



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.**

**FACULTAD DE MEDICINA.**

**CARRERA DE KINESIOLOGÍA.**

**“Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo de moderada intensidad, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna de Carahue durante el año 2017”**

---

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO  
DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA**

---

**AUTORES:**

**KARLA JARA MOYA-CAMILA MOTRÁN BENÍTEZ.**

**ERIK SALAZAR CORREA-ANGÉLICA TORRES EBNER.**

**TEMUCO, Diciembre 2016.**



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA.**

**FACULTAD DE MEDICINA.**

**CARRERA DE KINESIOLOGÍA.**

**“Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo de moderada intensidad, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna Carahue durante el año 2017”**

---

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO  
DE LICENCIADO EN KINESIOLOGÍA**

---

**AUTORES:**

**KARLA JARA MOYA-CAMILA MOTRÁN BENÍTEZ.**

**ERIK SALAZAR CORREA-ANGÉLICA TORRES EBNER.**

**PROFESOR GUÍA KLGO. FRANCISCO SOTO.**

**TEMUCO, Diciembre 2016.**

## **Agradecimientos**

Agradecemos en primer lugar a nuestras familias por su apoyo incondicional y por su inmenso cariño, entregándonos siempre el ánimo de seguir adelante, siempre comprensivos y preocupados, siendo el pilar fundamental en este proceso.

A nuestro profesor Guía de tesis Klgo. Francisco Soto por entregarnos las herramientas necesarias para construir nuestro proyecto.

Destacamos y agradecemos a la Klga. María José Oliveros por orientarnos y guiarnos en aspectos que serían fundamentales para dar termino a nuestro proyecto.

A cada uno de nosotros, que debido a nuestra amistad las horas de trabajo fueron más llevaderas, entregando cada uno lo necesario para llevar de buena forma este proceso.

Finalmente, agradecemos a cada una de las personas que de una u otra forma han contribuido a que estemos en esta etapa de nuestras vidas, apoyándonos e incentivándonos a entregar lo mejor de nosotros siempre, pudiendo así culminar este proyecto de tesis, el cual fue uno de los desafíos académicos más grandes y el cual nos ha dado gran satisfacción y felicidad.

**“Somos lo que hacemos día a día, de modo que la excelencia no es un acto si  
no un hábito”  
Aristóteles.**

## **Resumen**

**Objetivo:** Determinar la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada como instrumento terapéutico en la reducción del índice de masa corporal (IMC) y la mejora de la resistencia aeróbica en niños con obesidad de la comuna de Carahue.

**Diseño:** Ensayo clínico Aleatorizado por conglomerados

**Materiales y Métodos:** El estudio se llevará a cabo en 44 niños/as en condición de obesidad entre 8 y 12 años que cumplan con los criterios de inclusión. Estos serán aleatorizados en dos grupos, un grupo recibirá la intervención de entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT), el grupo de control recibirá entrenamiento continuo de moderada intensidad, ambos grupos recibirán educación. Las mediciones iniciales y finales, como el índice de masa corporal (IMC) y resistencia aeróbica se aplicarán de manera transversal en ambos grupos.

**Conclusión:** Los resultados del estudio determinarán si es más efectivo el entrenamiento HIIT para la disminución del índice de masa corporal y para la mejora de la resistencia aeróbica.

# ÍNDICE

Lista de Figuras.....	1
Lista de tablas. ....	1
Glosario de abreviaturas. ....	2
Introducción.....	4
Capítulo I. Marco Teórico. ....	8
1.1 Obesidad. ....	8
1.1.1 Obesidad y diabetes mellitus tipo 2. ....	9
1.1.2 Obesidad y síndrome metabólico (SM). ....	10
1.2 Actividad física y ejercicio físico. ....	11
1.2.1 Recomendaciones sobre actividad física. ....	12
1.2.2 Actividad física en jóvenes de 5 a 17 años.....	12
1.3 ¿Qué es el HIIT?.....	13
1.3.1 Protocolos de HIIT. ....	14
1.3.2 Adaptaciones fisiológicas de HIIT. ....	16
1.3.3 HIIT y adaptaciones fisiológicas en el músculo. ....	17
1.3.4 HIIT Y Diabetes. ....	18
1.3.5 HIIT y Obesidad. ....	20
1.4 Ejercicio Aeróbico. ....	23

1.4.1 Método de entrenamiento continuo de moderada intensidad. ....	24
1.4.2 Actividad física moderada. ....	24
1.4.3 Respuestas fisiológicas al ejercicio aeróbico.....	26
1.4.4 Diabetes Mellitus (DM) y Ejercicio aeróbico.....	30
1.4.5 Obesidad y ejercicio físico.....	34
Capítulo II. Revisión de la literatura.....	37
2.1 Búsqueda sistemática de literatura.....	37
2.2 Análisis crítico de la literatura. ....	39
Capítulo III. Diseño de investigación .....	43
3.1 Pregunta de investigación.....	43
3.2 Objetivos.....	43
3.2.1 Objetivo General.....	43
3.2.2 Objetivos Específicos. ....	43
3.3 Justificación del estudio.....	44
3.4 Diseño del estudio.....	46
Capítulo IV. Materiales y método. ....	48
4.1 Sujetos del estudio .....	48
4.1.1 Población Diana.....	48
4.1.2 Población Accesible.....	48
4.2 Muestra. ....	48

4.2.1 Criterios de elegibilidad.....	48
4.2.1.1 Criterios inclusión.....	48
4.2.1.2 Criterios exclusión.....	49
4.3 Tamaño Muestral.....	49
4.3.1 Asignación Aleatoria.....	50
4.3.2 Enmascaramiento.....	51
4.3.3 Flujograma.....	52
4.4 Variables y mediciones.....	53
4.4.1 Variable de exposición.....	53
4.4.2 Variable de resultado.....	54
4.4.3 Variables de control.....	57
Capítulo V. Intervenciones.....	59
5.1 Características generales en común para ambos grupos.....	59
5.1.1 Características de intervención HIIT.....	60
5.1.2 Características intervención Entrenamiento continuo de moderada intensidad.....	62
5.1.3 Características de la educación.....	64
Capítulo VI. Propuesta de análisis estadístico.....	66
6.1 Hipótesis del estudio.....	66
6.1.1 Hipótesis estadística.....	66

6.1.1.1 Hipótesis Nula (H0).....	66
6.2 Manejo de datos.....	67
6.2.1 Análisis descriptivo .....	67
6.2.2 Análisis inferencial. ....	67
Capítulo VII. Consideraciones éticas. ....	69
7.1 Ética del estudio.....	69
7.1.1 Autonomía .....	69
7.1.2 Beneficencia y no maleficencia. ....	70
7.1.3 Justicia .....	70
Capítulo VIII. Administración y presupuesto.....	71
8.1 Administración .....	71
8.1.1 Recursos humanos .....	71
8.1.2 Materiales e implementación.....	76
8.1.3 Espacio físico.....	77
8.2 Presupuesto.....	78
8.3 Propuesta de cronograma de actividades.....	80
8.3.1 Cronograma de actividades.....	80
Carta Gantt.....	83
Bibliografía.....	84
Anexos.....	98



Anexo N°1.-.....	98
Anexo N°2.-.....	101
Anexo N°3.-.....	104
Anexo N°4.-.....	105
Anexo N°5.-.....	112

## **Lista de Figuras.**

<b>Figura 1.</b> Potencial mecanismo de señalización intracelular involucrado en la biogénesis de mitocondrias inducida por HIT.....	pág. 18
<b>Figura 2.</b> Variables físicas y Fisiológicas antes (pre) y después (post) de la intervención.....	pág.21
<b>Figura 3.</b> Porcentaje de cambio en los niveles de masa grasa en los tres grupos después de la intervención.....	pág.21
<b>Figura 4.</b> Flujograma de investigación.....	pág.52
<b>Figura 5.</b> Clasificación intensidades de Actividad Física (2011).....	pág.53
<b>Figura 6.</b> Test Course Navette de 20 metros.....	pág.56
<b>Figura 7.</b> Circuito de entrenamiento interválico de alta intensidad.....	pág.61
<b>Figura 8.</b> Circuito de ejercicios de entrenamiento continuo de moderada intensidad.....	pág.64

## **Lista de tablas.**

<b>Tabla 1.</b> Materiales e implementación para evaluación.....	pág.76
<b>Tabla 2.</b> Materiales e implementación para intervenciones.....	pág.77
<b>Tabla 3.</b> Implementación general.....	pág.77
<b>Tabla 4.</b> Gastos en materiales e implementación general, de intervenciones y evaluación.....	pág.79
<b>Tabla 5.</b> Gastos de personal. ....	pág.80

## **Glosario de abreviaturas.**

<b>AF</b>	:	Actividad Física.
<b>OMS</b>	:	Organización Mundial De La Salud.
<b>EF</b>	:	Ejercicio Físico.
<b>HIIT</b>	:	Entrenamiento Interválico De Alta Intensidad.
<b>IMC</b>	:	Índice De Masa Corporal.
<b>MINSAL</b>	:	Ministerio De Salud.
<b>DEIS</b>	:	Departamento de Estadísticas e Información de Salud.
<b>DM</b>	:	Diabetes Mellitus.
<b>DM2</b>	:	Diabetes Mellitus tipo 2.
<b>SM</b>	:	Síndrome Metabólico.
<b>RI</b>	:	Resistencia a la Insulina.
<b>HTA</b>	:	Hipertensión Arterial.
<b>ENT</b>	:	Enfermedades No Transmisibles.
<b>VO2máx</b>	:	Volumen Máximo de Oxígeno.
<b>SIT</b>	:	Entrenamiento De Intervalo de Sprint.
<b>AIT</b>	:	Entrenamiento Aeróbico De Intervalo.
<b>ECMI</b>	:	Entrenamiento Continuo de Moderada Intensidad.
<b>EA</b>	:	Ejercicio Aeróbico.
<b>MET</b>	:	Equivalente Metabólico.
<b>FC</b>	:	Frecuencia Cardiaca.
<b>FCmáx</b>	:	Frecuencia Cardíaca Máxima.
<b>FCR</b>	:	Frecuencia Cardíaca de Reserva.

**GC** : Gasto Cardíaco.  
**PAS** : Presión Arterial Sistólica.  
**FR** : Frecuencia Respiratoria.  
**Hb** : Hemoglobina.  
**ECA** : Ensayo Clínico Aleatorizado.

## **Introducción.**

El ciclo vital del ser humano pasa por diversas etapas, en las cuales el periodo infantil es uno de los determinantes principales de la adultez de cada persona, tanto física como psicológicamente y también en cómo se desenvolverá socialmente en un futuro (1).

Los niños desde su nacimiento comienzan su desarrollo cognitivo, afectivo y social lo que los hace interactuar con las demás personas además de su propia familia, ingresan al colegio y muestran mayores habilidades, naturalmente comienzan a explorar tanto su entorno como a ellos mismos siendo su esencia el estar en constante movimiento.

Hace algunos años atrás, no era extraño encontrarnos con niños en plazas y parques jugando y divirtiéndose a la vez que realizaban actividad física (AF), actualmente esa diversión en la que los niños gastan mayor energía ha ido evolucionando y ha encontrado en la tecnología un arma de doble filo, tanto es así, que además de las ventajas que nos da la ciencia y tecnología para los niños, también puede traer ciertas desventajas, como la disminución global de los niveles de AF sobre todo en las dimensiones relacionadas al ocio (2,3,4), que condicionarán su futuro y que los aleja de su normal desarrollo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido que la AF en niños abarca actividades que involucran movimiento corporal y que se realizan como parte de los momentos de juego, formas de transporte, actividades recreativas etc(5), actualmente cada vez son menos los niños que realizan estas actividades, siendo las clases de educación física el único momento de gasto energético.

El aumento global de la obesidad infantil se atribuye a una disminución de la AF debido al aumento del sedentarismo, cambio de los mecanismos de transporte y de la creciente urbanización (6).

También tenemos la fuerte publicidad, que tiene estrategias directamente enfocadas en el público infantil, principalmente las grandes cadenas de comida rápida, supermercados y fábricas de dulces con altos contenidos de grasas y azúcares (6).

Además está la idiosincrasia de las diferentes sociedades, que se ve reflejado en el clásico dicho de antaño “niño gordito, niño sano” para lo cual es necesario erradicar aquella errónea percepción, en que el rol de los padres o adultos a cargo es fundamental tanto para garantizar y promover hábitos y conductas saludables, que incluyan a su vez una dieta balanceada.

Estos y otros factores han propiciado directamente los altos índices de sobrepeso u obesidad que encontramos en los niños, siendo un tema inquietante tanto a nivel mundial como nacional siendo Chile uno de los países con mayor índice de obesidad de América Latina según datos de la OMS (7). La obesidad infantil predispone una amplia cantidad de enfermedades tanto en la propia niñez como en un futuro en la adultez, condicionando así el bienestar y la calidad de vida de cada uno (3). Además de los desórdenes metabólicos también son muy recurrentes a esta edad, patologías o trastornos psicológicos asociados al sobrepeso u obesidad, el aislamiento y la discriminación son factores detonantes para ciertos trastornos (8, 9,10).

Este gran problema multifactorial, se presenta también en nuestra región, ubicándose en quinto lugar con un 12,1 % de niños con obesidad menores de 6 años,

siendo la comuna de Temuco la segunda con mayor carga de obesidad a nivel país (11), por lo cual se han buscado diversas estrategias por parte del estado y de diversas agrupaciones, las cuales buscan dar solución a la obesidad en cualquier periodo etario. Enfocándose principalmente en la educación de la población.

El ejercicio físico (EF) y una alimentación equilibrada, son factores fundamentales para combatir el sobrepeso y la obesidad, pero al enfocarse en la población infantil, es elemental buscar estrategias para conseguir una correcta adherencia y los cuidados adecuados que se deben tener con esta población en específico.

Otro factor que influye en el hecho de que los niños obesos evitan realizar ejercicio físico, ya que se cansan más rápido y les cuesta mantener un ritmo de ejercicio por mayor tiempo, entrando así a un círculo vicioso (9). Para ello es que se podría implementar el entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) ya que es un entrenamiento intermitente como las actividades que los niños de por sí realizan, favoreciendo así la adherencia y minimizando la percepción del esfuerzo al ser realizado de modo intermitente (12,13).

Existen numeroso estudios sobre HIIT en adultos obesos donde se ha evidenciado un impacto significativo en la composición corporal, mejoras en las adaptaciones fisiológicas, induciendo a mayores beneficios en la salud. Evidenciando además la reducción de la masa corporal total, la masa grasa y los niveles de insulina plasmática, esto se ha descrito tanto con el ejercicio intermitente como en continuo. Dado que la gran mayoría de estudios sobre HIIT han sido realizados en poblaciones adulta, no hay claridad si estos efectos se podrían replicar en niños obesos (14, 15,16), por lo que se ha decido realizar el siguiente estudio en

población infantil con el objetivo de determinar la efectividad de HIIT en comparación con el ejercicio continuo de moderada intensidad en niños obesos entre 8 y 12 años.



## **Capítulo I. Marco Teórico.**

### **1.1 Obesidad.**

La OMS define la obesidad como una acumulación anormal o excesiva de grasa, esta condición puede ser identificada de forma fácil a través del cálculo del índice de masa corporal (IMC,) donde un valor igual o superior a 30 determina el estado de obesidad en un adulto, este valor es diferente en los niños y varía según la edad en la que se encuentren (17). La obesidad es considerada un como factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares y enfermedades metabólicas (17,18).

La obesidad es un problema a nivel mundial, que no deja de afectar a nuestro país, según datos estadísticos de la OMS se sitúa a Chile como una de los países con índices más altos de obesidad de América Latina, afectando a población de diferentes rangos etarios (18).

Estudios del Ministerio de Salud (MINSAL) demuestran que la obesidad representa la segunda causa de años de vida perdidos por muerte o por discapacidad prematura y la sexta causa de muerte a nivel nacional (7).

Según los datos del Departamento de estadísticas e información de salud (DEIS) uno de cada tres niños menores de 6 años presenta malnutrición por exceso, esto se evidencia principalmente en dos periodos, a los 6 meses y a los 2 años, se cree que esto se debe principalmente al cambio de alimentación producidos en esos periodos (11). Al observar el comportamiento de los porcentajes de obesidad por comuna se ve una conducta desigual entre regiones, siendo las región de Aysén la que presenta mayor porcentaje, con un 15,4% de obesidad en menores de 6 años,

seguida por la región de Magallanes con un 13,1%, región de los Ríos y región de los Lagos ambas con un 12,8% y en quinto lugar nuestra región de la Araucanía con un 12,1%. Al realizar el análisis por comuna, se evidencia que la comuna de Temuco es la segunda con mayor carga de obesidad a nivel país (11).

### **1.1.1 Obesidad y diabetes mellitus tipo 2.**

Una de complicaciones más importantes provocadas por la obesidad es la presentación de diabetes mellitus tipo 2 (DM2) en niños, ya que hasta hace poco se consideraba a ésta como una patología poco probable en población pediátrica y de un predominio mayoritariamente en la población adulta. Hoy en día aproximadamente entre un 15% y un 45% de los niños obesos que presentan diabetes, padecen de DM2 (8,19).

La obesidad en niños favorece la aparición de DM2 en edades próximas, basado en la evidencia de que en niños prepúberes a mayor IMC y porcentaje de grasa corporal presentan una menor sensibilidad a la insulina, además de que un IMC elevado se correlaciona con la presentación de síndrome metabólico(SM), DM2 y enfermedad cardiovascular (19).

El sedentarismo, los malos hábitos alimenticios, la genética y principalmente la obesidad son factores de riesgo para desarrollar resistencia a la insulina (RI), esto lleva a que células beta deban aumentar su secreción y de esta manera intentar mantener el equilibrio, cuando esta situación se da por un periodo prolongado de tiempo las células pierden su capacidad de respuesta, lo que da lugar a una hiperglucemia, seguida de intolerancia a la glucosa para luego terminar en

una DM2. Otra alteración que afecta a la función de las células beta es la acumulación de triglicéridos hepáticos, que aumentaría la producción de lipoproteína de baja intensidad y en contraste disminuirá la producción de lipoproteína de alta intensidad, este aumento de ácidos grasos libres se debería a la obesidad visceral (20).

La pubertad también juega un papel importante en la aparición de DM2 ya que durante este periodo aumenta la RI, por la acción de las hormonas esteroidales y por la hormona del crecimiento, conllevando a un hiperinsulinemia, lo que explicaría porque el pic de edad en que se presenta la DM2 sea a la edad correspondiente con la pubertad alrededor de los 13,5 años (19).

### **1.1.2 Obesidad y síndrome metabólico (SM).**

El SM está compuesto por varios factores de riesgo cardiovascular, relacionados íntimamente con la obesidad y la RI, en un adulto se considera que tiene SM si presenta tres o más de los cinco factores los cuales son; obesidad abdominal, hipertensión arterial (HTA), hipertrigliceridemia, disminución del colesterol HDL y RI o DM2 (21).

La obesidad presente en niños se asocia con evolución temprana de SM, lo que podría conllevar a mayor prevalencia de esta situación en la adultez. El SM en niños se presenta con características parecidas a la del adulto, asociado a RI y factor racial, pero aún no existe consenso de cómo diagnosticar en la población infantil y adolescente (21). Según la evidencia encontrada, la prevalencia del SM en niños y adolescentes obesos es 5 veces mayor a la de los eutróficos (32,1% vs 6,4%),

destacando también que el SM aumentó en la última década tanto en población general (de 6,4% a 10%) como en obesos (28,7% a 32,1%) (22,23).

La obesidad se asocia con procesos ateroscleróticos, los que se pueden manifestar como eventos cardiovasculares. Lo preocupante de la obesidad en los niños que presentan mayor grasa visceral es que esta incrementa a medida que avanza la edad. En varios estudios asocian la adiposidad abdominal con una mayor probabilidad de presentar SM en la niñez y adolescencia, el riesgo de SM aumenta 17 veces su probabilidad en presencia de obesidad abdominal (24).

## **1.2 Actividad física y ejercicio físico.**

Es considerada AF cualquier tipo de movimiento corporal o actividad que requiera de la acción del sistema músculo esquelético, y que al realizarla aumenta el gasto de energía. La AF incluye el desplazarse de un lugar a otro, el juego, los deportes, actividades recreativas, la práctica de ejercicios programados, actividades cotidianas, etc. (5,25).

La realización de AF adecuada y de manera regular es considerada un factor protector para la salud ya que disminuye el riesgo de padecer enfermedades crónicas como la HTA, diabetes, enfermedades como la cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular, el cáncer de colon, y de mama, además disminuye el riesgo de caídas y la depresión, y también es muy importante la AF para el control del peso y el equilibrio calórico, entre otros beneficios para la salud (5).

El EF no debe ser confundido con la AF, ya que este es un tipo de AF que es planificado, tiene una estructuración, es repetitivo y con un objetivo que busca mejorar o mantener uno o varios de los elementos de la aptitud física (5).

### **1.2.1 Recomendaciones sobre actividad física.**

La OMS ha elaborado las recomendaciones mundiales sobre la AF para la salud con el objetivo general de proporcionar a los formuladores de políticas, a nivel nacional y regional, orientación sobre la relación dosis-respuesta entre frecuencia, duración, intensidad, tipo y cantidad total de AF y prevención de las enfermedades no transmisibles (ENT) (26).

Estas recomendaciones van dirigidas a tres grupos etarios que comprenden las siguientes edades:

- Jóvenes de 5 a 17 años.
- Adultos de 18 a 64 años.
- Adultos mayores de 65 años en adelante.

Debido a que nuestra investigación es en niños se hablará sobre las recomendaciones para el grupo etario de 5 a 17 años (26).

### **1.2.2 Actividad física en jóvenes de 5 a 17 años**

Según la OMS para este grupo de edad que comprende tanto a niños y jóvenes, la AF consiste en la realización de juegos, desplazamientos, deportes, la educación física, actividades recreativas o ejercicios que practican en el ambiente

de la comunidad, en sus colegios o entorno familiar con el fin de lograr mejoras en elementos que son parte de la aptitud física y para la prevención y disminución de las ENT (26), por lo que la OMS recomienda:

- Los niños y jóvenes de 5 a 17 años inviertan como mínimo 60 minutos diarios en AF de intensidad moderada a vigorosa.
- La AF por un tiempo superior a 60 minutos diarios reportará un beneficio aún mayor para la salud.
- La AF diaria debería ser en su mayor parte aeróbica.
- Convendría incorporar, como mínimo tres veces por semana, actividades vigorosas que refuercen, en particular, los músculos y huesos (26).

### **1.3 ¿Qué es el HIIT?**

Aunque no hay una definición universal, HIIT generalmente se refiere a un ejercicio intermitente de sesiones repetidas relativamente cortas, llevadas a cabo por un esfuerzo “total” o una intensidad alta cercana a la que provoca un VO<sub>2</sub>max. (es decir, >90% del VO<sub>2</sub> peak). Cada sesión de ejercicio puede durar de unos pocos segundos a minutos dependiendo de la intensidad y está separada por períodos de descanso de algunos minutos o por un ejercicio de baja intensidad. En contraste con el entrenamiento de fuerza en que breves e intensos esfuerzos se realizan generalmente en contra de una fuerte resistencia para aumentar la masa del músculo esquelético, HIIT se asocia normalmente con actividades de tipo aeróbicas como el ciclismo o correr y no induce la hipertrofia de la fibra marcada (27).

En contraste con el ejercicio continuo que solo presenta dos componentes, la intensidad de la carga de trabajo y la duración de ésta, HIIT consta de 5 componentes: la intensidad de la carga de trabajo (Ppeak), duración de la carga de trabajo (Tpeak), la recuperación (Prec), duración de la recuperación (Trec) y la carga media (Pmean). El número de intervalos que significa la duración total del ejercicio es una variable más en el HIIT (28). En su revisión Buchheit y Laursen (2013) también mencionaron el número de serie, la duración y la intensidad en las fases de recuperación entre las series y la modalidad de ejercicio (por ejemplo, correr o andar en bicicleta) como otros determinantes de ejercicio por intervalos (29).

### **1.3.1 Protocolos de HIIT.**

Aunque el entrenamiento HIIT se ha utilizado como un método exitoso para mejorar el rendimiento en los atletas de resistencia, la idea que se tenía que no era seguro o confiable para poblaciones que presentan riesgo cardiometabólico está siendo cuestionada. Las amplias combinaciones de los 4 componentes de HIIT (P peak, Tpeak, Prec, y Trec) dan como resultado una gran variedad de recetas utilizados en los programas de entrenamiento de ejercicios. A pesar de esta diversidad, los efectos beneficiosos se han observado incluso entre individuos enfermos (30,31).

En una revisión se describieron dos tipos de HIIT más usados en estudios relacionados a este entrenamiento. Primero se encuentra el entrenamiento de intervalo “sprint interval training” (SIT) el cual presenta 4-6 ciclos de 30 segundos a una intensidad >100% del VO2max seguido de 4-4,5 minutos de recuperación. La

alta intensidad de SIT impone algunos riesgos para la salud y seguridad, ya que puede ser muy exigente para algunos sujetos o no ser bien tolerado, por lo que solo ha sido utilizado en sujetos sanos (31). Sin embargo algunos estudios han empezado a explorar si SIT sirve en situaciones clínicas. Se han reportado estudios de SIT en pacientes con DM2 y pacientes con enfermedad coronaria cardiaca (DHC) (32, 33,34).

El otro tipo de HIIT descrito es el entrenamiento aeróbico de intervalo (AIT), que a diferencia de SIT la intensidad es relativamente menor pero por periodos más largos de tiempo. Generalmente utiliza 4 minutos de trabajo de alta intensidad en 80-95% del VO<sub>2</sub> máx seguido de 3-4 minutos de recuperación, durante 4-6 ciclos realizados en un treadmill o cicloergómetro. AIT ha sido enfocado principalmente a jóvenes sanos, grupos de mayor riesgo, adultos mayores y pacientes con enfermedad arterial coronaria (CAD) (31).

Hay evidencia suficiente que establece que ambos protocolos de HIIT son eficaces en comparación a un ejercicio continuo moderado aplicado principalmente a jóvenes, adultos jóvenes y adultos, obteniendo resultados similares en la mejora de algunos factores de riesgo cardiometabólicos como el IMC, porcentaje de grasa corporal, sensibilidad a la insulina y la presión arterial, así como la capacidad aeróbica máxima,. Cabe mencionar que se necesitan programas de ejercicio AIT durante más de 6 meses y los programas de "SIT" de más de 6 semanas para evaluar el impacto a largo plazo de HIT en el riesgo cardiometabólico (31).



### **1.3.2 Adaptaciones fisiológicas de HIIT.**

El HIIT tiene infinitas modalidades es por esto que las adaptaciones que puede producir van a estar determinadas por una serie de elementos de los cuales se compone una sesión de ejercicio, estos son la intensidad, duración y número de intervalos, así como la actividad y la duración en los períodos de descanso (35). Existe poca información disponible sobre los efectos fisiológicos de HIIT, aunque últimamente han ido creciendo las investigaciones respecto a este tema. Existen estudios que han reportado adaptaciones similares entre HIIT y entrenamiento continuo de moderada intensidad (ECMI), en relación a mejoras en el  $Vo_{2max}$ , adaptación cardiovascular y reordenamiento fisiológico, a pesar de que para HIIT el tiempo y volumen de entrenamiento ha sido considerablemente menor (35,36,37).

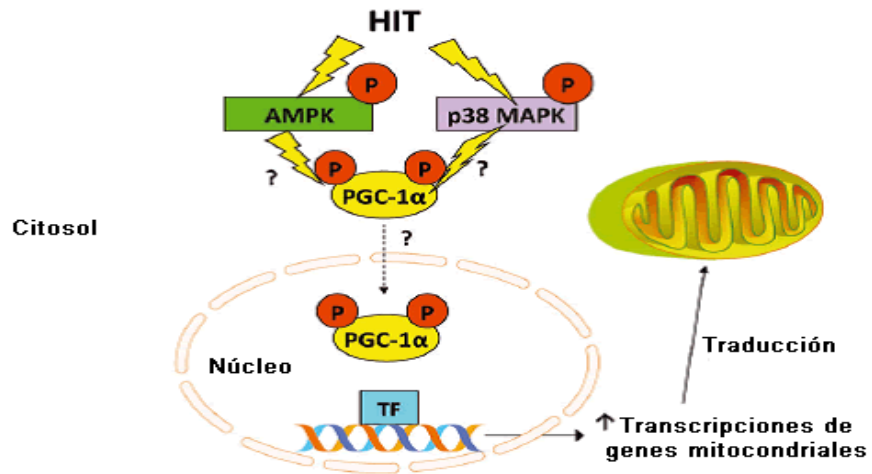
El modelo que más se ha utilizado para los estudios de HIIT de bajo volumen es el test de Wingate, el cual consiste en un test máximo de 30 segundos, sobre un cicloergómetro en una carga supramáxima. HIIT basado en Wingate típicamente consiste de 4-6 series de trabajo separadas por aproximadamente 4 minutos de recuperación con un total de 2-3 min de ejercicio intenso, repartidas en una sesión de entrenamiento de 20 minutos (35). Tan solo 6 sesiones de este tipo de entrenamiento en 2 semanas con periodos de descanso de 1 o 2 días, que representan 15 minutos en total de ejercicio intenso, es suficiente para inducir cambios en la capacidad oxidativa del músculo esquelético y mejorar la capacidad de resistencia aeróbica en sujetos no entrenados (38).

Además de la mayor capacidad oxidativa en el músculo se han descrito otras adaptaciones las cuales son similares al entrenamiento de resistencia después de

varias semanas de HIIT entre las que se incluyen un mayor contenido de glucógeno en reposo, menor tasa de utilización de glucógeno y producción de lactato durante un ejercicio similar, mayor capacidad de oxidación de lípidos en el cuerpo entero y en el músculo esquelético, una mejora en la estructura y función vascular periférica, mejoras en el rendimiento físico determinadas por pruebas hasta el agotamiento o pruebas contrarreloj y un mayor consumo de oxígeno máximo (36, 37, 38, 39).

### **1.3.3 HIIT y adaptaciones fisiológicas en el músculo.**

Según Gibala et al., (2012), hay numerosos estudios que han intentado explicar cuáles son los mecanismos que ocurren en la célula que conducen a las adaptaciones metabólicas en el músculo esquelético luego de un entrenamiento de HIIT de bajo volumen. Los estudios avalan que el HIIT es capaz de potenciar el mecanismo de biogénesis de la mitocondria, induciendo a la expresión génica mitocondrial, es decir, inducirá adaptaciones que llevarán a una mejora oxidativa en el músculo esquelético (35). Se ha descrito el mecanismo de señalización que lleva a una expresión de genes mitocondriales el cual guarda importancia en la activación del co-activador  $1\alpha$  (PGC-1  $\alpha$ ) que es el principal regulador de la biogénesis de las mitocondrias en el músculo. Se demostró que el HIIT activa la proteína quinasa dependiente de 5'-AMP (AMPK) y la proteína quinasa activada por el mitógeno p38 (MAPK), y éstas participan en la fosforilación directa y activación de PGC-1  $\alpha$ , el aumento nuclear de PGC-1 $\alpha$  co-activa los factores de transcripción de genes mitocondriales que llevarán consigo el aumento de proteínas mitocondriales (40) (figura 1).



**Figura 1.** Potencial mecanismo de señalización intracelular involucrado en la biogénesis de mitocondrias inducida por HIT. Gibala (2012).

La expresión de ARNm de PCG-1 $\alpha$  aumenta significativamente con el HIIT en comparación con un ejercicio moderado cuando se mide 3 horas post-ejercicio. La evidencia sugiere que la intensidad del ejercicio es el factor fundamental que influye en la activación de PGC-1 $\alpha$  en el músculo esquelético humano (41).

### 1.3.4 HIIT Y Diabetes.

La diabetes se origina por una combinación, tanto de deficiencia de insulina, como de una insulinoresistencia y por ende un insuficiente reclutamiento de GLUT4 a nivel molecular, que resultara en una hiperglicemia. El GLUT4 es el principal transportador de glucosa sensible a la insulina y a la contracción muscular, se encuentra principalmente en el tejido adiposo y en el músculo esquelético, siendo

este último el que capta mayor cantidad de glucosa aproximadamente un 80% de esta (42).

Al realizar EF o en presencia de insulina el número de transportadores en el citoplasma de la célula disminuirán y los presentes en la membrana se incrementa, aumentando también la captación de glucosa (42).

Richards y cols. (2010) realizaron un estudio en adultos sanos a quienes les aplicaron un programa de entrenamiento de 2 semanas con intervalos de Sprint a corto plazo, de seis sesiones de 4-7 intentos de máximo esfuerzo en un cicloergómetro, esos intentos duraron 30 segundos con 4 min de recuperación, las sesiones se separaban por 1-2 días. El estudio demostró que la sensibilidad a la insulina había aumentado y que se debía principalmente al aumento en la expresión de GLUT4 en el músculo esquelético, es decir que HIIT agota rápidamente las reservas de glucógeno sintasa y aumenta a su vez la síntesis y la translocación de GLUT4 a la membrana plasmática y por consecuencia aumenta también la sensibilidad a la insulina y la glucosa, ambos sirven para reponer las reservas de glucógeno (43).

Por otro lado la proteína de unión al retinol 4 (RBP-4) que es liberada de los adipocitos y que se asocia a varias funciones del cuerpo, entre ellas el transporte de retinol o el de vitamina A y el aumento de la resistencia a la insulina, este último efecto lo hace a costas de la supresión de la expresión de GLUT4, además estudios han demostrado que las concentraciones de RBP-4 y la expresión de su ARNm en el tejido adiposo son mayores en personas con DM2, intolerantes a la glucosa u obesos (43).

Diversos estudios han llegado a la conclusión de que los niveles de RBP-4 caen significativamente a medida que el entrenamiento sea más intenso por ende el entrenamiento HIIT facilita la disminución de esta proteína de unión al retinol 4 (43).

### **1.3.5 HIIT y Obesidad.**

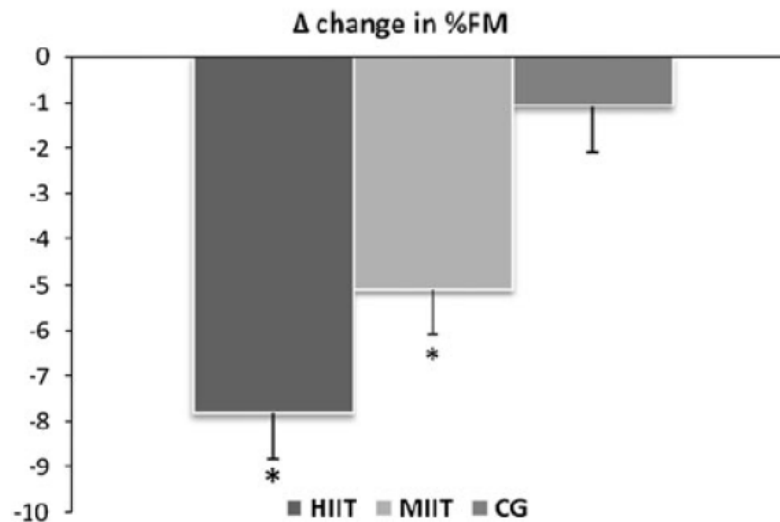
Las nuevas investigaciones que han examinado el HIIT en sujetos obesos indican que es más efectivo en la reducción de grasa corporal y abdominal subcutánea que otros tipos de ejercicio donde su efecto sobre la grasa corporal es insignificante (44).

Por ello es que diversos estudios han revisado la efectividad del entrenamiento HIIT en la disminución de la masa grasa, como lo es el que se ejecutó en 12 semanas a 34 mujeres con obesidad. Se dividió a las participantes en 3 grupos, el primero realizó un entrenamiento interválico de moderada intensidad, el segundo grupo llevó a cabo un entrenamiento HIIT y por último un grupo control. Completadas las 12 semanas de entrenamiento se pudo constatar que hubo mejores resultados con HIIT, en cuanto a la reducción del porcentaje de grasa corporal, mayor sensibilidad a la insulina y un aumento del VO<sub>2</sub> máx. (45) (figura 2 y 3).

	HIIT (n = 11)		MIIT (n = 11)		CG (n = 12)	
	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
PS (II-III/IV-V)	6/5		5/6		6/6	
Age (years)	15.6 ± 0.7		16.3 ± 0.52		15.9 ± 1.2	
BM (kg)	83.5 ± 5.9	80.3 ± 6.2*	84.4 ± 6.6	82.7 ± 6.8*	82.7 ± 5.7	82.2 ± 5.5
Height (cm)	163.4 ± 4.4	163.7 ± 4.4	162.9 ± 4.7	163.0 ± 4.6	164.3 ± 5.1	164.5 ± 5.0
BMI-Z-sc	2.9 ± 0.2	2.5 ± 0.3 <sup>#,§</sup>	3.1 ± 0.4	2.8 ± 0.3*	2.9 ± 0.2	2.9 ± 0.2
WC (cm)	93.7 ± 4.8	90.3 ± 6.7*	94.0 ± 3.9	91.0 ± 4.6	93.1 ± 3.9	92.8 ± 3.7
% Body fat	37.2 ± 1.2	34.30 ± 1.7 <sup>*,§</sup>	38.2 ± 1.4	36.2 ± 1.0*	35.8 ± 1.5	35.4 ± 1.2
$\dot{V}O_{2peak}$ (ml mn <sup>-1</sup> kg)	36.9 ± 1.8	39.7 ± 1.8 <sup>#,£</sup>	37.0 ± 2.1	38.9 ± 2.2*	38.1 ± 1.5	38.6 ± 1.4
MAS (km h <sup>-1</sup> )	10.3 ± 0.8	11.5 ± 0.7 <sup>*,£</sup>	9.8 ± 1.2	10.9 ± 0.6*	10.4 ± 0.6	10.7 ± 0.8
EI (kcal day <sup>-1</sup> )	2,975 ± 118	2,883 ± 94	3,015 ± 123	2,912 ± 113	2,930 ± 95	2,895 ± 92

BMI-Z-sc: Índice de Masa Corporal / WC (cm): circunferencia de la cintura / MAS: velocidad aeróbica máxima

**Figura 2.** Variables físicas y Fisiológicas antes (pre) y después (post) de la intervención. Adaptado de Racil (2013).



**Figura 3.** Porcentaje de cambio en los niveles de masa grasa en los tres grupos después de la intervención. Racil (2013).

Por otro lado es importante mencionar que el tejido adiposo es el que secreta adiponectinas las cuales son moléculas bioactivas llamadas adipocinas que tienen

efectos anti-inflamatorios, anti-esclerótico, y de aumento de sensibilidad a la insulina, entre otros.

Podemos decir entonces que su concentración en el plasma se relaciona inversamente con la masa corporal, con la resistencia a la insulina y con estados inflamatorios, por ende los mismos factores que mencionamos al inicio acumulación de grasa visceral, la inactividad física y la sobrealimentación provocan una disfunción de adipocitos, provocando la sobre expresión de adipocinas proinflamatorias como el FNT y disminuyendo la secreción de adipocinas defensivas como la adiponectinas.

Los pacientes que padecen de DM2 entre otras enfermedades metabólicas, se caracterizan entonces por tener bajos niveles de concentración de adiponectinas en la sangre (43).

Los niveles de adiponectinas, debieran aumentar con el EF aeróbico moderado, al realizarlos 30 min al día todos o casi todos los días de la semana, pero recientemente se comprueba que la pérdida de grasa no es tan efectiva con estos programas de ejercicio. Por ende se realizó un estudio con el objetivo de ver los efectos de seis semanas de HIIT sobre los niveles plasmáticos en reposo de adiponectinas y la pérdida de grasa en las mujeres jóvenes sedentarias, para ello se reclutaron a 22 estudiantes que se dividieron aleatoriamente en dos grupos de control y uno experimental. El grupo experimental realizó tres sesiones de HIIT por semanas, durante 6 semanas. Cada sesión consistió de cuatro a seis repeticiones de carrera de velocidad máxima que se ejecutaba dentro de una zona de 20 metros con 20-30 segundos de recuperación. Los resultados que arrojó el estudio fue un aumento significativo de la concentración de adiponectinas en plasma, además el

porcentaje de grasa corporal y el IMC disminuyeron considerablemente después de la intervención en el grupo experimental (46).

A modo de discusión, el estudio menciona que HIIT aumenta la oxidación de ácidos grasos como consecuencia del aumento de adiponectinas en el músculo esquelético lo que reduciría el porcentaje de grasa corporal, por esto mismo debido a la relación inversa que existe entre ambos, las razones por las que aumenta el nivel circulante de adiponectinas es la disminución de grasa corporal (46).

Cabe mencionar que la intensidad del entrenamiento es el factor principal y más eficaz para la liberación desde el tejido adiposo al torrente sanguíneo de adiponectinas (46).

A modo de conclusión podemos decir que el entrenamiento HIIT es beneficioso tanto para la disminución del porcentaje de masa grasa, mejorar la capacidad para oxidación de las grasas, aumento del gasto energético, aumento del VO<sub>2</sub> máx. Entre muchos otros factores, además la literatura avala estos resultados beneficiosos que tendría el HIIT por sobre otros entrenamientos.

## **1.4 Ejercicio Aeróbico.**

El ejercicio aeróbico (EA) es el tipo de ejercicio que utiliza el metabolismo aeróbico de producción de energía, el cual permite la utilización de todos los sustratos alimenticios (glucógeno, grasas y proteínas) y también requiere de oxígeno para la producción de energía de los músculos. El metabolismo aeróbico predomina sobre los otros sistemas de energía después de realizar ejercicios con duración mayor a 2 minutos (47).



El EA son cualquier tipo de ejercicio que se realicen a niveles de moderada a mayor intensidad, durante periodos prolongados de tiempo y que requieran la acción de grandes grupos musculares, como por ejemplo: trotar, andar en bicicleta, correr, nadar, patinar, etc.(47).

#### **1.4.1 Método de entrenamiento continuo de moderada intensidad.**

Dentro de los métodos de entrenamiento aeróbico podemos encontrar tanto de tipo continuos como discontinuos, dentro de los discontinuos encontramos el entrenamiento de Fartlek, entrenamiento con intervalos y entrenamiento en circuitos, mientras que en el método continuo generalmente encontramos trotar o correr largas distancias lentamente (48).

El ECMI consta de realizar ejercicios continuos (trotar, carrera, natación, ciclismo, caminar etc.) a intensidades moderadas sin tiempos de descanso. Una de las ventajas de ECMI es que la intensidad a la que se realiza la actividad prescrita se mantiene de manera constante a lo largo de la práctica del ejercicio con un mismo ritmo. Este tipo de entrenamiento generalmente es más seguro, cómodo y más apto para personas que estén comenzando un programa de EA (48).

#### **1.4.2 Actividad física moderada.**

Al hablar de intensidad nos referimos a la magnitud del esfuerzo para realizar esa actividad o ejercicio o bien a la velocidad con la cual se realiza. La

intensidad de una AF depende del nivel de ejercicio que realiza cada persona y de la capacidad física de esta.

Según la OMS una AF moderada es aquella que requiere de un esfuerzo moderado, que acelera de forma perceptible el ritmo cardiaco y que equivale a una intensidad de entre 3 a 6 equivalentes metabólicos (MET). Algunos ejemplos de actividades de intensidad moderada son caminar a paso rápido, bailar, pasear con animales domésticos, entre otros (26, 49).

Los MET son unidades que se emplean para cuantificar el consumo de energía y se define como la cantidad de oxígeno consumida por kilogramos de peso por minuto (ml/kg por minuto) que equivale a 3,5 ml/kg por minuto (50).

Otro de los métodos más empleados para la monitorización de la intensidad del ejercicio es la frecuencia cardíaca (FC), cuando esta es utilizada como parámetro de control de la intensidad de ejercicio, se puede expresar como porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima (FCmax) o como porcentaje de la frecuencia cardíaca de reserva (FCR). Una FC entre el 55% - 90% de la FCmáx. es la más recomendada para mejorar la resistencia cardiorrespiratoria, aunque intensidades menores igual pueden tener beneficios para la salud, especialmente en personas que no realizan AF (sedentarias) y/o con baja capacidad física. La FCR es la diferencia entre la FCmáx. y la de reposo. Se ha determinado que el 60-80% de la FCR recomendada corresponde aproximadamente al 60-80% de la capacidad funcional de una persona (51, 52).

### **1.4.3 Respuestas fisiológicas al ejercicio aeróbico.**

#### **1.4.3.1 Respuestas cardiovasculares.**

El sistema cardiovascular tiene como principal función suplir las demandas metabólicas de todos los tejidos del organismo, igualmente tiene que tener la capacidad de poder adaptarse a los cambios que pueden sufrir dichas demandas para mantener de la mejor forma posible el equilibrio del organismo. Los cambios que experimenta constantemente el corazón y los vasos sanguíneos se hacen más patentes durante la práctica de ejercicio, ya que el aumento de las exigencias energéticas especialmente por parte del tejido muscular exige que haya ajustes circulatorios para cubrir las necesidades de oxígeno y nutrientes y al mismo tiempo poder eliminar los productos de desecho como el dióxido de carbono, el ácido láctico y disipar el exceso de calor (52).

Durante el ejercicio la función cardíaca experimenta una serie de cambios que llevan al aumento del gasto cardiaco (GC), aumenta la cantidad de sangre oxigenada que recorre todo el organismo en un minuto, llegando a ser numerosas veces más que el GC que se da en estado de reposo (5 litros por minuto). El GC aumenta debido a que se produce un aumento de la contracción miocárdica, hay aumento de la FC, se incrementa la irrigación sanguínea a través de la musculatura que se encuentra activa, además aumenta la constricción de los vasos de capacitancia sobre el lado venoso de la circulación en los músculos activos e inactivos, lo cual a su vez aumenta la presión venosa periférica y se produce una disminución neta de

la resistencia periférica total y todo esto que lleva al aumento del GC que da como resultado un incremento en la presión arterial sistólica (PAS) (50, 52).

Otros cambios que se experimentan en el sistema cardiovascular encontramos además un aumento en la frecuencia de despolarización del nódulo sinusal. Hay un aumento del desarrollo de la fuerza de las miofibras, una respuesta inotrópica directa del Sistema Nervioso Simpático (SNS) aumenta la contractilidad del miocardio. Asimismo se redistribuye la sangre de la musculatura inactiva durante el ejercicio, además de la sangre de los riñones, hígado y el bazo hacia la musculatura activa. Los metabolitos  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ , ADP y  $PCO_2$  provocan una reducción mediada localmente de la resistencia del lecho vascular arterial de los músculos activos. Las venas tanto de la musculatura activa como la que no lo está mantienen la constricción. Se produce también una disminución neta de la resistencia periférica total (50).

Cuando se realizan ejercicios de intensidad constante con duraciones mayores a 15 ó 20 min. Se origina una progresiva pérdida de agua a través del sudor que se acompaña de un desplazamiento de parte del volumen plasmático a los tejidos. Este descenso de volumen plasmático lleva a que haya una disminución de los volúmenes de llenado de los ventrículos, y consecuentemente del volumen sistólico. Esta reducción del volumen sistólico lleva a un aumento de la FC para así poder mantener en niveles lo más constantes posibles el GC. Además los mecanismos encargados de la termorregulación dirigirán parte de la sangre hacia la zona cutánea para someterla a los procesos de enfriamiento debido al aumento de temperatura que se da a nivel central (52).

### **1.4.3.2 Respuestas respiratorias.**

La respuesta que se da a nivel pulmonar con el ejercicio, sin importar cuál sea la duración o intensidad de éste, tiene como objetivo o función principal mantener el equilibrio o control homeostático de los gases de la sangre arterial. Así, durante la realización de ejercicio, y especialmente, mientras más intenso sea éste, el sistema respiratorio contribuye a mantener oxigenada y también disminuir la acidez de la sangre venosa marcadamente hipoxémica e hipercápnica. Además debe mantener un bajo grado de resistencia vascular pulmonar para evitar o minimizar el paso del agua hacia el intersticio pulmonar (52).

Durante la práctica de ejercicio se produce una baja en la saturación de oxígeno de la sangre venosa, aumenta los niveles de  $P_{CO_2}$  y de  $H^+$ , hay un aumento de la temperatura corporal o aumento de la estimulación de los receptores que se encuentran tanto en los músculos como en las articulaciones; estos factores ya sea solo o en combinación con otros, pueden provocar una respuesta del sistema respiratorio (50).

La ventilación minuto aumenta a medida que lo hacen la frecuencia respiratoria (FR) y el volumen corriente. La ventilación minuto puede aumentar significativamente ya sea por el incremento de la FR, la profundidad de las mismas o por la combinación de ambas (50, 52).

La ventilación aumenta linealmente con la intensidad del ejercicio desde el reposo hasta ejercicios de moderada intensidad; así como por su parte el GC aumenta también en relación lineal con la intensidad del ejercicio, por ende, el cociente  $V/Q$  durante el ejercicio moderado tiende a mantenerse cerca de la unidad,

con relaciones ligeramente superiores en bases y vértices pulmonares. La ventilación y la perfusión regionales durante la realización de ejercicios de moderada intensidad se hacen más uniformes, produciendo una relación V/Q más equilibrada en el pulmón (52).

La ventilación alveolar, que se produce con la difusión de gases por la membrana alveolo-capilar, aumenta 10 a 20 veces con un ejercicio pesado para aportar el oxígeno adicional necesario y expulsar los desechos metabólicos producidos (50).

Durante el ejercicio la concentración de hemoglobina (Hb) de la sangre aumenta entre un 5% y un 10%.

Durante el EF, distintos elementos desplazan la curva de disociación de la Hb hacia la derecha, entre estos elementos encontramos el descenso del pH, incremento en los niveles de PCO<sub>2</sub> y aumento de la temperatura inherentes a la práctica de ejercicio de una determinada intensidad. Esto significa que más oxígeno podría desligarse de la Hb a nivel de los tejidos para una PO<sub>2</sub> dada. Por otro lado, el pH en los pulmones es generalmente elevado, por lo que la Hb al pasar por los pulmones tendrá mayor afinidad por el oxígeno, proporcionando así una total saturación. Al contrario, en los tejidos periféricos el pH es menor lo que lleva a una baja de la afinidad del oxígeno por la Hb lo que facilita la oxigenación de los tejidos metabólicamente activos (52).

#### **1.4.4 Diabetes Mellitus (DM) y Ejercicio aeróbico.**

La DM es un conjunto heterogéneo de síndromes hiperglucemiantes que resultan de la combinación de un efecto en la función beta del páncreas y, por otra parte, de la disminución de la sensibilidad a la insulina en los tejidos diana (músculo esquelético y adipocitos). Si el déficit es severo, estos cambios hormonales pueden producir cetoacidosis y otras manifestaciones de catabolismo acelerado. La enfermedad se relaciona con complicaciones a largo plazo de los ojos, riñones, nervios y vasos sanguíneos (52).

El tipo más común es la DM2, que constituye el 80 al 95% de los enfermos diabéticos. Se caracteriza por un fenómeno de resistencia a la insulina, asociado con un deterioro en la secreción de la hormona. Sus causas no son bien conocidas pero suele tratarse de personas con sobrepeso u obesidad y con aumento de la grasa abdominal. La cetoacidosis se da infrecuentemente. Es habitual que desarrollen complicaciones micro y macrovasculares (52).

Asociado a la hiperglucemia, suele darse cifras normales e incluso aumentadas de insulina, que no son capaces de mantener unas cifras normales de glucosa en la sangre, lo que lleva a pensar en una deficiencia relativa; esto es, la cantidad de insulina secretada es incapaz de suplir la resistencia de la misma por parte de los tejidos diana. La RI puede disminuir de manera significativa con la realización de AF y conjuntamente con el control del peso, y un apropiado tratamiento farmacológico. El riesgo de sufrir DM2 aumenta con el sedentarismo, la obesidad, la edad, la HTA y las dislipidemias (52).

El ejercicio regular reduce el riesgo de sufrir enfermedades en el sistema cardiovascular, que son enfermedades comunes en este tipo de pacientes. Los efectos de la AF sobre el perfil lipídico o la relación con la grasa abdominal en estos pacientes también merecen consideración especial (52).

En general, es recomendable una AF regular de intensidad moderada, preferiblemente EA, con una duración de 30 min diarios y una frecuencia de 3 o 4 a la semana (53). Otros investigadores recomiendan que estas personas acumulen a diario 30 min de AF de intensidad moderada.

El Colegio Americano de Medicina Deportiva actualmente recomienda incluir ejercicios de resistencia y han desarrollado programas de adaptabilidad para adultos con DM2. (54) Dustan y otros, (55) así como Castañeda y otros (56) confirmaron la utilidad de los ejercicios de resistencia en las personas con DM2.

Las personas con DM deberían hacer al menos 150 min o más a la semana, de AF aeróbica de intensidad moderada (50-70 % de ritmo cardíaco máximo) y realizar entrenamiento de resistencia 3 veces por semana, a menos que esté contraindicado por la presencia de alguna complicación (57,58).

En personas con DM2, la AF puede mejorar la sensibilidad a la insulina y contribuir a disminuir los elevados niveles de glucosa en sangre a un rango normal, así como reducir el consumo de fármacos normoglucemiantes o hipoglucemiantes (59).

Diferentes estudios de intervención han demostrado que en los pacientes con tolerancia alterada a la glucosa, los programas de dieta y ejercicio disminuye en 60 % el riesgo de desarrollar DM2 (60,61).



En sujetos con DM 2 la dieta y el EF producen pérdida de peso, lo que favorece la reducción del uso y la dosificación de los hipoglucemiantes o los normoglucemiantes orales y/o de la insulina significativamente mayor que si se utiliza solo dieta (62).

Se ha confirmado que la intervención a través de EF es efectiva en reducir el IMC, los niveles de HbA1c, el riesgo coronario y el costo del tratamiento en sujetos con DM2. Además, se ha observado una correlación estadísticamente significativa entre la cantidad de la AF voluntaria y los efectos beneficiosos que reporta (63). Datos de la literatura demuestran que modestos incrementos de la AF disminuyen la mortalidad en sujetos con DM2 (64).

Estudios de cohorte han mostrado que los altos niveles de aptitud aerobia o de AF, se relacionan con una disminución de la mortalidad cardiovascular, mucho mayor de lo que podría explicarse solo por la disminución de los niveles de glucemia (65).

#### **1.4.4.1 Beneficios del ejercicio físico en sujetos con Diabetes.**

Los beneficios del EF aeróbico y de resistencia, han sido descritos por varios investigadores. A continuación se expone un resumen de estos (66,67):

- Mejoría de la sensibilidad a la insulina, lo que disminuye la insulinemia basal y posprandial.
- Aumento de la utilización de glucosa por el músculo, esto contribuye a evitar la hiperglucemia.

- Reducción de las necesidades diarias de insulina o de las dosis de hipoglicemiantes o normoglicemiantes orales.
- Mejoría en los estados de hipercoagulabilidad y las alteraciones de la fibrinólisis.
- Mejoría de la respuesta anormal de las catecolaminas al estrés.
- Aumento del gasto energético y de la pérdida de grasa, que contribuye a controlar el peso corporal y evita la obesidad.
- Mejoría en general de la presión arterial y función cardíaca.
- Contribución a mejorar los niveles de las lipoproteínas de alta densidad (HDL colesterol) y a disminuir los niveles de colesterol total y de los triglicéridos.
- Reducción de la incidencia de algunos tipos de cáncer.
- Disminución de la osteoporosis.
- Preservación del contenido corporal de la masa magra, aumento de la masa muscular y de la capacidad para el trabajo.
- Aumento de la elasticidad corporal.
- Contribución a mejorar la imagen corporal.
- Mejoría de la sensación de bienestar y la calidad de vida.
- Evita la ansiedad, la depresión y el estrés.
- Reducción a largo plazo del riesgo de complicaciones de la DM.

### **1.4.5 Obesidad y ejercicio físico.**

La obesidad está actualmente considerada como una enfermedad crónica, y muchos la consideran la epidemia del siglo XXI. Se caracteriza por un exceso de grasa, lo que se traduce en un aumento de peso, y se identifica mediante el IMC, un indicador simple que relaciona el peso y la talla (peso en kilogramos dividido por el cuadrado de la altura en metros); es capaz de discriminar y establecer diferentes categorías. Según la OMS, el IMC proporciona la medida más útil de sobrepeso y obesidad, determinándose con un IMC mayor o igual que 25, o mayor o igual que 30, respectivamente (17,68).

El fenómeno de la obesidad relacionado con niños y adolescentes adquiere una particular relevancia, pues se asocia a una mayor morbilidad y discapacidad en la edad adulta. Para este grupo de población, la escuela parece ser un lugar favorable a la hora de orientar la conducta del niño mediante estilos de vida saludables y prevenir la obesidad y sus enfermedades asociadas (17, 69).

La práctica regular de EF, permite mantener un apropiado control del peso corporal y de la cantidad de masa grasa, esto debido a que al realizar ejercicio se aumenta el consumo energético diario y se mantiene por cierto tiempo después de haberlo realizado. Tras la práctica de ejercicio el consumo de oxígeno y el gasto metabólico permanece un tanto aumentado sobre las cifras basales. Esto se debe a la re-fosforilación de la creatina y ADP, la restauración de los depósitos de glucógeno, el aumento de las catecolaminas séricas, el reciclaje de triglicéridos y ácidos grasos y el incremento de la temperatura. Este efecto puede aparecer tanto después de ejercicio de fuerza como EA. Aparte se ha comprobado que en los

obesos existe un mayor estrés oxidativo tras ejercicio de tipo aeróbico y de fuerza. La relación inversa entre la AF y la obesidad suele encontrarse con la difícil barrera de la valoración objetiva del ejercicio, ya que la información de las encuestas a menudo sufre las limitaciones de la tendencia a la exageración por parte de los pacientes obesos. Sin embargo, hay amplias pruebas de la relación inversa entre ejercicio y peso corporal. Por ejemplo, Coakley y cols (1998) mostraron en un estudio que los sujetos que mayor tendencia a ganar peso eran, precisamente los menos activos, o los que habían reducido su AF (52).

En una revisión sistemática que buscaba analizar los principales estudios sobre la eficacia de la AF para reducir el sobrepeso y la obesidad de niños y adolescentes (70), encontraron estudios en los que autores como Wong PC. Y sus colaboradores (2008) lograron, mediante un circuito de entrenamiento de fuerza y de EA de dos días a la semana, que niños de entre 13 y 14 años mejoraran significativamente la masa libre de grasa, el IMC, el estado de forma, la frecuencia cardiaca en reposo, la presión sanguínea sistólica y los triglicéridos tras doce semanas de intervención (71).

Por otro lado, Lee, Y. H. et al (2010) dividieron a los niños en tres grupos, según la AF realizada: aeróbico, combinado de fuerza y aeróbico, y grupo control; tres días a la semana y durante diez semanas. Tanto el colesterol LDL, como la circunferencia de la cintura y la PAS disminuyeron significativamente después del programa de ejercicios, aunque el colesterol HDL y la flexión del tronco aumentaron sólo en el programa de ejercicios combinados (72).

Weigel, C. y sus colaboradores (2008) mejoraron el IMC, la masa grasa y la PAS, alternando natación con deportes de interior durante 2 días a la semana (73).

Kain BJ y cols. (2008), por su parte, incrementaron hasta 90 minutos las clases de educación física, logrando una disminución del IMC y menor porcentaje de niños obesos (74).

Walther C. y cols (2009) encontraron un efecto positivo en el estado de forma física, tendencia positiva en la reducción del IMC, y mejora de la habilidad motora (75).

En esta misma revisión se llega a la conclusión de que coincide la bibliografía revisada en que la dieta (distribución de las comidas) debe combinarse con la práctica del ejercicio. Los dos aspectos por separado retrasan la reducción del peso corporal. Cuando se combina la adecuada distribución de las comidas con la práctica de la AF, las acciones se potencian mutuamente y se obtienen mejores resultados (70).

## Capítulo II. Revisión de la literatura

### 2.1 Búsqueda sistemática de literatura.

Se realizó una búsqueda sistemática de literatura para conocer el estado del arte de la temática en cuestión y de esta forma responder a nuestra pregunta de búsqueda, entregándonos datos relevantes y además verificando lo novedoso de la idea, constatando que no haya estudios de iguales características al que se desea realizar.

Para esto se comenzó con la identificación de los términos que se implementarían para realizar la búsqueda, utilizando el sistema PICO, en el cual los términos utilizados para cada componente fueron los siguientes: obesidad, entrenamiento de intervalo de alta intensidad, entrenamiento continuo, pérdida de masa grasa y resistencia aeróbica.

La búsqueda se llevó a cabo en la base de datos MEDLINE a través del motor de búsqueda PubMed, y en la base de datos Scielo.

La pregunta de búsqueda se planteó de la siguiente manera, ¿Cuál es la efectividad de un programa de entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación a un plan de entrenamiento continuo de moderada intensidad en niños con obesidad, en la pérdida de masa grasa y mejora de la resistencia aeróbica?

La búsqueda sistemática de la información en PubMed fue realizada con términos libres y términos Mesh, algunos de ellos fueron:

"Obesity", "HIIT", "High intensity interval training", "Continuous training", "Endurance", "Endurance training", "Moderate intensity continuous training",

“Vo2 máx”, “Aerobic capacity”, “Adipose Tissue”, “Diabetes Mellitus”, “Body fat”, “Obesity Abdominal”, “Abdominal fat”, etc.

Luego de la búsqueda de los términos por separado, estos fueron unidos utilizando el operador booleano OR y Posteriormente se utilizó el operador booleano AND para unir los componentes de nuestra pregunta de búsqueda.

Finalmente se aplicaron los filtros “Clinical trial”, “Humans” y “Child: 6-12 years”, arrojando como resultado solo un artículo, el cual fue realizado en niños y que comparaba los efectos de HIIT con el entrenamiento continuo. En último lugar se procedió a hacer el análisis crítico de este estudio.

Respecto a la búsqueda en base de datos Scielo, para comenzar solo se incluyeron a los pacientes y a la intervención, con los términos “obesidad” y “ejercicio de intervalos de alta intensidad” respectivamente. Cabe mencionar que se usaron múltiples términos en la intervención, ya que HIIT presenta más de una denominación, como por ejemplo “ejercicio intermitente de alta intensidad” o “ejercicio de intervalos”, etc. Primero se hizo una búsqueda libre de cada término y se usó el conector OR para combinar la intervención y finalmente se utilizó el conector AND para combinar la intervención con pacientes. Así se obtuvieron dos resultados pero ningún de estos estudios fueron realizados en niños, por lo que se determinó no realizar una búsqueda más específica teniendo en cuenta la poca cantidad de estudios obtenidos al solo combinar estos dos componentes.

## 2.2 Análisis crítico de la literatura.

- **Nombre del estudio:** Similar Health Benefits of Endurance and High-Intensity Interval Training in Obese Children
- **Autores:** Ana Carolina Corte de Araujo, Hamilton Roschel, Andreia Rossi Picanc,, Danilo Marcelo Leite do Prado, Sandra Mara Ferreira Villares, Ana Lucia de Sa Pinto, Bruno Gualano
- **Tipo de artículo:** Ensayo clínico
- **Recibida:** 7 de mayo de 2012
- **Aceptada:** 12 de julio de 2012
- **Publicación:** 6 de agosto de 2012
- **Revista:** PLoS ONE

### Resumen del estudio.

- **Objetivo:** comparar dos modalidades de entrenamiento físico (es decir, el entrenamiento de resistencia [ET] y los intervalos de entrenamiento de alta intensidad [HIT]) en los parámetros relacionados con la salud en niños obesos con edades comprendidas entre los 8 y los 12 años.
- **Métodos:** Treinta niños obesos fueron asignados aleatoriamente en el ET o el grupo de HIT. El grupo ET realizó 30 a 60 minutos de ejercicio continuo en el 80% del peak de la frecuencia cardiaca (FC). El grupo de HIT realizó entrenamiento de 3 a 6 series de 60-s al 100% del peak de velocidad, intercalados por un periodo activo de recuperación de 3 min al 50% de la



velocidad de ejercicio. Las sesiones de HIT duraron 70% menos que las sesiones de ET. Al inicio del estudio y después de 12 semanas de intervención, la capacidad aeróbica, composición corporal y parámetros metabólicos se evaluaron.

- **Resultados:** Tanto el VO<sub>2</sub> peak absoluto (ET: 26,0%; HIT: 19,0%) y de la VO<sub>2</sub> peak relativo (ET: 13,1%; HIT: 14,6%) aumentaron significativamente en ambos grupos después de la intervención. Además, el tiempo total de ejercicio (ET: 19,5%; HIT: 16,4%) y a la velocidad peak durante prueba cardiorrespiratoria graduada máxima (ET: 16,9%; HIIT: 13,4%) mejoraron significativamente a través de intervenciones. Insulinemia (ET: 29,4%; HIT: 30,5%) y el índice HOMA (ET: 42,8%; HIT: 37,0%) fueron significativamente menores en ambos grupos en el POST cuando se compara con el PRE. La masa corporal se redujo significativamente en el HIT (2,6%), pero no en el grupo ET (1,2%). Una reducción significativa en el IMC se observó en ambos grupos después de la intervención (ET: 3,0%; HIIT: 5,0%). El análisis de respuesta reveló un patrón muy similar de las variables más sensibles entre los grupos.
- **Conclusión:** HIT y ET fueron igualmente eficaces en la mejora de importantes parámetros relacionados con la salud en jóvenes obesos.

Para realizar el análisis crítico de la literatura de este ensayo clínico, se recurrió a la guía CASPe específica para este tipo de estudio, que consta con 11 pregunta que nos condujeron a un mejor análisis de la evidencia clínica.

El ensayo se orienta a una pregunta claramente definida, dando a conocer la población, mencionando que son niños obesos entre los 8-12 años, la intervención realizada, que sería la comparación entre HIIT y el entrenamiento continuo, además de los resultados los cuales eran los parámetros relacionados con la salud de la población intervenida. Los pacientes fueron asignados aleatoriamente en dos grupos de intervención, siendo cada uno de ellos evaluado al principio y al final del entrenamiento y durante el transcurso manteniendo un seguimiento. En el estudio no se menciona si los pacientes, clínicos o personal de estudio, fueron cegados.

Al comienzo del ensayo los grupos fueron similares en términos de género, edad y medidas antropométricas, además al margen de la intervención los grupos fueron tratados de igual modo ya que ambos tenían su plan de intervención y fueron evaluados al principio y al término del estudio.

Los resultados podrían ser aplicables a nuestro medio pero ajustándose a las características de la población chilena, ya que este estudio fue realizado en el extranjero. Además es considerable mencionar, que el estudio buscaba los efectos de estos entrenamientos en los parámetros relacionados con la salud de los sujetos de estudio, encontrándose buenos resultados, incluyendo así los resultados de importancia clínica. Por último los beneficios que tiene este estudio, justifica los riesgos y costes que podría ocasionar, ya que las cifras de sobrepeso y obesidad infantil en Chile y específicamente en la novena región son alarmantes, y las consecuencias que pueden traer estas condiciones para la salud de los niños pueden significar mayores costos para el sistema de salud, por lo que los costos de un entrenamiento son totalmente justificables.

Realizado el análisis crítico del artículo podemos decir que tiene un alto nivel metodológico, por el hecho de que la mayoría de las respuestas son positivas, sin embargo tiene ciertos aspectos a considerar, uno de ellos es que los sujetos de intervención fueron reclutados desde un hospital en donde ya recibían tratamiento multidisciplinario para la obesidad y este no se detallaba. Además como se mencionó anteriormente no hay referencia de si el estudio fue cegado, todo esto puede significar en algún sesgo en la investigación.

## **Capítulo III. Diseño de investigación**

### **3.1 Pregunta de investigación.**

**¿Es efectivo el entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo de moderada intensidad, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna de Carahue durante el año 2017?**

### **3.2 Objetivos**

#### **3.2.1 Objetivo General.**

Determinar la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en comparación con el entrenamiento continuo de moderada intensidad como instrumento terapéutico en la reducción del índice de masa corporal (IMC) y la mejora de la resistencia aeróbica en niños con obesidad de la comuna de Carahue.

#### **3.2.2 Objetivos Específicos.**

- Determinar si existen diferencias significativas en la mejora de la resistencia aeróbica y disminución del IMC del grupo intervención en comparación con el grupo control.
- Cuantificar el efecto del ejercicio continuo de moderada intensidad sobre los niveles de IMC.

- Cuantificar el efecto del ejercicio continuo de moderada intensidad sobre la resistencia aeróbica.
- Cuantificar el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre los niveles de IMC.
- Cuantificar el efecto del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre la resistencia aeróbica

### **3.3 Justificación del estudio.**

De acuerdo a los datos que nos entrega la encuesta nacional de salud (ENS) del año 2009- 2010, en mayores de 15 años, el porcentaje de obesidad se ha incrementado de manera considerable con respecto a su versión anterior, realizada en el año 2003. Siendo su prevalencia de 25,1% incluyendo la obesidad mórbida, en cuanto a la obesidad abdominal la prevalencia total es de 62,0%, estos datos nos revelan cuán importante y fundamental sería la intervención temprana en niños con obesidad, previniendo así el riesgo de presentar esta condición en su vida adulta, acarreado con ello la totalidad de enfermedades que se le asocian, restringiendo su calidad de vida (76).

Mundialmente los cambios alimenticios y la baja AF llevan a un desequilibrio entre las calorías consumidas y las gastadas. En la actualidad los niños ocupan la mayor parte del tiempo en actividades sedentarias, tales como ver televisión, jugar videojuegos o estar frente al computador, lo que se contrarresta con lo que sucedía tiempo atrás en donde ocupaban la mayor parte del tiempo en actividades que producen mayor gasto energético (6,7). En cuanto a la alimentación,

también se han producido ciertos cambios como el consumo de alimentos altos en grasas y bebidas azucaradas (17). Nuestro país no escapa de esta realidad, mostrando un aumento considerable del sedentarismo al igual que el consumo de alimentos no saludables que llevarían a una inminente obesidad (7). Esta problemática ha ido en aumento afectado a toda la población, evidenciando cifras preocupantes en la población infantil, especialmente en nuestra región (11), por ende la muestra de estudio es de fácil acceso.

Si bien el entrenamiento HIIT requiere de implementación e infraestructura para ser llevado a cabo, no es inaccesible en términos económicos además de que se recurrirá al fondo de investigación UNETE de la Universidad de la Frontera.

Nos parece interesante hacer la comparación con HIIT ya que este ocupa menos tiempo en su realización y muestra resultados más rápido, asociando además a menor percepción de fatiga en la realización de los ejercicios por parte de los niños.

Si bien hay variados estudios sobre HIIT y sus beneficios en el adulto (14, 15,16), son muy pocos los que están enfocados en analizar los efectos que tiene este tipo de entrenamiento en la obesidad infantil (13), además como ya se mencionó al ser HIIT un entrenamiento que demanda poco tiempo, podría tener mayor adherencia, ya que las actividades que realizan comúnmente los niños son intermitentes, relacionándose estas a la modalidad que presenta el HIIT (12,13).

Por otro lado nuestra investigación cumplirá con su aspecto ético ya que buscará siempre el mayor beneficio para los participantes, previniendo cualquier perjuicio que se les pudiera ocasionar, por esto se le pedirá a todos los padres de los integrantes que firmen un consentimiento, en el cual se les informará sobre la

intervención que se realizará y todo lo concerniente a ello, además no se dejará a ningún paciente sin recibir intervención, buscando siempre equiparar los riesgos y beneficios para los participantes.

Por último creemos que contribuirá a la elaboración de estrategias más efectivas para tratar esta problemática a nivel nacional, además será el pie para futuras investigaciones que busquen soluciones para este tipo de población, llegando a elaborar medidas tangibles en pos de solucionar esta problemática. También es fundamental el aporte al campo científico que nuestro estudio entregará.

### **3.4 Diseño del estudio.**

El diseño de estudio más apropiado para responder a nuestra pregunta de investigación es el ensayo clínico aleatorizado, ya que el aspecto de la intervención que se evaluará es la efectividad de un entrenamiento, comparado con otro de distinta modalidad.

El ensayo clínico aleatorizado tiene como objetivo especificar el tratamiento más apropiado, esto se lleva a cabo a través de la comparación de los efectos de dichos tratamientos entre un grupo de control y un grupo de intervención en los que la asignación de los pacientes a cada grupo se realiza de manera aleatorizada, esta distribución de variables desconocidas permite que las características basales tales como el sexo y edad se homogenice y además disminuye el sesgo por asignación del tratamiento, esto facilita la comparabilidad de la información obtenida (77, 78).

Producen la evidencia más potente en la determinación de causas y efectos, y en algunos casos son el único diseño de estudio apropiado para responder a

algunas preguntas. En comparación con los estudios observacionales a veces producen una respuesta más rápida y económica (77,78).

Habitualmente resultan costosos en tiempo y dinero. No todas las preguntas pueden ser aclaradas a través de experimentos. Intervenciones estandarizadas a veces difieren de la práctica cotidiana. Limita la pregunta de estudio y restringe el alcance de la investigación (78).

El estudio busca comparar dos intervenciones para determinar cuál de estas es más efectiva, comparándolas con un grupo control. En este estudio se propone formar 2 grupos, uno que recibirá la intervención de HIIT y otro grupo de comparación que se aplicará un protocolo de ECMI, ambos grupos recibirán educación sobre alimentación saludable y actividad física.

La utilización de un grupo control nos permite poder comparar este con el grupo de intervención y así dilucidar si la terapia que se está probando tiene mejores efectos en relación a alguna variable estudiada.



## **Capítulo IV. Materiales y método.**

### **4.1 Sujetos del estudio**

#### **4.1.1 Población Diana.**

Niños y niñas entre los 8 y 12 años de edad que presenten obesidad que vivan en la región de la Araucanía, Chile.

#### **4.1.2 Población Accesible.**

Niños y niñas entre los 8 y 12 años de edad que presenten obesidad y que formen parte del programa Universidad Es Territorio (UNETE) de la comuna de Carahue, Chile, durante el año 2017.

### **4.2 Muestra.**

Niños y niñas entre los 8 y 12 años que presenten obesidad que formen parte del programa UNETE de la comuna de Carahue durante el año 2017, y que sean alumnos regulares de la Escuela Municipal E-415 Darío Salas Díaz y Escuela E-425 Kim Ruka, que cumplan con los criterios del estudio.

#### **4.2.1 Criterios de elegibilidad**

##### **4.2.1.1 Criterios inclusión.**

- Niños y niñas con obesidad (percentil > o igual a 95)
- Edad entre 8 y 12 años.
- Padres de niños deben haber firmado el consentimiento informado.
- Contar con asentimiento del niño/a.

- Ser alumno regular del establecimiento.

#### **4.2.1.2 Criterios exclusión.**

- Participante que haya sufrido un traumatismo que le limite la realización de ejercicio físico.
- Participante que presenta patología cardiaca con contraindicación médica de ejercicio físico intenso.
- Participante que presente Síndrome de hiperreactividad bronquial.
- Participante con alguna discapacidad física e intelectual

### **4.3 Tamaño Muestral.**

La estimación del tamaño de la muestra se basó en los resultados del ensayo clínico de Corte de Araujo et al 2012 (79), que comparó ambas modalidades de entrenamiento en niños de 8 a 12 años, muy similar a lo que se realizara en este estudio, esto se hizo con el fin de determinar la diferencia mínima clínicamente importante.

Se procedió a realizar el cálculo a través del software estadístico epidemiológico EPIDAT 3.1, se hizo selección de muestra a través de prueba de selección de hipótesis, se usaron varianzas conocidas para los grupos, para lo cual se consideró un nivel de confianza del 95%, un error alfa de 0.05, una potencia de 80%, una razón entre las muestras de 1 y una diferencia de medias esperadas de 0,8. En base al estudio mencionado y en la desviación estándar de la variable VO2 peak,

el programa arrojó un tamaño de muestra de  $n= 40$  personas, considerando un porcentaje de pérdida del 10%, obteniendo un tamaño muestral definitivo de 44 personas, del cual 22 pertenecerán al grupo de entrenamiento con HIIT y 22 al grupo de entrenamiento continuo.

#### **4.3.1 Asignación Aleatoria.**

La aleatorización es el proceso de asignación a través del azar, el cual permite distribuir a los sujetos de investigación a los diferentes grupos de intervención, comparando los efectos de estos tratamientos sobre las variables de resultado (77).

La aleatorización tiene como finalidad disminuir las diferencias que puedan darse entre los grupos que no sean producto de los tratamientos que se están realizando, buscando con esto que los sujetos o grupos de estudio tengan características basales lo más homogéneas posibles (77).

Debido a que nuestra población de estudio son estudiantes de enseñanza básica los cuales se encuentran distribuidos en grupos curso ya establecidos y existe la posibilidad de que haya contaminación entre los grupos debido a que los sujetos pueden compartir información entre ellos, y asimismo siendo dificultosa su compilación, se recurrió a la aleatorización por conglomerados o muestreo de grupos, la cual consiste en seleccionar una muestra aleatoria de grupos y observar a toda la unidad de estudio entre los grupos elegidos

La aleatorización por conglomerados o clusters consiste en un proceso de aleatorización simple o en bloque de grupos (personas, comunidades, ciudades,

salones, etc.) en donde la unidad de interés no es el individuo, sino que es el grupo o conglomerado. Se puede emplear para programas educativos, medidas preventivas comunitarias, además de ser muy aplicada en estudios epidemiológicos. Otra característica favorable que posee es que evita la contaminación entre los grupos y el comportamiento de los individuos es similar, disminuyendo los posibles sesgos que se pueden dar en los estudios (77,80).

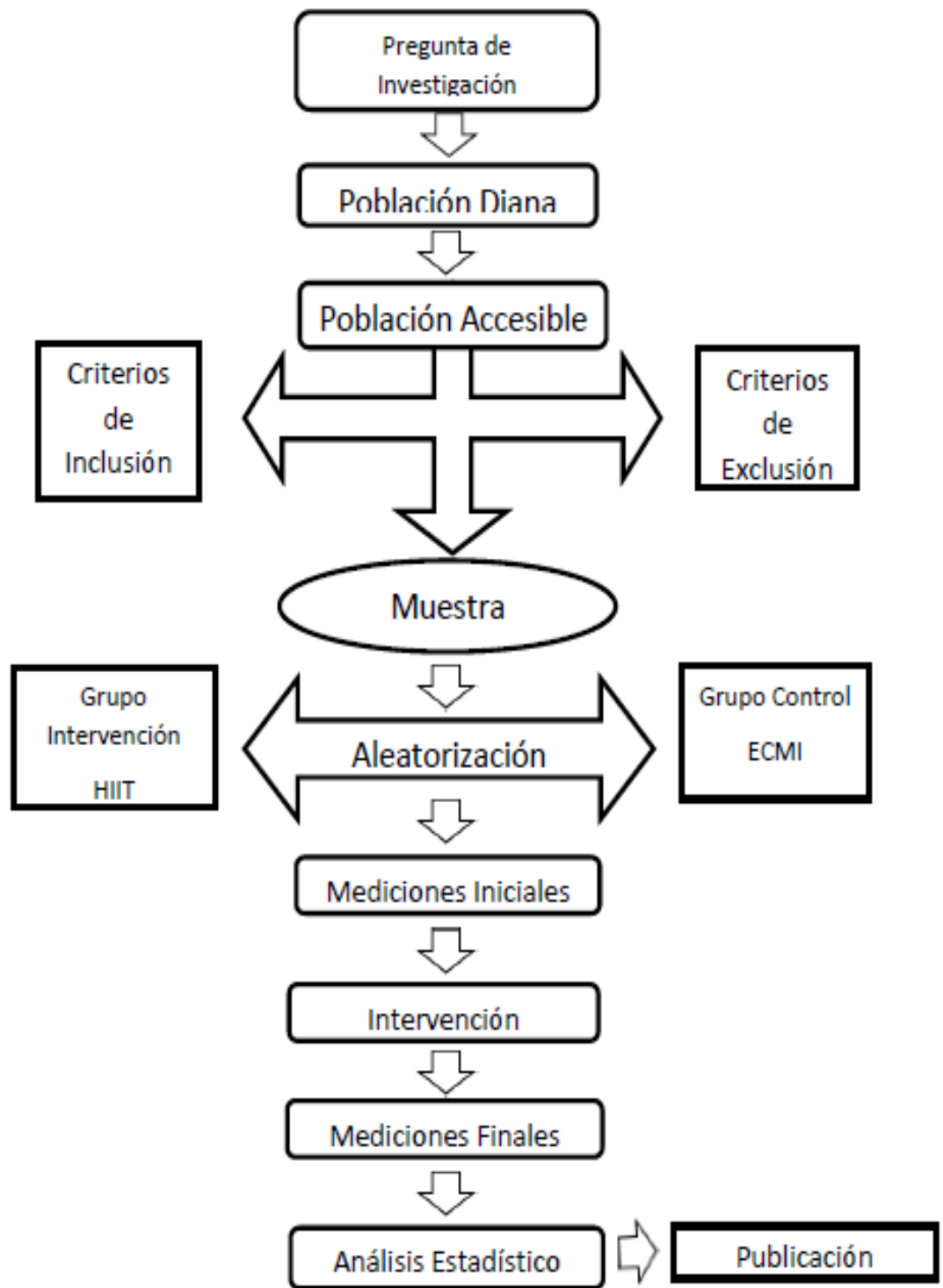
Los colegios con los que se trabajará son Escuela Municipal E-415 Darío Salas Díaz y Escuela E-425 Kim Ruka que son establecimientos del área urbana de la comuna de Carahue que cuentan con enseñanza preescolar y escolar básica, los cuales dependen de la municipalidad de esta misma ciudad.

Primero se asignará a cada colegio o conglomerado una de las intervenciones las que podrán ser HIIT o entrenamiento continuo de moderada intensidad, esta asignación se llevará a cabo a través de aleatorización simple. En cada colegio se seleccionarán los participantes, que deben contar con los criterios de inclusión.

#### **4.3.2 Enmascaramiento.**

Consistirá en un enmascaramiento simple, en el que solo el kinesiólogo evaluador no tendrán conocimiento del tipo de intervención al que han sido sometidos los participantes, los kinesiólogos monitores que formarán parte de los programas de intervención no pueden ser enmascarados ya que estos conocerán el protocolo de entrenamiento que recibirá cada participante. Los participantes del estudio tampoco serán enmascarados ya que resulta imposible que no conozcan qué intervención están recibiendo.

### 4.3.3 Flujograma.



**Figura 4.** Flujograma de investigación.

## 4.4 Variables y mediciones.

### 4.4.1 Variable de exposición.

Consiste en intervenciones que buscan modificar el IMC y mejorar la resistencia aeróbica.

#### 4.4.1.1 HIIT.

Es un ejercicio intermitente de sesiones repetidas relativamente cortas, cada sesión puede durar unos pocos segundos o minutos con una fase de actividad vigorosa, seguida de una fase de descanso o de baja intensidad (27).

**Descripción de protocolo:** se realizará HIIT tres veces a la semana, cada sesión durará 8 minutos con 16 intervalos, cada intervalo consistirá en 15 segundos de ejercicio intenso y 15 segundos de recuperación pasiva (13). La intensidad del ejercicio se controlará con monitor cardíaco. En este protocolo se realizará ejercicio de intensidad vigorosa que según la ACSM corresponde a 77 - 95% de la FC<sub>máx</sub> de cada niño (81) (figura 5) .

INTENSITY	RELATIVE INTENSITY			
	%HRR or %VO2R	%HR <sub>máx</sub>	%VO2 <sub>máx</sub>	Perceived Exertion (Rating on 6-20 RPE Scale)
VERY LIGHT	<30	<57	<37	<very light (RPE<9)
LIGHT	30 - 39	57 - 63	37 - 45	Very light-fairly light (RPE 9 – 11)
MODERATE	40 - 59	64 - 76	46 - 63	Fairly light too somewhat Hard (RPE 12 – 13)
VIGOROUS	60 - 89	77 - 95	64 - 90	Somewhat hard to very hard (RPE 14 – 17)
NEAR-MAXIMAL TO MAXIMAL	≥ 90	≥ 96	≥ 91	≥ very hard (RPE ≥ 18)

ACSM. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. Med Sci Sports Exerc. 2011: 1334 - 1359.

**Figura 5.** Clasificación intensidades de AF (2011).

#### **4.4.1.2 Ejercicio continuo.**

Ejercicio realizado de manera continua a una intensidad moderada, que se mantiene constante durante toda la ejecución del ejercicio y que no cuenta con descansos en la ejecución de este (52).

**Descripción del protocolo:** Se realizarán 3 sesiones a la semana de ejercicio continuo de moderada intensidad, de 20 minutos de duración cada sesión, esto se realizará por 16 semanas. La intensidad será medida según la frecuencia cardiaca máxima de cada niño y esta será controlada con monitor cardiaco. La ACSM estipula que una intensidad moderada corresponde al 64 - 76% de la FCmáx.(81) (Figura 5).

#### **4.4.2 Variable de resultado.**

##### **4.4.2.1 Obesidad.**

Acumulación anormal o excesiva de grasa que resulta perjudicial para la salud. La norma técnica propone como indicador para la evaluación del estado nutricional en escolares y adolescentes en el nivel primario de atención, la relación IMC/edad.  $IMC = \text{peso}/\text{talla}^2$

La población de referencia se basa en los estándares de comparación americanos del National Center for Chronic Disease-National Center for Health Statistics (CDC-NCHS) (82)

Criterios de calificación según IMC:

- IMC < p10 bajo peso
- IMC entre p10 y < p85 normal

- IMC entre p85 y < p95 riesgo obesidad
- IMC p95 obesidad

**Tipo de variable:** cuantitativa de tipo continua.

**Instrumentos:** se realizará la medición del peso corporal y talla en una balanza con tallimetro marca SECA 700 ROBUSTA, los valores de peso y altura serán utilizados en la fórmula para calcular el índice de masa corporal en la cual el peso (kg) es dividido por la altura al cuadrado (m).

**Medición:** niño en posición bípeda, descalzo con la menor cantidad de ropa posible (ropa interior).

#### **4.4.2.2 Resistencia aeróbica.**

Capacidad de resistencia a la fatiga durante actividades en la que la resíntesis de ATP se produce fundamentalmente por medio del metabolismo aeróbico, la cual puede ser objetivada a través del cálculo del VO<sub>2</sub> max.(52).

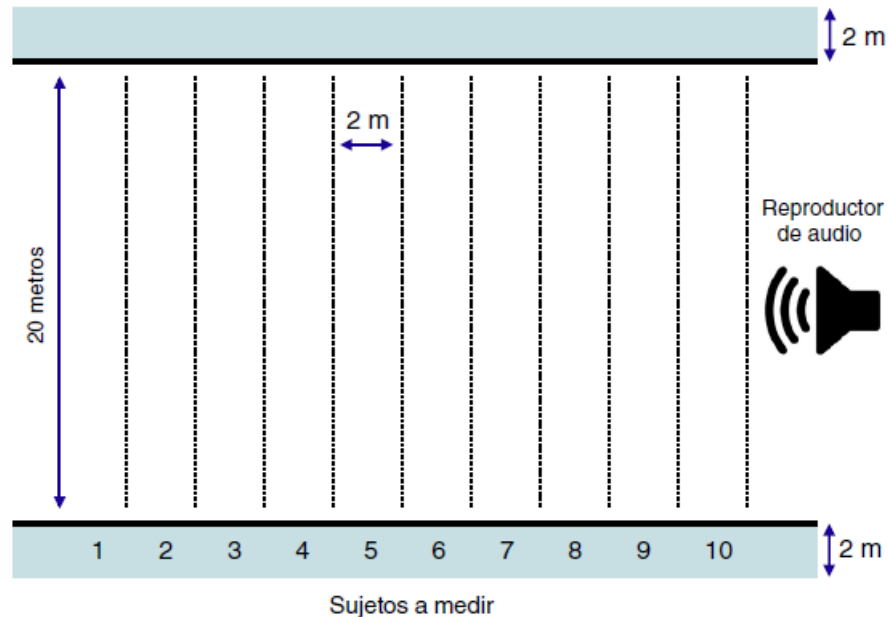
**Tipo de variable:** cuantitativa de tipo continua.

**Instrumentos:** Se aplicará el test course navette de 20 metros, el cual consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido, en el cual el ritmo de carrera lo impone una señal sonora. La velocidad inicial será de 8,5 km/h y se incrementa 0,5 km/h cada minuto (83).

**Medición:** De ser posible se realizará en el gimnasio de la escuela, si esta no lo posee, se solicitara el gimnasio municipal de Carahue. Se marcarán dos líneas que estarán paralelas a una distancia de 20 metros, cada niño se ubicará a una distancia



de 2 metros de su compañero y el reproductor de sonido será ubicado a un costado del espacio para facilitar el sonido (figura 6).



**Figura 6.** Test Course Navette de 20 metros.

Los niños deben asistir con ropa deportiva, de no ser posible se les proporcionará lo necesario para rendir el test.

Para iniciar, los niños deben estar ubicados detrás de la línea en el momento en que se emita la primera señal sonora, deben recorrer la distancia hasta el final antes de que suene el próximo “beep”, pudiendo ser alentados verbalmente para que realicen su máximo esfuerzo. El test finaliza cuando el niño se detiene porque alcanzó la fatiga o cuando por dos veces consecutivas no alcanza a pisar detrás de la línea al sonido del “beep” completando su VFA (velocidad final alcanzada).

El cálculo del VO<sub>2</sub> máx. se realizará a través de la siguiente fórmula:

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 31,025 + (3,238 \times \text{VFA}) - (3,248 \times \text{E}) + (0,1536 \times \text{VFA} \times \text{E})$$

- VFA: Velocidad final alcanzada en km/h
- E: Edad en años

### **4.4.3 Variables de control.**

#### **4.4.3.1 Edad.**

Tiempo que ha vivido una persona (84).

**Tipo de variable:** cuantitativa continua.

**Medición:** datos recopilados a través de la ficha clínica en donde se preguntará la edad del niño(a).

#### **4.4.3.2 Sexo.**

Condición orgánica que distingue al macho de la hembra en los seres humanos, los animales y las plantas (85).

**Tipo de variable:** cualitativa nominal dicotómica.

**Medición:** a través de ficha clínica, respondiendo si es femenino o masculino

#### **4.4.3.3 Etnia.**

Comunidad humana definida por afinidades raciales, lingüísticas, culturales y religiosas (86).

**Tipo de variable:** cualitativa nominal politómica.

**Medición:** a través de la ficha clínica se preguntará si pertenece algún tipo de etnia y de ser así a cual.

#### **4.4.3.4 Alimentación.**

Proceso consciente y voluntario que consiste en el acto de ingerir alimentos para satisfacer la necesidad de comer (87). Acción y efecto de alimentar o alimentarse (88).

**Tipo de variable:** cualitativa

**Medición:** Se realizará mediante la aplicación de la Encuesta de referencia de consumo alimentario para niño/as con diagnóstico de obesidad (89) (Anexo N°1).

#### **4.4.3.5 Actividad física previa.**

Cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía, previo a la realización del estudio (5).

**Tipo de variable:** Cualitativa nominal.

**Medición:** Mediante el cuestionario de valoración de la actividad física PAQ-C (Anexo N°2)

Es un cuestionario muy sencillo de rellenar que valora la actividad física que el niño realizó en los últimos 7 días. El resultado global del test es una puntuación de 1-5 que permite establecer una graduación en el nivel de actividad física que realiza cada niño. Además permite conocer en qué momentos del día y de la semana los niños son más activos (90)

## **Capítulo V. Intervenciones.**

### **5.1 Características generales en común para ambos grupos.**

Los pacientes de los grupos de intervención tanto de HIIT como de ejercicio continuo serán tratados durante 4 meses con una frecuencia de tres veces por semana, lunes, miércoles y viernes, con un día de descanso entre cada sesión. La primera evaluación se realizará en la sesión de ingreso al estudio, esto se llevará a cabo en los dos grupos y será realizada en sus respectivos colegios, con el fin de obtener las mediciones basales, que corresponden a la medición del índice de masa corporal y resistencia aeróbica.

También se obtendrá la frecuencia cardiaca máxima (FC<sub>máx</sub>) de cada niño a través de la fórmula Tanaka (81), con el objetivo de usar posteriormente en las sesiones de ejercicio la FC como un parámetro para tener un control de la intensidad del ejercicio a la cual está trabajando el niño, según el grupo de intervención (moderada o intensa). La FC será medida con un monitor cardíaco durante todas las sesiones de ejercicio.

Las mediciones basales se volverán a realizar una vez finalizada la intervención.

Todas las evaluaciones se realizarán de la misma manera y por el mismo evaluador.

En la sesión de ingreso, el Kinesiólogo evaluador registrará en la ficha clínica (Anexo N°3) del paciente los datos personales de cada uno, los resultados de la evaluación inicial y además se incluirá la encuesta de alimentación y el cuestionario de actividad física (Anexos N°1 y N°2 respectivamente).

Luego de completar la ficha clínica de cada participante, se realizarán pruebas preliminares en los grupos tanto de HIIT como continuo con el objetivo de medir los tiempos que demoran en completar el circuito correspondiente a cada grupo. En el grupo de entrenamiento continuo se obtendrá un promedio del tiempo que cada niño tarda en completar el circuito, para así finalmente obtener un valor aproximado de cuántas veces se debe repetir el circuito propuesto en el momento de la intervención. En relación al circuito para HIIT las pruebas preliminares irán enfocadas a determinar cuánta distancia alcanzan a recorrer en 15 segundos, de esta manera se asegura que antes de que alcance la meta final del circuito logren completar el tiempo establecido para ejercicio intenso.

En relación a los protocolos de intervención se dividirá en fases: fase de calentamiento, fase de acondicionamiento y fase de recuperación (91).

### **5.1.1 Características de intervención HIIT**

La intervención para el grupo de ejercicio de intervalos de alta intensidad se realizará de la siguiente forma:

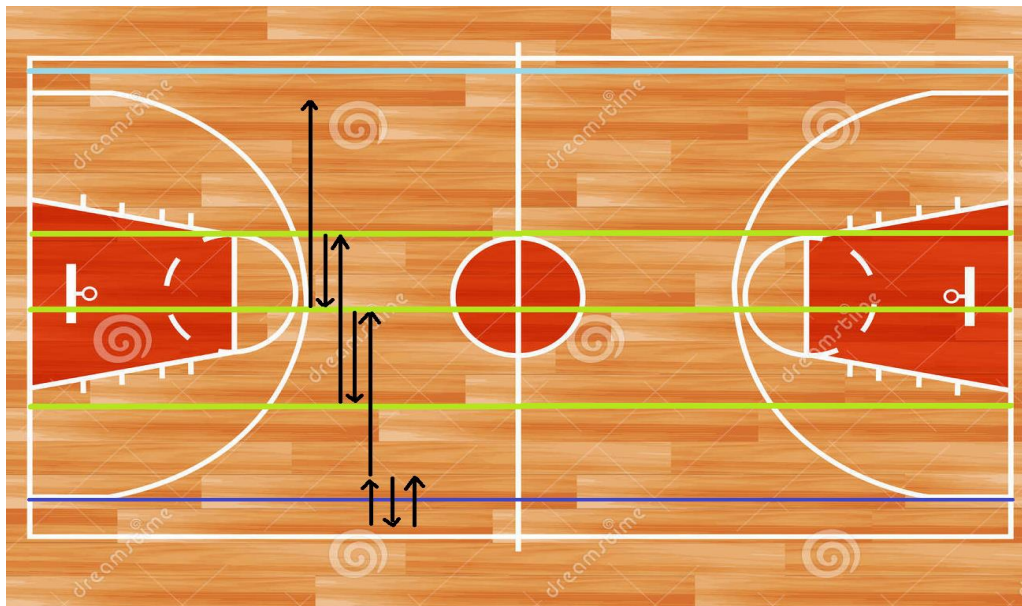
**Fase de calentamiento:** corresponden a 10 min los cuales se dividirán en 5 minutos de trote y 5 minutos de juego “La cola de mi Dragón”.

Descripción del juego: primero en grupos de 5 o 6 integrantes trotan en hilera libremente por el terreno de juego sin tocarse y evitando quedar atrás del grupo, luego los equipos serán enganchados con pañoletas para evitar que estos se separen, para continuar el último integrante de cada equipo llevará una pañoleta simulando ser una “cola” y el objetivo será que cada grupo trate de sacar la “cola” de los demás.

**Fase de acondicionamiento:** Durará 8 minutos en total, que se divide en 15 segundos de ejercicio intenso que consistirá en un circuito que cada niño deberá realizar a su velocidad máxima, seguido de 15 segundos de recuperación pasiva (caminata) entre cada intervalo de ejercicio, por lo que se compone de 16 repeticiones y 16 de recuperación (13).

En la Figura 7 se esquematizan las siguientes actividades:

El circuito comienza en la línea azul, aquí los participantes deberán saltar hacia adelante, luego hacia atrás y hacia adelante nuevamente, posterior a esto deberán correr hacia la segunda línea verde, aquí deben retroceder una línea y avanzar dos hacia adelante, así sucesivamente y finalmente deben correr hasta la línea celeste y detenerse cuando el Kinesiólogo toque el silbato indicando que han concluido los 15 segundos. Regresarán al punto inicial caminando lo cual corresponderá a la fase de recuperación, para luego comenzar nuevamente el circuito.



**Figura 7.** Circuito de entrenamiento HIIT.

**Fase de recuperación:** en esta se busca disminuir el riesgo de complicaciones cardiovasculares súbitas y se busca regular la frecuencia cardíaca y presión arterial (90). Esta consistirá en 3 minutos de caminata para posteriormente realizar 7 minutos de elongación en donde se hará estiramientos de los músculos bíceps, tríceps, deltoides, cuádriceps, isquiotibiales, tríceps sural, abductores y glúteos.

### **5.1.2 Características intervención Entrenamiento continuo de moderada intensidad.**

La intervención para el grupo de entrenamiento continuo de moderada intensidad se realizará de la siguiente forma.

**Fase de calentamiento:** corresponden a 10 minutos los cuales se dividirán en 5 minutos de trote y 5 minutos de juego “La cola de mi Dragón”.

Descripción del juego: primero en grupos de 5 o 6 integrantes trotan en hilera libremente por el terreno de juego sin tocarse y evitando quedar atrás del grupo, luego los equipos serán enganchados con pañoletas para evitar que estos se separen, para continuar el último integrante de cada equipo llevará una pañoleta simulando una “cola” y el objetivo será que cada grupo trate de sacar la “cola” de los demás.

**Fase de acondicionamiento:** consistirá en un circuito de moderada intensidad, que se dividirá en 6 actividades detalladas a continuación:

Basándonos en la Figura 8, el largo de la cancha se dividirá en cuatro espacios de similares dimensiones, para distribuir en ellos cada actividad.

Estación 1: En esta estación el participante deberá recorrer trotando dos espacios, para luego retroceder uno y así sucesivamente hasta llegar al final, pasando a la siguiente etapa.

Estación 2: Aquí el participante deberá saltar a pie junto hacia delante y atrás siguiendo las respectivas marcas en el suelo, continuando con la siguiente actividad.

Estación 3: En esta etapa el participante deberá ubicarse dentro del anillo (“hula-hula”) para luego ir saltando alternando los pies llegando hasta el final de la prueba.

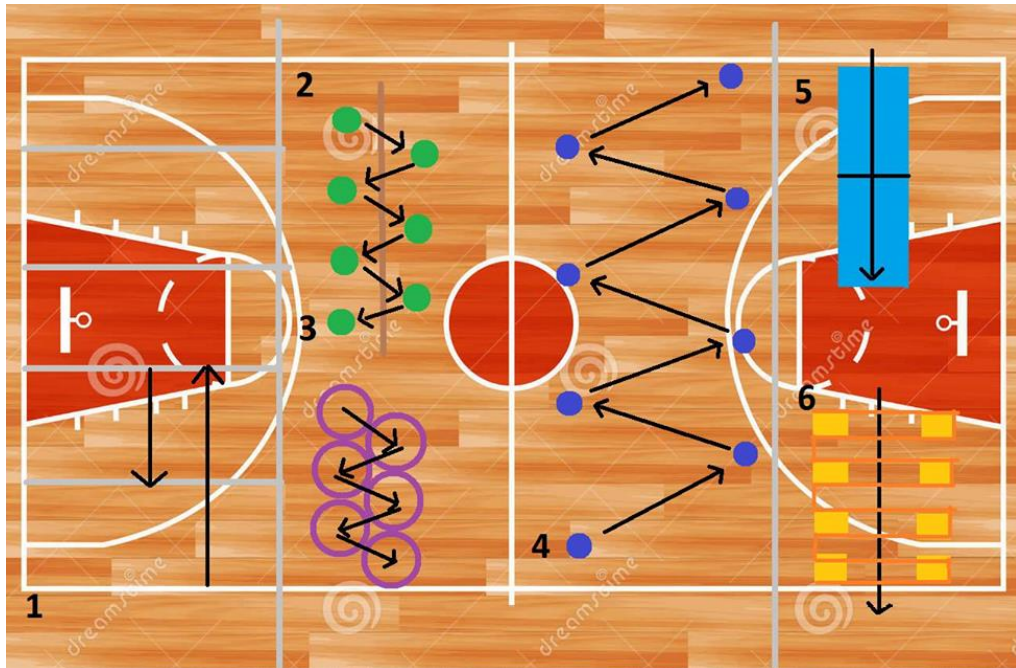
Estación 4: Esta actividad consistirá en que los niños/as deben trotar de un cono a otro y al llegar a estos tendrán que agacharse a tocar el cono con la mano y luego avanzar al siguiente.

Estación 5: Aquí el participante deberá pasar por las colchonetas en punta y codo.

Estación 6: En esta estación los niños/as deben pasar por debajo de cuerdas las cuales estarán sujetas a sillas.

Cada niño irá avanzando de una estación a otra de corrido, sin descanso entre cada estación.





**Figura 8.** Circuito de ejercicios de ECMI.

**Fase de recuperación:** en esta se busca disminuir el riesgo de complicaciones cardiovasculares súbitas y se busca regular la frecuencia cardíaca y presión arterial (90). Esta consistirá en 3 minutos de caminata para posteriormente realizar 7 minutos de elongación en donde se hará estiramientos de los músculos bíceps, tríceps, deltoides, cuádriceps, isquiotibiales, tríceps sural, abductores y glúteos.

### 5.1.3 Características de la educación.

Esta intervención se realizará de manera transversal en los dos grupos de estudio, con una distribución de 4 sesiones una al mes, cada una de 45 minutos. Esta actividad será realizada por una nutricionista y un kinesiólogo, los que asistirán a cada colegio según corresponda, ambos realizarán dos sesiones cada uno en los cuales se abordarán los siguientes temas:

Nutricionista:

- Malos hábitos alimenticios y consumo de comida chatarra
- Alimentación saludable

Kinesiólogo:

- Consecuencia de una vida sedentaria
- Beneficios de la actividad física.

## **Capítulo VI. Propuesta de análisis estadístico.**

### **6.1 Hipótesis del estudio**

#### **6.1.1 Hipótesis estadística**

##### **6.1.1.1 Hipótesis Nula (H0)**

1.- No existen diferencias estadísticamente significativas entre el entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con entrenamiento continuo, en la reducción del índice de masa corporal.

2.- No existen diferencias estadísticamente significativas entre el entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con entrenamiento continuo, en la mejora de la resistencia aeróbica

##### **6.1.1.2 Hipótesis alternativa (H1)**

1.- Existen diferencias estadísticamente significativa entre el entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con entrenamiento continuo, en la reducción del índice de masa corporal.

2.- Existen diferencias estadísticamente significativas entre el entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con entrenamiento continuo, en la mejora de la resistencia aeróbica.

## **6.2 Manejo de datos**

### **6.2.1 Análisis descriptivo**

Conjunto de técnicas orientadas a describir, organizar y representar los datos obtenidos de la muestra, para facilitar su posterior análisis.

Esto se realiza en base a la distribución de frecuencia en donde los datos se agrupan y organizan en tablas y gráficos, otro método es la descripción de los datos a través de parámetros numéricos como medidas de tendencia central, medidas de dispersión y parámetros de forma.

A través del análisis descriptivo se examinará la distribución de los valores de cada una de las variables, para las de tipo cuantitativas como lo son la obesidad, resistencia aeróbica y edad, se utilizaran las medidas de tendencia central como promedio, mediana y moda y para las de tipo cualitativas como son el sexo, etnia y alimentación se expondrá a través de tablas de distribución de frecuencias de cada grupo.

El orden de las variables descriptivas se hará en una hoja de tamaño Excel la cual se va a traducir hacia un programa de análisis estadístico STATA 13.1

### **6.2.2 Análisis inferencial.**

La estadística inferencial provee de técnicas que permite estimar parámetros y probar hipótesis acerca de una población a partir de los datos arrojados de la muestra, esto nos permite cuantificar si las diferencias obtenidas fueron significativas en el comportamiento de las variables, y por ende concluir si es que se prueba la hipótesis.

A partir de los datos entregados y de las mediciones realizadas se procederá a la gráfica de estos a través del programa estadístico STATA 13.1, posteriormente se llevara a cabo un filtrado de los datos, con el fin de eliminar los outliers encontrados y que alteren la distribución de la campana de gauss, esto con el objetivo de lograr una distribución normal de variables, en donde el promedio, la moda y la mediana coinciden.

Por lo tanto, luego de esto se decide aplicar la prueba paramétrica intersujeto t-student para grupos independientes ya que esta permite establecer la diferencia de los promedios de cada grupo, para esta medición se considerará un nivel de significación de 5%.

## **Capítulo VII. Consideraciones éticas.**

### **7.1 Ética del estudio.**

En el desarrollo de toda investigación y aún más si es aplicada en seres humanos, es fundamental la consideración de los aspectos éticos, ya que estos de una u otra forma determinan la toma de decisiones y el curso de acción de la investigación. Para esto es necesario que se cumplan ciertos principios éticos los cuales darán base al esquema moral de la investigación.

Estos principios éticos generales son cuatro y están descritos como, principio de autonomía, principio de beneficencia, principio de beneficencia y principio de justicia, el cumplimiento de cada uno se detallan a continuación.

La propuesta de investigación tendrá que ser presentada ante un comité de ética el cual tendrá la misión de analizarla, para luego decidir su aprobación y la consiguiente autorización, en este caso este organismo será el comité de ética de la Universidad de La Frontera.

#### **7.1.1 Autonomía**

Se refleja en la capacidad de autodeterminación que poseen las personas, esto se cumple a través del consentimiento informado (Anexo N°4) en el que se detalla la intervención a realizar, siendo la persona quien decide si participa o no, en este caso el consentimiento informado será firmados por los padres de los niños pertenecientes al estudio, además se pedirá el asentimiento del niño (Anexo N°5) lo que expresara sus ganas de participar del estudio.

Los participantes tienen la libertad de abandonar el estudio en el momento que ellos consideren que sus derechos se están viendo vulnerados, o cuando estos lo deseen.

### **7.1.2 Beneficencia y no maleficencia.**

Este principio se refiere a otorgar el mayor beneficio con nuestra intervención, minimizando los daños que se pudieran ocasionar. Con el entrenamiento HIIT lo que buscamos es alcanzar una mejoría de la condición física de los niños, tanto de la disminución de peso como la mejora de su resistencia aeróbica, lo que se traducirá en la prevención de enfermedades asociadas a la obesidad como son las patologías metabólicas, enfermedades cardiacas entre otras que afectan el desarrollo óptimo de este grupo etario. La intervención será supervisada por personal capacitado para así disminuir aún más los riesgos siendo estos mínimos en comparación con el beneficio que se les concederá.

### **7.1.3 Justicia**

Se basa principalmente en la justicia distributiva, que dice relación con la repartición equitativa de los beneficios y riesgos entre los participantes de la investigación, esto es concedido ya que los participantes no podrán ser excluidos del estudio ya sea por su condición socioeconómica, raza, sexo, etnia, religión, etc. Siendo tratados de la misma forma, esto condiciona además que la selección de cada participante sea igualitaria, ya que cada uno cumplirá con los criterios de inclusión y exclusión teniendo cada grupo la misma posibilidad de ser seleccionado para una u otra intervención

## **Capítulo VIII. Administración y presupuesto.**

### **8.1 Administración**

Para llevar a cabo el presente estudio se requerirá de recursos humanos idóneos, además de contar con la implementación y materiales aptos para el correcto desarrollo de las acciones propuestas.

A continuación se expondrá en detalle a cada integrante del equipo que participará en la investigación, su nivel de especialización y/o capacitación con las que estos cuentan, además del rol que cumplirán dentro de la investigación y el costo económico que conlleva su participación.

#### **8.1.1 Recursos humanos**

Formarán parte del equipo de investigación: 4 Kinesiólogos, dos de los cuatro Kinesiólogos ejercerán como investigadores principales, uno de ellos capacitado en entrenamiento HIIT y el otro con experiencia en entrenamiento aeróbico continuo, el tercer kinesiólogo será el encargado de realizar las evaluaciones basales al inicio y término de las intervenciones. Además de 2 internos de Kinesiología de la Universidad de La Frontera, un Nutricionista y un Bioestadístico.



### **8.1.1.1 Características de los integrantes del equipo.**

**Kinesiólogo 1:** Profesional especialista en fisiología del ejercicio, con formación en entrenamiento HIIT y con experiencia en prescripción de ejercicio en poblaciones de riesgo metabólico.

**Kinesiólogo 2:** Profesional especialista en Kinesiología deportiva, con experiencia en entrenamiento aeróbico y conocimientos sobre prescripción de ejercicio, fisiología del ejercicio, además de los riesgos y beneficios de este tipo de entrenamiento.

**Kinesiólogo 3:** Profesional especialista en fisiología del ejercicio, con experiencia en la realización de test de resistencia aeróbica y evaluaciones basales.

**Kinesiólogo 4:** Profesional especialista en fisiología del ejercicio, con capacitación en actividad física.

**Nutricionista:** Profesional especialista en Obesidad, capacitada en alimentación y nutrición en población infantil.

**Internos de Kinesiología:** Estudiantes de Kinesiología con conocimientos en fisiología del ejercicio y enfermedades metabólicas, prescripción de ejercicio, con habilidades de trabajo en equipo y organización.

**Bioestadístico:** Profesional con años de experiencia en investigación en el área de la salud.

### **8.1.1.2 Rol de los integrantes del equipo.**

#### **➤ Investigadores principales (Kinesiólogo 1 - Kinesiólogo 2).**

- Coordinar, organizar y liderar la investigación.
- Conformar el equipo que trabajará en la investigación.
- Asignar roles al equipo de trabajo.
- Reclutar la muestra de niños con obesidad de los respectivos establecimientos educacionales.
- Gestionar espacios físicos en los establecimientos que formarán parte del estudio.
- Verificar el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.
- Explicar a los participantes las intervenciones y el tiempo de duración de estas.
- Elaborar el asentimiento y el consentimiento informado para los participantes y apoderados.
- Corroborar firma de los padres en consentimiento informado y huella digital de los niños en el asentimiento.
- Ejecutar los protocolos de entrenamiento a los grupos de estudio.
- Informar al equipo el cronograma de trabajo, normas y procedimientos.
- Programar y organizar reuniones periódicas con el equipo de investigación, con el fin de llevar un registro del cumplimiento de las actividades.
- Dar solución a dificultades que se presenten durante el proceso de investigación.
- Velar por el cumplimiento de los principios éticos de la investigación.

- Administrar recursos económicos.
- Analizar los resultados en conjunto con el Bioestadístico.
- Informar al equipo de trabajo los resultados para su posterior discusión.
- Publicar los resultados y conclusiones obtenidas.

➤ **Evaluador (Kinesiólogo 3).**

- Realizar mediciones de las variables del estudio.
- Registrar datos de los participantes en fichas clínicas.
- Participar en la recolección y análisis de los resultados de las variables obtenidos en la investigación.
- Participar en la discusión de los resultados.
- Formar parte de la difusión de los resultados y conclusiones obtenidas en el estudio.
- Velar por la confidencialidad de los participantes.

➤ **Educación (Kinesiólogo 4).**

- Realizar intervenciones de educación en los respectivos establecimientos.
- Participar en reuniones propuestas por los investigadores principales.
- Participar junto a todos los integrantes del equipo en la discusión de resultados.
- Organizar las intervenciones que realizará.

➤ **Internos de Kinesiología.**

- Asistir en las mediciones antropométricas de los participantes para ser registradas en su ficha clínica.
- Control de signos vitales al comienzo y al término de las intervenciones.
- Apoyar a los Kinesiólogos que realizan las intervenciones, uno en cada grupo de entrenamiento.
- Monitorear la realización de los entrenamientos para un correcto cumplimiento de las actividades que se piden a los sujetos de estudio.

➤ **Educación (Nutricionista).**

- Realizar intervenciones de educación en los respectivos establecimientos.
- Participar en reuniones propuestas por los investigadores principales.
- Participar junto a todos los integrantes del equipo en la discusión de resultados.
- Organizar las intervenciones que realizará.

➤ **Bioestadístico.**

- Realizar el cálculo muestral.
- Realizar la aleatorización de los conglomerados o muestreo de grupos.
- Formar parte de las reuniones propuestas por los investigadores principales de la investigación.
- Ingresar los resultados a la base de datos.

- Ayudar en la interpretación y análisis de los resultados junto a los investigadores principales.
- Participar junto a todos los integrantes del equipo en la discusión de resultados

### **8.1.2 Materiales e implementación.**

Para llevar a cabo la investigación se necesitará de los siguientes implementos y materiales:

#### **Materiales e implementación para evaluación.**

Balanza con tallimetro marca  
SECA 700 ROBUSTA

Conos

Equipo de sonido

Calculadora

Cronómetro

Salón de clases

**Tabla 1.** Materiales e implementación para evaluación.

#### **Materiales e implementación para Intervenciones.**

Lugar Físico (Gimnasio)

Conos

Cronómetro

Silbato

Hula Hula

Monitores cardiacos

pañuelos de colores

Zapatillas Reebok.

---

Masking tape

Cuerda

**Tabla 2.** Materiales e implementación para intervenciones.

### **Implementación General.**

Notebook

Impresora

Escritorio

Silla de escritorio

Hojas tamaño Carta y oficio

Lápices

Archivadores

Insumos básicos

**Tabla 3.** Implementación general.

### **8.1.3 Espacio físico**

Los espacios serán gestionados de modo formal mediante una carta y reunión con los directores de los establecimientos correspondientes, para solicitar el uso de los espacios pertinentes para la realización de las diferentes actividades, en cada grupo de intervención se pedirá el gimnasio de cada colegio y en caso de ser rechazada la solicitud o que el lugar no cuente con las características adecuadas, se gestionará el gimnasio municipal de la ciudad. Para realizar educación a cada grupo se solicitará una sala de clases la cual debe contar con los implementos necesarios para realizar la actividad.

En relación a las características de los espacios de intervención, estos deben ser gimnasios techados, con buena iluminación, que cuenten con condiciones sanitarias básicas y con las medidas de seguridad apropiadas para llevar a cabo las intervenciones de la forma más apropiada.

## **8.2 Presupuesto.**

Para llevar a cabo esta investigación y obtener los recursos económicos necesarios, se postulará a fondos concursables, concretamente al Fondo de Investigación UNETE (Universidad Es Territorio), el cual es un programa que promueve la actividad científica en nuestra región, específicamente en las comunas de Angol, Carahue y Nueva Imperial.

Las remuneraciones de los integrantes del equipo de investigación serán de acuerdo al número de horas trabajadas mensualmente en los respectivos roles en los que se desempeñarán, es así como los Kinesiólogos encargados de las intervenciones (e investigadores principales) junto con los internos de Kinesiología trabaja 1 hora, 3 veces semanales, por los 4 meses que durará la investigación. El Bioestadístico trabajará a tiempo parcial, mientras que el Nutricionista trabajará por un total de 4 horas en los 4 meses de investigación. El Kinesiólogo Evaluador será el encargado de realizar las evaluaciones iniciales y finales, por lo que se estimó que trabajara un total de 16 horas durante el periodo de la investigación. El Kinesiólogo educador trabaja un total de 4 horas durante toda la investigación.

Las tablas 4 y 5 muestran detalladamente el costo de los materiales y recursos humanos con sus respectivas remuneraciones.

<b>Personal</b>	<b>Horas trabajadas al mes</b>	<b>Valor por hora \$</b>	<b>Total al mes \$</b>	<b>Total por 4 meses \$</b>
Kinesiólogo 1	12	10.000	120.000	480.000
Kinesiólogo 2	12	10.000	120.000	480.000
Kinesiólogo 3	--	10.000	--	160.000.-
Kinesiólogo 4	4	10.000	--	40.000
Nutricionista	4	10.000	--	40.000
Ayudante 1	12	5.000	60.000	240.000
Ayudante 2	12	5.000	60.000	240.000
Bioestadístico	--	--	--	240.000
<b>TOTAL</b>				<b>\$1.920.000.-</b>

**Tabla 4.** Gastos de personal.

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario \$</b>	<b>Precio total \$</b>
Balanza con tallímetro marca SECA 700	1	355.990	355.990
Conos	50	278	13.900
Parlantes Microlab Negro Xukabass Style	1	12.990	12.990
Cronómetro Hs-3	2	15.000	30.000
Silbato ETO'O	2	780	1.560
Hula-hula	6	759	4.554
Masking tape	5	1.590	7.950
Cuerda	2	1.590	3.180



Resma papel de fotocopia tamaño carta Alquimia	2	2.890	5.780
Botiquín primeros auxilios	2	7.500	15.000
Monitor Cardíaco FT1 Polar	22	62.990	1.385.780
Pañuelos de colores.	44	1.000	44.000
Zapatillas Reebok	44	27.990	1.231.560
<b>TOTAL</b>			<b>\$3.112.244.-</b>

**Tabla 5.** Gastos en materiales e implementación general, de intervenciones y evaluación.

## **8.3 Propuesta de cronograma de actividades**

### **8.3.1 Cronograma de actividades**

#### **Etapas 0: Propuesta del proyecto**

- Formulación del proyecto de investigación
- Postulación al fondo de investigación UNETE.

#### **Etapas I: Conformación del grupo de trabajo.**

- Aprobación de la investigación por parte del Comité de Ética de la Universidad.
- Aprobación del proyecto por el programa UNETE.
- Adquisición de los materiales estimados en el presupuesto.
- Reclutamiento de los profesionales y personal del equipo de trabajo.

- Planificación del estudio y asignación de roles al equipo de trabajo.

## **Etapa II Solicitud de espacio físico.**

- Solicitud de espacios físicos de los colegios seleccionados para el estudio.
- Aprobación de solicitud de ocupación de los espacios físicos de los colegios fuera de su horario de clase.

## **Etapa III Reclutamiento de los pacientes.**

- Solicitar información nutricional de los alumnos de edades entre 8 y 12 años.
- Identificar población que cumpla con los criterios de inclusión y exclusión del estudio.
- Firma del asentimiento por parte de los alumnos y del consentimiento informado por parte de los apoderados.
- Proceso de aleatorización de los colegios

## **Etapa IV Ejecución de los protocolos de intervención**

- Registro de los datos en ficha clínica
- Aplicación de las mediciones iniciales
- Pruebas preliminares de los circuitos
- Aplicación de protocolos de entrenamiento a los grupos de intervención.
- Realización de talleres de educación a los 3 grupos.
- Aplicación de evaluaciones finales

## **Etapa V Análisis de datos**

- Tabulación de los resultados obtenidos a la base de datos.
- Organización y limpieza de los datos.
- Realización de análisis estadísticos de los datos obtenidos.
- Discusión y análisis de los resultados para la posterior elaboración del informe final.

## **Etapa VI Difusión y publicación de los resultados**

- Redacción del informe final
- Publicación de los resultados y difusión de estos.

Carta Gantt.

Etapas	2016			2017					2018										
	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	
0	Formulación del Proyecto de Investigación																		
	Postulación Programa UNETE																		
I	Aprobación de la investigación																		
	Obtención de financiamiento																		
	Compra de implementos																		
	Formación del equipo de trabajo																		
II	Planificación del trabajo																		
	Solicitud del espacio físico																		
	Aprobación de solicitud																		
III	Selección de la muestra																		
	Reclutamiento																		
	Firma del consentimiento informado y asentimiento																		
IV	Aleatorización de terapias																		
	Registro de ficha clínica																		
	Mediciones iniciales																		
	Aplicación de entrenamientos																		
V	Talleres de educación																		
	Evaluaciones finales																		
	Ingreso de los resultados en base de datos																		
VI	Análisis estadístico																		
	Publicación y difusión de los resultados																		

## **Bibliografía.**

1. UNICEF – Chile » Primera Infancia [Internet]. Unicef.cl. 2016 [cited 30 May 2016]. Available from: <http://unicef.cl/web/primera-infancia/>
2. Hallal P, Wells J, Reichert F, Anselmi L, Victora C. Early determinants of physical activity in adolescence: prospective birth cohort study. *BMJ*. 2006; 332 (7548): 1002-1007.
3. Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, Camacho-Hubner C, Chiarelli F, Eliakim A, et al. Consensus statement: Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab*. 2005; 90: 1871-87. 9.
4. Zayas Torriente GM. Obesidad en la infancia: Diagnóstico y tratamiento. *Rev Cubana Pediatr*. 2002; 74(3):233-9
5. Actividad física [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [cited 30 May 2016]. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es>
6. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [cited 30 May 2016]. Available from: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood\\_why/es/Eduardo Atalah S](http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/es/Eduardo Atalah S).
7. Epidemiología de la obesidad en Chile. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 2012;23(2):117-123.

8. Violante Ortiz R. Obesidad y diabetes tipo 2 en el niño. Una nueva epidemia. *Revista de Endocrinología y Nutrición*. 2001;9(2):103-106.
9. Bersh S. La obesidad: aspectos psicológicos y conductuales. *Rev Colombiana de Psiquiatría* [Internet]. 2006 [cited 30 May 2016];35(4):537-546. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74502006000400007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502006000400007)
10. Cigarroa I, Sarqui C, Zapata-Lamana R. Efectos del sedentarismo y obesidad en el desarrollo psicomotor en niños y niñas: Una revisión de la actualidad latinoamericana. *Rev Univ. salud*. 2016;18(1):156-169
11. Dpto. Nutrición y Alimentos, Ministerio de Salud, Gobierno de Chile. Diagnóstico del estado nutricional de menores de 6 años, gestantes, nodrizas y adultos mayores, bajo control en el sistema público de salud [Internet]. 2014. Available from: [http://web.minsal.cl/sites/default/files/DIAGNOSTICO\\_ESTADO\\_NUTRICIONAL\\_DICIEMBRE\\_2013.pdf](http://web.minsal.cl/sites/default/files/DIAGNOSTICO_ESTADO_NUTRICIONAL_DICIEMBRE_2013.pdf)
12. Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. GUÍA de recomendaciones para la promoción de actividad física [Internet]. Sevilla; 2010. Available from: [http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/andaluciaessalud/docs/130/Guia\\_Recomendaciones\\_AF.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/salud/servicios/contenidos/andaluciaessalud/docs/130/Guia_Recomendaciones_AF.pdf)

13. Lau P, Wong D, Ngo J, Liang Y, Kim C, Kim H. Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European Journal of Sport Science*. 2014;15(2):182-190.
14. Boutcher S. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity*. 2011;2011:1-10.
15. Trapp E, Chisholm D, Freund J, Boutcher S. The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*. 2008;32(4):684-691.
16. Mancilla R, Torres P, Álvarez C, Schifferli I, Sapunar J, Díaz E. Ejercicio físico interválico de alta intensidad mejora el control glicémico y la capacidad aeróbica en pacientes con intolerancia a la glucosa. *Rev méd Chile*. 2014;142(1):34-39.
17. Obesidad y sobrepeso [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [cited 30 May 2016]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
18. Sobrepeso y obesidad infantiles [Internet]. Organización Mundial de la Salud. 2016 [cited 30 May 2016]. Available from: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood/es/>
19. Frenk Baron P, Márquez E. Diabetes mellitus tipo 2 en niños y adolescentes. *Med Int Mex*. 2010;26(1):36-47.
20. García de Blanco M, Merino G, Maulino N, Méndez N. Diabetes mellitus en niños y adolescentes. *Rev Venez Endocrinol Metab* [Internet]. 2012 [cited 30 May 2016];10(supl.1):13-22. Available from:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1690-31102012000400004](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102012000400004)

21. Zaldívar Ochoa J, Domínguez Redondo D. Niños y adolescentes obesos con síndrome metabólico. MEDISAN [Internet]. 2012 [cited 1 July 2016];16(7):1098-1104. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192012000700011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192012000700011)
22. Cook S, Weitzman M, Auinger P, Nguyen M, Dietz W. Prevalence of a Metabolic Syndrome Phenotype in Adolescents. Arch Pediatr Adolesc Med. 2003;157(8):821.
23. Duncan G, Li S, Zhou X. Prevalence and Trends of a Metabolic Syndrome Phenotype Among U.S. Adolescents, 1999-2000. Diabetes Care. 2004;27(10):2438-2443.
24. Burrows R, Leiva L, Weistaub G, Ceballos X, Lera L, Albala C. Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. Rev Méd Chile [Internet]. 2007 [cited 1 July 2016];135(2):174-181. Available from: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-98872007000200005](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872007000200005)
25. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Actividad Física y Salud en la Infancia y la Adolescencia [Internet]. Available from: <http://www.msssi.gob.es/ciudadanos/proteccionSalud/adultos/actiFisica/docs/ActividadFisicaSaludEspanol.pdf>



26. Organización Mundial de la Salud. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud [Internet]. 2010. Available from: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977_spa.pdf)
27. Gibala McGee S. Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2008;36(2):58-63.
28. Tschakert G, Hofmann P. High-Intensity Intermittent Exercise: Methodological and Physiological Aspects. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013;8(6):600-610.
29. Buchheit M, Laursen P. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle. *Sports Medicine*. 2013;43(5):313-338.
30. Dos Santos R. High-Intensity Intermittent Exercise Training for Cardiovascular Disease. *Journal of Novel Physiotherapies*. 2014;04(02).
31. Kessler H, Sisson S, Short K. The Potential for High-Intensity Interval Training to Reduce Cardiometabolic Disease Risk. *Sports Medicine*. 2012;42(6):489-509.
32. Whyte L, Gill J, Cathcart A. Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*. 2010;59(10):1421-1428.
33. Guiraud T, Nigam A, Juneau M, et al. Acute responses to high-intensity intermittent exercise in CHD patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011;43 (2): 211-7.
34. Little J, Gillen J, Percival M, Safdar A, Tarnopolsky M, Punthakee Z et al. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and

- increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of Applied Physiology*. 2011;111(6):1554-1560.
35. Gibala M, Little J, MacDonald M, Hawley J. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*. 2012;590(5):1077-1084.
36. Gibala M, Little J, Van Essen M, Wilkin G, Burgomaster K, Safdar A et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of Physiology*. 2006;575(3):901-911.
37. Burgomaster K, Howarth K, Phillips S, Rakobowchuk M, MacDonald M, McGee S et al. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*. 2008;586(1):151-160.
38. Burgomaster K. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *Journal of Applied Physiology*. 2005;98(6):1985-1990.
39. Rakobowchuk M, Tanguay S, Burgomaster K, Howarth K, Gibala M, MacDonald M. Sprint interval and traditional endurance training induce similar improvements in peripheral arterial stiffness and flow-mediated dilation in healthy humans. *AJP: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2008;295(1):R236-R242.
40. Gibala M, McGee S, Garnham A, Howlett K, Snow R, Hargreaves M. Brief intense interval exercise activates AMPK and p38 MAPK signaling and

- increases the expression of PGC-1 in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*. 2009;106(3):929-934.
41. Egan B, Carson B, Garcia-Roves P, Chibalin A, Sarsfield F, Barron N et al. Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*. 2010;588(10):1779-1790.
42. Gómez-Zorita S, Urdampilleta A. El GLUT4: efectos de la actividad física y aspectos nutricionales en los mecanismos de captación de glucosa y sus aplicaciones en la diabetes tipo 2. *Avances en Diabetología*. 2012;28(1):19-26.
43. Phillips A, Cobbold C. A Comparison of the Effects of Aerobic and Intense Exercise on the Type 2 Diabetes Mellitus Risk Marker Adipokines, Adiponectin and Retinol Binding Protein-4. *International Journal of Chronic Diseases*. 2014;2014:1-5.
44. Boutcher S. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *Journal of Obesity*. 2011;2011:1-10.
45. Racil G, Ben Ounis O, Hammouda O, Kallel A, Zouhal H, Chamari K et al. Effects of high vs. moderate exercise intensity during interval training on lipids and adiponectin levels in obese young females. *European Journal of Applied Physiology*. 2013;113(10):2531-2540.
46. Kordi M, Choopani S, Hemmatinifar M, Choopani Z. The effects of six weeks high intensity interval training (HIIT) on resting plasma levels of

- adiponectin and fat loss in sedentary young women. *jjums*. 2013; 11 (1) :23-31
47. Barbany i Cairo J. Fisiología del ejercicio físico y el entrenamiento. [Barcelona]: Editorial Paidotribo; 2002.
48. Heyward V. Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio. Madrid: Editorial Médica Panamericana; 2008.
49. ¿Qué se entiende por actividad moderada y actividad vigorosa? [Internet]. Organizaciòn Mundial de la Salud. 2016 [cited 1 July 2016]. Available from: [http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical\\_activity\\_intensity/es/](http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical_activity_intensity/es/)
50. Kisner , C, Lynn , A. .C. Ejercicio terapéutico Fundamentos y técnicas. (3th ed.). : Editorial Paidotribo; 2005.
51. Rodríguez F. Prescripción de ejercicio para la salud (I). Resistencia cardiorrespiratoria. *Apunts* [Internet]. 1995 [cited 20 July 2016];(39):87-102. Available from: <http://www.revista-apunts.com/es/hemeroteca?article=856>
52. López Chicharro J., Fernández Vaquero A., Fisiología del Ejercicio. 3º ed. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2010.
53. González Sarmiento E, Pascual Calleja I, Laclaustra Gimeno M, Casasnovas Lenguas J. Síndrome metabólico y diabetes mellitus. *Revista Española de Cardiología*. 2006;5(Supl.D):30-37.
54. Albright A, Franz M, Hornsby G, Kriska A, Marrero D, Ulrich I, et al. American College of Sports Medicine position stand: exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(7):1345-60.

55. Dunstan D, Daly R, Owen N, Jolley D, de Courten M, Shaw J et al. High-Intensity Resistance Training Improves Glycemic Control in Older Patients With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25(10):1729-1736.
56. Castaneda C, Layne J, Munoz-Orians L, Gordon P, Walsmith J, Foldvari M et al. A Randomized Controlled Trial of Resistance Exercise Training to Improve Glycemic Control in Older Adults With Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*. 2002;25(12):2335-2341.
57. Standards of Medical Care in Diabetes--2009. *Diabetes Care*. 2008;32(Supplement\_1):S13-S61.
58. Barclay L. Practice Guidelines Issued for Screening, Diagnosing, and Treating Diabetes [Internet]. Medscape Logo. 2016 [cited 21 September 2016]. Available from: <http://www.medscape.org/viewarticle/568031>
59. American Diabetes Association. Physical Activity/Exercise and Diabetes. *Diabetes Care*. 2004;27(Suppl. 1):S47-S54.
60. Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson J, Valle T, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P et al. Prevention of Type 2 Diabetes Mellitus by Changes in Lifestyle among Subjects with Impaired Glucose Tolerance. *New England Journal of Medicine*. 2001;344(18):1343-1350.
61. Pan X, Li G, Hu Y, Wang J, Yang W, An Z et al. Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People With Impaired Glucose Tolerance: The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*. 1997;20(4):537-544.
62. Horton E. Role and Management of Exercise in Diabetes Mellitus. *Diabetes Care*. 1988;11(2):201-211.

63. Di Loreto C, Fanelli C, Lucidi P, Murdolo G, De Cicco A, Parlanti N et al. Make Your Diabetic Patients Walk: Long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care*. 2005;28(6):1295-1302.
64. Myers J, Prakash M, Froelicher V, Do D, Partington S, Atwood J. Exercise Capacity and Mortality among Men Referred for Exercise Testing. *New England Journal of Medicine*. 2002;346(11):793-801.
65. Sigal R, Kenny G, Wasserman D, Castaneda-Sceppa C, White R. Physical Activity/Exercise and Type 2 Diabetes: A consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2006;29(6):1433-1438.
66. Licea ML. Ejercicio. En: Licea M, editor. Tratamiento de la diabetes mellitus. 2da. ed. Brasilia: Ed. IDEAL; 1995. p. 34-40.
67. Hayes C, Herbert M, Marrero D, Marrero C, Muchnick S. Diabetes and Exercise. *The Diabetes Educator*. 2008;34(1):37-40.
68. La obesidad, ahora sí, una enfermedad de peso [Internet]. Seedo.es. 2013 [cited 21 September 2016]. Available from: <http://www.seedo.es/index.php/la-obesidad-ahora-si-una-enfermedad-de-peso>
69. INE. Encuesta Nacional de Salud 2011 – 2012 [Internet]. 2013. Available from: <http://www.ine.es/prensa/np770.pdf>
70. M J Aguilar Cordero, A Ortegón Piñero, N Mur Villar, J C Sánchez García, J Jgarcía Verazaluce, Igarciá García, A M Sánchez López. Programas De

Actividad Física Para Reducir Sobrepeso Y Obesidad En Niños Y Adolescentes; Revisión Sistemática. *Nutr Hosp.* 2014;30(4): 727-740.

71. Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC, et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore.* 2008 Apr;37(4):286-93.
72. Lee YH, Song YW, Kim HS, Lee SY, Jeong HS, Suh SH, Hong YM. The effects of an exercise program on anthropometric, metabolic, and cardiovascular parameters in obese children. *Korean Circulation Journal* 2010;40(4):179-184.
73. Weigel C, Kokocinski K, Lederer P, Dotsch J, Rascher W, Knerr I. Childhood obesity: Concept, feasibility, and interim results of a local group-based, long-term treatment program. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 2008;40(6):369-373
74. Kain J, Leyton B, Cerda R, Vio F, Uauy R. Two-year controlled effectiveness trial of a school-based intervention to prevent obesity in Chilean children. *Public Health Nutrition* 2009;12(9): 1451-1461
75. Walther C, Gaede L, Adams V, Gelbrich G, Leichtle A, Erbs S, et al. Effect of increased exercise in school children on physical fitness and endothelial progenitor cells: A prospective randomized trial. *Circulation.* 2009 Dec 1; 120(22):2251-9.
76. Ministerio de Salud. Encuesta Nacional de Salud (ENS) Chile 2009-2010 [Internet]. 2011. Available from:

<http://web.minsal.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>

77. Lazcano-Ponce E, Salazar-Martínez E, Gutiérrez-Castrellón P, Angeles-Llerenas A, Hernández-Garduño A, Viramontes J. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. *Salud pública Méx* . 2004 Dic; 46( 6 ): 559-584. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342004000600012&Ing=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342004000600012&Ing=es).
78. Cobos-Carbó A. Ensayos clínicos aleatorizados (CONSORT). *Medicina Clínica*. 2005;125:21-27.
79. Corte de Araujo A, Roschel H, Picanço A, do Prado D, Villares S, de Sá Pinto A et al. Similar Health Benefits of Endurance and High-Intensity Interval Training in Obese Children. *PLoS ONE*. 2012;7(8):e42747.
80. Pagano M, Gauvreau K, Yescas Milanés J. *Fundamentos de bioestadística*. México: International Thomson Editores; 2001.
81. ACSM. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2011:1334-1359.
82. Rodríguez O Lorena, Pizarro Q Tito. Situación nutricional del escolar y adolescente en Chile. *Rev. chil. pediatr.* [Internet]. 2006 Feb [cited 30 september 2016]; 77 (1): 70-80. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-41062006000100012&Ing=es](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-41062006000100012&Ing=es).



83. García G, Secchi J. Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. Apunts Medicina de l'Esport. 2014;49(183):93-103.
84. RAE. edad [Internet]. Diccionario de la lengua española. 2016 [cited 30 September 2016]. Available from: <http://dle.rae.es/?id=EN8xffh>
85. sexo [Internet]. Wordreference.com. 2016 [cited 30 September 2016]. Available from: <http://www.wordreference.com/definicion/sexo>
86. RAE. etnia [Internet]. Diccionario de la lengua española. 2016 [cited 30 September 2016]. Available from: <http://dle.rae.es/?id=H4lgMZ4>
87. FAO. Glosario de términos [Internet]. 2016. Available from: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>
88. RAE. alimentación [Internet]. Diccionario de la lengua española. 2016 [cited 30 September 2016]. Available from: <http://dle.rae.es/?w=alimentaci%C3%B3n>
89. Encuesta de frecuencia de consumo alimentario para niños/as con diagnóstico de obesidad. Hernández, A; Torres, R. Depto. Salud Pública, UFRO. Adaptada de Hábitos alimentarios de población Escolar, Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.
90. Winkler M. Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C) [Internet]. Performwell.org. 2016 [cited 30 September 2016]. Available from: <http://www.performwell.org/index.php/find-surveyassessments/outcomes/health-a-safety/good-health-habits/physical-activity-questionnaire-for-children>

91. Kenney W, Mahler D, González del Campo Roman P. Manual ACSM para la valoración y prescripción del ejercicio. [Barcelona]: Editorial Paidotribo.

## Anexos.

### Anexo N°1.-

## Encuesta de Frecuencia de Consumo Alimentario Para Niños/as con Diagnóstico de Obesidad.

Hernández, A; Torres, R. Depto. Salud Pública, UFRO. Adaptada de Hábitos Alimentarios de Población Escolar, Sociedad Española de Nutrición Comunitaria.

Nombre Alumno: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_

Profesor(a): \_\_\_\_\_

#### 1 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a pan?

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 2 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a arroz, fideos y papas cocidas?

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 3 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a frutas?

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 4 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a ensaladas?

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 5 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a verduras cocidas? (guisos, tortillas de verduras, budines, otros).

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 6 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a legumbres?

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 7 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a carnes rojas? (vacuno, cerdo, cordero).

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

#### 8 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a carnes blancas? (pollo, pavo).

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**9 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a pescado y mariscos?**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**10 ¿Con qué frecuencia suele tomar su hijo/a leche en casa?**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**Tipo de leche que consume:**

- Entera;
- Descremada
- Semidescremada.

**11 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a yogurt?**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**12 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a FRITURAS (papas fritas, sopaipillas, otros)?**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**13 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a snack? (papas fritas envasadas, doritos, ramitas, otros).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**14 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a comida rápida? (sándwich, completos, otros).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**15 ¿Con qué frecuencia suele beber su hijo/a bebidas azucaradas? (gaseosas, jugos néctar).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**16 ¿Con qué frecuencia suele beber su hijo/a bebidas light o sin azúcar?**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**17 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a golosinas? (confites, caramelos, kojak, otros).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**18 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a dulces de pastelería? (alfajores, pasteles, queques, otros).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**19 ¿Con qué frecuencia suele comer su hijo/a dulces envasados? (galletas dulces, súper 8, chocolates).**

- Nunca.
- Menos de 1 vez a la semana.
- 1 día a la semana.
- 2-4 días a la semana.
- 5-6 días a la semana.
- Todos los días, 1 vez al día.
- Todos los días, 2 veces al día.
- Todos los días, más de 2 veces al día.

**20 El tamaño de las porciones de comida que le sirve a su hijo en comparación a la de los adultos es:**

- Igual en tamaño de porción.
- De menor tamaño.
- Mayor tamaño.

**21 ¿Recibe alimentación escolar?**

\_\_ Sí    \_\_ No.

**Si es Sí, ¿Cuál se sirve?**

- \_\_ desayuno.
- \_\_ Almuerzo.
- \_\_ Colación.

**22 ¿Qué alimentación recibe en el hogar?**

- \_\_ desayuno; \_\_ Colación;
- \_\_ Almuerzo; \_\_ Colación;
- \_\_ Once; \_\_ Cena u \_\_ Once/Cena

**23 ¿Lleva colación al colegio?**

\_\_ Sí    \_\_ No

**¿Qué lleva? \_\_\_\_\_**

\_\_\_\_\_

**24 ¿Lleva dinero al colegio para comprar alimentos o colación?**

\_\_ Sí    \_\_ No

**¿Cuántas veces a la semana lleva? \_\_\_\_\_**

**¿Cuánto lleva? \$ \_\_\_\_\_**

**¿Qué compra? \_\_\_\_\_**

## Anexo N°2.-

### PAQ-Children (PAQ-C).

*Physical Activity Questionnaire (Elementary School)*

Name: \_\_\_\_\_ Age: \_\_\_\_\_

Sex: M \_\_\_\_\_ F \_\_\_\_\_ Grade: \_\_\_\_\_

Teacher: \_\_\_\_\_

We are trying to find out about your level of physical activity from *the last 7 days* (in the last week). This includes sports or dance that make you sweat or make your legs feel tired, or games that make you breathe hard, like tag, skipping, running, climbing, and others.

**Remember:**

1. There are no right and wrong answers — this is not a test.
2. Please answer all the questions as honestly and accurately as you can — this is very important.

1. Physical activity in your spare time: Have you done any of the following activities in the past 7 days (last week)? If yes, how many times? (Mark only one circle per row.)

	No	1-2	3-4	5-6	7 times or more
Skipping .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rowing/canoeing .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
In-line skating .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tag .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Walking for exercise .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bicycling .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jogging or running .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aerobics .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Swimming .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Baseball, softball .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dance .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Football .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Badminton .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Skateboarding .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Soccer .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Street hockey .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Volleyball .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Floor hockey .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Basketball .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ice skating .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cross-country skiing .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ice hockey/ringette .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Other: .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
.....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2. In the last 7 days, during your physical education (PE) classes, how often were you very active (playing hard, running, jumping, throwing)? (Check one only.)

- I don't do PE .....
- Hardly ever .....
- Sometimes .....
- Quite often .....
- Always .....

3. In the last 7 days, what did you do most of the time *at recess*? (Check one only.)

- Sat down (talking, reading, doing schoolwork).....
- Stood around or walked around .....
- Ran or played a little bit .....
- Ran around and played quite a bit .....
- Ran and played hard most of the time .....

4. In the last 7 days, what did you normally do *at lunch* (besides eating lunch)? (Check one only.)

- Sat down (talking, reading, doing schoolwork).....
- Stood around or walked around .....
- Ran or played a little bit .....
- Ran around and played quite a bit .....
- Ran and played hard most of the time .....

5. In the last 7 days, on how many days *right after school*, did you do sports, dance, or play games in which you were very active? (Check one only.)

- None .....
- 1 time last week .....
- 2 or 3 times last week .....
- 4 times last week .....
- 5 times last week .....

6. In the last 7 days, on how many *evenings* did you do sports, dance, or play games in which you were very active? (Check one only.)

- None .....
- 1 time last week .....
- 2 or 3 times last week .....
- 4 or 5 last week .....
- 6 or 7 times last week .....

7. On the last weekend, how many times did you do sports, dance, or play games in which you were very active? (Check one only.)

- None .....
- 1 time .....
- 2 — 3 times .....
- 4 — 5 times .....
- 6 or more times .....

8. Which *one* of the following describes you best for the last 7 days? Read *all five* statements before deciding on the *one* answer that describes you.

- A. All or most of my free time was spent doing things that involve little physical effort .....
- B. I sometimes (1 — 2 times last week) did physical things in my free time (e.g. played sports, went running, swimming, bike riding, did aerobics) .....
- C. I often (3 — 4 times last week) did physical things in my free time .....
- D. I quite often (5 — 6 times last week) did physical things in my free time .....
- E. I very often (7 or more times last week) did physical things in my free time .....

9. Mark how often you did physical activity (like playing sports, games, doing dance, or any other physical activity) for each day last week.

	None	Little bit	Medium	Often	Very often
Monday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tuesday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Wednesday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Thursday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Friday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Saturday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sunday .....	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Were you sick last week, or did anything prevent you from doing your normal physical activities? (Check one.)

- Yes .....
- No .....

If Yes, what prevented you? \_\_\_\_\_



## Anexo N°3.-

### Ficha Clínica

#### Datos Personales

Fecha: \_\_/\_\_/\_\_

Nombre: _____		
Edad: _____	Fecha de nacimiento: ____/____/____	
Sexo: F <input type="checkbox"/>	M <input type="checkbox"/>	
Colegio: _____	Curso: _____	
Nombre apoderado: _____		
Teléfono Apoderado: +56 _____		
Dirección: _____		
Etnia: SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/> Especificar cual: _____	
Comorbilidades: _____ _____		
Medicamentos: SI <input type="checkbox"/>		NO <input type="checkbox"/> Especificar cual/es: _____
Alergias: _____		

#### Datos Basales

<b>1. Calculo de IMC (peso/talla)</b>
Peso: _____ kg
Talla: _____ cm
IMC: _____
<b>2. Resistencia Aeróbica</b>
Distancia recorrida: _____ m
Tiempo: _____ min
<b>3. Frecuencia Cardíaca máxima (Tanaka: <math>208 - (0,7 \times \text{edad})</math>)</b>
FCmáx. _____ lat/min

## **Anexo N°4.-**



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**  
**FACULTAD DE MEDICINA**  
**CARRERA DE KINESIOLOGÍA**

### **Declaración de consentimiento informado para participantes de investigación de la universidad de la frontera.**

**“Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna de Carahue durante el año 2017”**

Este cuestionario de consentimiento informado está dirigido a padres de niños de entre 8 y 12 años de edad, pertenecientes a los colegios incluidos en el programa UNETE, de la comuna de Carahue.

Su hijo/a esta siendo invitada a participar del estudio sobre la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada, para la reducción de la masa corporal y la mejora de la resistencia aeróbica en niños con obesidad, el cual es dirigido por Karla Jara Moya, Camila Motrán Benítez, Erik Salazar Correa, Angélica Torres Ebner estudiantes de 4° año de la carrera de Kinesiología de la Universidad de La Frontera,

Temuco, Región de la Araucanía, Chile. Este proyecto será financiado por el programa UNETE de la Universidad de la Frontera.

El formulario que a continuación se describe, explica el estudio de investigación de manera que usted lo comprenda, en el caso de tener preguntas puede realizarlas en cualquier momento y de cualquier cosa que no entienda, por favor léalo detenidamente. La participación de su hijo/a es totalmente voluntaria.

**1) Título del Estudio:** Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna de Carahue durante el año 2017.

**2) Objetivo del estudio:** Este estudio tiene por objetivo determinar la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad (HIIT) en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada, como instrumento terapéutico en la reducción del índice de masa corporal (IMC) y la mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de la comuna de Carahue.

**3) Procedimientos:** Al aceptar que se hijo/a sea parte del estudio, debe comprometerse a que este:

- Entregue información sobre sus datos personales, responda a los cuestionarios que serán aplicados los cuales consisten en evaluar el nivel de actividad física previo y la encuesta de referencia de consumo alimentario para niño/as con diagnóstico de obesidad, ninguno de estos cuestionarios mide conocimiento por lo que no necesitan preparar las respuestas ya que ninguna es correcta o incorrecta.

- Aceptar ser asignado a cualquiera de los tres grupos de intervención.
- Recibir una evaluación inicial y final para ver su estado preliminar y su progreso, estas evaluaciones consisten en la medición del índice de masa corporal el cual se realiza con los datos de peso y estatura del niño/a, la medición de la frecuencia cardiaca y la realización del test de naveta, el cual consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido, siendo una señal sonora la que indicara cuándo el niño debe llegar a las líneas o cuán rápido tiene que correr, el niño finalizara la prueba cuando ya no pueda correr más o si es que ha fallado 2 veces seguidas, no alcanzando la línea final a la señal sonora.
- Asistir a las sesiones de intervención, en el caso de los pertenecientes al grupo de HIIT se realizara 3 veces a la semana por aproximadamente 45 minutos a 1 hora en donde se efectuará un calentamiento previo de 10 minutos para luego realizar 8 minutos de acondicionamiento y finalizar con 10 minutos de vuelta a la calma, para el ejercicio continuo se realizara 3 veces a la semana aproximadamente 45 minutos a 1 hora teniendo fases, las cuales son previo calentamiento de 10 minutos una fase de acondicionamiento y una fase de recuperación y en el caso del grupo de control que será educación se realizara una vez al mes cada sesión durara 45 minutos. Estas actividades se realizaran durante un periodo de seis meses, las cuales se efectuaran después del horario académico.
- Asistir a las sesiones con ropa apropiada para la realización de actividad física

\*\*Se hará entrega al paciente de un par de zapatillas deportivas al inicio del estudio.

\*\* En el caso de constantes inasistencias a las sesiones, el equipo investigador tendrá la libertad de dejarlo fuera del estudio, sin opción de volver a reingresar

**5) Confidencialidad:** Los datos relacionados con privacidad serán manejados con absoluta confidencialidad, en cuanto al análisis y difusión de los resultados del estudio, no se utilizara información personal.

**6) Beneficios de los pacientes:** La participación en el estudio busca encontrar una disminución en el índice de masa corporal y mejorar resistencia aeróbica en el niño/a que presente obesidad, en cualquiera de los tres grupos. Existe la posibilidad de que los resultados no sean los esperados, en ese caso se velara por la salud de los participantes, buscando siempre el beneficio ellos.

Cabe destacar que si los resultados son los esperados se estaría generando un beneficio tanto para el participante, como para futuros niños/as que requieran de una intervención para la disminución de la obesidad.

**7) Riesgos:** Al participar su hijo/a en esta investigación es posible que se exponga a eventuales riesgos que pueden ser caídas, lesiones musculo esqueléticas, reacciones adversas al ejercicio como ahogo, dificultad en la respiración, mareos o desmayos. Si esto llegara a suceder se actuara con extrema rapidez para otorgarles asistencia médica si esto fuera necesario, considerando que los participantes siempre estarán supervisados por un profesional de la salud. Aunque la posibilidad de que ocurriera un evento de este tipo es mínima ya que se tomaran las medidas preventivas y se le explicaran al detalle las intervenciones a cada niño disminuyendo así situaciones riesgosas.

**8) Alternativas de participación del estudio:** Todos las personas seleccionadas son voluntarias y libres de participar o no del estudio, así como también tienen la libertad de abandonarlo en cualquier momento, sin riesgo de alguna sanción

**9) Información Financiera:** La participación en este estudio se traduce en el otorgamiento de una intervención de forma totalmente gratuita y además de la entrega de un par de zapatillas para participar de la actividad.

Cualquier pregunta que desee hacer durante el proceso de investigación, podrá contactarse con la Srta. Camila Motrán Benítez, estudiante de Kinesiología de la Universidad de la Frontera, Celular +56 9 2456789 o con la Srta. Karla Jara Moya estudiante de Kinesiología de la universidad de la frontera, Celular +56 9 7748937  
Correo electrónico: [a.torres12@ufromail.cl](mailto:a.torres12@ufromail.cl) / [e.salazar05@ufromail.cl](mailto:e.salazar05@ufromail.cl)

### **Acta de Consentimiento Informado**

En relación a lo anteriormente dispuesto y en conocimiento del objetivo de la investigación, sus procedimientos, riesgos y beneficios, consiento voluntariamente que mi hijo/a participe en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirarlo del estudio en cualquier momento.

Yo \_\_\_\_\_ Rut \_\_\_\_\_

Padre/Madre o Apoderado, de \_\_\_\_\_

Rut \_\_\_\_\_ Declaro que he decidido permitir la participación de mi hijo/a en este estudio; entendiendo que el equipo investigador ha respondido

a cabalidad todas mis dudas respecto a la información del estudio y he recibido una copia de este documento.

Autorizo la realización de los siguientes procedimientos y actividades

1. Que el niño/a entregue información sobre sus datos personales, responda a los cuestionarios sobre el nivel de actividad física previo y la encuesta de referencia de consumo alimentario, para niño/as con diagnóstico de obesidad, evaluación que se realizara en el colegio.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

2. Que el niño/a reciba una evaluación inicial y final, que consistirá en la medición del IMC, siendo necesaria la medida de estatura y peso y la frecuencia cardiaca. Además de la realización del test de naveta.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

3. Que el niño/a asista a las sesiones de intervención ya sea para HIIT o entrenamiento continuo, las cuales se realizaran tres veces a la semana siendo la duración de aproximadamente 1 hora. O a la intervención de educación, que se realizara 1 vez al mes de aproximadamente 1 hora de duración. Cada una se llevara a cabo después del horario de clases, por 4 meses.

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

---

---

Nombre Apoderado/a

Nombre Investigador

---

Firma Apoderado/a

---

Firma Investigador

**Fecha** / /



## **Anexo N°5.-**



**UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**CARRERA DE KINESIOLOGÍA**

### **Declaración de asentimiento informado para participantes de investigación de la universidad de la frontera**

**“Efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo, en la reducción del índice de masa corporal y mejora de la resistencia aeróbica, en niños con obesidad de 8-12 años pertenecientes a los colegios municipales de la comuna de Carahue durante el año 2017”**

Has sido invitado/a a participar del estudio sobre la efectividad del entrenamiento interválico de alta intensidad en comparación con el entrenamiento continuo de intensidad moderada, para la reducción de la masa corporal y la mejora de la resistencia aeróbica en niños con obesidad, el cual es dirigido por Karla Jara Moya, Camila Motrán Benítez, Erik Salazar Correa, Angélica Torres Ebner estudiantes de 4° año de la carrera de Kinesiología de la Universidad de La Frontera, Temuco, Región de la Araucanía, Chile. Este proyecto será financiado por el programa UNETE de la Universidad de la Frontera.

El formulario que a continuación se describe, explica el estudio de investigación de manera que lo puedas comprender, en el caso de tener preguntas puedes realizarlas

en cualquier momento y de cualquier cosa que no entiendas, por favor léelo detenidamente.

Para empezar definiremos algunos términos

**HIIT:** Significa entrenamiento interválico de alta intensidad es decir es un entrenamiento en donde se realiza ejercicio intenso pero de corta duración y con descansos entre estos ejercicios.

**Ejercicio continuo de moderada intensidad:** son ejercicios de larga duración pero con una intensidad moderada y sin descansos entremedio.

### **¿De qué trata el estudio?**

Se formaran dos grupos, uno que realizará HIIT y el otro ejercicio continuo. Tú podrás ser seleccionado para cualquiera de los dos grupos.

En el grupo de HIIT se realizara 3 veces a la semana por aproximadamente 45 minutos a 1 hora en donde se hará un calentamiento de 10 minutos, luego 8 minutos de ejercicio y para terminar con 10 minutos de vuelta a la calma.

En el grupo de ejercicio continuo se realizara 3 veces a la semana aproximadamente 45 minutos a 1 hora teniendo fases, las cuales son un calentamiento de 10 minutos una fase de acondicionamiento y una fase de recuperación.

Una vez al mes los dos grupos recibirán educación acerca de la obesidad.

Al comienzo y al final se harán evaluaciones que consisten en medición de tu peso y estatura, la medición de la frecuencia cardiaca y la realización del test de naveta, el cual consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas por 20 metros en doble sentido.

Además tendrás que realizar dos cuestionarios, ninguno de estos mide conocimiento por lo que no necesitas preparar las respuestas ya que ninguna es correcta o incorrecta.

El estudio durara 4 meses y se realizara después del horario de clases, para lo que deberás asistir con ropa cómoda, no podrás faltar o sino quedaras fuera de la investigación, y para finalizar se te entregara un par de zapatillas al inicio del estudio

### **¿Que busca el estudio?**

Saber si HIIT es mejor que el ejercicio continuo para reducir el IMC y mejorar la resistencia aeróbica en niños y niñas con obesidad.

### **Importante**

- No diremos a otras personas que estas participando en este estudio además la información de los resultados te los informaremos a ti y a tus padres.
- Al participar en esta investigación es posible que te exponga a algunos riesgos como caídas, reacciones adversas al ejercicio como ahogo, dificultad en la respiración, mareos o desmayos. Si esto pasa habrá asistencia médica.
- Tu participación es totalmente voluntaria y libre, si vas a participar tus padres también tienen que aceptarlo, pero si no lo deseas, no tienes por qué hacerlo, aun si tus padres lo han aceptado.
- También tienes la libertad de abandonarlo en cualquier momento, sin riesgo de alguna sanción

Cualquier pregunta que desees hacer durante el proceso de investigación, podrás hacerla mediante tus padres los cuales se podrán contactar con la Srta. Camila Motran Benítez, estudiante de Kinesiología de la Universidad de la Frontera,

Celular +56 9 2456789 o con la Srta. Karla Jara Moya estudiante de Kinesiología de la universidad de la frontera, Celular +56 9 7748937

Correo electrónico: [a.torres12@ufromail.cl](mailto:a.torres12@ufromail.cl) / [e.salazar05@ufromail.cl](mailto:e.salazar05@ufromail.cl)

Si eliges ser parte de esta investigación, también te daré una copia de esta información para ti.

### **Asentimiento Informado**

Entendiendo que la investigación consiste en ver si es más efectivo el HIIT en comparación con el ejercicio continuo y que podría ser útil en la intervención de niños con obesidad, entiendo que debo:

- Entregar mis datos personales, responder dos cuestionarios, uno sobre mi actividad física previa y otro sobre mi alimentación.
- Que me realizaran una evaluación antes y después del estudio, medirán mi estatura y peso para sacar el IMC, me tomaran la FC y realizare el test de naveta
- Que debo asistir a las sesiones de intervención del estudio que son HIIT, entrenamiento continuo y educación, según el grupo al que me distribuyan. Las cuales se llevaran a cabo después del horario de clases por 4 meses.

Sé que puedo elegir participar en la investigación o no, que puedo retirarme cuando quiera. He leído esta información (o se me ha leído la información) y la entiendo, me han respondido las preguntas y sé que puedo hacer preguntas más tarde si las tengo. Acepto participar en la investigación.

Yo no deseo participar en la investigación y no he firmado el asentimiento que sigue\_\_\_\_\_ (iniciales del niño/menor)

Solo si el niño/a asiente:

Nombre del niño/a \_\_\_\_\_

Firma del niño/a: \_\_\_\_\_

Fecha: / /

El Padre/madre/apoderado ha firmado un consentimiento informado Si \_\_No\_\_