
|---|---|---------|---|----------|---|--------|--------|--|
|  | UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA<br>PROCESO INVESTIGACIÓN            |         |   |          |  |        |        |  |
|   | FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS<br>DE INVESTIGACIÓN |         |   |          |   |        |        |  |
| CÓDIGO  | MI-INV-FO-10  | VERSIÓN | 6 | VIGENCIA | 2019  | PÁGINA | 4 de 8 |  |

Sergio Quintana Guerrero

Nombre del testigo

 1006439348

Firma del testigo

CC N°

He explicado al Sr (a) el propósito de la investigación, dejando en claro tanto los riesgos como los beneficios que trae consigo el desarrollo de este estudio al decidir hacer parte de esta investigación, dando además resolución a todas las inquietudes que hayan surgido a partir de la misma

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador

#### DESISTIMIENTO INFORMADO

Yo, \_\_\_\_\_ con número de CC \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_, representante legal de la institución educativa \_\_\_\_\_, participé voluntariamente del estudio hasta el día de hoy ( / / ) haciendo uso del derecho que me fue referenciado desde el principio de la investigación donde dice que puedo hacer mi retiro en cualquier momento de ella, exponiendo los siguientes motivos:

## Anexo B. Aval ético del proyecto

### **2-1-04- COMITÉ DE ÉTICA MEMORANDO No.036**

Neiva, 26 de noviembre de 2021

Para: CLAUDIA YANETH RODRIGUEZ TRIVIÑO  
Candidata  
Doctorado en Ciencias de la Salud

De: CLAUDIA ANDREA RAMÍREZ PERDOMO  
Coordinadora (E)

Asunto: Aval Proyecto

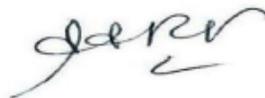
Cordial saludo;

Comedidamente le informo que el Comité de Ética en reunión realizada el día 30 de julio de 2021 – Acta No.004 -, al analizar el proyecto: *“Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila”*, acordó dar aval, condicionado a su nueva presentación previa realización de justes de acuerdo a las recomendaciones dadas por el Comité.

Recibido y verificado el cumplimiento de los ajustes en el documento, el Comité de Ética da aval al Proyecto *“Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila”*.

Es de anotar que deben presentar ante el Comité de Ética un informe parcial y final de la ejecución del proyecto de investigación.

Atentamente,



CLAUDIA ANDREA RAMÍREZ PERDOMO  
Coordinadora (E)

Anexo C. Consentimiento Informado Para Participar En Estudio De Investigación

**Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca y la composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.**

**INVESTIGADOR: CLAUDIA RODRIGUEZ**

**SEDE DONDE SE REALIZA EL ESTUDIO: Colegios de Neiva (Huila)**

**NOMBRE DEL NIÑO O NIÑA PARTICIPANTE:**

---

Se invita al niño o niña y a los familiares del mismo, a participar en el estudio de investigación **“Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.”**. Antes de decidir si participa o no, debe conocer y comprender los fines de este proyecto y cada uno de los procedimientos y etapas que se desarrollarán una vez usted de su consentimiento. Permítase leer con detalle el documento con absoluta libertad de realizar cualquier tipo de pregunta en caso de que surja algo en cuestión.

Una vez comprendidos los conceptos y fines del estudio, se le pedirá que firme esta forma de consentimiento informado, de la cual se le entregará una copia.

1. **Objetivo del estudio:** Evaluar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca y la composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.

2. **Justificación del estudio:** En la comunidad infantil, cerca de 41 millones de niños menores de cinco años tienen sobrepeso o son obesos y más de 340 millones de niños y adolescentes (de 5 a 19 años) con sobrepeso u obesidad (OMS, 2016). La implementación de programas y/o estrategias enfocadas a prevenir y mejorar la obesidad, pueden prevenir las complicaciones asociadas. Diversos estudios han realizado programas de control de peso pediátrico, pero muy escasos en Colombia e inexistentes a nivel local o solo con un abordaje de programas de ejercicio clásico. La literatura científica a ha relacionado el ejercicio de alta intensidad con los efectos positivos en parámetros como la circunferencia de la cintura, índice de masa corporal y presión sistólica, parámetros cardio metabólicos, composición corporal y aptitud cardiorrespiratoria en adolescente y niños de estas mismas edades comparados con los entrenamientos convencionales.
3. **Beneficios del estudio:** La participación en este estudio tiene diversos beneficio para usted y su familia: a) Se les brindara apoyo nutricional familiar antes y durante el estudio 2) Las actividades dispuestas para este estudio los integraran como familia, dado que hay unos ejercicios para el niño en su colegio y otras con la participación de su familia 4) En los colegios participantes los investigadores nos comprometemos a diseñar, entregar y socializar una cartilla que contenga pautas claras y sencillas para mantener la recreación de manera creativa y saludable. 4) Todos los resultados serán informados oportunamente y explicados a profundidad. 5) tanto el grupo control como el de intervención serán intervenidos, y las dos estrategias tiene comprobados beneficios para a salud

**4. Procedimientos del estudio una vez firmado el consentimiento:**

Etapa 1: Valoración médica y nutricional de los niños y niñas

Etapa 2: Recolección de variables no invasivas, toma de signos vitales y electrocardiografía, y muestras de saliva.

Etapa 3: Entrenamiento físico con juegos tres veces a la semana, dos en el

colegio y uno en área deportiva pública en compañía de su familia durante 12 semanas. Durante estas 3 sesiones semanales, se realizarán con seis episodios de 1 min a 85–95% de frecuencia cardiaca máxima separados por 1 min de recuperación. Todos los entrenamientos estarán dirigidos por un educador físico certificado.

Etapa 4: Revaloración toma de signos vitales y electrocardiografía.

A lo largo del estudio se medirán signos de vitales y se informara cualquier hallazgo anormal o patológico que pueda poner en riesgo la salud de los participantes.

5. **Riesgos asociados al estudio:** Los riesgos son mayores al mínimo, Con respecto a las sesiones de entrenamiento las complicaciones más comunes son caídas leves, agotamiento físico y deshidratación. Las complicaciones menos frecuentes son lesiones en tejidos blandos (ej: esguince) y fracturas o eventos cardiacos, las cuales serán minimizados a través de la valoración inicial

En caso tal, de que usted decida no hacer parte del estudio a realizar, no desencadenaría ninguna clase de consecuencia. Si decide participar en el estudio, puede retirarse en el momento que lo desee así el investigador encargado no se lo solicite. Toda decisión tomada será totalmente respetada.

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo,

---

\_ con número de CC \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ he leído y comprendido todas las implicaciones del estudio, por lo que me resulta interesante hacer parte del mismo en pro de promover el conocimiento médico a la comunidad académica. Por ello, decido hacer parte de él con total voluntad

---

Nombres y apellidos del participante

---

Firma del participante

CC N°

---

Nombre del testigo

---

Firma del testigo

CC N°

He explicado al Sr (a) el propósito de la investigación, dejando en claro tanto los riesgos como los beneficios que trae consigo el desarrollo de este estudio al decidir hacer parte de esta investigación, dando además resolución a todas las inquietudes que hayan surgido a partir de la misma

---

Firma del investigador

### **DESISTIMIENTO INFORMADO**

Yo \_\_\_\_\_ identificado con la C.C \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ participé voluntariamente del estudio hasta el día de hoy ( \_\_\_\_\_ ha en uso del derecho que me fue referenciado desde el principio de la investigación donde dice que puedo hacer mi retiro en cualquier momento de ella, exponiendo los siguientes motivos:

---

---

---

---

---

---

---

---

En constancia firman:

Firma de la persona que desiste de su participación en el estudio

C.C. \_\_\_\_\_

Firma del testigo

C.C \_\_\_\_\_

Firma de uno de los investigadores

C.C \_\_\_\_\_

#### Anexo D. Asentimiento Informado

**Título de proyecto: Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila**

En este proyecto el objetivo es hacer ejercicio de forma divertida con juegos y así estar más saludables. También tendremos que obtener una muestra de saliva y otras pruebas y visitar al médico al inicio y al final del proyecto para ver si logramos estar más sanos que cuando iniciamos

Hola mi nombre es **CLAUDIA RODRIGUEZ** y estudio en la Universidad Surcolombiana en el la Facultad de Salud en el programa de Doctorado. Actualmente estamos realizando un estudio para conocer acerca de los beneficios del ejercicio con juegos en los niños y para ello queremos pedirte que nos apoyes.

Tu participación en el estudio consistiría en permitirnos tomarte unas pruebas, unos exámenes y jugar con nosotros 3 veces a la semana durante 3 meses

Tu participación en el estudio es voluntaria, es decir, aun cuando tus papá o mamá hayan dicho que puedes participar, si tú no quieres hacerlo puedes decir que no. Es tu decisión si participas o no en el estudio. También es importante que sepas que, si en un momento dado ya no quieres continuar en el estudio, no habrá ningún problema, o si no quieres responder a alguna pregunta en particular, tampoco habrá problema.

Toda la información que nos proporcionas/ las mediciones que realicemos nos ayudarán a saber si los niños como tú en el futuro puedan hacer este mismo entrenamiento y mejorar su salud

Esta información será confidencial. Esto quiere decir que no diremos a nadie tus respuestas (O RESULTADOS DE MEDICIONES), sólo lo sabrán las personas que forman parte del equipo de este estudio y tus padres.

Si aceptas participar, te pido que por favor pongas una ( **ü** ) en el cuadrado de abajo que dice “Sí quiero participar” y escribe tu nombre.

Si no quieres participar, no pongas ninguna ( **ü** ), ni escribas tu nombre.

Sí quiero participar

Nombre: \_\_\_\_\_

Nombre y firma de la persona que obtiene el asentimiento:

\_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

#### Anexo E. Acta De Compromiso De Confidencialidad

Yo, Claudia Yaneth Rodriguez, identificado con el C.C. No.38364750, en mi calidad de investigador principal, del programa de Doctorado en Ciencias de la Salud de la Universidad Surcolombiana, me comprometo a no usufructuar, ni a utilizar la información a la que tuve acceso directo o indirecto con un fin distinto al del proyecto de investigación titulado:

**“Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila”**

Mantendré el respeto por la confidencialidad y reserva de la misma, de conformidad con las normas sobre Derechos de Autor y las contenidas en la Ley 79 de 1993 y demás normas concordantes.

Dentro del Acta de Compromiso se establece que tanto el Investigador principal, y la Universidad Surcolombiana entidad receptora aceptamos Cumplir lo siguiente:

1. El acceso a información recolectada y reportes de laboratorios y/o datos estadísticos restringidos estará limitado al investigador principal y a los otros investigadores registrados en la solicitud.
2. Copias de la información y/o datos estadísticos no serán copiados o puestos a disposición de otra persona diferente a las que menciona en este Acuerdo, a menos que los participantes lo autoricen formalmente lo haya autorizado formalmente.
3. La información suministrada y recolectada deberá utilizarse únicamente para reportar la información agregada. Los datos no podrán utilizarse en ninguna forma para efectos administrativos, judiciales, de propiedad exclusiva, o para la ejecución de alguna ley.

4. Cualquiera de los libros, artículos, documentos de conferencias, tesis, disertaciones, informes u otras publicaciones que utilizan datos obtenidos deben citar la fuente de los mismos.
5. Se deberá socializar los resultados de forma oportuna con los participantes de todos los informes y publicaciones basados en información y/o datos solicitados.
6. Si hay algún cambio en la especificación del proyecto o investigación, acuerdos de seguridad, personal u organización detallados en el formato de solicitud, es responsabilidad del Investigador principal procurar que el los participantes acepten estos cambios. Cuando haya un cambio en la organización que emplea al investigador principal, esto implicará que se haga una nueva solicitud y que el proyecto original se dé por terminado.
7. Notificar inmediatamente el conocimiento de situaciones que afecten la salud de niños o familiares

Se firma en la ciudad de Neiva a los 20 días del mes de abril del año 2022

Nombre: Claudia Yaneth Rodriguez Triviño

C.C. No.: 38364750 de la ciudad de Ibagué

Firma: *Claudio Rodriguez*

Huella:

Anexo F. Certificación de dirección de trabajo de grado de pregrado producto de la tesis doctoral



**EL CENTRO DE INVESTIGACIONES E INNOVACIÓN  
UNINAVARRA - CIINA - DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA  
NAVARRA - UNINAVARRA**

Hace constar que

La docente **Claudia Yaneth Rodríguez Triviño**, identificada con C.C. 38.364.750, participó como tutora de los siguientes trabajos de grado de pregrado ya finalizados y aprobados:

| Código proyecto | Nombre del trabajo dirigido/tutoría  | Fecha de Inicio | Fecha de fin | Programa académico |
|-----------------|--|-----------------|--------------|--------------------|
| FCS-M-58        | Relación entre la composición corporal y la variabilidad de la frecuencia cardiaca en pacientes adultos sanos en reposo de la Facultad de Ciencias de la Salud de una institución de educación superior Neiva Huila 2020 | jun/2019        | nov/2021     | Medicina           |
| FCS-M-119       | Alteraciones electrocardiográficas en personas consumidoras de anabólicos esteroides en una población de la ciudad de Neiva – Huila.   | jun/2020        | jun/2022     | Medicina           |
| FCS-M-145       | Efectos de la actividad física recreativa sobre la composición corporal de niños de 6- 9 años de una institución educativa de Neiva-Huila durante 20 semanas   | dic/2020        | jun/2022     | Medicina           |

Este certificado se expide en Neiva (H) a los veinticinco (25) días del mes de noviembre de 2022.

**JESÚS MAURICIO GONZÁLEZ MARTÍNEZ**

Director

Centro de Investigaciones e Innovación UNINAVARRA-CIINA  
Fundación Universitaria Navarra -UNINAVARRA

Nit. 900480042-2  
Calle 10 N°. 6-41 Neiva - Huila - Colombia  
Tel. (8) 872 2049 - 871 1199 - 874 0089  
www.uninavarra.edu.co  
e-mail: uninavarra@navarra.edu.co  
VIGILADA MINEDUCACIÓN

## Anexo G. Evaluación Cardiovascular Previa A La Práctica Deportiva En Pediatria: Documento Informativo Para Las Familias

(213).

“La Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas (SECPC) y el Consejo Superior de Deportes (CSD) han elaborado una Guía Clínica de reconocimiento cardiovascular previo a la práctica de deporte de competición en niños y adolescentes, que ha sido avalada por las siguientes Sociedades Científicas: Sociedad Española de Cardiología (SEC), Fundación Española del Corazón (FEC), Asociación Española de Pediatría (AEP), Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPap), Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria (SEPEAP), Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC), Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMergen) y Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMG). Se realiza un reconocimiento inicial a cada niño, con revisiones posteriores cada 2 años (individualizando en caso de detección de enfermedades). El objetivo principal del reconocimiento es detectar anomalías cardiovasculares que puedan constituir un riesgo vital para el niño que practica deporte. De este modo, se pretende disminuir el riesgo de muerte súbita cardíaca. El que durante el reconocimiento no se objetiven datos de alarma, no excluye al 100% la posibilidad de padecer alguna anomalía cardiovascular que podría ser grave. No obstante, la implantación de este tipo de reconocimientos en países de nuestro entorno ha resultado útil. Este reconocimiento incluye un cuestionario, una exploración física (con medición de peso, talla y tensión arterial) y un electrocardiograma. No se realiza ninguna técnica que pueda resultar dolorosa o pueda causar daño alguno al niño. Es fundamental cumplimentar una adecuada historia clínica. Por ello, el menor debe acudir acompañado por un adulto que conozca bien los antecedentes del niño y en caso de disponer de informes médicos deben traerlos el día de la revisión. A continuación, se detallan las preguntas que se le realizarán. Es muy importante que las revisen exhaustivamente antes del reconocimiento” (213).

1. Antecedentes personales del niño:

- ¿Le han detectado alguna vez un soplo cardíaco?

- ¿Le han comentado en alguna ocasión que tenía la tensión arterial alta?

- ¿Toma alguna medicación de forma habitual en la actualidad o en los 2 últimos años? ¿Ha presentado en alguna ocasión una crisis convulsiva?

- ¿Presenta alguna enfermedad que crea que puede limitar la práctica deportiva?

2. Antecedentes familiares: Algún familiar cercano (padres o hermanos) ...

- ¿Ha nacido con un problema cardíaco?

- ¿Ha fallecido antes de los 50 años por causa cardiovascular o desconocida?

- ¿Ha padecido problemas de corazón antes de los 50 años?

- ¿Ha sido diagnosticado de una miocardiopatía?

- ¿Ha presentado arritmias cardíacas que hayan requerido tratamiento?

- ¿Ha sido diagnosticado de síndrome de Marfan?

3. Síntomas del niño:

- ¿Alguna vez se ha quejado de dolor en el pecho en relación con esfuerzos?

- ¿Se ha desmayado en alguna ocasión?

- ¿Alguna vez se ha quejado de sensación de corazón muy rápido, palpitaciones o latidos irregulares?

- ¿Se fatiga habitualmente antes que el resto de sus compañeros al practicar deporte?

- ¿Presenta algún síntoma que crea que puede limitar la práctica deportiva?

**Guía Clínica de evaluación cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría: modelo de informe final y exploración nutricional (213).**

A) RESUMEN DEL RECONOCIMIENTO:

. FILIACIÓN. Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_. Sexo: Masculino / Femenino.

Fecha de nacimiento: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_\_. Edad: \_\_ años. Número de identificación: \_\_\_\_\_.

Municipio: \_\_\_\_\_. Provincia: \_\_\_\_\_.

Deporte: Principal: \_\_\_\_\_. Otros: \_\_\_\_\_.

Horas de práctica deportiva semanal: \_\_\_\_\_.

Club/ Entidad: \_\_\_\_\_. Federado: Sí / No. Federación: \_\_\_\_\_. Fecha del reconocimiento: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_.

## 2. ANTECEDENTES PERSONALES.

- Detección previa de un soplo cardíaco: Sí / No (Observaciones).
- Detección previa de hipertensión arterial: Sí / No (Observaciones).
- Toma de medicación de forma habitual actualmente o en 2 últimos años: Sí / No (Observaciones).
- Crisis convulsivas no aclaradas: Sí / No (Observaciones).
- Otra enfermedad / condición limitante para la práctica deportiva: Sí / No (Observaciones).

Institución Educativa          Lugar donde estudia el niño  
Publico \_\_\_\_\_ Privado \_\_\_\_\_

Lactancia materna Leche que proviene de la madre producto de un proceso endocrino mediado por la prolactina y la oxitocina  
Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Lactancia materna exclusiva          Meses de forma exclusiva  
Meses \_\_\_\_\_

Edad de Inicio de la Ablactación, Inicio de cualquier alimento diferente a leche materna.

Meses \_\_\_\_\_

Peso al nacer (niño o niña)

Peso al nacer: \_\_\_\_\_

Edad gestacional al momento de la concepción, Número de semanas que tenía el feto al momento del parto

Semanas \_\_\_\_\_

Complicaciones durante el embarazo, Situaciones asociadas al embarazo que pusieron en peligro la vida del feto o de la madre

Preclamsia. \_\_\_\_\_, Diabetes gestacional \_\_\_\_\_, ¿Hipertensión inducida por el embarazo \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_ cual? \_\_\_\_\_

Tipo de parto El parto humano o nacimiento, es la culminación del periodo de gestación, que habitualmente es de 40 semanas, hasta la salida del niño o niña del útero.

Parto natural, Parto vaginal, \_\_\_\_\_ instrumental, \_\_\_\_\_,

Parto abdominal o cesárea. \_\_\_\_\_

Lugar donde consume alimentos (desayuno, comida, cena y colaciones)

| Lugar   | Desayuno | Almuerzo | Cena | Colaciones |
|---------|----------|----------|------|------------|
| casa    |          |          |      |            |
| colegio |          |          |      |            |
| Otro    |          |          |      |            |

Alimentos que consume en cada comida del día Caracterización De Tipo De Alimento De Acuerdo A Su Composición, COLOQUE EL NÚMERO

| TIPO      | Desayuno | Almuerzo | Cena | Colaciones |
|-----------|----------|----------|------|------------|
| Vegetales |          |          |      |            |
| Frutas    |          |          |      |            |
| Carnes    |          |          |      |            |
| Jugos     |          |          |      |            |
| Granos    |          |          |      |            |

Ingesta de bebidas azucaradas, Establecer el consumo de bebidas azucaradas, Jugos naturales y artificiales, gaseosas bebidas energizantes

Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_

Actividades en las tardes después del colegio, Actividades del tiempo libre

Tipo \_\_\_\_\_ de actividades \_\_\_\_\_

Compañía en las tardes, Durante estancia en el hogar es acompañado por un familiar o no

NO \_\_\_\_\_, SI \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ -

Compañía de alguien en después colegio

NO \_\_\_\_\_, SI \_\_\_\_\_ ¿Quién? \_\_\_\_\_ -

Tiempo para televisión y videojuegos

Numero Horas diarias \_\_\_\_\_

Duración de sueño, Tiempo diario de sueño del menor

Numero Horas \_\_\_\_\_

Autoeficacia del niño para realizar actividad física, El niño juega o hace deporte de forma autónoma, sin que el adulto lo planee

Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_

Tiempo semanas de Actividad física y Sedentarismo de los padres, Tiempo que los padres dedican a hacer actividad física a la semana

Numero Horas Semanales del padre \_\_\_\_\_

Numero Horas Semanales del Madre \_\_\_\_\_

### 3. ANTECEDENTES FAMILIARES.

– Cardiopatías congénitas: Sí / No (Observaciones).

– Muerte súbita precoz: Sí / No (Observaciones).

- Enfermedad cardiovascular precoz: Sí / No (Observaciones).
- Miocardiopatías: Sí / No (Observaciones).
- Arritmias / condiciones arritmogénicas: Sí / No (Observaciones).
- Síndrome de Marfan: Sí / No (Observaciones).

Estratificación Socioeconómica,  
Estrato 1 \_\_\_\_\_, Estrato 2 \_\_\_\_\_, Estrato 3 \_\_\_\_\_, Estrato  
4 \_\_\_\_\_, Estrato 5 \_\_\_\_\_, Estrato 6 \_\_\_\_\_

Habitantes vivienda

Número de Personas que viven en la casa \_\_\_\_\_

Trabajo del padre

Empleado \_\_\_\_\_, Independiente \_\_\_\_\_, Desempleado  
\_\_\_\_\_

Trabajo de la madre

Empleado \_\_\_\_\_, Independiente \_\_\_\_\_, Desempleado  
\_\_\_\_\_

El ingreso corriente incluye los ingresos monetarios Pesos /mes: \_\_\_\_\_  
SMLVs \_\_\_\_\_

Escolaridad de los padres, Nivel educativo máximo culminado, según el sistema  
educativo colombiano

Ninguna \_\_\_\_\_, Educación preescolar \_\_\_\_\_, Educación básica  
\_\_\_\_\_, Educación Media \_\_\_\_\_, Educación Superior \_\_\_\_\_, Posgrado \_\_\_\_\_

Percepción de los padres acerca del estado nutricional del hijo

Los padres pueden tener percepciones variadas del estado nutricional de su hijo

Buena \_\_\_\_\_, Regular; \_\_\_\_\_, Mala, \_\_\_\_\_

Conocimiento de asociación entre obesidad y otras enfermedades

Nivel de conocimientos sobre enfermedad crónica y obesidad, sabe el concepto y  
las complicaciones

Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_

Antecedentes familiares Enfermedades presentes en la familia

Diabetes \_\_\_\_\_, Cáncer, Enfermedades cardiovasculares \_\_\_\_\_, Hipertensión  
arterial \_\_\_\_\_, Obesidad \_\_\_\_\_, Otra \_\_\_\_\_, ¿CUAL? \_\_\_\_\_

Tiempo que ha tenido sobrepeso u obesidad el niño o niña

En años \_\_\_\_\_

sí es menos de un año en meses \_\_\_\_\_

#### 4. ANAMNESIS.

- Dolor / molestia precordial relacionada con el esfuerzo: Sí / No (Observaciones).
- Síncope o mareo intenso de perfil no vasovagal: Sí / No (Observaciones).
- Palpitaciones, latidos irregulares o taquicardia considerada no fisiológica: Sí / No (Observaciones).
- Disnea de esfuerzo / cansancios excesivos en relación a la actividad realizada: Sí / No (Observaciones).
- Algún otro signo / síntoma limitante para la práctica deportiva: Sí / No (Observaciones).

#### 5. EXPLORACIÓN FÍSICA.

Peso: \_\_\_\_ kg (percentil). Talla: \_\_\_\_ cm (percentil). IMC: \_\_\_\_ (percentil).

Presión arterial, 1.<sup>a</sup> toma (mm Hg): Sistólica \_\_\_\_ (percentil) / Diastólica \_\_\_\_ (percentil).

Presión arterial, 2.<sup>a</sup> toma (mm Hg): Sistólica \_\_\_\_ (percentil) / Diastólica \_\_\_\_ (percentil).

Deformidades torácicas: Sí / No (Observaciones).

Auscultación cardíaca: Rítmica sin soplos, 2.<sup>o</sup> tono normal / Otra (Observaciones).

Auscultación pulmonar: Normal / Anormal (Observaciones).

Pulsos femorales: Normales / Anormales (Observaciones).

Estigmas de síndrome de Marfan: Sí / No (Observaciones).

Otros hallazgos significativos: Sí / No (Observaciones).

#### 6. ELECTROCARDIOGRAMA DE REPOSO.

– Ritmo: Sinusal / No sinusal (Observaciones).

– Frecuencia cardíaca: \_\_\_\_ lpm (Observaciones).

– Eje Complejo QRS: \_\_\_\_ ° (Observaciones). Eje Onda T: \_\_\_\_ ° (Observaciones).

– Onda P de amplitud y duración: Normal / Anormal (Observaciones).

– Complejo QRS de duración y morfología: Normal / Anormal (Observaciones).

– Ondas Q patológicas: Sí / No (Observaciones).

– Signos de crecimiento ventricular: Sí / No (Observaciones).

– Onda T de polaridad y amplitud: Normal / Anormal (Observaciones). – Segmento ST: Normal / Anormal (Observaciones).

- Intervalo PR: \_\_\_\_\_ segundos (Observaciones).
- Intervalo QT corregido: \_\_\_\_\_ segundos (Observaciones).
- Tira de ritmo: Normal / Anormal (Observaciones).
- Otros hallazgos significativos: Sí / No (Observaciones).

**B) HALLAZGOS DESTACABLES:**

1. ANTECEDENTES PERSONALES: Ninguno / Observaciones.
2. ANTECEDENTES FAMILIARES: Ninguno / Observaciones.
3. ANAMNESIS: Ninguno / Observaciones.
4. EXPLORACIÓN FÍSICA:
  - IMC: Normal / Anormal (Observaciones)
  - TA: Normal / Normal-Alta / Alta (Observaciones).
  - Normal / Con hallazgos patológicos (Observaciones).
5. ELECTROCARDIOGRAMA DE REPOSO:  
Normal / Con hallazgos patológicos (Observaciones).

**C) CONCLUSIONES:**

- Es preciso realizar otras pruebas complementarias: Sí / No (Observaciones).
- Se han detectado indicios de patología cardiovascular: Sí / No (Observaciones).
- Se recomienda algún tipo de restricción en cuanto a la práctica de deporte de competición: Sí / No (Observaciones).
- Se recomienda realizar un nuevo reconocimiento cardiovascular previo a la práctica de deporte de competición dentro de: \_\_\_\_\_.

Médico responsable: \_\_\_\_\_.

Especialidad: \_\_\_\_\_.

Centro Médico: \_\_\_\_\_.

Fecha de exploración: \_\_ / \_\_ / \_\_\_\_\_. Firma del médico: \_\_\_\_\_.

Anexo H. Curso De Buenas Prácticas Clínicas

---



Hereby Certifies that

**CLAUDIA RODRIGUEZ**

has completed the e-learning course

**NORMAS DE BUENA  
PRÁCTICA CLÍNICA ICH E6  
(R2)**

with a score of

**89%**

on

**04/12/2020**

This e-learning course has been formally recognised for its quality and content by the following organisations and institutions

*This ICH E6 GCP Investigator Site Training meets the Minimum Criteria for ICH GCP Investigator Site Personnel Training identified by TransCelerate BioPharma as necessary to enable mutual recognition of GCP training among trial sponsors.*



Global Health Training Centre  
[globalhealthtrainingcentre.org/elearning](http://globalhealthtrainingcentre.org/elearning)

Certificate Number 947a248b-e46c-45fc-8227-19d00f776ed9 Version number 0

## Anexo I. Protocolo de Bioseguridad para Intervenciones

### **OBJETIVO**

Establecer las medidas de bioseguridad adoptadas por la Universidad Surcolombiana para el estudio “**Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila**” –, en el marco de las normas expedidas por el Gobierno Nacional (Ministerios de Salud y Protección Social y Ministerios de Educación) para la preservación, prevención, control, seguimiento y mitigación del riesgo a los participantes del estudio tanto investigados como investigadores o personal de apoyo, y la comunidad en general, a causa de SARSCoV2-COVID-19, en su inicio de actividades para el desarrollo del estudio.

### **ALCANCE**

Este protocolo debe ser aplicado para todas las personas participantes directa o indirectamente con el estudio, personal externo, contratistas e investigadores, que se puedan ver afectados o ser portadores del virus COVID – 19.

Las actividades que se establecen son de obligatorio cumplimiento para desarrollar las actividades del protocolo de investigación descrito en la metodología de la investigación.

La normatividad que se tuvo en cuenta fue toda la relacionada con la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19 (214).

- **Decreto 539 del 13 de abril de 2020 del presidente de la República.** “Por el cual se adoptan medidas de bioseguridad para mitigar, evitar la propagación y realizar el adecuado manejo de la pandemia del Coronavirus COVID-19, en el marco del Estado de Emergencia Económica, Social y Ecológica”
- **Decreto 749 de 28 mayo de 2020 – “Aislamiento Preventivo Obligatorio de todas las personas habitantes de la República de**

Colombia, del 1° de junio de 2020, hasta las cero horas del 1° de julio de 2020, en el marco de la Emergencia Sanitaria por causa del coronavirus covid-19”.

- **Decreto 579 de 31 de mayo de 2020** –“Medidas para el cumplimiento del aislamiento preventivo obligatorio nacional en el municipio de Neiva – Huila, para afrontar la emergencia sanitaria y calamidad pública por pandemia COVID-19 y se adoptan otras decisiones”
- **Resolución 666 de 24 de abril de 2020** – “protocolos de bioseguridad para mitigar, controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia coronavirus Covid- 19.”
- **Circular externa 005 del 11 de febrero de 2020** – Directrices para la detección temprana, control y la atención ante posible llegada COVID-19 y respuesta ante el riesgo.
- **Circular externa 0011 del 10 de marzo de 2020** – Recomendaciones para la contención de la epidemia por el nuevo coronavirus (Covi-19) en los sitios y eventos de alta afluencia de personas.
- **Circular conjunta 001 del 11 de marzo de 2020** – directrices para la prevención, detención y atención de un caso de coronavirus Covid-19, empresas de servicio público terrestre automotor de pasajeros por carretera individual, colectivo, metropolitano, distrital.
- **Circular externa N° 0017 del 24 de febrero de 2020 del Ministerio de trabajo.** Lineamientos mínimos para implementar promoción y prevención para la preparación, respuesta y atención de casos de enfermedad por Covid-19 (antes denominado Coronavirus).
- **Circular externa conjunta N° 0018 de 2020 del Ministerio de salud y Ministerio de trabajo y función pública.** “Acciones de contención ante el Covid-19 y la prevención de enfermedades asociadas al primer pico epidemiológico de enfermedades respiratorias”.
- **Circular 0029:** “Los elementos de protección personal son responsabilidad de las empresas y los contratantes; ante la presente emergencia por COVID-19, las administradoras de riesgos laborales apoyaran a los empleados y contratantes en el suministro de dichos elementos exclusivamente para los trabajadores con exposición directa a COVID-19”.
- **Circular externa 0019 de 25 de marzo de 2020** – “Detención temprana del Covid-19
- Circular Conjunta No.0003 de 8 de abril de 2020, medidas preventivas y de mitigación para reducir la exposición y contagio por infección respiratoria aguda causada por el coronavirus COVID-19.”
- **Circular Conjunta No 0001 de 2020** “orientaciones sobre medidas preventivas y de mitigación para reducir la exposición y contagio por infección respiratoria aguda causada por el sars-cov-2

(covid-19)”

- **Directiva Ministerial 13 de 03 junio de 2020.** “Recomendaciones generales para el desarrollo de actividades académicas de laboratorios prácticos y de investigación en las Instituciones de Educación Superior e Instituciones de Educación para el Trabajo y Desarrollo Humano, en atención a las disposiciones del decreto **No. 749 de 28 de mayo de 2020** y para el retorno progresivo a la presencialidad.”
- **Boletín 125:** “nuevas medidas sobre el uso de tapabocas”
- **Resolución No. 738 de 2021** “**Por** la cual se proroga la emergencia sanitaria por el nuevo coronavirus COVID -19- declara mediante resolución 385 de 2020 y prorrogada por las Resoluciones 844, 1462 y 2230 de 2020 y 222 de 2021”
- **Lineamientos de bioseguridad para actividad física al aire libre en el contexto de la pandemia por covid-19 en Colombia (215)**

#### **RESPONSABILIDADES DE LOS INVESTIGADORES Y EL PERSONAL**

- Garantizar el cumplimiento de las medidas que han demostrado mayor evidencia para la contención de la transmisión del virus son tres:
  - Lavado de manos
  - Distanciamiento social y físico
  - Uso de tapabocas en áreas donde no se puede mantener una distancia mayor de 2 metros.
- Entregará información sobre las recomendaciones del COVID-19, que alcancen el 100% de las personas (padres, niños, personal, comunidad).
- Mantendrá disponible y visible el instructivo de lavado de manos.
- Realizará supervisión constante para la desinfección de los elementos de monitoria o juego.

- Garantizará que las partes interesadas cumplan el protocolo de bioseguridad antes durante y después de las actividades
- Adoptar, adaptar e implementar las normas contenidas en la Resolución 666 de 2020 y los Lineamientos de bioseguridad para actividad física al aire libre en el contexto de la pandemia por covid-19 en Colombia (215)
- Capacitar a todas las partes interesadas las medidas indicadas en este protocolo.
- Reportar a la EPS correspondiente los casos sospechosos y confirmados de COVID-19.
- Proveer a los participantes y personal los elementos de protección personal que deban utilizarse para el cumplimiento de las actividades del estudio.
- A Los participantes, que tengan celulares inteligentes, se promoverá el uso de la aplicación CoronApp para registrar en ella su estado de salud.

## **DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES**

### **1. Identificación y monitoreo**

Para realizar identificación adecuada se dispondrá de una encuesta que permitan la caracterización de los participantes y su núcleo familiar,

en donde se obtiene información médica, información sintomatológica y de conducta, que permiten el seguimiento epidemiológico.

Las personas que se categoricen en estado de alerta, sea por patológicas de base o por presentar signos y síntomas asociados a COVID-19 tendrán restricción para la participación en las actividades

La información solicitada es acorde con los protocolos y guías dispuestos para la identificación de SARSCoV-2 COVID-19 y con la información reportada, por lo que se tomaran medidas como restringir el ingreso, aislamiento preventivo, protocolo COVID-19 bajo los lineamientos gubernamentales, entre otros.

El monitoreo y seguimiento a los casos es fundamental para determinar quién puede o no acceder a las actividades.

## **2. Control de ingreso a las actividades**

### **Diligenciamiento de encuesta**

Se debe diligenciar la encuesta de sintomatología diaria que está disponible mediante la aplicación Corona App y genera el código QR. Para llevar el control de ingreso

### **Toma de Temperatura**

Se realizará toma de temperatura, a todas las personas tanto sujetos del estudio como acompañantes, que presenten estado febril (temperatura igual o superior a 38° C) se les restringirá el ingreso a las actividades

Para esta verificación se contará con termómetros laser o digitales que

permiten la toma de temperatura a distancia. El termómetro infrarrojo debe: Ser para uso en humanos con una exactitud o precisión +/-0.5, resolución 0.1°C.

Preferiblemente que tenga certificado de calibración, ficha técnica, garantía y capacitación.

### **3. Higienización de manos:**

Antes del ingreso a los escenarios deportivos, las personas participantes del estudio, sujetos de investigación, personal y acompañantes deberá realizar protocolo de higienización de manos. Para lo anterior, se acondicionará las estaciones de los escenarios que permitan el desarrollo de este protocolo, con elementos como agua, jabón, alcohol glicerinado, (gel antibacterial).

### **4. Uso de Tapabocas**

Todas las personas participantes del estudio, sujetos de investigación, personal y acompañantes antes de ingresar al escenario deberá portar su tapabocas. En caso de que no se cuente se proveerá el insumo, las actividades se realizaran con tapabocas puesto en todo momento

### **5. Distanciamiento físico**

- Las actividades se realizarán para que los participantes guarden al menos a 2 metros de distancia de otras personas en situación de reposo.
- Se Evitará el contacto directo, Las gotas exhaladas por una persona en movimiento son arrastradas principalmente en la corriente de desplazamiento (estela) detrás de esta persona. En ausencia de viento

fuerte, la distancia social equivalente para caminar / correr / andar en bicicleta permanecer 2 m (6 pies) si las dos personas se mueven de lado a lado o en una formación escalonada.

- Se controlará el aforo a espacio abierto para respetar el distanciamiento físico

## Anexo J. Documento de Integridad Científica

Yo, Claudia Rodriguez, identificado con cedula de ciudadanía N° 38364750, como investigador principal del proyecto de **tesis “ Efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre la regulación autonómica cardiaca, biomarcadores de obesidad y composición corporal en Niños y Niñas de 6 a 9 años con Obesidad o Sobrepeso de la ciudad de Neiva-Huila.”** y el equipo de trabajo que participarán en el proyecto como profesionales orientados a realizar la investigación científica con el debido rigor ético y metodológico, con integridad científica e intelectual, con valores comunes de rigor, honestidad y responsabilidad en la investigación, para realizar el proyecto con los más altos estándares de integridad, con conducta de investigación responsable; nos comprometemos a seguir las buenas prácticas de investigación, guiados por los principios de moralidad Y ética:

- Realizar la investigación siguiendo la integridad científica para aportar a la comunidad en la solución de los problemas relevantes de la misma.
- La protección de los sujetos de la investigación
- La manipulación de datos guardara la confidencialidad y la rigurosidad en la toma manipulación y el manejo de pruebas clínicas
- Los datos serán confiables seguidos a los hallazgos encontrados en el proyecto. La manipulación y presentación de los datos científicos serán veraces y confiables
- La correcta interpretación de estadísticas y en los resultados obtenidos con la investigación
- Se evitará todo tipo de plagio, se realizarán las citas bibliográficas debidas
- Las evidencias de los resultados obtenidos en la investigación se guardarán bajo llave en archivo especial destinado para este fin en lugar seguro durante cinco años después de terminada la investigación. Lo guardara el investigador principal garantizando la confidencialidad de los datos de cada persona participante

- Se guardará la ética en toda la publicación científica que se realice sobre la investigación realizada.

En constancia, se firma en Neiva, el día uno (1) de Junio del 2021.

Claudia Yaneth Rodriguez

Investigador Principal.

Anexo K. Niños no aptos para actividad física y seguimiento

| Sujeto            | Diagnostico deportólogo y electrocardiográfico  | Seguimiento   |
|-------------------|---|---|
| Niño, edad 9 años | Se ausculta en foco pulmonar soplo cardiaco grado 2/6, madre refiere se cansa mucho antes que los demás Niños de su edad, resto del examen físico sin hallazgos relevantes, se realiza tamizaje electrocardiográfico Donde se evidencia índice de sokolov mayor de 35 mm e imagen sugestivo de bloque de hemibloqueo de rama Derecha. | paciente con hallazgo clínico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta intensidad, por lo cual se le sugiere a la madre que por su Institución prestadora de servicios de salud (IPS) de Salud la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y prueba de esfuerzo, se le explica a la madre quien refiere entender y aceptar. |
| Niña, edad 6 años | A la auscultación ruidos cardiacos arrítmicos, resto de examen físico dentro de parámetros normales, se realiza tamizaje electrocardiográfico evidenciándose patrón bigeminismo, con p invertida.   | Paciente con hallazgo electrocardiográfico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta Intensidad, por lo cual se le sugiere al padre que por su IPS la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y Holter de arritmia en 24h, se le explica al padre quien refiere entender y aceptar.   |
| Niño; 8 años      | Se ausculta soplo sistólico en foco aórtico grado 2/6, además la madre refiere que hace síntomas Disautonómicos como diaforesis, disnea y palidez.  | Paciente con hallazgo clínico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta intensidad, por lo cual Se le sugiere a la madre que por su IPS la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y  |

|                   |   |   |
|-------------------|---|---|
|                   |   | prueba de esfuerzo, Se le explica a la madre quien refiere entender y aceptar.  |
| Niña, edad 8 años | llama la atención frecuencia cardiaca en rangos de límite inferior de la normalidad, resto de examen físico normal. se realiza tamizaje electrocardiográfico extrasístoles ventriculares y supraventriculares aisladas, | se explica importancia de ampliar estudios pertinentes en su EPS como holter de arritmias de 24 hora, ante hallazgo clínico y electrocardiográfico paciente no apta, se le explica a madre conducta a seguir la cual refiere entender y aceptar.  |
| Niño, 7 años      | Se ausculta en foco pulmonar soplo cardiaco grado 2/6, madre refiere se cansa mucho antes que los demás<br>Niños de su edad, resto del examen físico sin hallazgos relevantes.  | Paciente con hallazgo clínico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta intensidad, por lo cual se le sugiere a la madre que por su IPS la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y prueba de esfuerzo, se le explica a la madre quien refiere entender y aceptar.           |
| Niño, 8 años      | Se ausculta soplo sistólico en foco pulmonar grado 2/6, además la madre refiere que hace síntomas Disautonómicos como diaforesis, disnea y palidez.   | Paciente con hallazgo clínico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta intensidad, por lo cual<br>Se le sugiere a la madre que por su IPS la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y prueba de esfuerzo,<br><br>Se le explica a la madre quien refiere entender y aceptar. |
| Niño, 7 años      | Madre refiere antecedente de convulsiones febriles último episodio a los 5 años sin manejo anticonvulsivante al   | Paciente con hallazgo clínico ya descrito, no apto para actividad física de moderada, -alta intensidad, por lo cual se le   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>Momento, él fue diagnosticado el soplo cardiaco para lo cual enviaron tamizaje con ecocardiograma, sin embargo, refiere la madre que no le han realizado dichos exámenes, además comenta la madre que el niño con la Actividad física presenta cianosis peribucal, dificultad respiratoria, diaforesis y disnea; al examen físico, soplo sistólico grado 2/6 de predominio foco pulmonar.</p> | <p>sugiere a la madre que por su IPS la haga los respectivos estudios de ecocardiograma y prueba de Esfuerzo, se le explica a la madre quien refiere entender y aceptar.</p> |
|--|--|--|

Anexo L. Operacionalización de Variables

| Objetivos  | Variables                     | Definición  | Indicador  | Nivel de medición      |
|--|-------------------------------|---|--|------------------------|
| Analizar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre las medidas antropométricas en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso | Edad                          | Es la mención del tiempo que ha transcurrido desde el nacimiento (1).   | 6 a 9 años de edad   | Cuantitativa Discreta  |
|  | Sexo                          | Condición orgánica, masculina o femenina (2)  | Niño [1]<br>Niña [0]   | Cualitativa Dicotómica |
|  | Talla para la edad            | Longitud en centímetros (cm) desde vértex hasta las plantas de los pies del sujeto  | Alto para la edad: Percentil > 95 o [1]<br>Talla adecuada: Percentil 5 al 95 [2]<br>Bajo para la edad: Percentil < 5 [3]                 | Cualitativa ordinal    |
|  |                               |   | Centímetros  | Cuantitativa continua  |
|  | Peso para la edad             | Indicador global de la masa corporal, El peso para la edad sólo se evalúa en niños menores de diez años debido a las diferencias inherentes a la maduración sexual y se considera riesgo de obesidad cuando es mayor al 95 percentil. | Kilogramos   | Cuantitativa Continua  |
|  |                               |   | kg/ Años de edad.<br>≥ 95 P = Riesgo Obesidad [1]<br>< 95 P = Sin Obesidad [2]   | Categoría / Dicotómica |
|  | Índice de masa corporal (IMC) | El índice de masa corporal (IMC) o índice de Quételet (kg/m <sup>2</sup> ) índice de masa corporal para sexo y edad de la OMS 2007  | Bajo peso: Percentil < 10 [1]<br>Peso adecuado: Percentil 10 a 85 [2]<br>Sobrepeso: Percentil 85 a 95 [3]<br>Obesidad: percentil >95 [4] | Categoría              |
|  |                               |   | kg/m <sup>2</sup>  | Cuantitativa Continua  |
|  | Perímetro de la cintura (cm)  |   | cm   | Cuantitativa continua  |

|  |   |   |   |                                |
|--|---|---|---|--------------------------------|
|  |   | <p>Distancia en cm de la circunferencia de 1 cm por debajo del ombligo, o por arriba de la cresta iliaca derecha, Se tomó el diámetro del abdomen considerando como referencia para el sitio de medición a las crestas iliacas anteriores y superiores. La cinta debió estar horizontal al piso.</p> <p>En niños y adolescentes, se considera un perímetro abdominal de riesgo cuando es <math>\geq 90</math> percentil de CA/Edad.</p> | <p>Cm / Años de edad</p> <p><math>\geq 90</math>P=Obesidad abdominal [1]</p> <p><math>&lt; 90</math> P = Sin Obesidad. [0]</p>                        | <p>Categórica / Dicotómica</p> |
|  | Perímetro de la cadera (cm)   | Diámetro en cm a nivel de la mayor circunferencia glútea.   | Cm  | Cuantitativa Continua          |
|  | Perímetro del bíceps relajado (cm)<br>Perímetro del bíceps contraído (cm) | Distancia circunferencial en centímetros sobre el punto medio de la distancia acromio-radial  | Cm  | Cuantitativa Continua          |
|  |   | Distancia circunferencial en centímetros sobre el punto medio de la distancia acromio-radial  | Cm  | Cuantitativa Continua          |
|  |   | La circunferencia del brazo se midió justo en el punto medio del brazo con el brazo relajado y suelto con las palmas orientadas hacia el tronco. El niño debió estar de pie y erecto. Se evaluó con tablas de datos percentilares   | <p>cm / años de edad.</p> <p><math>\geq 95</math> P = Riesgo Obesidad o hipertrofia muscular.[1]</p> <p><math>&lt; 95</math> P = Sin Obesidad [0]</p> | <p>Categórica / Dicotómica</p> |

|  |                          |   |   |                         |
|--|--------------------------|---|---|-------------------------|
|  |                          | para edad propuestos por la OMS   |   |                         |
|  | Perímetro del muslo (cm) | Diámetro circunferencial el diámetro del muslo por debajo del pliegue glúteo  | Cm  | Cuantitativa Continua   |
|  | Pliegue bicipital mm):   | Medición en milímetros del tejido subcutáneo que se encuentra entre el punto medio acromio-radial, en la parte anterior del brazo.  | Mm  | Cuantitativa Continua   |
|  | Pliegue tricipital mm):  | Medición en milímetros del tejido subcutáneo que se encuentra situado en el punto medio acromio-radial, en la parte posterior del brazo   | Mm  | Cuantitativa Continua   |
|  |                          |   | mm / años de edad.<br>≥ 85 P = Riesgo Obesidad [1]<br>< 85 P = Sin Obesidad [0] | Categorica / Dicotómica |
|  | Pliegue subescapular mm) | Medición en milímetros del tejido subcutáneo que se encuentra En el ángulo inferior de la escápula en dirección oblicua hacia abajo y hacia fuera, formando un ángulo de 45° con la horizontal.                       | Mm  | Cuantitativa Continua   |
|  | Índice cintura/cadera    | Es la relación que hay entre el Perímetro de la cintura (cm)) dividido por el Perímetro de la cadera (cm), De 0 1 niños son 0,8 y para niñas 0,9, los valores superiores están clasificados como sobrepeso y obesidad | Sobrepeso 1)<br>Adecuado  | Cuantitativa            |

|   |   |  |   |                        |
|---|---|--|---|------------------------|
|   | Índice cintura-talla:                           | Se calcula el cociente entre la circunferencia de la cintura y la altura, ambos medidos en las mismas unidades, (54).<br>Índice cintura/talla=(Perimetro de la cintura (cm))/(Talla (cm))                          | De 0 a 1<br>Para niños adolescentes se considera adecuado entre 0.46 a 0.51, 0.52 a 0.63 corresponden a sobrepeso y valor mayores a 0.64 se consideran obesidad | Cualitativa categórica |
|   | % masa grasa                                    | Composición corporal: masa grasa y masa muscular se niños y niñas se calculará con base en las fórmulas de Slaughter et al.  | %   | Cuantitativa           |
|   | % masa Muscular                                 | Composición corporal: masa grasa y masa muscular se niños y niñas se calculará con base en las fórmulas de Slaughter et al.  | %   | Cuantitativa           |
|   | Frecuencia cardíaca                             | Es el número de veces que el corazón late durante cierto periodo de tiempo medido en milisegundos (3), en una persona sana, en reposo.   | Pulsaciones por minuto (ppm)  | Cuantitativa Continua  |
| Evaluar el efecto grupo-tiempo de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana | Consumo de oxígeno Máximo (VO <sub>2</sub> max) | Cantidad máxima de oxígeno que las células consumen por minuto, se puede expresar en litros por minuto (l/m) o en mililitros por kilogramo por minuto (ml/kg/min). Niñas 42 ml/kg/min para niños y 35-37 ml/kg/min | ml/kg/min   | Cuantitativa Continua  |

|  |   |  |  |   |
|--|---|--|--|---|
| intensidad sobre la variabilidad de la frecuencia cardiaca en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso | Presión arterial sistólica  | La presión arterial es el valor vectorial resultado de la relación inversamente proporcional entre el volumen sanguíneo que pega contra las paredes y el radio de estas, durante la fase de sístole ventricular.   | mmHg   | Cuantitativa Continua   |
|  | Presión arterial sistólica  | La presión arterial es el valor vectorial resultado de la relación inversamente proporcional entre el volumen sanguíneo que pega contra las paredes y el radio de estas, durante la fase de sístole ventricular.<br>La presión arterial es el valor vectorial resultado de la relación inversamente proporcional entre el volumen sanguíneo que pega contra las paredes y el radio de estas, durante la fase de sístole ventricular. | mmHG / percentil de Estatura $\geq 95P =$ Hipertensión [1]<br>< 95 P = Sin hipertensión [0]  | Categoría Dicotómica  |
|  |   |  | mmHg   | Cuantitativa Continua   |
|  | Presión arterial sistólica<br>Variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC). | La presión arterial es el valor vectorial resultado de la relación inversamente proporcional entre el volumen sanguíneo que pega contra las paredes y el radio de estas, durante la fase de sístole ventricular<br>Es la variación de la frecuencia del latido cardiaco durante un intervalo de tiempo definido (4).   | mmHG / percentil de Estatura $\geq 95P =$ Hipertensión [1]<br>< 95 P = Sin hipertensión [0]  | mmHG / percentil de Estatura $\geq 95P =$ Hipertensión [1]<br>< 95 P = Sin hipertensión [0] |
|  |   |  | Se calcula a partir de los intervalos en milisegundos de los picos R del electrocardiograma. | Continua  |

|  |  |  |  |          |
|--|--|--|--|----------|
|  |  | Dentro de la VFC se encuentran tres tipos de variable, las variables dominio tiempo, dominio frecuencia y no lineales.   |  |          |
|  | Variables simples de dominio tiempo      | La variación en el tiempo que transcurre entre los intervalos RR del electrocardiograma, se conoce como variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC). Estas son variables simples que reflejan la actividad del sistema nervioso autónomo (SNA) sobre la función cardíaca (5), se mide en milisegundos .   | RR máximo<br>RR mínimo<br>Rango (diferencia entre RR máximo y mínimo) RR promedio<br>RR promedio<br>RR mediana   | Continua |
|  | Variables estadísticas de dominio tiempo | La desviación estándar de los intervalos RR (NN) normales (SDNN) es la medida para valorar la VFC (6), refleja los componentes cíclicos responsables de la variabilidad (6).<br><br>RMSSD: es un parámetro que informa aquellas variaciones que se producen en un corto plazo entre los intervalos RR (7).<br><br>Este conjunto de variables permite la medición estadística de la influencia del SNA en la VFC. | Desviación estándar de los RR (o llamados NN, deriva de "normal") SDNN.<br>SDNN >100ms: riesgo bajo.<br>SDNN 51-100ms: riesgo moderado.<br>SDNN 0-50ms: riesgo alto.<br><br>Desviación estándar de las diferencias entre latidos consecutivos, el SDDeltaRR. | Continua |

|  |  |  |  |                              |
|--|--|--|--|------------------------------|
|  |  |  | <p>Raíz cuadrada del promedio de las diferencias entre intervalos sucesivos elevadas al cuadrado, el RMSSD. RMSSD &gt;25ms: dentro de la normalidad.</p> <p>Número de diferencias entre intervalos RR sucesivos mayores de 50 ms, el NN50.</p> <p>Número de diferencias entre intervalos RR sucesivos mayores de 50 ms divididos por el número de RR sucesivos, expresado en porcentaje.</p> |                              |
|  | <p>Variables geométricas de dominio frecuencia</p> | <p>HF, está claramente relacionada con la actividad del sistema nervioso parasimpático (SNP) y la FC.</p> <p>LF, se relaciona tanto a influencias del SNP como a influencias del sistema nervioso simpático (SNS).</p> | <p>Alta frecuencia (High Frequency, HF)<br/>HF normal: 0.15-0.4 Hz</p> <p>Baja frecuencia (Low Frequency, LF)<br/>LF normal: 0.04-0.15 Hz</p>  | <p>Cuantitativa continua</p> |

|   |  |  |                       |                       |
|---|--|--|-----------------------|-----------------------|
|   |  | Por tanto, se utiliza la relación LH/HF para estimar de manera efectiva la predominancia entre el SNS y el SNP(7).   | Relación LF/HF        |                       |
|   | VARIABLES NO LINEALES  | El SD1 es un índice de registro instantáneo de la variabilidad latido-a-latido y representa la actividad parasimpática, mientras que el índice SD2 representa la VFC, en registros de larga duración, y refleja la variabilidad global. La relación de ambos (SD1/SD2) muestra la razón entre las variaciones corta y larga de los intervalos RR (27). | SD1<br>SD2<br>SD2/SD1 | Continua              |
|   | Perfil lipídico lipoproteína de alta densidad (HDL), lipoproteína de baja densidad (LDL) | Medición de lipoproteínas en suero por espectrometría para determinar los niveles a  |                       | Cuantitativa continua |
| Analizar el efecto de los juegos infantiles de alta intensidad comparado con los de mediana intensidad sobre biomarcadores salivales para obesidad en niños y niñas de 6 a 9 años con obesidad o sobrepeso. | Adiponectina   | La adiponectina (también conocida como Acrp30) es una hormona sintetizada por el tejido adiposo blanco que participa en el metabolismo de la glucosa y los ácidos grasos. concentraciones plasmáticas de 5 a 30 mcg/ml (10)  | mcg/ml                | Cuantitativa continua |
|   | Leptina  | Hormona producida por el adipocito que controla la ingesta calórica, a través de señales que recibe el centro e la saciedad del hipotálamo   | ng / ml               | Cuantitativa continua |

|  |                                 |  |  |                       |
|--|---------------------------------|--|--|-----------------------|
|  |                                 | 5 a 10 ng / ml en individuos sanos(11)   |  |                       |
|  | Insulina                        | Hormona proteica hipoglucemiante que se segrega en las células beta de los islotes de langerhans, os rangos de referencia es-tablecidos para el adulto oscilan entre 2,6 y 24,9µU/ml para la insulina para adultos (12), en niños es más variable y depende de la edad 0,20µU/ml y un máximo de 26,5 µU/ml   | µU/ml  | Cuantitativa continua |
|  | IL-6                            | IL-6 en saliva= 26,89 ± 9,97   | pg/mL.   | Razón                 |
|  | TNF alfa                        | Niveles salivales 43,56 ± 6,44 pg/mL   | pg/mL.   | Razón                 |
|  | Estratificación Socioeconómica, | En la medida en que identifica geográficamente sectores con distintas características socioeconómicas permite también: orientar la planeación de la inversión pública; realizar programas sociales como expansión y mejoramiento de infraestructura de servicios públicos y vías, salud y saneamiento, y servicios educativos y recreativos en las zonas que más lo requieran; cobrar tarifas de impuesto predial diferentes por estrato y orientar el | Estrato 1<br>Estrato 2<br>Estrato 3<br>Estrato 4<br>Estrato 5<br>Estrato 6 | Cualitativa Ordinal   |

|   |                                      |   |  |                     |
|---|--------------------------------------|---|--|---------------------|
| Establecer las características sociodemográficas y familiares de los niños y niñas incluidos en el estudio. |                                      | ordenamiento territorial.   |  |                     |
|   | Número de personas que viven en casa | Personas que viven en la casa relacionados con el número de cuartos en casa   | 1,2,3,4, 5...  | Cualitativa Ordinal |
|   | Trabajo del padre                    | El empleo de los padres está relacionado con el tiempo dedicado al cuidado del menor y a los ingresos familiares  | Empleado [1]<br>Independiente [0]  | Cualitativa Nominal |
|   | Trabajo de la madre                  |   |  | Cuantitativa        |
|   | Ingreso Corriente                    | “El ingreso corriente incluye los ingresos monetarios y en especie que son devengados de manera constante por el hogar y excluye aquellos ingresos de carácter ocasional. Adicionalmente, la unidad de gasto excluye pensionistas y empleados(as) domésticos(os) del hogar” DANE 2019 | Pesos /mes   | Cuantitativa        |
|   | Escolaridad de los padres            | Nivel educativo máximo culminado, según el sistema educativo colombiano (13)  | Ninguna [0]<br>Educación preescolar [1]<br>Educación básica [2]<br>Educación Media [3]<br>Educación Superior [4]<br>Posgrado [5] | Cualitativa Nominal |

|  |  |  |   |                       |
|--|--|--|---|-----------------------|
|  | Carácter de la escuela o colegio             |  | Publico [1]<br>Privado [0]  |                       |
|  | Lactancia materna                            | Meses de forma exclusiva   | meses   | Cuantitativa          |
|  | Edad de Inicio de la Ablactación             | Inicio de cualquier alimento diferente a leche materna   | Meses   | Cuantitativa          |
|  | Peso al nacer (niño o niña)                  | Peso al momento del nacimiento   | Gramos  | Cuantitativa continua |
|  | Edad gestacional al momento de la concepción |  | Semanas   | Cuantitativa          |
|  | Complicaciones durante el embarazo           |  | Preclamsia.[1]<br>Diabetes gestacional.[2]<br>Hipertensión inducida. por el embarazo. [3]<br>Otro.[4] | Cualitativa Nominal   |
|  | Tipo de parto                                | El parto humano o nacimiento, es la culminación del periodo de gestación, que habitualmente es de 40 semanas, hasta la salida del niño o niña del útero. | Parto natural.[1]<br>Parto vaginal [2]<br>instrumental. [[3]<br>Parto abdominal o cesárea.[4]         | Cualitativa Nominal   |

# Masa muscular y control autonómico cardiaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio

## Muscle mass and autonomic cardiac control in young people at rest and post-exercise

Claudia Yaneth Rodríguez-Triviño<sup>\*1,2</sup>  ; Camilo Alberto Jiménez<sup>1</sup>  ; Laura Katherine Veloza-Manchola<sup>1</sup>    
Daniel Quiñónez-Bohórquez<sup>1</sup>  ; Juan Felipe Polanía-Pérez<sup>1</sup>  

\*claudia.yaneth.rodriguez@correounivalle.edu.co

Forma de citar: Rodríguez Triviño CY, Jiménez CA, Veloza-Manchola LK, Quiñónez Bohórquez D, Polanía Pérez JF. Masa muscular y control autonómico cardiaco en personas jóvenes en reposo y postejercicio Salud UIS. 2022; 54: e22050. doi: <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e.22050> 

### Resumen

**Introducción:** la variabilidad de la frecuencia cardiaca (VFC) es usada en pacientes con riesgo de muerte súbita y en el entrenamiento de deportistas para el análisis del control autonómico cardiaco. **Objetivo:** correlacionar la composición corporal y la VFC en personas jóvenes no deportistas, sin evidencia de enfermedad cardiovascular establecida, en reposo y postejercicio. **Metodología:** este es un estudio descriptivo de corte transversal correlacional, con 24 hombres y 27 mujeres. Se analizó el porcentaje de grasa corporal, los kilogramos de masa muscular a través de bioimpedancia. La medición de la VFC se realizó con Powerlab® y con el software Labchart®. Los registros se exportaron a KUBIOS® para el análisis de la VFC. **Resultados:** la edad promedio de los participantes fue de 22 años, los hombres con 22,3 años (DE ± 1,5) y las mujeres con 22,1 años (DE ± 1,6). Se encontró que la masa muscular tuvo una correlación positiva moderada (0,4) con el rango alta frecuencia (HF) ( $p = 0,003$ ), HF aumenta cuando la masa muscular lo hace; la desviación estándar de los RR (SDNN), entre otras, tuvo una correlación positiva baja. **Conclusiones:** según los hallazgos de este estudio, la composición corporal y la VFC en adultos sanos en reposo están relacionadas; la masa muscular se correlacionó positivamente con la VFC, lo que podría mejorar el predominio parasimpático en personas con mayores masas musculares en comparación con personas con menos masa muscular.

**Palabras clave:** Sistema nervioso autónomo; Músculo estriado; Vías autónomas; Ejercicio físico; Variabilidad de la frecuencia cardiaca.

<sup>1</sup>Universidad del Valle, Cali, Colombia

<sup>2</sup>Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia

<sup>3</sup>Fundación Universitaria Navarra, Neiva, Colombia

Recibido: 10/12/2021

Aprobado: 11/05/2022

## Anexo N. Artículo Aceptado

Manuscript no. Gazz Med Ital - Arch Sci Med-5241 - Gazzetta Medica Italiana - Archivio per le Scienze Mediche

1 mensaje

journals6.dept@minervamedicaonlinesubmission.it <journals6.dept@minervamedicaonlinesubmission.it>  
Para: claudia.yaneeth.rodriguez@correounivalle.edu.co

29 de agosto de 2023, 11:00

Dear Prof. Claudia RODRIGUEZ-TRIVIÑO,

I am pleased to inform you that your manuscript entitled

Recreational Physical Activity Online Decrease Obesity on School Children: A Pilot Study

received by the editorial office of Gazzetta Medica Italiana - Archivio per le Scienze Mediche and registered under no. Gazz Med Ital - Arch Sci Med-5241 has been accepted for publication as Original Article.

Before preparation of the proofs, the manuscript will undergo copy-editing to align it with the journal's editorial standards. You will be contacted by the editorial staff should any questions arise. From now on, any request for substantial changes in content (changes of title and authorship, new results and corrected values, changes in figures and tables) will be subject to a completely new peer-review process.

Gazzetta Medica Italiana - Archivio per le Scienze Mediche is a hybrid journal and Minerva Medica offers authors the option either to publish the article open access or to follow the traditional subscription-based route.

In the first case your manuscript will be freely available online upon publication to anyone anywhere. Authors will retain copyright and will be asked to sign a License Agreement. Minerva Medica will distribute the article under a Creative Commons Attribution Non-Commercial License (CC BY-NC) which allows users to read, download and share the work as long as it is properly referenced and the use is not commercial. Authors will be asked to pay an Article Processing Charge (APC) which may be borne by the organization (the author's affiliated institution or a funding body) which supported the research the article refers to and requests its open access publication. Authors can publish under the Creative Commons Attribution License (CC BY) if required by their funder.

If authors opt for the traditional subscription-based route, the manuscript will be made available to those users who purchased a subscription. Authors will be asked to sign a Copyright Transfer Agreement and will be requested to pay a set price per published page (Page Charges), being understood that Page Charges may be paid by institutions or funders on behalf of the authors.

In order to forward your manuscript to production, please click the following link to choose the publication model and to download, fill in and send the relevant publishing agreement. Immediately afterwards you will receive the payment form.

[CLICK HERE](#)

## Anexo O. Diseño de una sesión de entrenamiento

| PARTES DE LA SESIÓN | OBJETIVOS   | JUEGOS  |
|---------------------|---|---|
| CALENTAMIENTO       | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Animación y motivación.</li> <li>. Preparación psicofísica del alumno.</li> <li>. Tonificación de los sistemas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Motores (media intensidad).</li> </ul>   |
| PARTE PRINCIPAL     | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Según los objetivos concretos de la sesión.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Motores (alta intensidad).</li> <li>. De desarrollo anatómico y orgánico.</li> </ul> |
| VUELTA A LA CALMA   | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Recuperación psicofísica.</li> <li>. Relajación.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>. Motores (baja intensidad).</li> <li>. Sensoriales.</li> </ul>                        |

(ejemplo)

| <b>Grupo experimental 1: sesión de juegos de alta intensidad (hiig)</b>  | <b>Grupo control 2: sesión de juegos de mediana intensidad (mig)</b>  |
|--|---|
| Calentamiento (5 min): trotar en el puesto 1 minuto, saltos con brazos y piernas 1 minuto y carrera adelante atrás 1 min, (2 repeticiones)   | Calentamiento (10 min): trotar en el puesto 1 minuto, saltos con brazos y piernas 1 minuto y carrera adelante atrás 1 min, (3 repeticiones) |
| Episodio 1: 6 min (juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de fc máx. Con micro pausa de 15 segundos): carrera de 10 m; lleva la mayor cantidad de pelotas en 1 min, micro pausa de 15 segundos (6 series). | Episodio1: juego 1 (10 min 65% de fc máx.): juego la “lleva”<br><br>Descanso (5 min)  |

|   |  |
|---|--|
| Descanso total (2 min):   | Episodio 2: (10 min 65% de fc máx.):<br>juego o “policías y ladrones en grupo”<br>Descanso (5 min)                   |
| Episodio 2: 6 min (juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de fc máx. Con micro pausa de 15 segundos):<br>juego la lleva en espacios reducidos en 4 apoyos 1 min, micro pausa de 15 segundos (6 series).                               | Episodio 3: (10 min 65% de fc máx.):<br>juego “congelados”<br>Descanso (5 min)                                       |
| Descanso (2 min):   | Episodio 4 (10 min 65% de fc máx.):<br>ronda infantil el lobo”<br>Descanso (5 min):                                  |
| Episodio 3: 6 min (juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de fc máx. Con micro pausa de 15 segundos):<br>juego policías y ladrones en parejas, atrapar con el aro en 1 min, micro pausa de 20 segundos (6 series).                    | Episodio 5 (10 min 65% de fc máx.):<br>ronda infantil “el puente está quebrado”<br>Descanso (5 min):                 |
| Descanso (2 min):   | Episodio 6 (10 min 65% de fc máx.):<br>juego “el escondite americano”  |
| Episodio 4: 6 min (juegos interválicos 1 minuto de juego a 85–95% de fc máx. Con micro pausa de 15 segundos):<br>juego “congelado, corre no dejes que te toque el balón o que te atrapen por 1 min”, micro pausa 15 segundos, vuelve a correr | Estiramiento y enfriamiento (8 min)<br>De vuelta a la calma: microcápsula de sensibilización de hábitos de vida sana |
| Estiramiento y enfriamiento (8 min)<br>De vuelta a la calma: microcápsula de sensibilización de hábitos de vida sana  |  |
| 24 minutos de actividad intensa<br>Actividad total: 49 minutos la sesión  | 60 minutos de actividad moderada<br>Actividad total: 108 minutos la sesión   |

## Base de datos de juegos

a continuación, proponemos una batería general y muy completa de juegos que podrán ser utilizados en las clases de educación física para trabajar el contenido del juego o como medios para trabajar otros contenidos educativos (capacidades físicas básicas, expresión corporal, deportes, etc.).

### Juegos de persecución

#### 1. La mancha de la nariz larga

Uno se la queda e intenta tocar a los demás, los cuales se convierten en perseguidores en cuanto les toquen, pero han de ir con la mano en la nariz.

Variación: al que tocan además ha de ir con la otra mano en el sitio donde le han tocado.

#### 2. La cadena

Uno es perseguidor y debe ir tocando a los demás que van corriendo, a medida que va tocando se van convirtiendo en perseguidores que deben ir formando una cadena, todos agarrados de la mano; así hasta que sólo quede uno por perseguir.

Variación: igual, pero cuando sean 4 los que vayan agarrados se soltarán en 2 parejas perseguidoras, finalizando cuando todos los jugadores forman parte de una de las cadenas.

#### 3. Serpiente, pollos y zorros

Marcamos 3 zonas en el terreno; una para cada animal. A cada equipo le damos unas cintas de colores para distinguirlos unos de otros. A la señal los pollos persiguen a las serpientes, éstas a los zorros, y los zorros a los pollos. Cuando uno toca a otro del equipo que persigue, lo coge de la mano y lo lleva prisionero a su zona de donde no podrá escapar. Mientras esto ocurre el que toca no puede ser tocado por los que le persiguen a él. El juego finaliza cuando sólo quedan jugadores de un equipo sin haber sido hechos prisioneros.

#### 4. Moros y cristianos o la palmada

Hacemos 2 equipos: moros y cristianos y situamos a cada uno en una raya a 20 m de distancia cada uno. Inicia el juego el equipo de los “moros”, uno de ellos se acerca a la línea del equipo contrario donde todos los jugadores están con la palma

de la mano extendida. El jugador golpea la mano de uno de los “cristianos” y corre hacia su línea perseguido por el “cristiano”, si es tocado por éste el equipo de los “cristianos” se anota un punto, si no lo toca, se lo anotará el de los “moros”.

*Variante:* el que avanza hacia el equipo contrario irá pegando suavemente a todos hasta que da a uno más fuerte que será el que lo persiga, si lo coge formará parte del equipo contrario, gana el equipo que más jugadores haya conseguido.

#### 5. Guerra de pañuelos

Todos los jugadores con una cinta o pañuelo en el trasero deben intentar arrebatar el mayor número de pañuelos o cintas sin perder el propio. Cuando un jugador consiga otro pañuelo se lo cuelga de la cintura al lado del suyo. Gana él que más pañuelos consiga.

#### 6. Escondite al revés

Variación del escondite. Uno de los jugadores se esconde y todos los demás lo tienen que encontrar. Aquellos que lo vayan encontrando se esconden con él, así hasta que ya estén todos o falten muy poquitos por ver al grupo escondido.

#### 7. Setas y duendes

Hay un duende perseguidor y otro perseguido. El resto de los jugadores son las setas que están en el suelo encorvadas, si el duende perseguido quiere salvarse saltará una seta, convirtiéndose: el perseguido en seta, el perseguidor en perseguido y la seta en perseguidor.

### **Juegos genéricos**

#### 8. Tierra y mar

El profesor y un niño tendrán una cuerda, que cada uno agarrará de un extremo. Los jugadores estarán distribuidos por el terreno de juego. El profesor y su compañero correrán de un extremo a otro, dentro de un campo delimitado previamente, y dirán tierra, todos deben tirarse al suelo sin que la cuerda les roce, si dicen mar deberán saltar por encima de ella

#### 9. de colores

Los jugadores se colocan en círculo en torno al profesor, el cual asigna a cada uno un color ordenadamente y marca un sentido (derecha/ izquierda) cuando el profesor diga un color y un sentido, por eje.: verde derecha, todos los jugadores de ese color corren alrededor del círculo en el sentido marcado hasta llegar al punto de partida. El último en llegar es eliminado.

#### 10. V los caracoles

El profesor elige un punto que señalará con algo. A una señal los jugadores salen desde distintos puntos de la zona de juego y tratan de acercarse al banderín sin ser vistos o reconocidos por el profesor. Aquellos que han sido identificados y nombrados por él quedan eliminados.

#### 11. Naranja, limon, fresa y tutti fruti

Los niños se sientan en círculo, uno se la queda y está en el centro, para empezar se queda el profesor, este asigna a cada niño una fruta, repitiendo la secuencia las veces que sea necesario, naranja, limon. Fresa, naranja. Limon, etc. El profesor, o el que se la queda, dice una de las frutas, todos los que sean esa fruta tienen que correr y buscar un asiento diferente al que tenían, se la queda el que no encuentra sitio, cuando se dice tutti fruti todos empiezan a correr buscando un sitio, igualmente se la queda el que no encuentre.

Variación, con nombres de animales y selva.

#### 12. Carrera de amebas

Para construir la “ameba” 5 ó 6 jugadores forman un círculo de espaldas al centro de éste y se agarran de los brazos de los compañeros que se encuentran a ambos lados. Otros cuatro se meten dentro del círculo formando otro mini círculo y otro dentro de este minicírculo. Se trata de recorrer una distancia determinada sin que la ameba se rompa.

#### 13. Cuadrados educativos

Trazar en el suelo o con periódicos cuadrados numerados. Por equipos deben seguir el orden de los cuadrados que el animador enumera.

#### 14. Caballero a su caballo

Se sitúa a los jugadores por parejas en 2 círculos. Los de fuera son los caballeros, y los de dentro los caballos, a la señal del profesor los caballeros dan vueltas

alrededor del círculo. Si el profesor da una palmada los caballeros deben correr hasta sus caballos (siempre en la misma dirección) y montarse encima. Si da 2 palmadas debe pasar por debajo de las piernas del caballo y convertirse en caballo. Si da 3, igual que con 2 pero el nuevo caballero debe montarse encima del nuevo caballo. Los últimos en llegar son eliminados.

#### 15. Sígueme y vete

Se organizan 4 equipos que colocamos en cruz. Uno se la queda. A la señal éste correrá alrededor de las 4 filas. En algún momento dará en el hombro al último de alguna fila y dirá “sígueme” por lo que toda esa fila debe ir detrás de él y meterse en el hueco tras dar una vuelta. El último en hacerlo se la queda. Si por el contrario dice “vete”, el equipo al que ha tocado debe ir en sentido contrario al que se la queda. En este juego no hay ganadores ni perdedores.

### **Juegos de relevos**

#### 16. Relevos de caracol

en los equipos hacemos parejas de pesos y estaturas idénticos. Entrelazan sus brazos y tienen que llegar a la meta caminando uno hacia delante y otra hacia atrás. Al volver para que salga otra pareja deben invertir los papeles. No vale soltarse o llevar a la pareja sobre la espalda.

#### 17. Trucos rodados

los equipos deben tumbarse en el suelo. Los componentes de cada equipo deben estar totalmente pegados, y alternando cabeza y pies, por los hombros. Cuando están todos colocados, otro del mismo equipo se tumba encima y los que están abajo tienen que transportarlo hasta el final, girando todos a la vez. El transportado al llegar al final se pondrá como cinta y el primero de la cinta pasará a ser transportado. Gana el equipo que antes transporte a todos.

#### 18. La familia

se hará como una carrera de relevos normal, pero cuando el jugador va a dar salida al segundo, este se suma agarrando de la mano a su compañero. Así hasta que todos están agarrados como una buena familia.

#### 19. El lazarillo

el que corre va con los ojos tapados y su equipo tiene que ir indicándole. Cuando vuelve entrega el pañuelo al siguiente. El juego finaliza cuando termina el primer equipo.

#### 20. Circular

todos los equipos forman un único círculo. Previamente a cada uno le hemos dado un número. A la señal todos los números más 1, se levantan y corren dando una vuelta al círculo, todos en el mismo sentido. A medida que llegan a su sitio se sientan y sale el número 2. Vence el equipo cuyo último relevo se sienta antes tras completar la vuelta.

#### 21. Carrera loca

son relevos normales, pero los primeros corren normal, los segundos de espalda, los terceros a cuatro patas, los cuartos a carretilla, etc.

#### 22. Periódico

se reparten tantos periódicos como equipos tengamos y se le entregan al primero de cada fila. A la señal del profesor el primero debe ir poniendo hojas de periódico en el suelo que todos sus compañeros irán pisando. Al llegar al final, la vuelta se hará ocupando los periódicos ya colocados y el último irá recogiendo las hojas que se habían dejado.

#### 23. Con un vaso de agua en la cabeza

se irá avanzando manteniendo la cabeza en perfecto equilibrio para que el vaso de agua no se caiga encima, si se le cae tiene que empezar con otro vaso.

#### 24. Con dos ladrillos

cada participante tiene dos ladrillos, que va poniendo en el suelo y tiene que ir avanzando siempre encima de los ladrillos. No puede tocar con el pie el suelo. Pone los pies encima de un ladrillo y con la mano hace avanzar el otro, luego se cambia de ladrillo y así sucesivamente.

#### 25. Hinchando globos

cada participante tiene que pasar por cinco controles separados 15 m. Uno de otro. En cada control, hay un globo. El participante corre hacia el control, coge el

globo lo hincha hasta romperlo. Cuando el globo ha reventado, corre hacia el siguiente control.

### **Juegos de interior**

#### 26. Barcos y aviones

todos los niños se hacen su barco de papel con su nombre, los colocan en la piscina, en el agua, y los niños junto con la familia empujan con el agua al barco hasta llegar a la meta. Con los aviones es lo mismo, pero ver cual es el que consigue mayor distancia de vuelo

#### 27. Caballero, caballo, princesa

todos sentados en círculo se distribuyen los personajes alternativamente, caballero, caballo, princesa, caballero, caballo... Y se sitúa el profesor en el centro. Comienza el juego cuando el profesor cuenta una historia y cada vez que mencione uno de los personajes, todos los que tengan ese personaje tendrán que cambiarse de sitio. El profesor también ocupará uno y el que se quede sin sitio continua el cuento. Podemos añadir más personajes o inventar otros.

variación: frutas, animales

#### 28. Amor

todos sentados en círculo. El profesor en el centro comienza a contar una historia. Cada vez que dice la palabra amor todos salen corriendo para no ser cogidos, al que alcance continua con el cuento.

#### 29. Los prisioneros

un círculo y todos agarrados por las manos excepto seis, que se colocan dentro e intentan escapar, los otros tienen que impedirlo.

#### 30. Terremoto

todos en grupos de 3, 2 de ellos agarrados de las manos y uno enfrente del otro, el tercero entre los dos. Los dos primeros son árboles, y el tercero ardilla, uno que sobra dirá: "árboles" y estos se trasladan a otra ardilla, mientras estas se quedan en su sitio. "ardilla" y serán estas las que se muevan y los árboles permanecen fijos, o "terremoto" entonces todos se sueltan y forman un nuevo trío. El último niño que ocupe un lugar será el que se quede en el centro.

### 31. Coca-cola/fanta

se coloca una cuerda en el suelo o se pinta una línea en el suelo, todos los niños se sitúan detrás de ella. Explicamos que un lado de la cuerda es coca-cola, y que el otro es fanta, a la indicación del profesor irán saltando a un lado u otro según lo que diga el profesor, quedan eliminados los que se equivoquen (se puede jugar con ellos, más rápido, cocodrilo, pepsi, sprite)

### 32. Encuentra tu pareja

a todos se les da un animal del que tienen que imitar su “ruido”. A través de los sonidos han de encontrar a su pareja.

### 33. Centollo

todos son cangrejos, para ello deben ir apoyados en los brazos y pies pero de espaldas. Uno es el centollo y debe ir a tocar con la cabeza en el hombro a los demás. El que toque se convierte en centollo. Sólo se pueden desplazar a los lados o detrás nunca hacia delante.

### 34. Bruja come colores

todos los niños se esparcen por el espacio. Uno elegido al azar es la bruja, la cual dirá: “la bruja come el color azul”. Todos deben tocar un objeto o prenda de ese color, y mientras, la bruja los intentará coger. El que sea tocado se convierte en bruja.

### 35. La mano quemada

todos con la mano extendida hacia arriba y en círculo. Un jugador en el centro, procura golpear la mano que los demás retirarán. Aquel que es tocado 2 ó 3 veces se cruza de brazos hasta el final.

### 36. Plis-plas

todos en círculo y sobre un papel de periódico agarrados de la mano. El profesor en el centro dirá plis y todos se desplazarán una hoja de periódico a la derecha, plas y se desplazarán a la izquierda. Antes de todo se les prepara saltando en el sitio inclinándose, etc. Nadie pierde.

### 37. El mensaje

marcamos dos rayas paralelas entre sí, de 10 a 20 metros. Los jugadores de cada equipo se dividen en dos grupos. Cada grupo se coloca detrás de una de las dos rayas frente a sus compañeros. Los de un lado son los números pares. Y los del otro impar. Todos los participantes se sientan en el suelo uno detrás de otro. Los números 1 de todos los equipos reciben al oído un mensaje del profesor, y deben cruzar la sala corriendo y transmitir el mensaje al oído del los número 2 de sus respectivos equipos. Luego se sientan detrás del último de la fila de los pares. Se procede de esta forma hasta que todos han transmitido el mensaje. Gana el equipo que menos tarda en la transmisión y mejor ha hecho llegar el mensaje al último jugador.

#### 38. Frente a frente

en círculo de dos en dos. El profesor dará las ordenes, “de espaldas”, “manos sobre el hombro”..... Cuando diga “frente a frente” han de cambiar de pareja. El profesor se incluirá en el grupo y el que quede dará las órdenes.

variación: con música.

#### 39. Sálvese quien pueda

todos los niños han de buscar un objeto y dejarlo en el centro. Todos bailarían, correrán, irán a la pata coja, etc. Hasta que el profesor haga una señal y todos deben coger un objeto, el que se quede sin él, pierde. Previamente el profesor habrá retirado un objeto.

#### 40. Círculo envenenado

un círculo trazado en el suelo. Todos tienen que correr alrededor con las manos unidas sin tocarlo pero tienen que intentar que sus vecinos si lo hagan. Aquellos que lo pisan se quedan dentro. A medida que nos quedamos sin gente hacemos más pequeño el círculo.

#### 41. Zorro, gallina y polluelos

todos en fila agarrados de la cintura. La primera es la gallina y los demás los polluelos. El zorro se sitúa enfrente de ellos e intenta coger al último pollito y los demás evitarlo. Si lo consigue el polluelo es zorro, y el zorro se coloca detrás de la gallina.

#### 42. Ovejas y lobo

todas las ovejas estarán abrazadas como un rebaño, y el lobo tiene que ir comiéndoselas y separándolas con cosquillas, etc.

#### 43. Animales torpones

todos de pie y en círculo, se les dice un animal a cada uno que cuando se menciona en la historia que cuenta el profesor se han de sentar.

variación: igual pero se les dice a todos el mismo animal, y todos se sientan a la vez.

#### 44. Payaso

todos en círculo excepto uno que hará de payaso, y situado en el centro debe hacer reír a los demás. El que se ría pasa al centro y debe intentarlo él.

#### 45. Con papel de fumar

por parejas, mantener en el aire el mayor tiempo posible un papel de fumar con la sola ayuda de soplidos.

#### 46. La pesca del caramelo

uno de los niños o el profesor, lleva a modo de caña de pescar un palo con cordel a cuyo extremo está atado un caramelo. Subido en una silla tiene que ir paseando el caramelo sobre las cabezas de los participantes que intentarán atraparlo con la boca sin ayuda de las manos.