



UNIVERSIDAD DE GRANADA

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA**

*EFFECTOS FÍSICOS Y COGNITIVOS DE DOS PROCEDIMIENTOS DE
ADMINISTRACIÓN DE LA CARGA DE EJERCICIO FÍSICO EN ESCOLARES
OBESOS DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA-CHILE*

INGRID FERNANDEZ CARVAJAL
2017
PROGRAMA DE DOCTORADO
Ciencias de la Educación

Editor: Universidad de Granada. Tesis Doctorales
Autora: Ingrid Fernández Carvajal
ISBN: 978-84-9163-252-8
URI: <http://hdl.handle.net/10481/47090>



UNIVERSIDAD DE GRANADA

*EFECTOS FÍSICOS Y COGNITIVOS DE DOS PROCEDIMIENTOS DE
ADMINISTRACIÓN DE LA CARGA DE EJERCICIO FÍSICO EN
ESCOLARES OBESOS DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA-
CHILE.*

INGRID FERNANDEZ CARVAJAL
2017
PROGRAMA DE DOCTORADO
Ciencias de la Educación

AUTORA: Ingrid Ethel Fernández Carvajal
DIRECTORA: Dra. Dña Belen Feriche Fernández-Castanys

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTIVA



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

Prof. Dra. Belén Feriche Fernández-Castanys
Profesora Titular de Universidad

Department of Physical Education and Sport
Faculty of Sport Sciences
University of Granada

**BELÉN FERICHE FERNÁNDEZ-CASTANYS, PROFESORA TITULAR DE UNIVERSIDAD
DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA**

CERTIFICA:

Que la Tesis Doctoral titulada “EFECTOS FÍSICOS Y COGNITIVOS DE DOS PROCEDIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN DE LA CARGA DE EJERCICIO FÍSICO EN ESCOLARES OBESOS DE LA REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA-CHILE” que presenta Dña. Ingrid Fernández Carvajal al superior juicio del Tribunal que designe la Universidad de Granada, ha sido realizada bajo mi dirección durante los años 2011-2017, siendo expresión de la capacidad técnica e interpretativa de su autor en condiciones tan aventajadas que la hacen merecedora del Título de Doctor por la Universidad de Granada, siempre y cuando así lo considere el citado Tribunal.

En Granada, 27 de marzo de 2017

Fdo.: Belén Feriche Fernández-Castanys

DEDICATORIAS:

*A mi hijo Aníbal Pérez Fernández por su comprensión,
generosidad y apoyo incondicional durante este proceso.*

*A mis padres y hermana que han formado parte importante de este
camino.*

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis
Dra. Belén Feriche Fernández-Castanys

Con especial aprecio y admiración:
Por su generosidad en la guía de esta tesis, su paciencia y
rigurosidad en cada uno de sus aportes en este camino como
investigadora.

RESUMEN

El 88,6% de la población chilena es sedentaria. Así, el 25,3% de los escolares de 6 años son obesos, a lo que se suma que el 91% de los estudiantes a los 13 años no alcanzan un nivel satisfactorio de condición física. A pesar de que las iniciativas estatales para revertir estos índices no han provocado resultados favorables, la currícula escolar en Chile sigue manteniendo una sola sesión semanal de Educación Física con orientación lúdico-deportiva (convencional). Considerando que tanto la cantidad como puede que la orientación de la actividad física escolar en Chile es insuficiente para poder solucionar, al menos en parte, el problema de la obesidad de los niños, el propósito de esta investigación es el de analizar y comparar los efectos de dos tipos de organización de la práctica física añadida a la actividad escolar curricular (intermitente de alta intensidad vs convencional) sobre los alumnos obesos de la región chilena de Arica y Parinacota.

Para contrastar el objetivo, 98 escolares obesos de sexto y séptimo año básico (11 y 12 años), se distribuyeron entre los grupos Control (GC), Experimental con actividad física convencional (GEAFC) y Experimental con actividad física intermitente de alta intensidad (GEAFI). Durante 12 semanas la población de estudio realizó la actividad física vinculada a su grupo de pertenencia: el GC la actividad física escolar curricular (1 sesión/semana); el GEAFC 3 sesiones de ejercicio físico adicional al de la escuela y con contenido similar a la currícula escolar; y el GEAFI 3 sesiones de ejercicio físico adicional intermitente y de alta intensidad. Antes y después de la intervención se evaluó la

condición física (capacidad aeróbica y fuerza general), la función cognitiva (rendimiento académico, memoria y atención) y el estado de salud (composición corporal, tensión arterial, parámetros bioquímicos, hábitos saludables) de los participantes.

Los resultados obtenidos muestran que ambos grupos experimentales modifican positivamente la composición corporal (ej. -6,17% de grasa corporal), condición física (ej. +3,56% de VO_2max), colesterol (-5,29%) y los parámetros cognitivos como la memoria y atención (+32,62%) ($p < 0.05$), si bien los cambios del GEAFI fueron de mayor magnitud, no se llega a alcanzar significación estadística. El grupo GEAFI mantuvo el rendimiento escolar mientras que el GE AFC lo redujo en un 1.79% ($p < 0.05$). El GC mostró cambios desfavorables en la composición corporal, incrementó del colesterol LDL, así como también experimentó un retroceso en la condición física y el rendimiento académico ($p < 0.05$). No se registraron cambios de interés en los hábitos saludables por efecto de la intervención en ninguno de los grupos de estudio.

Sobre la base de los resultados, podemos concluir que las actuales disposiciones curriculares chilenas de Educación Física escolar no parecen mejorar la condición física, la salud, capacidades cognitivas y hábitos saludables de los escolares obesos. Un incremento en la cantidad de las sesiones de práctica físico-deportiva escolar podría modular favorablemente estas variables. Actuaciones específicamente destinadas a la modificación de hábitos de alimentación y de práctica físico deportiva física son necesarios para modificar las conductas de los escolares.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	24
1.1.	OBESIDAD, LA EPIDEMIA DEL SIGLO XXI: CONCEPTO	25
1.1.1.	Epidemiología de la obesidad.....	26
1.1.2.	Patogenia de la obesidad.....	29
1.1.2.1.	Distribución de la grasa corporal y su riesgo en la salud.....	31
1.1.2.2.	Efectos de la reducción de peso sobre la salud.....	31
1.1.3.	Diagnóstico de obesidad.....	33
1.1.3.1.	Composición corporal en relación al tejido graso y sus mediciones.....	35
1.1.3.1.1.	Depósitos de grasa corporal a lo largo de la vida.....	35
1.1.3.1.2.	Masa grasa en el exceso de peso.....	36
1.1.3.1.3.	Métodos para determinar la masa grasa.....	37
1.1.3.1.4.	Métodos para evaluar la masa libre de grasa.....	39
1.1.3.2.	Evaluaciones antropométricas habituales y sus estándares de referencia.....	41
1.1.3.3.	Otras evaluaciones en el sujeto obeso.....	44
1.1.4.	Gasto energético y sus componentes.....	45
1.1.4.1.	Gasto energético basal (GEB).....	45
1.1.4.2.	Regulación de los depósitos de energía.....	45
1.1.4.3.	Regulación del gasto energético.....	46
1.1.5.	Patrón de alimentación y conducta alimentaria en la patogénesis de la obesidad.....	47
1.1.5.1.	Conducta alimentaria.....	48

1.1.5.1.1.	Alteraciones de la conducta alimentaria.....	48
1.1.6.	Obesidad infantil.....	49
1.1.6.1.	Etiología.....	49
1.1.6.1.1.	Factores genéticos.....	50
1.1.6.1.2.	Factores ambientales.....	50
1.1.6.2.	Patogenia.....	52
1.1.6.2.1.	Periodo prenatal y postnatal temprano.....	52
1.1.6.2.2.	Rebote de la adiposidad.....	54
1.1.6.2.3.	Adolescencia.....	54
1.1.6.2.4.	Fenómeno de la progresión de la obesidad infantil en la edad adulta.....	56
1.1.6.3.	Evaluaciones.....	57
1.2.	SEDENTARISMO Y EJERCICIO	59
1.2.1.	Sedentarismo.....	60
1.2.1.1.	Causas de la inactividad física en Chile.....	60
1.2.2.	Ejercicio físico y salud.....	61
1.2.2.1.	Ejercicio y peso corporal.....	64
1.2.2.2.	Ejercicio y composición corporal.....	64
1.2.2.3.	Ejercicio y adaptación muscular.....	65
1.2.2.4.	Ejercicio y gasto energético.....	66
1.2.2.5.	Ejercicio y distribución de grasa corporal.....	68
1.2.2.6.	Ejercicio y su prescripción en sujetos obesos.....	68
1.2.2.7.	Percepción del esfuerzo durante el ejercicio.....	72
1.3.	ACONDICIONAMIENTO FÍSICO	76

1.3.1.	Beneficios del acondicionamiento físico en la infancia y adolescencia.....	76
1.3.2.	Rendimiento físico en los niños y jóvenes.....	77
1.3.3.	Educación física escolar.....	79
1.3.3.1.	Bases curriculares.....	80
1.3.3.2.	La organización curricular se agrupa en ejes y actitudes.....	82
1.3.3.3.	Orientaciones didácticas.....	82
1.3.4.	Efectos del ejercicio en el sistema cognitivo.....	83
1.4.	SISTEMA EDUCACIONAL EN CHILE.....	87
1.5.	DESCRIPCIÓN REGIONAL.....	89
1.6.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	90
1.7.	HIPÓTESIS.....	94
1.8.	OBJETIVOS.....	95
	CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODO.....	96
2.1.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	97
2.2.	POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	98
2.3.	VARIABLES DE ESTUDIO.....	101
2.3.1.	Variables antropométricas.....	103
2.3.1.1.	Peso corporal:.....	103
2.3.1.2.	Estatura:.....	103
2.3.1.3.	Índice de masa corporal (IMC):.....	104
2.3.1.4.	Perímetro de cintura:.....	105
2.3.2.	Variable composición corporal:.....	105
2.3.2.1.	Porcentaje de grasa corporal:.....	106

2.3.3.	Variables de rendimiento físico.....	108
2.3.3.1.	Fuerza muscular de la mano:.....	108
2.3.3.2.	Fuerza muscular de tren inferior:.....	108
2.3.3.3.	Capacidad aeróbica:.....	109
2.3.4.	Variables fisiológicas y del perfil bioquímico:.....	110
2.3.4.1.	Exámenes de laboratorio:.....	110
2.3.4.2.	Presión arterial:.....	111
2.3.5.	Variables hábitos saludables:.....	111
2.3.5.1.	Encuesta calidad alimentaria.....	111
2.3.5.2.	Encuesta hábitos de actividad física:.....	112
2.3.6.	Variables de rendimiento cognitivo.....	113
2.3.6.1.	Rendimiento académico semestral:.....	113
2.3.6.2.	Perfil conductual:.....	113
2.3.6.3.	Variable nivel educacional de los padres:.....	114
2.4.	PROCEDIMIENTO.....	115
2.4.1.	Administrativos y éticos.....	115
2.4.2.	Evaluaciones y encuestas.....	115
2.4.3.	Intervención Programa de ejercicios.....	116
2.4.3.1.	Grupo control “GC”.....	118
2.4.3.2.	Grupo estudio actividad física convencional “GEAFC”.....	119
2.4.3.3.	Grupo estudio actividad física intermitente de alta intensidad “GEAFI”.....	119
2.5.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	121

	CAPÍTULO 3: RESULTADOS	122
3.1.	PRESENTACIÓN	123
3.1.1.	Antecedentes biosociodemográficos.....	123
3.1.2.	Parámetros antropométricos.....	123
3.1.3.	Parámetros de rendimiento físico.....	124
3.1.4.	Parámetros fisiológicos y del perfil bioquímico.....	124
3.1.5.	Parámetros rendimiento cognitivos y de hábitos saludables.....	125
3.2.	ANTECEDENTES BIOSOCIODEMOGRÁFICOS	127
3.3.	PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS	129
3.3.1.	Categorización según riesgo cardiovascular y nivel de adiposidad según perímetro de cintura y porcentaje grasa.....	130
3.3.2.	Análisis intragrupo variables antropométricas.....	132
3.3.3.	Análisis intergrupo variables antropométricas.....	133
3.4.	PARÁMETROS DEL RENDIMIENTO FÍSICO:	135
3.4.1.	Análisis intragrupo variables rendimiento físico.....	135
3.4.2.	Análisis intergrupo variables rendimiento físico.....	137
3.5.	PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO	139
3.5.1.	Categorización de la presión arterial sistólica y diastólica.....	140
3.5.2.	Categorización de los parámetros sanguíneos “Glicemia, insulina y HOMA”.....	142
3.5.3.	Análisis intragrupo del perfil bioquímico.....	144
3.5.4.	Análisis intergrupo del perfil bioquímico.....	147

3.6.	PARÁMETROS INDICADORES DEL RENDIMIENTO	
	COGNITIVO Y HáBITOS SALUDABLES:	149
3.6.1.	Indicadores del rendimiento Cognitivo	150
3.6.1.1.	Nivel de escolaridad de los padres	150
3.6.1.2.	Categorización del rendimiento académico	151
3.6.2.	Indicadores de Hábitos saludables	155
3.6.2.1.	Categorización según hábitos de actividad física	155
3.6.2.2.	Categorización según calidad alimentaria	156
3.6.2.3.	Análisis intragrupo de los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables:	157
3.6.2.4.	Análisis intergrupo de los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables:	159
	CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN	161
4.1.	PRESENTACIÓN	162
4.1.1.	Antecedentes biosociodemográficos	162
4.1.2.	Parámetros antropométricos	163
4.1.3.	Parámetros de rendimiento físico	168
4.1.4.	Parámetros fisiológicos y del perfil bioquímico	170
4.1.5.	Parámetros con indicadores cognitivos y de hábitos saludables:	177

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES	182
CAPÍTULO 6: BIBLIOGRAFÍA	185
CAPÍTULO 7: ANEXOS	211
ANEXO 1. Clasificación de estado nutricional.....	212
ANEXO 2. Ficha de evaluación test de Navette.....	214
ANEXO 3. Encuesta de calidad alimentaria.....	215
ANEXO 4. Encuesta de hábitos de actividad física.....	216
ANEXO 5. Ficha de recolección de información de rendimiento académico.....	217
ANEXO 6. Carta de autorización del director del establecimiento.....	218
ANEXO 7. Consentimiento informado del apoderado.....	220
ANEXO 8. Asentimiento informado del alumno.....	222
ANEXO 9. Planilla para antecedentes generales, escolaridad de los padres y evaluación antropométrica.....	224
ANEXO 10. Antecedentes de salud.....	225
ANEXO 11. Circuitos.....	231
ANEXO 12. Planificación.....	236

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.	Representación gráfica del Test EPInfant.....	75
Figura: 2.1.	Fases del estudio según sus fases, acciones y participantes por grupo participante.....	100
Figura 2.2.	Balanza marca SECA.....	103
Figura 2.3.	Medición del perímetro de cintura con cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®).....	105
Figura 2.4.	Caliper Lange® de precisión 1 mm.....	106
Figura 2.5.	Dinamómetro digital Jamar plus +®.....	108
Figura 3.1.	Distribución porcentual de la muestra según género.....	127
Figura 3.2.	Distribución porcentual de la muestra según curso, colegio y dependencia administrativa del colegio.....	128
Figura 3.3.	Distribución porcentual de la muestra según nivel de riesgo cardiovascular en base al perímetro de cintura inicial.....	130
Figura 3.4.	Distribución porcentual de la muestra según nivel de adiposidad en base al porcentaje de grasa corporal.....	131
Figura 3.5.	Distribución porcentual de la muestra según de estado de tensión arterial sistólica.....	141
Figura 3.6.	Distribución porcentual de la muestra según de estado de tensión arterial diastólica.....	142
Figura 3.7.	Distribución porcentual de la muestra según exámenes alterados en base a valores referenciales de: glicemia, insulina y HOMA.....	143

Figura 3.8. Distribución porcentual de la muestra según exámenes alterados en base a valores referenciales de: colesterol.....	144
Figura 3.9. Distribución porcentual de la muestra según nivel de escolaridad de los padres.....	151
Figura 3.10. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio general de notas del semestre anterior a la intervención.....	152
Figura 3.11. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio de notas año 2013 de las asignaturas troncales: lenguaje y comunicación, matemáticas, historia y ciencias naturales.....	153
Figura 3.12. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio de notas de educación física y salud año 2013.....	154
Figura 3.13. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de hábitos de actividad física.....	155
Figura 3.14. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de hábitos de calidad alimentaria.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.	Proporción relativa de los componentes en diferentes etapas de la vida.....	38
Tabla 1.2.	Puntos de corte para el índice peso/talla definiendo normalidad o exceso de peso.....	42
Tabla 1.3.	Clasificación del estado nutricional según el índice de masa corporal (IMC).....	43
Tabla 1.4.	Comportamiento de la oxidación y el depósito de los carbonos, proteínas, grasas y alcohol.....	46
Tabla 1.5.	Acciones del ejercicio regular en la modulación del peso corporal.....	64
Tabla 1.6.	Tipos de fibras musculares y sus características Metabólicas.....	65
Tabla 1.7.	Clasificación de la intensidad del ejercicio, basado en 30 a 60 minutos de entrenamiento de tolerancia.....	73
Tabla 1.8.	Cambios de las funciones, capacidades y habilidades.....	78
Tabla 1.9.	Relación de las actitudes asociadas a los respectivos ejes de la educación física chilena.....	82
Tabla 2.1.	Enumeración de las variables dependientes.....	102
Tabla 2.2.	Enumeración de las variables independientes.....	102
Tabla 2.3.	Criterios de evaluación del porcentaje de grasa corporal según Durenberg et al., (1990).....	107
Tabla 2.4.	Métodos de procesamiento de los parámetros sanguíneos con sus parámetros de referencia.....	110

Tabla 2.5.	Planificación temporal de la intervención.....	117
Tabla 3.1.	Caracterización de la muestra y homogeneidad en los Parámetros antropométricos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	129
Tabla 3.2.	Efectos intragrupo del entrenamiento, en los parámetros antropométricos de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.....	133
Tabla 3.3.	Comparación intergrupo que representa los efectos del ejercicio en los parámetros antropométricos en la muestra y los grupos Control y Estudio, representados con las diferencias de medias entre el pre y post.....	133
Tabla 3.4.	Pruebas Post Hoc en parámetros antropométricos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	134
Tabla 3.5.	Caracterización de la muestra y homogeneidad en los parámetros de condición física de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	135
Tabla 3.6.	Efectos intragrupo del entrenamiento en los parámetros de condición física de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.....	137

Tabla 3.7.	Efectos del ejercicio en los parámetros de condición física en la muestra y grupos: control, con actividad física intermitente y convencional. Los resultados representan las diferencias de medias entre el pre y el post en cada grupo.....	138
Tabla 3.8.	Pruebas Post Hoc en los parámetros de condición física en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	139
Tabla 3.9.	Caracterización de la muestra y homogeneidad en los parámetros fisiológicos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	140
Tabla 3.10.	Efectos intragrupo del entrenamiento, en los parámetros Fisiológicos de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.....	146
Tabla 3.11.	Efectos del ejercicio en los parámetros fisiológicos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	147
Tabla 3.12.	Pruebas Post Hoc en los parámetros fisiológicos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	148
Tabla 3.13.	Caracterización de la muestra y homogeneidad en los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	150

Tabla 3.14. Efectos intragrupo del entrenamiento en los indicadores cognitivos y hábitos de alimentación y de actividad física de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.....	158
Tabla 3.15. Efectos del ejercicio en los indicadores cognitivos, hábitos alimentarios y de actividad física en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	159
Tabla 3.16. Pruebas Post Hoc en los indicadores cognitivos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.....	160

ABREVIATURAS

ACMS	American College of Sports Medicine
ADN	Ácido desoxirribonucleico
B	Bueno
CDC	Center for Disease Control
CDC	Centro de control y prevención de enfermedades
CHO	Hidrato de carbono
Cm	Centímetros
CR	Cociente respiratorio
D	Densidad
dl	Decilitro
DS	Desviación estándar
ECVS	Encuesta nacional de calidad de vida y salud
ENCA	Encuesta nacional de consumo alimentario
FC	Frecuencia cardiaca
FC máx.	Frecuencia cardiaca máxima
FC máx.-reserva	Frecuencia cardiaca máxima de reserva.
FM	Fuerza muscular
G	Gramos
GC	Grupo control
GEAFC	Grupo estudio con actividad física convencional
GEAFI	Grupo estudio con actividad física intermitente de alta intensidad
GEB	Gasto energético basal
GH	Growth Hormone

H2O	Agua
HDL	Lipoproteína de alta densidad
HOMA	Homoeostasis model assessment
HTA	Hipertensión arterial
I	Insuficiente
IC	Intervalo de confianza
IGF-I	Insuline-like growth factor I
IMC	Índice de masa corporal
JUNAEB	Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas
K	Potasio
Kcal	Kilocalorías
Kg	Kilogramo
Km2	Kilómetros al cuadrado
LDL	Lipoproteína de baja densidad
M	Metro
M2	Metros elevado al cuadrado
MB	Muy Bueno
mg	Miligramo
Min	Minutos
MINEDUC	Ministerio de educación de Chile
MINSAL	Ministerio de salud de Chile
ml	Mililitro
mmHg	Milímetros de mercurio
MONICA	Multinational Monitoring of Trends and Determinants in Cardiovascular Disease

NCHS	Centro Nacional de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos
NHANES III	III Encuesta Nacional de Examen de Salud y nutrición
OMS	Organización mundial de la salud
PA	Presión arterial
PAD	Presión arterial diastólica
PAS	Presión arterial sistólica
PC	Computador personal
PC	Perímetro de cintura
PD	Puntaje directo
RI	Resistencia insulínica
RPE	Rating of Perceived Effort
S	Suficiente
SE	Tamaño del efecto
SIMCE	Sistema de Medición de la Calidad de la Educación
T3	Hormona tiroidea triyodotironina
TE	Test Evalúa
TIC	Tecnologías de la información
TMB	Tasa metabólica basal
TV	Televisión
UTP	Unidad técnica pedagógica
VLDL	Análisis de lipoproteína de muy baja densidad
VO2 máx.	Volumen de oxígeno máximo
%MG	Porcentaje de masa grasa
°C	Grados Celsius

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. OBESIDAD, LA EPIDEMIA DEL SIGLO XXI: CONCEPTO

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la obesidad como la “acumulación anormal o excesiva de grasa que puede ser perjudicial para la salud”, sin embargo también es importante considerar como la grasa se distribuye en el organismo de cada individuo. La OMS considera la obesidad como un factor de riesgo para muchas enfermedades crónicas. (Elgart et al., 2010). Las principales comorbilidades asociadas son la diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, cáncer y osteoporosis, entre otras. Sin embargo, cada una de estas patologías se puede prevenir en parte con un descenso de peso discreto (5 a 10%), lo que llevaría a una mejora significativa en los niveles de presión arterial, perfil lipídico, tolerancia a la glucosa y sensibilidad insulínica (Pollak et al., 2015).

Si bien su etiología es multifactorial pues incluye una acción sinérgica y compleja de diferentes variables: genética, medio ambiente, estilo de vida, cultura, economía, etc. Su factor etiológico más importante es el desbalance positivo entre la ingesta calórica y el gasto energético, donde la mayor ingesta genera un aumento de los depósitos de grasa corporal (Cervera et al., 2010).

1.1.1. EPIDEMIOLOGÍA DE LA OBESIDAD

Este problema sanitario inicialmente afectaba a países desarrollados con altos ingresos, pero día a día va estrechando diferencias con países de ingresos bajos/medios y se instala como un problema de salud pública que tiene como referente y vigilante epidemiológico a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los últimos informes de obesidad indican que ha aumentado su prevalencia en más del doble si la comparamos con la década de los 80. En el año 2014 se estimaba que 1.900 millones de adultos tenían malnutrición por exceso, de los cuales más de 600 millones eran obesos. En el año 2013 más de 42 millones de niños menores de 5 años tenían sobrepeso (OMS, 2015).

La OMS planificó a finales de los años 70 (1979) el proyecto MONICA (Multinational Monitoring of Trends and Determinants in Cardiovascular Disease), consistente en estudiar cardiopatías, accidentes cerebrovasculares y factores de riesgo en 38 poblaciones de 21 países. Cuando se planificó el proyecto, nadie pudo prever que la obesidad tendría la categoría actual de problema mundial. Antes de concluir el estudio –que se inició en los 80 y finalizó a mediados de los años 90– se tuvo que considerar la medición de perímetros de cintura y cadera, pues había suficiente evidencia para considerar a la obesidad abdominal como un factor de riesgo cardiovascular (Valtueña, 2004).

Los resultados del proyecto MONICA evidenciaron que la mayoría de las ciudades incluidas en el estudio tenían una prevalencia de malnutrición por exceso

superior al 50%. En países como Estados Unidos, Egipto y Rusia, la prevalencia de obesidad alcanzó un 30%.

Si bien no existía información oficial de todo el continente americano, se encontraron valores similares en Canadá, Estados Unidos y México. Llamó la atención la realidad opuesta evidenciada en Brasil, con una prevalencia de obesidad de 8,3% (Cervera et al., 2010).

En España, el año 2000, la necesidad por emprender una vigilancia epidemiológica de la obesidad motivó el desarrollo del estudio enKid, cuyo objetivo era obtener cifras de prevalencia de obesidad nacional, evaluar hábitos alimentarios y estado nutricional en la población infantil y juvenil. Los resultados arrojaron una prevalencia de obesidad de 13,9% y de malnutrición por exceso de 26,3% (Majem et al., 2003). Posteriormente, en el año 2007, la Association for the Study of Obesity indicó que España estaba entre los países con más altos índices de sobrepeso en la edad infantojuvenil (Sánchez, 2012), con una prevalencia de obesidad de 14,5% y de sobrepeso de 38,5% (Neira et al., 2006).

En países desarrollados la obesidad tiene una prevalencia de 20,4%, cifra bastante cercana a los países en vías de desarrollo, en los que la prevalencia es de 17,1% (Anuradha et al., 2015). Chile, perteneciente a esta última categorización, presenta una prevalencia de obesidad en la población adulta del 23,2%, que al momento de clasificarla por género evidencia una mayor prevalencia en mujeres (29,3%) que en hombres (19,6%) (OPS, 2015). Según estudios nacionales de Atalah, se estima que en Chile hay alrededor de cuatro

millones de personas obesas, y que esta alteración podría reducir la esperanza de vida hasta en diez años. La obesidad se posiciona como la segunda causa de años de vida perdidos por muerte o por discapacidad prematura (Atalah, 2012).

La situación de los escolares obesos no es muy distinta: en la prueba del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE), que publicó sus primeros resultados el 2012 correspondiente a los alumnos de octavo año básico, estimó que la prevalencia nacional de obesidad en esta población es del 18%, cifra que en la región de Arica y Parinacota asciende a 19% (SIMCE, 2012). Estos números nos acercan de manera preocupante a la realidad negativa de los países desarrollados.

En primero básico, la región de Arica y Parinacota presentó la menor prevalencia de obesidad (con un 20,8%), ubicándose bajo el promedio nacional, que correspondía a 25,3%, según la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) (Lira, 2013).

Al considerar que las causales predominantes de la obesidad son la sobrealimentación y el sedentarismo, se debe destacar que este último en Chile alcanza un 88,6% (Cristi-Montero et al., 2014).

Entre los años 2012 y 2013 los resultados del SIMCE, en su evaluación de educación física, revelaron una mantención de la baja condición física de los escolares chilenos, junto con el incremento de la obesidad infantil. Por otro lado, en el año 2014 solo un 9% de los escolares en Chile logró un nivel satisfactorio en aspectos de la condición física adecuada. En Arica y Parinacota, el último SIMCE

de educación física evidenció que el número de niños que alcanzan el nivel de condición física satisfactorio corresponde a un 9,8% (SIMCE, 2015).

Si bien en el currículo escolar chileno las horas dedicadas al ejercicio físico son mínimas, a esta situación se suma la elección de qué tipo de ejercicio es más efectivo según la condición de salud, el estado físico y la edad, entre otros factores. Con todas estas indefiniciones resulta complejo aplicar con éxito un programa de ejercicios para prevenir y controlar con efectividad la epidemia de este siglo: “la obesidad” en el ámbito escolar.

1.1.2. PATOGENIA DE LA OBESIDAD

La obesidad es una enfermedad en la cual confluyen distintos factores genéticos y ambientales, en la que aún no se han dilucidado cabalmente los mecanismos de regulación del balance energético que favorecen el incremento de la adiposidad en animales y humanos, caracterizado por la típica expansión física que presentan los obesos, a este efecto estructural/funcional provocado por el aumento de la grasa corporal, especialmente la visceral– se suma la aparición de patologías como la resistencia insulínica e hiperinsulinismo compensatorio (Burrows et al., 2007; Reaven et al., 1988; Bray, 2004).

La expansión de la grasa corporal a través de señales como ácidos grasos libres del plasma, leptina o factor de necrosis tumoral llevan a una resistencia insulínica post receptor e hiperinsulinismo, según los primeros estudios de Boden (Durruty et al., 2007). Esto último favorecería la expresión clínica de defectos

genéticos preexistentes, como el de la hipertensión arterial, dislipidemias, intolerancia a la glucosa y posiblemente aterosclerosis, configurando el síndrome plurimetabólico, involucrado en la patogenia de las enfermedades cardiovasculares (Von Bernhardt et al., 2010; Boden, 1997).

En situaciones de obesidad mórbida ($IMC > 40 \text{ kg/m}^2$) existe una mayor asociación con factores de riesgo cardiovasculares e intolerancia a la glucosa; además, en estos casos se producen cambios dinámicos de la circulación y morfológicos del aparato circulatorio, que van predisponiendo al desarrollo de insuficiencia cardíaca. Estos cambios estructurales y funcionales se producen por la enorme expansión de masa grasa, la que además provoca acentuación de la restricción respiratoria y trastornos en el aparato locomotor (de Lucas et al., 2004).

Los factores etiopatogénicos de la obesidad –tanto ambientales como genéticos– han influido en el desarrollo de las estrategias para controlar esta enfermedad. Entre las intervenciones destacan las medidas preventivas a nivel de factores ambientales, tales como la promoción de hábitos alimentarios saludables y el aumento en la actividad física, así como el descubrimiento de nuevas herramientas terapéuticas (por ejemplo, las farmacológicas) para la obesidad asociada a una predisposición metabólica o genética.

1.1.2.1. Distribución de la grasa corporal y su riesgo en la salud

La obesidad visceral se asocia a una mayor prevalencia de factores de riesgo, especialmente cardiovasculares. Es el caso de las dislipidemias (elevación del nivel de triglicéridos séricos y reducción del colesterol de HDL), hipertensión arterial, hiperinsulinismo, incremento del fibrinógeno del suero, inhibición de la fibrinólisis e intolerancia a la glucosa (Kisselbah, 1982). Esta obesidad central también se asocia a distintos tipos de cáncer, como el de endometrio (Lapidus, 1988), mama (Schapira et al., 1994) y ovarios (Lapidus et al., 1987) en la mujer, y de próstata en el hombre (Pi-Sunyer, 1999).

Existe acuerdo unánime en que se asocia a un mayor riesgo para la salud, lo que sugiere la necesidad de incorporar su evaluación en forma rutinaria (mediante la determinación de la circunferencia de cintura) y focalizar la atención en el control de los pacientes obesos con distribución de grasa de predominio visceral.

1.1.2.2. Efectos de la reducción de peso sobre la salud

El ejercicio es una herramienta para provocar un descenso de peso que además puede actuar específicamente sobre situaciones patológicas instaladas, provocando la reducción de los lípidos séricos, los niveles de presión arterial, la resistencia insulínica y apnea del sueño.

Curiosamente, estos efectos ya se observan con modestas reducciones de peso (Moreno et al., 2000; Kokkinos, 2012).

Estudios prospectivos demuestran que una mejora de la condición física se asocia a una reducción de la morbimortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles (Blair et al., 1995).

Por otro lado, en las alteraciones psicosociales producto del sobrepeso y la obesidad, el efecto de la reducción de peso está más relacionado con el método utilizado para alcanzar el objetivo, existiendo acuerdo en que grandes reducciones de peso se asocian con reacciones emocionales adversas (Koloitkin et al., 1995).

En general es difícil establecer recomendaciones acerca de cuál debe ser la magnitud de la reducción de peso necesaria para evitar todas las patologías asociadas y alcanzar un estado de salud óptimo. Para ello, los especialistas en el área han establecido dos objetivos: obtener y mantener un peso saludable y alcanzar una meta para la reducción de peso.

En base a la información disponible, se ha definido como meta en la reducción de peso una baja en el 10% del peso o una reducción en dos unidades del índice de masa corporal para todas aquellas personas que no tengan una patología relacionada con el exceso de peso. Se considera que esta meta es alcanzable y posible de mantener. Como parte de esta meta/objetivo se considera fundamental que la reducción sea mantenida por lo menos por seis meses, lo que asegura que este proceso se constituya en el peso habitual. Solo una vez alcanzada esta meta se puede intentar nuevas reducciones.

En el caso de aquellos pacientes que hayan fracasado en múltiples ocasiones y no desean intentar una baja nuevamente, se recomienda mantener el peso alcanzado por el resto de su vida, pues existen evidencias que nuevos incrementos de peso, por pequeños que sean, se asocian igualmente a un deterioro de su perfil de riesgo (Silva, 2008).

Existen evidencias epidemiológicas que sugieren que variaciones cíclicas del peso tendrían un efecto negativo, como el incremento en la tasa de mortalidad general y por causa cardiovascular. Sin embargo, no existe uniformidad del real significado del concepto “variaciones cíclicas de peso corporal”; por otro lado, no existen evidencias de un mecanismo biológico que explique esta asociación (Wing et al., 1995).

Aunque este problema debe ser materia de investigación, al momento no existen fundamentos para cambiar las recomendaciones del peso saludable y de las metas de reducción de peso en Chile. Sin embargo, mantener un peso saludable durante toda la vida, reducir el peso de los obesos y en aquellos que presentan patologías asociadas a la obesidad siguen siendo los objetivos para contribuir a un mejor estado de salud.

1.1.3. DIAGNÓSTICO DE OBESIDAD

Desde siempre ha existido interés por determinar los elementos que constituyen el organismo y su distribución. Las primeras investigaciones se practicaron analizando cadáveres, para identificar el tamaño y contenido de los diferentes compartimentos corporales. A medida que fueron identificando

elementos químicos, se encontró que muchos de ellos estaban presentes en distintas concentraciones en los tejidos y líquidos corporales. Actualmente, con los isótopos naturales, los avances en métodos de imagenología y el desarrollo de medidas de conductividad eléctrica ha sido posible evaluar compartimentos en personas vivas.

La evaluación antropométrica de la composición corporal proporciona una indicación del estado nutricional y entrega importante información acerca de la distribución de los componentes corporales y su proporción relativa. Sin embargo, estos valores adquieren más relevancia al asociarlos con los valores que se utilizan como referencia y los criterios para clasificar el déficit, la normalidad y el exceso.

Lo importante del diagnóstico es cuantificar el exceso, lo que permite establecer el punto de partida antes de un tratamiento; si además conocemos la distribución del exceso, podemos identificar el riesgo asociado. La evaluación debe considerarse de manera integral, incluyendo la evaluación clínica, antropométrica, bioquímica e información de su alimentación (Manrique et al., 2009).

Con la información clínica-antropométrica podemos determinar:

- Magnitud del exceso de peso
- Grasa corporal y su distribución

- Edad de inicio de la obesidad, así como la evolución y antecedentes familiares de esta enfermedad
- Patologías o condiciones emocionales que pudieran ser las causantes de la obesidad o bien la consecuencia de esta

1.1.3.1. COMPOSICIÓN CORPORAL EN RELACIÓN AL TEJIDO GRASO Y SUS MEDICIONES

1.1.3.1.1. *Depósitos de grasa corporal a lo largo de la vida*

Durante los primeros seis meses de vida intrauterina hay poca grasa en el organismo, con excepción de los lípidos esenciales del tejido nervioso y membranas celulares. A partir del sexto mes del embarazo, cuando el feto pesa aproximadamente 1 kg, se comienza a depositar grasa en las células del tejido adiposo blanco. Consecuencia de esto, el porcentaje de grasa en el organismo incrementa rápidamente, hasta alcanzar un 15% del peso corporal al término de la gestación. La mayor parte de esta grasa es depositada en tejido graso subcutáneo y solo un 2% se ubica en sitios más profundos.

También se encuentra la llamada grasa parda, que se ubica alrededor de las vísceras torácicas y abdominales, a lo largo de los vasos sanguíneos y bajo la grasa blanca de hombros y cuello. Se han reportado estudios respecto a este tipo de grasa, la que sería responsable de estimular el gasto de energía en reposo y la termogénesis inducida por la dieta, lo que a largo plazo favorecería la disminución del peso corporal. Además, han indicado que cierto tipo de ejercicio sería capaz de estimular y reclutar esta grasa parda (Ruiz et al., 2015).

A los seis meses de vida extrauterina, el 25% del peso corresponde a grasa. Este porcentaje posteriormente desciende y se mantiene en 12 y 16% hasta la pubertad. A partir de esta etapa, este porcentaje aumenta del 20 al 25% en el género femenino, mientras que en el masculino tiende a disminuir. En adultos jóvenes cerca del 17% del peso corporal es grasa, mientras que en las mujeres es el 24%.

En los adultos mayores el porcentaje graso aumenta, especialmente en sujetos que han cesado su actividad laboral, debido a que se disminuye la actividad física y se mantiene la ingesta. A esta edad las proporciones se mantienen en 23% en los hombres y 31% en las mujeres. Solo a edades muy avanzadas la masa grasa comienza a disminuir, lo que se relaciona a la disminución de la ingesta y absorción de nutrientes.

Cabe destacar que el tejido graso es la fracción de la composición corporal que más varía en las diferentes edades y es responsable de la mayor parte de la variabilidad del peso corporal (Caballero, 2012; Valenzuela, 1996).

1.1.3.1.2. *Masa grasa en el exceso de peso*

Cuando la ingesta de energía supera el gasto, la mayor parte de este exceso se deposita en el tejido adiposo en forma de triglicéridos. El aumento de la masa grasa puede producirse por aumento del tamaño celular, aumento del número de células o ambos. Las células adiposas tienen tamaños muy variables, ya que dependen de la cantidad de triglicéridos depositados.

Se ha descrito que la obesidad leve refleja un aumento del tamaño celular (obesidad hipertrófica), mientras que la obesidad grave –o aquella que se inicia en la niñez– involucra también el aumento del número de células adiposas (obesidad hiperplásica) (Roche, 1981).

Las experiencias de Windowson indicaron que durante el primer año de vida la grasa por célula se quintuplica y la grasa corporal total se cuadriplica, sugiriendo que el número de células adiposas aumenta más que la grasa total del organismo. De esto se puede inferir que, en niños obesos por exceso de ingesta energética, la sobrecarga de grasa se asocia necesariamente a un incremento del número de células con capacidad para almacenar el mayor contenido de grasa del organismo; esta proliferación es mayor mientras más precoz se haya iniciado el aporte excesivo de calorías (Windowson et al., 1973).

Kinittl encontró en niños obesos un aumento significativo del número de células a los dos años, el que puede persistir o incrementar a toda edad. En el niño normal no hay cambio en el número de células hasta después de los diez años, lo que coincide con el aumento de la masa grasa que se produce a esta edad (Kinittl et al., 1979).

1.1.3.1.3. *Métodos para determinar la masa grasa*

Para evaluar la composición corporal se recurre a la división del cuerpo en compartimentos según las características químicas, anatómicas o de los diversos líquidos corporales.

Actualmente los trabajos se centran en un modelo de cuatro compartimentos, la que incluye a las proteínas corporales, la grasa el agua y los minerales. En la Tabla 1.1 presentamos la proporción relativa de los componentes en diferentes etapas de la vida (Butte et al., 2000; Aloia et al., 1996).

Tabla 1.1: Proporción relativa de los componentes en diferentes etapas de la vida

EDAD	PESO (kg)	AGUA (%)	GRASA (%)	PROTEÍNAS (%)	MINERALES (%)
Recién nacido	3,5	75,1	11,0	11,4	2,5
12 meses	10,5	56,7	23,3	17,5	2,5
Adulto	70,0	61,6	13,8	17,0	6,1

Fuente: elaboración propia en base a Butte et al. (2000) y Aloia et al. (1996).

La elección del método de medición dependerá del objetivo que se persiga, si este será para una investigación o uso clínico, y de si su aplicación será a nivel individual o colectivo. Los métodos más exactos no están disponibles para la práctica médica habitual debido a su alto costo instrumental y la necesidad de personal especializado; sin embargo, son tomados como referencia para estimar la precisión de métodos más simples y económicos.

La medición de la masa corporal total puede evaluarse directamente mediante la fijación de gases solubles en grasa, con topografía computarizada y con un sistema de activación de neutrones. Indirectamente se puede calcular con ecuaciones derivadas de la masa libre de grasa y de la masa celular corporal.

1.1.3.1.4. *Métodos para evaluar la masa libre de grasa*

La masa libre de grasa se define como el peso corporal total menos la masa grasa (los lípidos estructurales de las paredes celulares y de las estructuras nerviosas no se consideran, ya que su cantidad es menor). A través de la masa libre de grasa es posible estimar la masa grasa.

- La impedanciometría se basa en la conducción de corriente aplicada al organismo (a través de líquidos corporales y electrolitos) y midiendo el agua corporal total. De esta forma se está estimando la masa libre de grasa, ya que esta contiene toda el agua y los electrolitos del organismo, siendo la conductividad mucho mayor que en la masa grasa. Mediante fórmulas se calcula la masa libre de grasa y, a través de esta, la masa grasa. Sin embargo, los instrumentos realizan los cálculos en forma automática. Esta es una buena técnica de evaluación, pues es segura, no invasiva, proporciona una medición rápida y utiliza un instrumento portátil cuyo costo no es excesivo. Estas ventajas permiten que sea un instrumento de rutina en la evaluación de la composición corporal.
- El agua corporal total puede medirse por dilución de un isótopo, tal como el óxido de deuterio o tritio, en que se asume que el isótopo se distribuye en el agua de todo el cuerpo y no se metaboliza; el agua se localiza principalmente en la porción magra y su concentración en ella es constante. El valor que se obtiene al calcular el agua corporal total se

usa para calcular el porcentaje de masa grasa mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa corporal \%} = \frac{\text{Peso} - (\text{H}_2\text{O corporal} / 0,737)}{\text{Peso}}$$

En esta ecuación se asume que la grasa corporal no contiene agua y que el contenido de agua de la masa libre de grasa es de 73,7%. En general este método se emplea más en adultos. En niños, el contenido de agua de la masa libre de grasa es mayor y varía de acuerdo a la edad.

- Masa celular: Representa la fracción de masa magra formada por células principalmente del músculo, excluyendo el agua extracelular y minerales óseos. La determinación de este compartimento se realiza con la medición del potasio (K) corporal total, principal ion intracelular. Las limitaciones de este método son similares a las del H₂O corporal, pues se asume la cantidad de K que tiene la masa libre de grasa. Los valores que se utilizan son 2,66 g/k en hombres y 2,5 g/k en mujeres. Es un método de poca utilidad en personas con gran masa muscular, ya que tienen un alto contenido de K por unidad de masa libre de grasa.

Ninguno de estos métodos es muy útil para medir masa grasa en lactantes y preescolares. Después de los siete años se puede usar la medición de agua

corporal, medición del contenido mineral óseo e impedanciometría utilizando ecuaciones predictivas distintas a las de los adultos.

1.1.3.2. Evaluaciones antropométricas habituales y sus estándares de referencia

Los métodos de valoración antropométrica más utilizados tienen por finalidad determinar la constitución, composición corporal y sus modificaciones a través de las mediciones físicas. Estos son métodos no invasivos, sencillos, rápidos, económicos y reflejan los cambios en la ingesta producidos a largo plazo. Los resultados se evalúan y comparan con estándares de referencia, aunque en ocasiones se puede tomar como referencia el propio individuo.

En los adultos (incluidos senescentes y embarazadas) se utiliza el IMC, que en el caso de la embarazada se relaciona con la edad gestacional. En Chile se utiliza un normograma para el cálculo del IMC y una gráfica de incremento de peso especial para embarazadas (Mardones, 2003).

Índices y puntos de cortes: Los índices son la combinación de medidas. Su construcción es necesaria para la interpretación de ellas y para resumirlas, ya que por sí solas no aportan mucha información. Los índices más frecuentemente utilizados en niños son peso/edad, peso/talla y talla/edad. En adultos se utiliza el índice de masa corporal.

En la valoración de la obesidad, el signo de mayor importancia en el diagnóstico es el exceso de peso en relación con la talla, que en términos individuales se puede consignar como peso/talla² o IMC. Durante el seguimiento

se utilizan estos mismos indicadores asociados al espesor en exceso de los pliegues cutáneos, que se analiza en conjunto con los cambios de la masa muscular medida a través de la circunferencia de brazo.

Como indicador de riesgo es conveniente utilizar el aumento de la circunferencia de cintura y la presencia de patologías asociadas.

Al considerar las mediciones para determinar la prevalencia de obesidad a nivel de poblaciones, el índice más útil es el IMC, que permite identificar los grupos de mayor riesgo de morbimortalidad y las prioridades de intervención (OMS, 2016).

En la Tabla 1.2 se establecen los puntos de corte para el índice peso/ talla. Para establecer normalidad o exceso de peso se han establecido criterios de evaluación con distintas formas de expresión.

Tabla 1.2: Puntos de corte para el índice peso/talla, definiendo normalidad o exceso de peso

PESO/TALLA	NORMALIDAD	SOBREPESO	OBESIDAD
DS	± 1	Entre 1 y 2	>2
Percentiles	10 a 85	85 a 95	≥95
Puntajes Z	±1	Entre 1 y 2	>2

DS: Desviación estándar.

En el niño menor de seis años se considera obesidad a la ubicación del índice peso/talla ≥ 2 desviaciones estándar (o puntajes z); y en el mayor de seis años, la ubicación del IMC \geq percentil 95 (MINSAL, 2014). En adultos los valores del IMC aumentan muy lentamente con la edad y son similares en ambos sexos; por esta razón se utilizan los mismos puntos de corte. La OMS propuso los valores para categorizar según el IMC el estado nutricional en los adultos. Estos criterios son los que se utilizan en la clínica, los que muestran en la Tabla 1.3.

Tabla 1.3: Clasificación del estado nutricional según el índice de masa corporal (IMC)

CLASIFICACIÓN	IMC (kg/m²)
Normal	18,5-24,9
Sobrepeso	25-29,9
Obeso	≥ 30
Obeso leve	30-34,9
Obeso moderado	35-39,9
Obeso mórbido	≥ 40

Los puntos de corte para determinar el exceso de reservas mediante la masa grasa son los siguientes:

-*Área grasa igual o superior al percentil 85*; corresponde a reservas energéticas altas. Sospecha de obesidad.

-*Área grasa superior al percentil 97*; reservas muy altas, obesidad.

-*Relación cintura cadera*: Es el cociente que se obtiene al dividir el perímetro de cintura por el perímetro de cadera. Esta medición es buena indicadora de alteraciones secundarias a la obesidad, ya que identifica la distribución de la grasa

corporal (grasa intra-abdominal v/s grasa subcutánea). Se ha indicado que aquellas personas obesas que tengan una relación superior a 1 en hombres y a 0,85 en mujeres tienen una alta probabilidad de padecer enfermedades cardiovasculares. Actualmente se acepta que solo basta con la medición del perímetro de cintura, que en adultos, al estar por sobre los 102 cm en varones y 88 cm en mujeres, determina un alto riesgo de complicaciones metabólicas asociadas a la obesidad.

1.1.3.3. Otras evaluaciones en el sujeto obeso

Evaluación bioquímica: Se ha utilizado básicamente para identificar las carencias o excesos nutricionales difíciles de determinar con otras metodologías. En el caso de la obesidad, lo que importa es determinar aquellos indicadores que permiten asignar a ella un riesgo asociado. Es así que una obesidad con hipertensión, dislipidemia o diabetes será de manejo más complejo, como también suele tener un riesgo asociado mayor. En el caso de sospecha de alguna de las condiciones citadas, se solicitan los exámenes respectivos que apoyen el diagnóstico clínico, tales como: estudio de lípidos sanguíneos, glicemia, insulinemia, etc., que permiten precisar el tratamiento.

Evaluación clínica: En adultos es habitual la presencia de problemas locomotores con dolores lumbares (hiperlordosis) por laxitud de la musculatura abdominal, asociada a su vez a la disminución de la elasticidad y flexibilidad. Aparecen trastornos al dormir como ronquidos y apneas; es posible también el

reflujo gastroesofágico, éxtasis venosa en extremidades inferiores, disnea a pequeños esfuerzos, lipodistrofias y lipomas. Especialmente en mujeres adultas con obesidad severa se producen irritaciones de la piel bajo los pliegues (mamario, abdominal) que pueden infectarse frecuentemente con candidas (Valenzuela, 1996).

1.1.4. GASTO ENERGÉTICO Y SUS COMPONENTES

1.1.4.1. Gasto energético basal (GEB)

Se define como el calor emitido o las calorías quemadas por un individuo al menos 10 horas después de su última comida y que permanece en reposo absoluto, en un ambiente termoestable, sin desarrollar actividad física y sin estrés físico y psicológico. Este corresponde al requerimiento calórico para funciones de mantención de órganos vitales, actividad cardiaca, mantención de temperatura corporal y movimientos mínimos. Este componente del gasto energético puede ser medido a través de la calorimetría directa (medición del calor generado por el cuerpo) o mediante la calorimetría indirecta (medición del consumo de oxígeno y la producción de anhídrido carbónico).

1.1.4.2. Regulación de los depósitos de energía

La ecuación tradicional de balance energético describe la patogénesis de la obesidad como un desbalance en que la energía ingerida es mayor a la gastada; puede complementarse con ecuaciones de balance para los distintos macronutrientes, ya que la eficiencia oxidativa de cada nutriente es inversamente proporcional a la capacidad de depósito en el organismo, como se aprecia en la

Tabla 1.4, donde La oxidación de hidratos de carbono y de proteínas aumentan en forma proporcional a la ingesta, pero no ocurre lo mismo con las grasas. La oxidación de grasas y el depósito depende de la diferencia entre el gasto energético total y calorías consumidas, como hidratos de carbono y proteínas.

.Tabla 1.4: Comportamiento de la oxidación y el depósito de los carbonos, proteínas, grasas y alcohol.

INGESTA	GASTO	DEPÓSITO	AUTORREGULACIÓN
CHO	Azúcares	Glicógeno	Excelente
Proteínas	Proteínas	Proteína corporal	Excelente
Grasas	Grasas	Tejido adiposo	Muy mala
Alcohol	Alcohol	Nula	Perfecta

CHO: Hidrato de carbono.

Aunque existe un mecanismo de regulación mediado por leptina para disminuir la sensación de apetito cuando los depósitos de grasa se expanden, su eficiencia es limitada y no actúa en forma inmediata.

La ingesta de alcohol también contribuye a la ingesta calórica total, sin tener ninguna forma de depósito ni aportar substratos para síntesis, agravando así el desbalance calórico que conduce a la obesidad.

1.1.4.3. Regulación del gasto energético

Ante consideraciones naturales o experimentales de sobre-alimentación o hipo-alimentación, el organismo cuenta con mecanismos adaptativos que, aunque en forma insuficiente, modifican los distintos componentes del gasto energético y/o la ingesta alimentaria. Así, después de un periodo de balance energético positivo

que conduce a un aumento de peso, ocurre un aumento del gasto energético tanto en reposo como en el post-ejercicio y post-alimentación. Esto se relaciona con un aumento en los niveles de la hormona tiroidea triyodotironina (T3) y del tono simpático. Por el contrario, luego de un periodo de balance energético negativo (disminución de peso) ocurre lo inverso; es decir, disminuye el gasto energético, los niveles de T3 y el tono simpático, aumentando el tono parasimpático.

1.1.5. PATRÓN DE ALIMENTACIÓN Y CONDUCTA ALIMENTARIA EN LA PATOGÉNESIS DE LA OBESIDAD

Los factores ambientales son los principales condicionantes de la conducta alimentaria, y entre ellos destacan los hábitos y tradiciones familiares, la presión social, la disponibilidad de alimentos y factores psicológicos asociados a cuadros de ansiedad y depresión.

Composición de la dieta: Existe una clara evidencia que los obesos en forma habitual consumen una dieta con mayor proporción de grasa que los sujetos con peso normal. Los sujetos obesos y post-obesos manifiestan una preferencia por sabores provenientes de las grasas. Esto podría precipitar la expresión de una predisposición genética, como una baja tasa de oxidación de grasas.

Un aumento en la ingesta de grasas en la dieta puede inducir mayor ganancia de peso porque estos macronutrientes tienen mayor densidad calórica (9 kcal/g), son de mayor palatabilidad, producen menos saciedad y son menos termogénicos (inducen menor aumento del gasto energético post-prandial).

Sin embargo, considerando los mecanismos de regulación del balance de macronutrientes expuestos anteriormente, no es indispensable una sobre ingesta de grasas para provocar un aumento en los depósitos de tejido adiposo, sino que también puede inducirse por un exceso de ingesta de otros aportadores de energía, especialmente carbohidratos y alcohol, cuya oxidación es proporcional a la ingesta.

En la población chilena, una encuesta efectuada a adultos en consultorios de la Región Metropolitana mostró un elevado consumo de grasas, como proporción de las calorías totales, tanto en hombres (27%) como en mujeres (31%) (Castillo et al., 1997).

1.1.5.1. Conducta alimentaria

La conducta alimentaria es un acto consiente sobre el cual influyen factores ambientales y estímulos endógenos integrados a nivel del sistema nervioso central. La capacidad de regular el apetito y la saciedad a nivel hipotalámico ha sido demostrada hace muchos años, identificándose las señales que incrementan o disminuyen el apetito, así como los mediadores químicos involucrados.

1.1.5.1.1. Alteraciones de la conducta alimentaria

Las lesiones traumáticas, quirúrgicas o neoplásicas que afectan el área ventromedial del hipotálamo favorecen el incremento de peso a través de un aumento del apetito, pero constituyen causas infrecuentes de obesidad. Otros factores patológicos, como las psicopatías, tratamientos antipsicóticos,

anticonvulsivantes, antidepresivos tricíclicos y tratamientos estrogénicos pueden inducir un considerable aumento del apetito y favorecer el desarrollo de la obesidad. Factores psicológicos pueden alterar gravemente la conducta alimentaria, condicionando la manifestación de cuadros bien definidos y otros inespecíficos. Entre los primeros se describen el “síndrome de los atracones” (*binge eating disorder*) y el “síndrome del comer nocturno” (*night eating disorder*), y entre aquellos menos definidos están los cuadros de hiperfagia y comer compulsivo, que generalmente se presentan asociados a ansiedad.

1.1.6. OBESIDAD INFANTIL

Esta se ha denominado “la epidemia emergente” debido al alarmante incremento en los países desarrollados. Esta patología adquiere importancia porque predispone a la obesidad del adulto y porque presenta alteraciones psicosociales y trastornos metabólicos con riesgo de comorbilidades también en la adultez (Valenzuela y Formiguera, 2002).

1.1.6.1. Etiología

Su etiología no difiere mayormente de la del adulto, resultando de la interacción de factores genéticos y ambientales que determinan que los ingresos calóricos superen a los egresos y de esta forma se almacenen como grasa.

1.1.6.1.1. *Factores genéticos*

En numerosos estudios familiares ha quedado de manifiesto cómo la herencia influye en la obesidad infantil primaria o exógena. Es el caso de los hijos de padres obesos, cuyas probabilidades de padecer obesidad corresponden a un 40% si posee un padre obeso y a un 80% si los son ambos progenitores (Bray, 1998).

1.1.6.1.2. *Factores ambientales*

Se clasifican según la pertenencia de su origen:

a) De los padres:

- Aumento anormal del peso durante el embarazo
- Desnutrición durante el embarazo (primeros dos trimestres)
- Madre mayor de 35 años
- Nivel socioeconómico bajo
- Padres separados o viudos
- Malos hábitos alimentarios

b) Del niño:

- Lactancia artificial
- Alimentación sólida precoz
- Malos hábitos alimentarios

- Sedentarismo (horas de TV, frente al PC, video juegos, juegos online, celular, etc.) (Rossi, 2006).

Además, en la etiología ambiental de la obesidad infantil debemos considerar:

- Las tendencias a nivel mundial de las empresas alimentarias relacionadas con los incentivos al consumo de alimentos hipercalóricos, con abundantes grasas y azúcares, además de limitadas vitaminas y macronutrientes saludables.
- La tendencia a la disminución de la actividad física en los juegos recreativos –siendo los más populares los de naturaleza sedentaria– y la modificación de las formas de transporte en esta misma línea, ajustada a la creciente urbanización.

Frente a estas situaciones los niños no pueden elegir el entorno donde viven ni totalmente los alimentos que consumen, a la vez que tienen una capacidad limitada para comprender e internalizar las consecuencias a largo plazo de su comportamiento en materia nutricional y de ejercicio; por ello se les considera como la población a la que debemos dar especial atención en la lucha contra la epidemia de obesidad (WHO, 2015).

También se debe considerar que el desarrollo social y económico; las políticas en materia de agricultura, transporte, planificación urbana, medio

ambiente y educación; además del procesamiento, distribución y comercialización de los alimentos son factores ambientales que influyen de alguna manera en la obesidad. De esta forma, si se buscan soluciones, estas deben abordarse con un enfoque poblacional, multisectorial, multidisciplinar y adaptado a las circunstancias culturales de su entorno.

1.1.6.2. Patogenia

Se han identificado periodos críticos para el desarrollo de la obesidad infantil:

1.1.6.2.1. Periodo prenatal y postnatal temprano

Una baja ingesta calórica (600-1.000 kcal) de madres gestantes del último trimestre condiciona a un peso normal en los recién nacidos y menor prevalencia de obesidad a los 18 años. Esta argumentación se obtuvo de estudios en madres holandesas durante la segunda guerra mundial. Por otro lado, una baja ingesta calórica de las madres en los dos primeros trimestres provocaría un bajo peso al nacer y mayor prevalencia de obesidad a los 18 años (Ravelli, 1976). La primera situación podría explicarse como consecuencia de un menor crecimiento y desarrollo del tejido adiposo fetal. El segundo caso podría definirse como resultado de alteraciones estructurales y funcionales en los centros hipotalámicos reguladores de la alimentación.

Cuando existe sobrealimentación en madres gestantes se conoce el modelo que actúa en las madres diabéticas, donde la hiperglicemia a la que se ve expuesta el feto estimula la secreción de insulina fetal (hiperinsulinismo), incrementando la lipogénesis y estimulando el crecimiento. Sin embargo, las madres diabéticas a menudo son obesas, lo que dificulta separar las consecuencias metabólicas generadas por la diabetes gestacional en el feto de las propias de la obesidad (información genética) sobre el mayor incremento de peso observado en sus hijos a edades futuras.

En el periodo post-natal temprano, la lactancia materna definiría la predisposición a la obesidad, siendo la lactancia materna exclusiva un protector del desarrollo de la obesidad en la infancia y adolescencia (Von Kries, 1999). Las fundamentaciones a esta situación serían:

- Una regulación más fisiológica de la ingesta por parte del lactante
- Menor secreción de insulina
- Menor rapidez de alimentación (más dificultosa su extracción)
- Mayor velocidad en el vaciado gástrico
- La leche materna contendría sustancias bioactivas que inhiben la diferenciación adipocitaria (factor de crecimiento epidermal y FNT $-\alpha$)
- Diferencias en el patrón de secreción de las enterohormonas

1.1.6.2.2. *Rebote de la adiposidad*

Se desarrolla entre los cinco y siete años, periodo donde se produce la segunda fase de crecimiento rápido del tejido adiposo. En el desarrollo normal, el IMC se eleva entre los 12 y 18 meses de vida, para luego experimentar una gradual caída hasta los seis o siete años, edad en que vuelve a aumentar. En el caso de niños con aumentos más tempranos del IMC existe una mayor posibilidad de ser obesos en la niñez y a edades posteriores (Rolland-Cachera, 1997).

1.1.6.2.3. *Adolescencia*

Representa el último periodo crítico de riesgo durante el crecimiento para la presentación de obesidad en el adulto, situación más frecuente en las niñas que en los niños. De esta forma, un niño que llega a la adolescencia siendo obeso –o que la desarrolla en esta etapa– tiene más probabilidad de padecer obesidad en su etapa adulta.

En este momento también ocurren importantes cambios en la grasa corporal, como el incremento de la grasa abdominal: en los hombres los depósitos centrales de grasa aumentan cinco veces, mientras que en las mujeres solo tres.

Al analizar la presencia de obesidad en la infancia y adolescencia, se observan efectos en la salud, los que deben diferenciarse entre efectos inmediatos y de largo plazo debido a su diferente naturaleza y prevalencia. Los a corto plazo tienen baja prevalencia y solo se observan en obesidades severas. Algunas

enfermedades pueden ser fatales, como la apnea obstructiva de síndrome de Pickwick, cardiomiopatía y pancreatitis aguda. Otras complicaciones serias, pero no letales, corresponden a efectos a largo plazo, como los desórdenes respiratorios obstructivos y restrictivos, así como desórdenes ortopédicos como el genu valgum, el síndrome de legg-perthes y tibia vara (Bonet et al., 2003; Neal et al., 2016).

Estudios en niños no obesos entre cuatro y cinco años –efectuados por Griffiths et al.– muestran que aquellos con un padre obeso tienen un Gasto energético en reposo (GER) un 22% más bajo que los niños sin padres obesos; al reestudiarlos –12 años después– encontraron que el GER bajo se asoció a un crecimiento más precoz, pero no a mayor adiposidad (Griffiths, 2004).

En relación a la ganancia de peso, estudios transversales y de seguimiento que comparan niños obesos con normopeso muestran un menor nivel de actividad física espontánea y recreacional en obesos y en aquellos con sobrepeso, pero no llegan a concluir si es una causa o consecuencia de la ganancia de peso. La obesidad asociada a la etapa de niñez se relaciona con un perfil cardiovascular desfavorable: una mayor prevalencia de dislipidemias, hipertensión arterial e intolerancia a la glucosa. En las niñas, la obesidad provoca el adelanto de la menarquia, mientras que en los varones adolescentes suele haber un aumento de la grasa mamaria. Los problemas ortopédicos asociados al exceso de peso son el pie plano, dolores articulares y arqueamiento de extremidades inferiores.

Justamente estas alteraciones se constituyen como las consecuencias prevalentes de naturaleza psicosocial que conllevan a la desaprobación social, que lleva a su vez al aislamiento y a la pérdida de la autoestima. Este tipo de marginación social se manifiesta con menor rendimiento escolar, menores tasas de matrimonio y menores expectativas de trabajo (Dietz, 1998).

Es muy frecuente que los niños obesos sean marginados de los juegos, actividades en general y especialmente de los deportes, lo que a la vez los lleva a reducir su actividad física y agravar la obesidad. Frente a estas frustraciones es común que desarrollen actitudes antisociales y que recurran a comer como mecanismo de gratificación.

1.1.6.2.4. *Fenómeno de la progresión de la obesidad infantil en la edad adulta*

La mayor asociación entre obesidad infantil y la adulta es observada a mayor edad de persistencia de la obesidad en el niño. En un niño menor de tres años no es predecible la obesidad, a menos que uno de sus padres sea obeso, situación que se mantiene a toda edad (Whitaker, 1997). Por otro lado, la persistencia de la obesidad en la edad adulta como se ha indicado va aumentando con la edad; así, los niños obesos de seis años tienen una probabilidad de un 50% que lo continúe siendo de adulto, probabilidad que sube al 70-80% si la obesidad se presenta en la adolescencia (Epstein, 1995; Malina, 1993; Whitaker, 1997).

Estudios prospectivos demuestran que entre el 25 y el 50% de las personas que presentan obesidad en la adolescencia también la padecerán en la vida adulta (Guo et al., 1994), situación que se repite con los sujetos que son obesos desde la infancia (González et al., 2007).

En variados estudios de seguimiento se ha observado que los hombres-adolescentes con obesidad moderada-severa presentan una mortalidad significativamente mayor en la vida adulta en relación a los de peso normal, y se relacionan con patologías cardiovasculares y neoplasias colorectales (Nieto et al., 1992; Hoffmans et al., 1988; Waaler, 1984).

1.1.6.3. Evaluaciones

Evaluación clínica: El exceso de peso se expresa con signos clínicos evidentes. El diagnóstico puede ser más cambiante debido a que la estatura y la composición corporal están en proceso de constantes modificaciones. Las condiciones clínicas que frecuentemente se asocian son estatura y edad ósea mayor en relación a la edad cronológica.

En niños menores de seis años se utiliza como población de referencia la recomendada por el Centro Nacional de Estadísticas de Salud de los Estados Unidos (NCHS), avalada por la organización mundial de la salud (OMS). Los datos están expresados como tablas o gráficos de peso y longitud (o talla) en relación a la edad, y de peso en relación a la talla, en niñas y niños (OMS, 1993). Desde los

seis años se utiliza el índice de masa corporal (IMC), que se calcula de la siguiente manera:

$$\text{IMC} = \text{Peso (kg)} / \text{Talla (m}^2\text{)}$$

La referencia también proviene de datos del Center for Disease Control de Atlanta (E.E.U.U.), los que se han expuesto en tablas o gráficos, expresadas en percentiles (CDC). Se recomienda que el cálculo del IMC en relación a la edad cronológica es la metodología utilizada en la atención primaria y en la evaluación nutricional que se realiza en las escuelas. Una vez iniciado el crecimiento puberal, el ideal es considerar la etapa de desarrollo puberal –la que se consigna de acuerdo a los grados propuestos por Tanner–, recomendándose esta evaluación en atención secundaria o cuando se refiere a un menor para evaluación y tratamiento. La evaluación del desarrollo puberal se realiza en el contexto de un examen físico global –idealmente en presencia del padre o la madre– y en este caso se considera el IMC en relación a la edad biológica, especialmente cuando hay un desfase de un año o más entre la edad cronológica y la edad biológica (CDC, 2016).

En los niños obesos, parte del exceso de peso (10 a 30%) corresponde a masa magra, lo que se interpreta a través de la existencia de mecanismos compensatorios, como el mayor volumen del individuo (son más altos que los

niños de peso adecuado) como respuesta fisiológica a los niveles más altos de insulina y andrógenos suprarrenales, los cuales tienen efectos anabólicos (aumenta la masa muscular) (Rosenbaum et al., 1998; Park et al., 1999).

Muchos de estos fenómenos tienen su fundamento en el entendimiento de las bases de la diferenciación de las células adiposas, de la expresión genética de estas y particularmente de los factores que promueven la adipogénesis, lo que permitiría probablemente un mejor entendimiento de los mecanismos del aumento de tejido adiposo en personas obesas.

1.2. SEDENTARISMO Y EJERCICIO

La OMS declara que al menos un 60% de la población mundial es sedentaria; ello se debe principalmente a los efectos de la modernidad, que ha limitado la actividad física tanto en el ambiente laboral como en las actividades de la vida diaria, situación que ha ocurrido prácticamente en todos los países desarrollados y en vías de desarrollo.

Según la última encuesta nacional de salud (MINSAL, 2003), aproximadamente el 90% de los chilenos adultos no realizan ejercicio por más de 30 minutos al menos tres veces por semana; es decir, son sedentarios.

1.2.1. SEDENTARISMO

El sedentarismo se define como la escasez de actividad física regular. Vale decir: “menos de 30 minutos diarios de ejercicio regular y menos de tres días a la semana” (OMS, 2003).

Al menos un 60% de las personas a nivel mundial no realiza la cantidad necesaria de actividad física para lograr beneficios para la salud. Esto se debe a los tiempos de ocio esencialmente inactivo y a un aumento de los comportamientos sedentarios en los ámbitos laborales y domésticos. Asimismo, el alza en la utilización de medios de transporte “pasivos” ha colaborado en la reducción de la actividad física.

1.2.1.1. Causas de la inactividad física en Chile

Los niveles de sedentarismo son elevados en prácticamente todos los países desarrollados y en desarrollo. En los primeros más de la mitad de los adultos tiene una actividad insuficiente. La urbanización ha instalado factores ambientales que disminuyen la actividad física, como los siguientes:

- Superpoblación, aumento de la pobreza y de la criminalidad
- Aumento del tráfico, mala calidad del aire, ausencia de parques e instalaciones deportivas y recreativas

De esta forma, las enfermedades no transmisibles relacionadas a la inactividad física constituyen el mayor problema de salud pública en la mayoría

de los países del mundo. Las medidas de salud pública eficaces para incrementar la actividad física son necesarias con urgencia (OMS, 2016).

En la encuesta nacional de calidad de vida y salud (ECVS) aplicada por el Ministerio de Salud de Chile (MINSAL) se expuso que el 10,8% de los chilenos se clasificó como “no sedentario” (MINSAL, 2006). Sin embargo, en los años anteriores el porcentaje fue menor; 8% el 2000 y 10,6% el 2003, lejos de las metas sanitarias planteadas (2000-2010). En un estudio realizado por la universidad Alberto Hurtado en conjunto con Chiledeportes en el año 2007, identificaron que la condición sedentaria se presenta mayormente en las mujeres, personas de menor ingreso económico y adultos. Además, el 25% declaró que nunca en su vida ha practicado algún deporte de manera regular (Chiledeportes, 2007). Sin duda estas cifras obedecen a las comodidades de la vida moderna (Williams, 2002); en el caso de los niños y adolescentes, los videojuegos tan apreciados por esta nueva generación fomentan el sedentarismo, asociando además la reducción de los espacios en las escuelas y colegios, así como el mal enfoque curricular del área educacional, donde han dejado de lado el desarrollo de una cultura de la actividad física (Salinas, 2003; Mc Macmillan, 2007).

1.2.2. EJERCICIO FÍSICO Y SALUD

En la Grecia clásica se referencia por primera vez al ejercicio físico como un imprescindible para el mantenimiento de la salud, planteándose netamente como un valor.

(Chicharro et al., 2006).

El concepto de actividad física y su relación con la salud comenzó a acuñarse en la década de los 90, principalmente por las comunidades relacionadas a la salud pública. Los autores Bouchard, Shephard y Stephens desarrollaron una propuesta que asociaba la actividad física a la salud, definiéndolo como un modelo complejo que tenía en cuenta el nivel de actividad física habitual, la aptitud física y la salud.

La actividad física saludable podría definirse como aquella que de alguna forma se relaciona con la salud.

Existen corrientes donde la actividad física se relaciona con la prevención o cura de enfermedades considerando solo los resultados. El enfoque debería además ser cualitativo, centrándose en el proceso y la realización de la actividad física, como una forma de mejorar la calidad de vida desde la sensación del bienestar durante la práctica (Samaniego y Devís, 2004).

Asimismo, las actividades físicas son prácticas sociales, puesto que las realizan las personas en interacción entre ellas, otros grupos sociales y el entorno (Devís, 2000), confirmando que el ejercicio físico y la salud son dos conceptos que desde los inicios de la humanidad van aparejados, considerando que la ejecución de este, está en nuestro ADN y su ausencia se manifiesta con un desequilibrio que provoca finalmente una alteración o patología. Para que el ejercicio sea saludable y ejerza todas sus acciones protectoras para la salud, debe ser prescrito en forma individual, asegurando que sus efectos sean efectivamente beneficiosos para la salud.

Para valorar la aptitud física o el fitness de cada individuo se han planteado diversas baterías, básicamente todas con diferentes test, que se enfocan en:

- Capacidad aeróbica
- Composición corporal
- Fuerza muscular
- Potencia muscular
- Equilibrio
- Coordinación neuromuscular
- Flexibilidad

De esta forma, con el conocimiento de los resultados de cada una de las evaluaciones podemos tener una visión global del nivel de fitness o condición física de cada individuo, para de esta forma ajustar la prescripción del ejercicio para cada uno, cosa que esta obedezca al concepto de aptitud física saludable.

“Todas aquellas partes del cuerpo que tienen una función, si se usan con moderación y se ejercitan en el trabajo para el que están hechas, se conservan sanas, bien desarrolladas y envejecen lentamente, pero si no se usan y se deja que holgazaneen, se convierten en enfermizas, defectuosas en su crecimiento y envejecen antes de hora” (Hipócrates, en Grima y Calafat, 2004).

1.2.2.1. Ejercicio y peso corporal

El ejercicio es uno de los mecanismos para regular el peso corporal al actuar sobre la ecuación energética, pues aumenta el gasto calórico. Los efectos de este se presentan en la tabla Tabla 1.5.

Tabla 1.5. Acciones del ejercicio regular en la modulación del peso corporal

EJERCICIO Y CONTROL DE PESO CORPORAL
Aumenta el gasto energético durante el ejercicio
Aumenta el metabolismo basal (TMB)
Aumenta la termogénesis inducida por la dieta
Aumenta el gasto energético por actividad física diaria
Aumenta la pérdida de masa grasa
Disminuye la pérdida de masa libre de grasa
Aumenta el bienestar psicológico

1.2.2.2. Ejercicio y composición corporal

En una disminución de peso corporal la pérdida masa grasa podría alcanzar entre un 10 y un 30% del peso total perdido (Marks, 1996; Wadstrom, 1991). Pero si la disminución del peso corporal no se ha acompañado de ejercicio trae aparejado además del descenso de la grasa corporal y una pérdida del tejido magro. Si consideramos que el tejido muscular es 70 veces más activo que el tejido adiposo, una caída del tejido magro se acompañaría de una disminución de la tasa metabólica basal, lo que fomentaría la recuperación del peso perdido.

La preservación de la masa libre de grasa (músculo) está en directa relación con la intensidad del ejercicio, en el caso del ejercicio de resistencia de alta intensidad incluso podría aumentar el tejido magro y con ello el peso corporal.

De esta manera, con el ejercicio de intensidad moderada, habitualmente prescrito en obesos, solo se atenuaría la pérdida de masa libre de grasa.

1.2.2.3. Ejercicio y adaptación muscular

El tejido muscular representa aproximadamente el 40% del peso corporal en sujetos normales, siendo sus características, funcionalidad y metabolismo dependientes del predominio de uno de los tres tipos de fibras musculares que lo componen. En la Tabla 1.6 se exponen las características en cada tipo:

Tabla 1.6. Tipos de fibras musculares y sus características metabólicas

FIBRA MUSCULAR	TIPO I	TIPO IIa	TIPO IIb
Capacidad glucolítica	Baja	Moderada	Alta
Capacidad oxidativa	Alta	Moderada	Baja
Velocidad de contracción	Lenta	Rápida	Rápida
Reserva de glucógeno	Moderado/Alto	Moderado/Alto	Moderado/Alto
Reserva de triglicéridos	Abundantes	Moderados	Escasos
Capilarización	Buena	Moderada	Escasa
Producción de fuerza	Baja	Alta	Alta
Resistencia a la fatiga	Alta	Baja	Baja
Tamaño	Pequeña	Grande	Grande
Densidad mitocondrial	Alta	Alta	Baja
Contenido mioglobina	Alto	Medio	Bajo
Predominio obesidad	Escasa	Moderada	Alta
Individuos entrenados	Alta	Alta	Baja

Debido a que el músculo es el órgano fundamental en el gasto energético, es lógico pensar que una disminución de su capacidad oxidativa pueda contribuir al almacenamiento de los ácidos grasos en el tejido adiposo, y favorecer de esta forma el desarrollo de la obesidad. Un ejemplo de lo anterior corresponde a los indios Pima, que mantienen un predominio muscular de fibras tipo IIb sobre las

tipo I, teniendo las primeras menor capacidad oxidativa y presentando una alta prevalencia de obesidad (Kriketos, 1997).

Algunas características que se observan en la adaptación muscular producto del ejercicio regular y que provoca modificaciones sobre:

- La irrigación sanguínea hacia el musculo
- El tipo de fibra muscular, aumentando la capacidad oxidativa al incrementar las fibras tipo IIa y disminuyendo la IIb (estas últimas menos oxidativas)
- Aumenta la capilaridad de cada fibra
- La densidad mitocondrial
- Aumenta las enzimas implicadas en el metabolismo oxidativo lipídico

1.2.2.4. Ejercicio y gasto energético

La actividad física interviene en los tres componentes del gasto energético diario:

- Metabolismo basal
- Termogénesis inducida por la dieta
- Gasto energético por actividad física diaria cotidiana

Es reconocido lo difícil que resulta disminuir el peso corporal cuando el ejercicio no va acompañado de una disminución de la ingesta, incluso cuando el ejercicio es intenso. El aumento del metabolismo basal resultado de la actividad física puede persistir de minutos a días, lo que estará determinado por el tipo de ejercicio, grado de entrenamiento y duración, además de las características propias de cada sujeto.

Estudios señalan que los sujetos entrenados con una actividad física intensa pueden permanecer con la tasa metabólica basal (TMB) aumentada hasta tres días después de descontinuado el ejercicio (Tremblay, 1998).

Por otro lado, una restricción calórica en la ingesta de un obeso disminuye su TMB, situación que puede ser atenuada por la actividad física (Prentice, 1991). La baja de la TMB ocurre de 24 a 48 horas de iniciada la restricción alimentaria. Con el paso del tiempo, este descenso se acentúa como producto de la pérdida de masa magra, lo que favorecería la recuperación del peso perdido (Shutz, 1993).

La termogénesis inducida por la dieta es el aumento del gasto energético que se produce después de una comida debido a la digestión, absorción y transporte y almacenamiento de los nutrientes. Estudios han reportado que, en sujetos obesos, la actividad física aguda previa a la ingesta de alimentos podría elevar la termogénesis inducida por la dieta hasta en un 40%, lo que en el tiempo podría tener un efecto sumatorio en el balance energético (Segal, 1995).

1.2.2.5. Ejercicio y distribución de grasa corporal

La grasa abdominal, especialmente la visceral, es altamente metabólica y responde con rapidez con lipólisis cuando el gasto energético es mayor a la ingesta calórica. La capacidad de entrega inmediata de ácidos grasos para que sean consumidos como fuente energética por los diferentes tejidos está determinada por el predominio de receptores β -adrenérgicos (lipolíticos) sobre los α_2 -adrenérgicos (antilipolíticos). De esta forma, las catecolaminas liberadas durante el ejercicio aumentan la lipólisis al activar la lipasa hormonosensible (LHS) e hidrolizando los triglicéridos intradipocitarios.

1.2.2.6. Ejercicio y su prescripción en sujetos obesos

Al referirse a la prescripción de ejercicio, necesariamente se debe definir el concepto “dosis” de ejercicio, que considera las variables *frecuencia, intensidad, tiempo* y *tipo* de ejercicio (Alemán et al., 2014).

En los sujetos obesos, antes de comenzar deben practicarse una evaluación médica y de laboratorio, principalmente debido a la comorbilidades asociadas. La *American College Sport Medicine* indica que para revertir los factores de riesgo asociados a la obesidad y mantener un estado físico saludable es necesario ejecutar un programa regular de ejercicios aeróbicos – complementados con ejercicios de fuerza– de moderada a vigorosa intensidad de al menos 30 minutos diarios, realizados en forma continua o intermitente, esta

última es la más recomendada para los obesos por la mayor tolerancia al esfuerzo que les proporciona y que finalmente se traduce en mayor adherencia al programa (Jackicic, 1995, 1999).

El ejercicio de alta intensidad provoca una mayor utilización de ácidos grasos, mayor pérdida de grasa subcutánea y mayor conservación de la masa magra. En ellos el valor del cociente respiratorio (CR) alcanzado es más alto, lo que indica que son los hidratos de carbono la principal fuente energética. En el caso de los ejercicios de baja intensidad se utilizan proporcionalmente mayor cantidad de ácidos grasos, disminuyendo el CR.

La frecuencia, duración e intensidad del ejercicio en los sujetos obesos debe ser prescrita individualmente tras una evaluación que permita una planificación para lograr las metas propuestas, las que deberían considerar:

- Mejorar las comorbilidades
- Disminuir el tejido graso
- Preservar la masa magra
- Disminuir la ingesta alimentaria
- Aumentar el gasto energético

Cada uno de estos puntos permitirá en conjunto disminuir el peso corporal y aumentar las posibilidades de mantener este peso en el futuro.

En la prescripción de ejercicios en sujetos obesos deben considerarse algunos aspectos ambientales y morfológicos (ACMS, 1997).

Ambientales: Evitar ambientes con condiciones de alta temperatura debido al mal manejo del calor que presentan los obesos.

Morfológicos: Considerar ejercicios que involucren los músculos respiratorios, ya que en algunos casos presentan limitaciones de la expansión torácica –por la alta presencia de tejido celular subcutáneo en esta región– y disnea. El exceso de peso dificulta los movimientos corporales; estas restricciones mecánicas deben considerarse al escoger los ejercicios. En primera instancia se deben privilegiar ejercicios para mejorar la fuerza y flexibilidad antes de aeróbicos prolongados, debido a que la musculatura de los obesos es débil y acortada, lo que los predispone a lesiones osteomusculares.

El ejercicio intermitente se considera más adecuado, ya que se puede lograr un mayor gasto energético con una menor acumulación de ácido láctico; además se puede aumentar la intensidad del ejercicio, lo que reporta beneficios como reducción de la adiposidad, aumento del potencial oxidativo de los músculos, reducción de la ingesta compensatoria post-ejercicio y aumento de la tasa metabólica basal. Es importante considerar que cada sujeto es diferente y su respuesta frente a un determinado entrenamiento será diferente (Roldán y Rendón, 2015).

Tipo, tiempo y frecuencia del ejercicio

Revisiones sistemáticas en relación al tipo de ejercicios para sujetos obesos han demostrado que los programas que combinan ejercicios aeróbicos con anaeróbicos son los más efectivos. Por un lado, los ejercicios aeróbicos disminuyen el peso y grasa corporal, además de provocar cambios favorables en el perfil lipídico, la resistencia insulínica y la circunferencia de cintura, los que también se provocan con los ejercicios de fuerza; sumado a esto, aumenta la masa libre de grasa, la presión sistólica y la fuerza muscular.

En cuanto al tiempo y frecuencia de las sesiones, las revisiones concluyen que debería ejercitarse más de 180 minutos a la semana, distribuidos en tres sesiones semanales de 60 minutos cada una. También se ha identificado efectividad en programas con ejercicios de alta intensidad y una duración menor (Cordero et al., 2014).

Específicamente en los niños y adolescentes, estos protocolos de ejercicios han sido efectivos con solo dos horas semanales de práctica (Perichart-Perera et al., 2008; Gussinyer et al., 2008; Martínez et al., 2011).

En esta población también fueron efectivos programas con menos horas semanales y entrenamientos del tipo circuito que consideraban ejercicios aeróbicos y de entrenamiento de la fuerza, mejorando la masa libre de grasa, el índice de masa corporal, la frecuencia cardiaca en reposo, la presión sanguínea sistólica y los triglicéridos (Wong et al., 2008).

En el diseño de un programa de ejercicios debe considerarse la “intensidad”; si bien esta se prescribe, a la vez puede reconocerse en cada individuo cómo percibe esa intensidad en su organismo, lo que se logra con la escala de Borg.

1.2.2.7. Percepción del esfuerzo durante el ejercicio

Para conocer cómo valora el ejecutante del ejercicio la repercusión de su esfuerzo sobre el organismo, se diseñó la Escala de Percepción de Esfuerzo (RPE; Rating of Perceived Effort) o escala de Borg (Borg, 1970).

De esta forma, las percepciones que antes estaban incluidas dentro de la subjetividad, asociadas al error y la variabilidad, fueron consideradas en esta escala donde la percepción de la fatiga se inicia con un estímulo sensorial generado durante el esfuerzo físico e integrado en el cerebro, que recibe aferencias desde los músculos y el aparato respiratorio, incluyendo síntomas como dolor y sensación de opresión precordial (Brian, 2000).

Esta escala relaciona medidas objetivas de trabajo físico con medidas subjetivas con un alto grado de fiabilidad. La escala del 6 al 20 va acompañada de valoraciones cualitativas entre *muy*, *muy fuerte* y *muy*, *muy ligero*. Debe considerarse que las valoraciones de cada individuo están influenciadas por la condición física, el estado de salud, la motivación por la actividad y otros factores.

Puede emplearse tanto para tareas específicas dentro de la sesión de entrenamiento como para evaluar la sesión en su conjunto. La estimación puede corresponder al cuerpo en general o a partes específicas, dependiendo del trabajo que se ejecuta. Al utilizar la escala se observó una relación lineal entre el esfuerzo percibido y la frecuencia cardíaca y el lactato sanguíneo, lo que permite fundamentar la utilización de esta medida subjetiva para evaluar y controlar la intensidad del esfuerzo. De esta forma, representa una alternativa económica para controlar y prescribir ejercicio (Arruza y Alzate, 2007). Sin embargo, para cargas situadas en o por debajo del umbral aeróbico, la FC constituirá un mejor indicador que la RPE de la intensidad de esfuerzo (Feriche, 2007).

Pollock y Wilmore plantearon en 1984 una relación más precisa entre el RPE y la FC máx., el VO_2 máx. y la frecuencia cardiaca de reserva (Tabla 1.7), permitiendo mantener una relación de la RPE con las variables mencionadas.

Tabla 1.7: Clasificación de la intensidad del ejercicio, basado en 30 a 60 minutos de entrenamiento de tolerancia

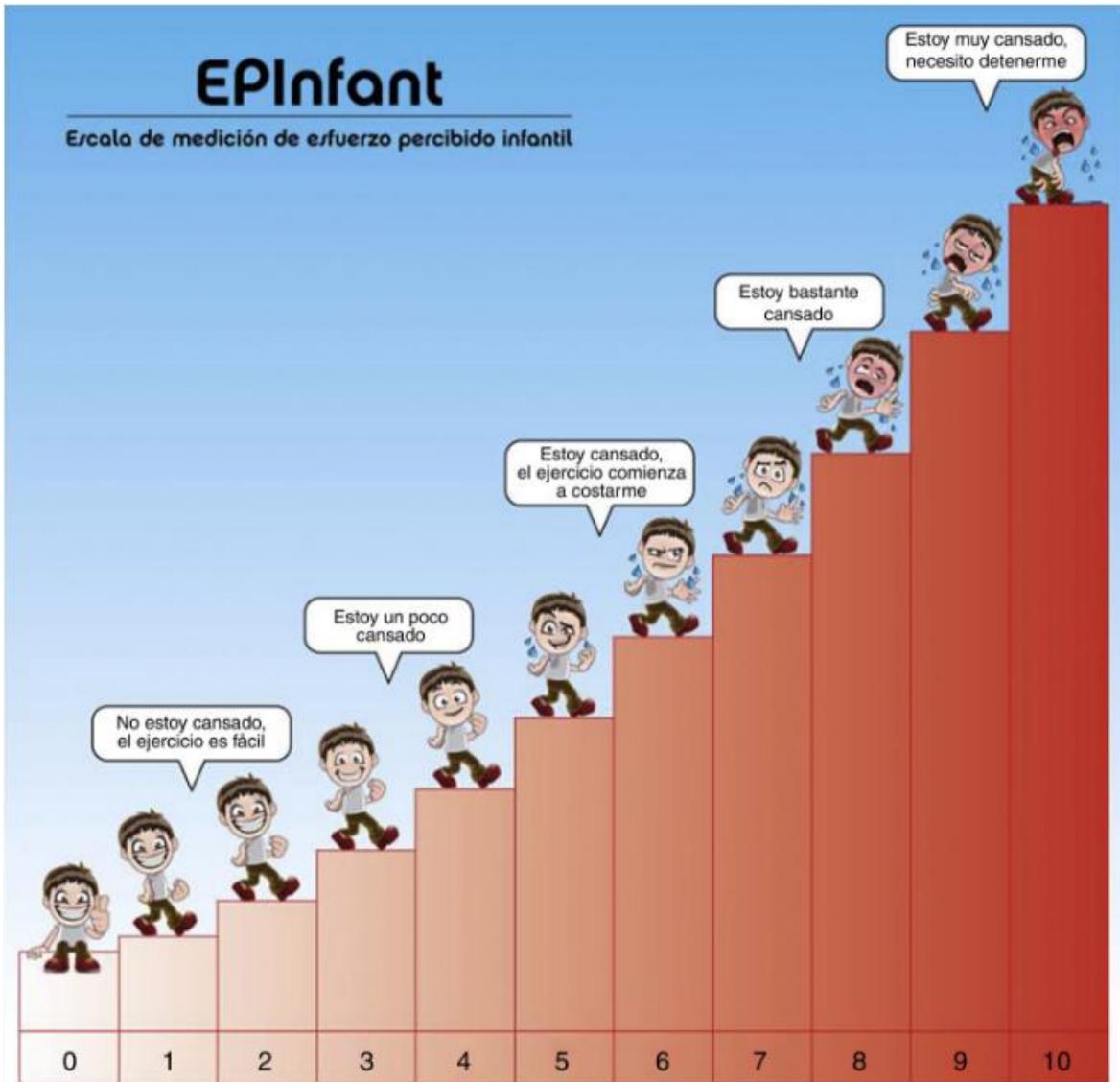
FC máx.	(VO_2 máx. o FC máx.-reserva)	CLASIFICACIÓN DEL ESFUERZO PERCIBIDO	CLASIFICACIÓN DE LA INTENSIDAD
<35%	<30%	< 10	Muy liviano
35-59%	30-49%	10-11	Liviano
60-70%	50-74%	12-13	Moderado
80-89%	75-84%	14-16	Fuerte
≥90	≥85%	≥16	Muy fuerte

FC máx.: frecuencia cardíaca máxima. VO_2 máx.: volumen de oxígeno máximo. FC máx.-reserva: frecuencia cardíaca máxima de reserva.

Fuente: elaboración propia en base a Pollock y Wilmore (1984) y Shephard (2007).

En los niños resulta más complejo que comprendan su dinámica, pero tras un periodo corto de práctica se logra la utilización correcta de la escala de esfuerzo percibido de Borg; sin embargo, trabajar en ellos con el continuo 6-20 es más complejo, por lo que se ha establecido la escala de Borg modificada de 0-10 (Espinosa y Bravo, 2002; Foster et al., 2001). Sin embargo, igualmente los niños no tienen la madurez cognitiva suficiente para entender los descriptores numéricos de estrés fisiológico diseñados para adultos, ya que su desarrollo cognitivo evoluciona con la edad y de esta depende el alcance de etapas como la de operaciones concretas (8-12 años) y de inteligencia formal (13 hasta la adultez). Por este motivo, autores chilenos han introducido la escala EPInfant (Figura 1.1), que consideró la representación gráfica para la escala de Borg modificada, la que ha sido validada en nuestra población (Rodríguez y Gatica, 2016; Rodríguez-Núñez y Manterola, 2016).

Figura 1.1. Representación gráfica del test EPInfant



1.3. ACONDICIONAMIENTO FÍSICO

1.3.1. BENEFICIOS DEL ACONDICIONAMIENTO FÍSICO EN LA INFANCIA Y ADOLESCENCIA

Los beneficios pueden clasificarse en tres líneas:

1- Los asociados a los beneficios físicos, mentales y sociales para la salud durante la infancia: permiten mantener el equilibrio de la energía, lo que previene el sobrepeso y la obesidad; permiten el desarrollo saludable de los sistemas musculo esqueléticos y cardiovascular; además, reducen los factores de riesgo relacionados a las enfermedades cardiovasculares, diabetes, hipertensión e hipercolesterolemia.

Mejora la salud mental y el bienestar psicológico al reducir la ansiedad, el estrés y la depresión; además, mejora la autoestima, las relaciones sociales y la función cognitiva.

2- Los beneficios del acondicionamiento físico que se mantiene durante la adultez: reduce las probabilidades de presentar obesidad, además de morbilidad y mortalidad, por enfermedades crónicas durante la vida adulta, así como de padecer osteoporosis en etapas posteriores de la vida.

3- Los que establecen el hábito de la actividad física y permiten que se mantenga durante la vida disminuyen las probabilidades de ser una persona sedentaria.

Los factores que influyen la conducta relacionada a la práctica del ejercicio durante la infancia y adolescencia son:

- Entorno físico
- Entorno social
- Influencia familiar
- Características personales

Para promover la actividad física es necesario considerar el entorno escolar, comunitario y doméstico (Aznar Laín y Webster, 2006).

El crecimiento y desarrollo de las diferentes estructuras en los niños se relaciona con su capacidad fisiológica y de rendimiento. En la medida que el niño aumenta su tamaño, también lo hacen sus capacidades funcionales.

1.3.2. RENDIMIENTO FÍSICO EN LOS NIÑOS Y JÓVENES

La funcionalidad de los sistemas fisiológicos va mejorando hasta la madurez, donde se estabilizan hasta el comienzo del proceso de envejecimiento, donde comienzan a declinar. Las modificaciones de las funciones, capacidades y habilidades que se desarrollan entre la infancia y la adolescencia se observan en la tabla 1.8.

Tabla 1.8. Cambios de las funciones, capacidades y habilidades.

CAPACIDADES	SITUACIÓN EN LA INFANCIA Y ADOLESCENCIA
HABILIDAD MOTORA	Esta habilidad se hace menor en las niñas en la pubertad debido al aumento de los depósitos de grasa y la tendencia social que las lleva a ser más sedentarias.
FUERZA	En la adolescencia el desarrollo de esta capacidad es notoriamente mayor –debido al desarrollo anatómico– que en la infancia. En los varones es mayor que en las mujeres por el predominio muscular que los primeros presentan, así como por los cambios hormonales y la madurez nerviosa.
FUNCIÓN PULMONAR	Durante la adolescencia ocurre un aumento importante la función pulmonar debido a crecimiento alveolar, forma del tórax y fuerza muscular respiratoria si lo comparamos con la infancia (Caussade et al., 2015). En las niñas, los volúmenes son menores en comparación a los varones debido a su menor tamaño. Estos cambios se asocian al crecimiento del sistema pulmonar, que se asocia al crecimiento general
FUNCIÓN CARDIOVASCULAR	El tamaño del corazón es directamente proporcional al tamaño corporal; con corazones más pequeños tienen un menor volumen sistólico, que intenta compensarse con la mayor frecuencia cardiaca. Aun así, el gasto cardiaco es

	menor que en los adultos. La tensión arterial es directamente proporcional al tamaño corporal.
CAPACIDAD AERÓBICA	Expresada con el VO_2 máx. si se mide en litros por minuto en los niños, es inferior comparada a la de los adultos a niveles similares de entrenamiento, debido a su menor superficie corporal y peso. En la adolescencia, el incremento del VO_2 máx. Coincide con el punto de máxima velocidad de crecimiento.
CAPACIDAD ANAERÓBICA	En los niños es menor que en los adultos, lo que podría deberse a la menor concentración de enzimas relacionadas al proceso de la glucólisis.

Fuente: elaboración propia en base a Wilmore, et al., (2007).

1.3.3. EDUCACIÓN FÍSICA ESCOLAR

Su objetivo es desarrollar habilidades motrices y actitudes proclives a la honestidad, el liderazgo y el autocuidado, así como para adquirir un estilo de vida activo y saludable, relacionado con aportes individuales y sociales.

En las actuales bases curriculares chilenas se ha incluido el término “salud” en el nombre de la asignatura, como respuesta al sedentarismo que enfrenta nuestro país. Ello se fundamenta en la Encuesta Nacional de Salud de 2010, que reporta un 88,6% de la población mayor de 17 años como sedentaria; y en el

SIMCE de educación física, que desde su aplicación ha reportado que aproximadamente un 10% de los alumnos tiene una condición física satisfactoria.

El desarrollo de habilidades motrices y la adquisición de hábitos de vida activa y saludable contribuyen al bienestar cognitivo, emocional, físico y social del alumno. De hecho, existe una abrumadora evidencia que documenta las relaciones positivas entre actividad física y capacidades cognitivas.

Para incorporar el ejercicio como un hábito es necesario disponer de espacios y tiempos destinados para la práctica regular durante la jornada escolar y fuera de ella; en esta tarea las escuelas, los padres y la comunidad son los protagonistas en el logro de dichas metas.

1.3.3.1. Bases curriculares

Las bases curriculares de la educación física chilena tienen los siguientes énfasis temáticos:

Relevar el movimiento como la herramienta que permite adquirir conciencia del propio cuerpo, así como de la orientación espacial, que le permite relacionarse e interactuar con el mundo que lo rodea. Una adecuada destreza motriz se relaciona con la toma de decisiones y con la correcta ejecución de muchas actividades físicas y cognitivas de la vida diaria.

Desarrollo de la condición física para aumentar la eficiencia mecánica, la fuerza, la flexibilidad, la resistencia a la fatiga y la recuperación tras el esfuerzo.

Énfasis en cualidades expresivas para desarrollar habilidades comunicativas, enriquecer su creatividad y potenciar sus destrezas motrices.

Promover la iniciación de la actividad deportiva incorporando la aplicación de principios y el cumplimiento de reglas y estrategias, además de aprender que en la competencia deportiva se potencian valores como el trabajo en equipo, la solidaridad, la perseverancia, el esfuerzo y el trabajo para lograr metas.

Desarrollar una población más activa: Además de considerar los espacios, tiempos y hábitos saludables, se deben tomar en cuenta las voluntades de profesores, alumnos y sus familias para considerar la actividad física como parte integral de una vida activa y saludable.

Seguir las reglas del juego: El cumplimiento de principios y reglas y las medidas de seguridad y autocuidado se manifiestan como una condición de posibilidad para los juegos deportivos y no como una restricción.

La cooperación y el trabajo en equipo es la clave del éxito. Este valor es fundamental para múltiples ámbitos de la vida.

Concepción amplia del liderazgo como una cualidad para enfrentar desafíos y superar metas. Este es inherente al trabajo en equipo, permitiendo que los integrantes de la colectividad desarrollen plenamente sus potencialidades.

Cabe destacar que las bases curriculares conciben el liderazgo de una manera amplia e inclusiva que está potencialmente presente en todos los niños y niñas.

1.3.3.2. La organización curricular se agrupa en ejes y actitudes

Las actitudes que deben esperarse en el desarrollo curricular de la asignatura educación físico y salud se observan en la tabla 1.9.

Tabla 1.9. Relación de las actitudes asociada a los respectivos ejes de la educación física chilena.

EJES	ACTITUDES
Habilidades motrices	Valorar los efectos positivos en la salud con la práctica regular de actividad física
Vida activa y salud	Disposición a mejorar su condición física e interés por práctica de actividad física regular
Seguridad, juego limpio y liderazgo	Demostrar confianza en sí mismo durante la práctica de actividad física
	Disposición a la participación activa durante la clase
	Promover la equidad de género en la participación de todas las actividades
	Respetar la diversidad física sin discriminaciones
	Disposición al trabajo en equipo, colaborar con otros y aceptar consejos y críticas
	Demostrar disposición al esfuerzo personal, superación y perseverancia

1.3.3.3. Orientaciones didácticas

Considerar las experiencias motrices previas para planificar:

- Retroalimentación al alumno de sus resultados motrices para mejorar.
- Favorecer el desarrollo motriz y la condición física durante la mayor parte de la clase.

Optimizar el tiempo efectivo para la clase de Educación Física y Salud:

- Desarrollar trabajos en circuitos desde la planificación, ilustración, organización, ejecución y reflexión de lo aprendido, hasta sugerencias y aspectos a mejorar.
- Incentivar el uso de las tecnologías de la información (TIC), especialmente como feedback de sus respuestas corporales.
- Distribución equitativa de las sesiones de educación física durante la semana.
- Planificación y ejecución de las clases para incluir a los estudiantes con necesidades educativas especiales (MINEDUC, 2016)

1.3.4. EFECTOS DEL EJERCICIO EN EL SISTEMA COGNITIVO

Estudios informan de la relación entre un alto rendimiento académico con altos niveles de actividad física, indicando que principalmente se debe a mejoras en la atención, el control inhibitorio y la memoria de trabajo (Ramírez et al., 2004). Shephard sugiere que esto se fundamenta en el alto flujo de sangre que recibe el cerebro, los cambios en los niveles hormonales, la asimilación de los nutrientes y la mayor activación del mismo (Shephard, 1997).

El ejercicio físico históricamente ha estado incluido dentro de los programas educacionales, fundamentado no solo en su aporte desde el punto de vista físico, sino como parte fundamental del proceso educativo, tanto por los beneficios de socialización, generación de auto concepto y sensación de bienestar (Neeper et al., 1995; Suárez, 2004), como por aspectos relacionados al fomento de la salud.

Desde el punto de vista preventivo el ejercicio otorga beneficios como la disminución de la obesidad y el sedentarismo (Isaacs et al., 1992; Kramer et al., 1999; Colin-Ramírez et al., 2010; Escalante et al., 2012; Taverno Ross et al., 2013).

Algunos autores, para explicar fisiológicamente cómo el ejercicio actúa positivamente sobre el cerebro, definieron que el ejercicio estimularía la secreción de sustancias de tipo hormonal que ejercen todo tipo de efectos positivos sobre las neuronas adultas; esto sugería que el ejercicio protegía la salud de las neuronas.

La conexión entre ejercicio y funcionamiento cerebral se ha explicado por dos corrientes: uno indica que los ambientes que proporcionan una mayor cantidad de estímulos, ya sea en cantidad o calidad, favorecen el desarrollo cerebral, tanto desde el punto de vista anatómico como funcional (Greenough et al., 1987), donde en los ambientes con esta variedad de estímulos siempre uno de ellos correspondía a la actividad física.

La otra corriente se fundamenta en la fisiología del deporte, donde el ejercicio estimula la liberación a la sangre de hormona de crecimiento (GH, de su nombre inglés, *growth hormone*), que es la principal responsable del crecimiento del cuerpo (Eliakim et al., 1999).

La GH, a su vez, hace que el hígado produzca un factor de crecimiento denominado IGF-I (de su nombre en inglés *insuline-like growth factor I*). El IGF-I

hace que el músculo crezca en tamaño. Asimismo, el IGF-I es un factor neurotrófico muy potente (Torres-Alemán, 2001).

Como este conocimiento es nuevo, solo muy recientemente se ha relacionado la capacidad neurotrófica del IGF-I con la práctica de ejercicio. Como el ejercicio físico estimula al eje hormonal GH-IGF-I, es posible que el ejercicio ejerza efectos protectores sobre el cerebro a través del IGF-I. Al comparar los efectos del ejercicio y del IGF-I sobre el cerebro, se observó que eran idénticos (Carro et al., 2000). Es más, si se impedía que el IGF-I funcionara, se interrumpían los efectos del ejercicio sobre el cerebro. Esto permitió considerar al IGF-I como un mensajero que utiliza el cuerpo para informar al cerebro de que se está produciendo una situación de ejercicio físico. Posteriormente se comprobó en el laboratorio que cuando se realiza ejercicio, el cerebro acumula más IGF-I producido por el hígado (Carro et al., 2000).

Investigaciones también relacionan el ejercicio como determinante en el desarrollo de procesos cognitivos tanto en niños como jóvenes (González et al., 2014).

Sin embargo, se observa controversia en las experiencias, pues si bien algunas explicitan la estrecha relación entre el ejercicio sobre las funciones cerebrales y cognitivas que se manifestarían en las mejoras del rendimiento académico (Chaddock-Heyman et al., 2013; Chomitz et al., 2009; Fedewa et al., 2011), otras investigaciones publican lo contrario, indicando que no se ha comprobado relación entre ejercicio y rendimiento académico (Ahamed et al.,

2007; LeBlanc et al., 2012); tampoco sobre la atención (Pirrie et al., 2012) y el rendimiento cognitivo, indicando que las relaciones son débiles y están influidas por muchos factores intervinientes (Keeley et al., 2009). Sin embargo, si bien globalmente en estos estudios no ha existido una relación significativa entre rendimiento académico y ejercicio, sí lo hubo entre el rendimiento académico y el ejercicio vigoroso (Coe et al., 2006).

Si bien la relación rendimiento académico y ejercicio es controvertida, no lo son los efectos positivos del ejercicio sobre la salud cerebral. Según Khan y Hillman, la infancia es un periodo fundamental en el desarrollo cerebral, donde ocurre la maduración de circuitos destinados a apoyar las operaciones cerebrales, siendo este desarrollo una oportunidad fundamental para optimizar las funciones cognitivas a través de la actividad física (Kahan et al., 2014; Hilman et al., 2011). Variadas son las experiencias, como lo publicado por Chaddock-Heyman et al. (2013), que con su intervención analizaron la influencia de un programa de actividad física sobre la activación cerebral en la infancia, identificando una mejora del control cognitivo al disminuir la activación frontal del grupo experimental.

Otras revisiones, como las de Haapala (2012), evidencian los efectos positivos de la actividad física sobre la salud cerebral o sobre aspectos más específicos, como la atención, concentración o memoria de trabajo. Kamijo et al. (2011) observaron efectos sobre la memoria de trabajo en niños de siete a nueve años tras un programa de nueve meses de duración. Investigaciones como las de Liang et al. (2014) o Chaddock et al. (2011), por su parte, aprecian una relación

negativa entre una baja condición física y niveles de atención y control cognitivo, respectivamente.

1.4. SISTEMA EDUCACIONAL EN CHILE

El sistema educacional chileno está –desde el año 2014– en un proceso de reforma que abarca todos los niveles de enseñanza. Desde hace más de una década se han alzado movimientos sociales en demanda de una educación pública, gratuita y de calidad.

La estructura y organización del sistema educativo chileno se materializa en cinco niveles de enseñanza: educación parvularia, educación básica, educación media, educación especial y educación para adultos.

La educación básica se desarrolla en base a un currículum que entrega el Ministerio de Educación, el cual contempla en sus bases curriculares Artes Visuales; Ciencias Naturales; Educación Física y Salud; Historia, Geografía y Ciencias Sociales; Inglés; Lenguaje y Comunicación; Matemática; Música; Orientación; Tecnología; y Lengua Indígena.

Las bases curriculares se caracterizan por objetivos de aprendizaje que van a definir los desempeños mínimos que se espera que los estudiantes logren en cada asignatura y nivel de enseñanza. Estos objetivos están orientados a la creación y fortalecimiento de habilidades, conocimientos y actitudes que permitan conseguir un desarrollo integral del alumno para que tenga un rol activo y responsable en la sociedad.

Las bases curriculares de Educación Física y Salud de 6° y 7° básico establecen desarrollar temáticas de: vida activa saludable; habilidades motrices físicas alternativas en el entorno natural; condición física y principios de entrenamiento; habilidades expresivo-motrices; deportes, trabajo en equipo y promoción de actividad física; y seguridad, juego limpio y liderazgo (MINEDUC, 2013).

El rendimiento académico para efectos de este estudio se definirá como el reflejo cuantitativo, en escala de 1 a 7, que corresponde a la normativa ministerial de evaluación, donde la nota mínima de aprobación corresponde a 4.0 para la evaluación de los aprendizajes adquiridos y desarrollados por los alumnos en relación a las bases curriculares. En la enseñanza parvularia la calificación es cualitativa, obedeciendo a conceptos como Insuficiente (I), Suficiente (S), Bueno (B) y Muy Bueno (MB). Sin desacreditar esta definición, es bueno comprender que el rendimiento académico es un fenómeno de estudio complejo. Aparentemente se asocia a la motivación, habilidad y esfuerzo, así como a la actitud y aptitud del estudiante. Si el alumno logra el objetivo con un mínimo de esfuerzo, tendrá una autopercepción de poseer mayor habilidad y un alto grado de satisfacción; por otra parte, si logra el objetivo con mucho esfuerzo, no se apreciará el nivel de habilidad, pero también habrá satisfacción. Los problemas aparecen cuando no se logran los objetivos porque el alumno tiende a evitar el esfuerzo por temor a evidenciar una falta de habilidad frente a su entorno social.

Estas han sido solo algunas variables que complejizan la definición de rendimiento escolar. También existen otras: factor socioeconómico, amplitud de programas de estudio, metodologías de enseñanza utilizadas, dificultad para emplear enseñanza personalizada, conceptos previos de los alumnos, nivel de pensamiento, etc. (Edel Navarro, 2003; MINEDUC, 2013).

1.5. DESCRIPCIÓN REGIONAL

Chile actualmente está dividido en 15 regiones. La decimoquinta Región de Arica y Parinacota está conformada por la provincia de Arica y la provincia de Parinacota. La capital regional es la ciudad de Arica. Esta región fue creada el 8 de octubre de 2007, cuando entró en vigor la Ley N°20.175, que la segregó de la antigua Región de Tarapacá.

La ciudad de Arica tiene una superficie de 8.726,4 km². Según el censo de 2002 tiene una población de 189.644 habitantes y su densidad es de 9,94 habitantes por km². La ciudad es uno de los lugares más secos del mundo; su ubicación geográfica está en una zona tropical y su clima es desértico costero, con una temperatura aproximada de 18°C durante todo el año (Ilustre Municipalidad de Arica, 2016).

1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En nuestra región de Arica y Parinacota tenemos un 20,8% de alumnos obesos en primero básico, según el último estudio masivo realizado por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB) el año 2013 (Lira, 2013). Aunque estamos bajo el promedio nacional (25,3%), igualmente es una cifra alta, considerando las comorbilidades como diabetes mellitus tipo 2, enfermedades cardiovasculares, cáncer y osteoporosis, entre otras (Paniagua, 2016). En Chile, según la última Encuesta Nacional de Salud del año 2010, el 25,1% de la población mayor de 17 años presentaba obesidad, 26,9% hipertensión arterial, 45,4% dislipidemia, 9,4% diabetes y el 35,5% síndrome metabólico (MINSAL, 2010). En relación a estas patologías, algunos de sus signos podrían modificarse con un descenso de peso discreto (5 a 10%), mejorando significativamente la presión arterial, perfil lipídico, tolerancia a la glucosa y sensibilidad insulínica (OMS, 2007), esto debido a la estrecha relación entre la obesidad, hipertensión, resistencia insulínica e hiperglicemia (Paniagua, 2016; Araya, 2006).

Sin duda que esta situación se relaciona con el cambio social experimentado en las últimas décadas, donde se ha promovido la cultura del sedentarismo y el gasto mínimo de energía. Los niños han modificado la naturaleza de sus juegos –esencialmente muy activos y de alta demanda energética– por actividades básicamente de tipo sedentarias, dando como resultado las complicaciones asociadas a la inactividad en un organismo genéticamente diseñado para la práctica diaria de ejercicio. A partir de estos

planteamientos, numerosas investigaciones corroboran la relación entre la inactividad con la génesis de variadas patologías. Estudios en niños revelan que un alto IMC se relaciona significativamente con un estilo de vida sedentario caracterizado por la televisión, la consola y el ordenador. Las actividades anteriores además se asocian con la reducción de las horas de sueño, que afectaría la regulación del peso corporal y constituiría un factor de riesgo independiente para la obesidad (Vázquez, 2008; Chamorro et al., 2011).

En Chile, ya en los preescolares se ha identificado que más del 60% del tiempo diario lo utilizan en actividades de gasto mínimo (dormir, ver televisión, etc.) (Vázquez y Salazar, 2005), situación compleja si consideramos que en niños y adolescentes con sobrepeso la inactividad física sería el factor preponderante en la retención calórica diaria (Burrows et al., 2001).

No se debe olvidar que Chile es un país sedentario: prácticamente el 90% de la población se declara en esta condición (Cristi-Montero et al., 2014). Probablemente uno de los factores que puede coadyuvar a este resultado proceda, al menos en parte, al currículum de educación básica y media, que por historia no han enfatizado la práctica del ejercicio en los niños dentro de sus horas lectivas. Actualmente, el Ministerio de Educación (MINEDUC) sugiere cuatro horas para la práctica de educación física. En lo cotidiano, la mayoría de los colegios mantienen solo dos horas semanales. Moreno et al. (2012) profundizaron en esta problemática, reportando que el problema es más grave aún, pues de las dos horas semanales, solo 60 minutos se ejecutan de práctica efectiva de ejercicio. En

su estudio identificó, además, que en una hora de clases de educación física solo entre el 12,9% y el 15,8% del tiempo se desarrollan ejercicios que alcanzan intensidades moderada/vigorosa (Moreno et al., 2012).

Probablemente el bajo volumen de ejercicio que se programa en los colegios sea una de las causas de los pobres resultados nacionales del Sistema de Medición de la Calidad de la Educación (SIMCE) de educación física (prueba que evalúa diferentes aspectos de la aptitud física). Los resultados del año 2014 (SIMCE, 2014) plantearon que solo un 9% de los escolares logró un nivel satisfactorio en aspectos estructurales de la condición física, lo que fue definido por las autoridades nacionales como “enormemente preocupante”. Al comparar los resultados del SIMCE de educación física en nuestra Región de Arica y Parinacota, se comprobó que el porcentaje de niños que obtuvieron un nivel de condición física satisfactoria disminuyó en un 3% en comparación al año anterior.

En esta misma línea, el volumen del ejercicio sería una parte de la dosis; faltaría identificar el tipo de ejercicio más efectivo para enfrentar la obesidad. Variados autores coinciden en que el ejercicio puede considerarse como un fármaco y que el ejercicio de moderada a alta intensidad sería la forma más efectiva para modificar y alcanzar los umbrales de estimulación que provocarían los cambios bioquímicos y celulares que influirían en el metabolismo muscular, como también en la utilización de los sustratos de grasa y glucosa durante y después del ejercicio; considérese además que la secreción de catecolaminas está en relación directa al estrés ocasionado por el ejercicio (Talanian et al., 2007).

Según las normas contemporáneas de ejercicio y salud difundidas por el Ministerio de Salud en el año 2007, el tratamiento convencional de la obesidad se enfocaba en la dieta y el ejercicio, este último orientado al control de calorías gastadas con el trabajo cardiovascular, sin considerar el efecto positivo del ejercicio sobre el metabolismo muscular. Sin embargo, participantes de programas de actividad física que no lograron disminuir su peso mejoraron su metabolismo muscular y disminuyeron algunos efectos deletéreos de la obesidad. El músculo, que corresponde aproximadamente al 40% de nuestro cuerpo y está prácticamente inactivo por las características de la vida actual, es responsable del transporte, conversión y/o combustión de sustratos que provengan de la dieta o del tejido de reserva. Durante la realización de ejercicio del tipo aeróbico, la mitocondria es el elemento fundamental (Toledo et al., 2006).

Todas las intervenciones preventivas realizadas en Chile como políticas gubernamentales han sido multidisciplinarias; por ejemplo, en programas como “EGO-escuela”, “5 al día”, “Elije vivir sano”, entre otros. Sin embargo, no han dado solución al problema de la obesidad. Algunas razones podrían ser las acciones poco agresivas, rigurosas y sistemáticas en la implementación de programas de ejercicio físico (Kain et al., 2001), dando más énfasis al control de la alimentación. Con este estudio queremos relevar el ejercicio, buscando la “dosis” adecuada y más efectiva para los niños obesos; este último concepto considera el volumen, la frecuencia de entrenamiento y el tipo de ejercicio más beneficioso para la salud desde el punto de vista físico y cognitivo, lo que no necesariamente daría como resultado la baja de peso.

1.7. HIPÓTESIS

H1: 12 semanas triplicando las sesiones de ejercicio semanal del tipo intermitente de alta intensidad en escolares obesos modifica positivamente los parámetros de condición física, la función cognitiva y el estado de salud respecto al entrenamiento convencional y el grupo control.

H0: Los escolares obesos sometidos al triple de sesiones semanales de ejercicio del tipo intermitente de alta intensidad no modifican positivamente los parámetros de condición física, la función cognitiva y el estado de salud respecto a los que ejecutan el entrenamiento convencional o el grupo control.

1.8. OBJETIVOS

General:

- Analizar y comparar los efectos sobre la condición física, la capacidad cognitiva y la salud que produce triplicar las sesiones semanales de distintos tipos de ejercicio físico (intermitente de alta intensidad o convencional) en escolares obesos chilenos.

Específicos:

- Analizar el efecto que la educación física escolar en los centros educativos chilenos produce sobre la condición física, la capacidad cognitiva, el perfil lipídico y composición corporal en escolares obesos.
- Comparar el efecto del tipo de ejercicio implementado (intermitente de alta intensidad vs convencional) sobre la condición física, la capacidad cognitiva, el perfil lipídico y composición corporal en escolares obesos chilenos.
- Analizar la influencia de la actividad física escolar y la de los programas de ejercicio físico implementado sobre la modificación de hábitos saludables.

CAPÍTULO 2: MATERIAL Y MÉTODO

2.1. DISEÑO EXPERIMENTAL

Para contrastar la hipótesis y comprobar los objetivos del presente trabajo, se empleó un diseño experimental con grupo control, medidas pre-post y evaluaciones intra e inter-grupos. Se evaluaron los cambios en las diferentes variables: antropométricas, rendimiento físico, fisiológicas y del perfil bioquímico, rendimiento cognitivo, hábitos saludables de cada grupo, antes y después de la aplicación en sendos programas de entrenamiento que junto a triplicar las sesiones de práctica a la semana varió el tipo de entrenamiento aplicado (entrenamiento intermitente de alta intensidad o entrenamiento convencional), con respecto al grupo control (tiempo y contenido ajustado al calendario lectivo vigente).

Los participantes fueron asignados a tres grupos de estudio (grupo control, grupo entrenamiento intermitente de alta intensidad o grupo de entrenamiento convencional). Ambos grupos experimentales ejecutaron durante 12 semanas 3 horas pedagógicas adicionales de actividad física intermitente de alta intensidad o convencional respectivamente. El grupo control, sólo realizó las horas y contenido académico dictado por los planes de estudio. Todas las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo en las instalaciones correspondientes a los colegios de pertenencia de los participantes.

El proyecto fue aprobado por el comité de ética de la Universidad de Tarapacá (Chile), donde se llevó a cabo el estudio.

2.2. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Universo:

Todos los escolares de sexto y séptimo año básico (11 y 12 años) que pertenecían a colegios asociados al Centro de salud familiar Dr. Amador Neghme Rodríguez de Arica, que corresponde a 554 alumnos.

Población:

Todos los escolares obesos que pertenecían al sexto y séptimo año básico cuyo número de alumnos correspondió al total de 153 alumnos. Estos correspondieron al 27.6 % del universo.

Muestra:

Correspondió la totalidad de la población que cumplía con los criterios de inclusión y exclusión, formando una muestra inicial de 98 alumnos. La muestra se dividió en tres grupos: Grupo Control (GC), Grupo estudio con actividad física convencional (GEAFC) y Grupo estudio con actividad física intermitente de alta intensidad (GEAFI).

Criterios de inclusión:

- Todo escolar que presentó un IMC en el percentil igual o superior a 95, el cual lo clasifica en estado nutricional de Obesidad, según la norma Técnica de Evaluación del MINSAL en niños de 6 a 18 años de edad.
- No presentar alguna alteración que impida la ejecución de actividad física.
- No presentar alguna enfermedad metabólica.
- No consumir fármacos que interfieran en la composición corporal y/o metabolismo.

En la Figura N° 2.1. se presentan las fases del estudio asociadas a las acciones que se desarrollan y los sujetos involucrados en cada una de ellas.

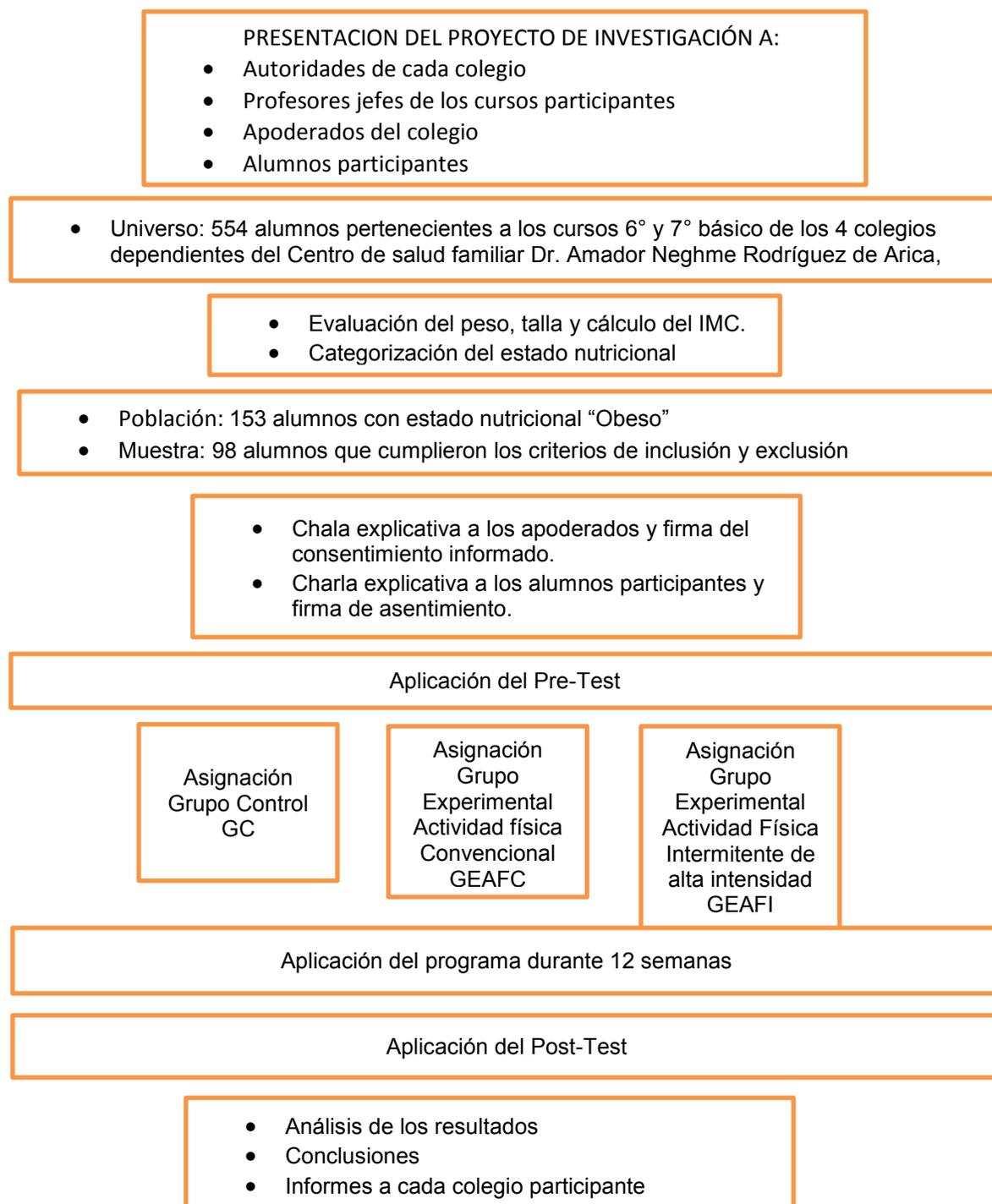


Figura: 2.1. Fases del estudio según sus fases, acciones y participantes por grupo participante.

2.3. VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables se clasificaron en dependientes e independientes. Las variables dependientes correspondieron a la antropometría representada por el peso, talla, IMC y el perímetro de cintura, la composición corporal representada por el porcentaje de grasa corporal. El rendimiento físico representado por la capacidad aeróbica, fuerza muscular de la mano y fuerza del tren inferior. Fisiológicas y del perfil Bioquímico representadas por la Presión arterial, el colesterol, triglicéridos, glicemia y sensibilidad insulínica, el rendimiento cognitivo por el rendimiento académico, la memoria y la atención. Los hábitos saludables representados por los hábitos de ejercicio y la calidad alimentaria. Finalmente también se registró el nivel de escolaridad de los padres. Las variables independientes correspondieron a los tipos de entrenamiento: Entrenamiento convencional y entrenamiento intermitente de alta intensidad.

El desglose y tipo de variables se enuncian en las Tablas 2.1. y 2.2.

Tabla 2.1.Enumeración de las variables dependientes

TIPO	CONTENIDO
- ANTROPOMETRICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Peso • Talla • Índice de Masa Corporal • Perímetro de Cintura,
- COMPOSICIÓN CORPORAL	<ul style="list-style-type: none"> • % de Grasa
- RENDIMIENTO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> • Fuerza Muscular de la mano • Capacidad aeróbica • Potencia muscular tren inferior
- FISIOLÓGICAS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO	<ul style="list-style-type: none"> • Presión arterial • Colesterol total • LDL, HDL • Triglicéridos • Glicemia • Sensibilidad insulínica
- RENDIMIENTO COGNITIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil académico • Perfil memoria y atención
- HÁBITOS SALUDABLES	<ul style="list-style-type: none"> • Hábitos de calidad alimentaria • Hábitos de ejercicio
- NIVEL EDUCACIONAL DE LOS PADRES	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de escolaridad

Tabla 2.2 Enumeración de las variables independientes:

VARIABLE	TIPOS
- PROGRAMA DE ACTIVIDAD FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> • Entrenamiento intermitente de alta intensidad • Entrenamiento convencional

2.3.1. VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS.

Las variables antropométricas medidas fueron:

Figura 2.2. Balanza marca SECA.



2.3.1.1. Peso corporal: Para medir el peso se utilizó una balanza SECA®, con precisión de 100 gr. El procedimiento se inició solicitando a cada alumno que subiera descalzo y en ropa interior a la balanza, ubicando sus pies en el centro de la plataforma, en posición bípeda y con los brazos a los costados del cuerpo. El equipo se ubicó en una superficie lisa, antes de utilizar la balanza se verificó que estuviera calibrada. Las evaluaciones se realizaron en un área cerrada para resguardar la privacidad de los alumnos. Los resultados se registraron

en kilogramos.

2.3.1.2. Estatura: Para medir la talla se utilizó el estadiómetro con aproximación de 1 cm. de la misma balanza SECA® con que se evaluó el peso. Se solicitó a cada alumno subiera descalzo sobre la plataforma plana de espaldas al

estadiómetro, con los talones juntos y las puntas levemente separadas. Los talones, glúteos, parte superior de la espalda, deben estar en contacto con el plano de medición. La cabeza se mantiene cómodamente erguida, respetando la línea horizontal imaginaria trazada desde el ángulo externo del ojo y el conducto auditivo externo (plano de Frankfort). Los brazos se situaron a un costado del cuerpo, de manera natural. Se le pidió al alumno que realizara una inspiración máxima y en ese momento el tope móvil superior del estadiómetro se descendió en ángulo recto suavemente aplastando el cabello y haciendo contacto con el vértex de la cabeza. La estatura se registra en metros.

2.3.1.3. Índice de masa corporal (IMC): se calculó según la ecuación de Quetelet [$\text{kg}\cdot(\text{m}^2)^{-1}$]. Su valor permitió identificar a los escolares con la condición de obesidad. Se clasificaron los escolares como obesos si su IMC fue \geq 95 de la referencia *Centers for Disease Control and Prevention / Centro Nacional de Estadísticas de la Salud CDC/NCHS (ANEXO 1)*, tal como lo recomienda el Ministerio de Salud de Chile para la determinación de obesidad en mayores de 6 años.

Figura 2.3. Medición del perímetro de cintura con cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®).



2.3.1.4. Perímetro de cintura: se determinó siguiendo la metodología utilizada por el NHANES III en la población americana. Para ello se usó una cinta métrica no distensible de fijación automática (SECA®), que se pasó por el reborde de la cresta ilíaca, pasando por el ombligo. La medida se expresa en cm. (Strain et al, 2014)

2.3.2. VARIABLE COMPOSICIÓN CORPORAL:

La variable de la composición evaluada correspondió al:

Figura 2.4. Caliper Lange® de precisión 1 mm.



2.3.2.1. Porcentaje de grasa corporal: Para esta evaluación se utilizó un caliper Lange® de precisión 1 mm, para medir en el lado derecho del cuerpo, cuatro pliegues cutáneos: bíceps, tríceps, subescapular y suprailíaco. Para el cálculo del %GC, primero se realizó el cálculo de la densidad corporal mediante la utilización de las constantes A y B, establecidas por Durning y Womersley (1988), según edad y sexo, y válidas para la población chilena según Apud et al. (1980).

$$D = B * ((\log (P1 + P2 + P3 + P4)) - A$$

D = Densidad corporal expresada en gr/ml.

A = Punto de intersección (constante 1,1369, para damas, y constante 1,1533, para varones, en edades de >12 años).

Punto de intersección (constante 1,1309, para damas, y constante 1,14447, para varones, en edades de <12 años).

B = Punto de inclinación de la pendiente (constante 0,0643, para damas, y constante 0,0598, para varones, en edades de >12 años).

B = Punto de inclinación de la pendiente (constante 0,0587, para damas, y constante 0,0612, para varones, en edades de <12 años).

P1 = Pliegue bicipital.

P2 = Pliegue tricipital.

P3 = Pliegue subescapular.

P4 = Pliegue suprailíaco.

La ecuación de Siri (Apud y Jones,1980), se empleó para determinar el porcentaje de masa grasa, siguiendo la fórmula:

$$\% \text{ MG} = ((4,95/ D) - 4,5) * 100$$

Donde %MG es el porcentaje de masa grasa y D es la Densidad.

Los estudios realizados por Apud y Jones (1980) validan el uso de ambas ecuaciones en la población chilena.

Además, se calculó el nivel de adiposidad según lo definido por Durenberg et al., (1990) que se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Criterios de evaluación del porcentaje de grasa corporal según Durenberg et al., (1990)

CRITERIO DE EVALUACIÓN	RANGO DE VALORES MASCULINO %	RANGO DE VALORES FEMENINO %
Baja adiposidad	<10	<15
Adecuada adiposidad	10,01-20	15,01-25
Adiposidad moderadamente alta	20,01-25	25,01-30
Alta adiposidad	>25,01	>30,01

(Fariñas et al., 2011)

2.3.3. VARIABLES DE RENDIMIENTO FÍSICO

Las variables del rendimiento físico evaluadas correspondieron a:

Figura 2.5. Dinamómetro digital Jamar plus +®.

2.3.3.1. Fuerza muscular de la

mano: Se evaluó mediante un test de presión manual, utilizando un dinamómetro digital Jamar plus +® (intervalo 0-90 kg, precisión 0,1 kg). La posición de evaluación correspondió a la descrita por la sociedad americana de terapeutas de la mano para la medir la fuerza máxima de presión manual. Se evaluaron ambas manos, se realizaron 3



repeticiones por cada mano separadas de un minuto de descanso entre ejecución. Se midió en kg. Y se tomó el mejor resultado de las tres mediciones.

2.3.3.2. Fuerza muscular de tren inferior: Se evaluó la fuerza del tren inferior con el test de salto de longitud sin impulso. Los miembros inferiores realizaron una flexo-extensión, produciendo un salto explosivo con ambas piernas hacia delante,

acompañado de un balanceo de brazos. Se midió desde la línea de salto hasta el apoyo de talones en la caída, con una cinta metálica de precisión de (0,1cm). La prueba se ejecutó en un suelo rígido de 2 m de ancho por 5 m de largo (cemento u otro similar). Se ejecutaron dos repeticiones y se registró el mejor resultado en centímetros.

2.3.3.3. Capacidad aeróbica: Se evaluó mediante el Test de Course Navette, conocido también como Test de Leger-Lambert, indicado para mayores de 10 años (Mercier et al, 1983; Kain, 2004; Curilem et al, 2015). Esta prueba consiste en registrar la velocidad máxima alcanzada por la persona cuando corre una distancia de 20 m. ida y vuelta a una velocidad creciente. La medición correspondió al último período (palier) en el cual se alcanza esa velocidad.

(ANEXO 2)

Para estimar el VO_2 máx que representó la capacidad aeróbica se utilizó la fórmula:

$$VO_2 \text{ máx.} = (31.025) + (3.238 * X) - (3.248 * A) + (0.1536 * A * X)$$

$$D = B * ((\log (P1 + P2 + P3 + P4)) - A)$$

X = velocidad a la que se paró el sujeto (palier)

A= edad. Para sujetos mayores de 18 años siempre se aplica el valor 18.

Se destaca en este test que su metodología presenta un elemento motivador en sí, que lo diferencia de la mayoría de los test, siendo ideal para aplicarlo en niños y adolescentes. (Pernía y Andrés, 2010).

2.3.4. VARIABLES FISIOLÓGICAS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO:

2.3.4.1. Exámenes de laboratorio: Se tomó una muestra de sangre venosa para determinar los niveles de colesterol total, HDL, LDL, triglicéridos, glicemia y resistencia insulínica. La evaluación se llevó a cabo en los respectivos establecimientos educacionales, un tecnólogo médico tomó la muestra a cada uno de los sujetos con 8-12 horas de ayuno. Las muestras se procesaron mediante metodología analítica seca (Vitros, Johnson & Johnson, Clinical diagnostics Inc.).

La Tabla 2.4. indica en cada prueba sanguínea el método con que se procesó y los valores de referencia. Estos valores nos permitieron identificar los sujetos con valores alterados en cada variable sanguínea.

Tabla 2.4 Métodos de procesamiento de los parámetros sanguíneos con sus parámetros de referencia.

VARIABLE	METODO	VALORES DE REFERENCIA
Glicemia	GOD-PAD	70 - 100 mg/dl
Insulina	Inmunoenzimico análisis, principio de Sándwich por micro pocillos	0.7 - 25 uUI/ml
HOMA	64	< o = 4.0
Colesterol total	GOD-PAD	Hasta 200 mg/dl
Colesterol HDL	Por precipitación más GOD-PAD	Mujeres mayor a 45 mg/dl y hombre mayor a 35 mg/dl
Colesterol LDL	Formula de Friedewald	Hasta 150 mg/dl
Colesterol VLDL	Formula de Friedewald	Hasta 30mg/dl
Trigliceridos	GOD-PAD	Hasta 150 mg/dl

2.3.4.2. Presión arterial: La medición de la presión arterial diastólica y sistólica se realizó a primera hora de la mañana con un esfigmomanómetro de mercurio, con un brazalete de 9 a 12 cm., con el brazo derecho en posición supina en la fosa ante cubital. El resultado se expresa en mm Hg. Para clasificar a los sujetos según el estado de la tensión arterial se consideraron los parámetros descritos por la Rama de Nefrología, Sociedad Chilena de Pediatría, clasificando a los sujetos en uno de los cuatro estados (Normotensión, Prehipertensión, Hipertensión arterial estadio I e Hipertensión Arterial estadio II (Lagomarsino, Saieh y Aglony, 2008).

2.3.5. VARIABLES HÁBITOS SALUDABLES:

Las variables de los estilos saludables correspondieron a los resultados obtenidos con la encuesta de Calidad alimentaria y de hábitos de actividad física (Burrows et al., 2008).

2.3.5.1. Encuesta calidad alimentaria (ANEXO 3)

Se evaluó la calidad de los hábitos de ingesta, considerando:

I Número de comidas diarias

II Calidad de los alimentos y/o preparaciones del desayuno y onces,

III Almuerzo y cena,

IV Meriendas consumidas en el hogar

V Meriendas consumidas en el colegio

La respuesta correspondió a las veces por semana que realizó el consumo. El tipo de consumo se asoció a un valor de 0 a 2 en cada pregunta. Cuanto más saludable sea el consumo mayor puntaje tendrá.

2.3.5.2. Encuesta hábitos de actividad física (Godard et al., 2008) (ANEXO 4):

Para la evaluación de la calidad de los hábitos de actividad física se cuantifican las actividades mínimas y las más intensas recolectando la siguiente información distribuida en 5 ítem:

I Número de horas diarias sentado

II Número de horas diarias acostado

III Número de calles caminadas diariamente. En Chile una cuadra equivale a 125,39 metros. Biblioteca congreso nacional (BCN, 1848)

IV Número de horas diarias de juegos recreativos

V Número de horas semanales de ejercicios o deportes programados.

En ambas encuestas, cada uno de los cinco aspectos se ponderó con una escala de likert de 0 a 2, de manera que el score total fluctuaba entre 0 a 10 puntos.

Para la calidad alimentaria se categorizaron los hábitos como buenos si el puntaje era (≥ 7 puntos), regulares ($>5,7 - <7$ puntos) o malos ($\leq 5,7$ puntos).

Para los hábitos de actividad física se categorizaron como buenos si el puntaje era (≥ 7 puntos), regulares (4 – 6 puntos) o malos (≤ 3 puntos).

2.3.6. VARIABLES DE RENDIMIENTO COGNITIVO

Las variables del perfil cognitivo y conductual evaluadas correspondieron al:

2.3.6.1. Rendimiento académico semestral: Se recopilaron los datos del informe de notas del semestre en curso y del anterior a la intervención para el 6° básico y 7°básico, según el currículo indicado por el Ministerio de Educación de Chile **(ANEXO 5)**.

2.3.6.2. Perfil conductual: Se aplicó la batería psicopedagógica Evalúa 5, 6 y 7, (García, Manjón y Ortiz, 2006); Valdebenito y Duran 2013).), para evaluar las bases Cognoscitivas del Aprendizaje: como son la atención, memoria, capacidad de reflexionar sobre una información, observar analíticamente y de manera sistemática, el pensamiento inductivo analógico, además de aspectos afectivos y conductuales como actitudes y motivación frente a las tareas escolares, autocontrol y autonomía, conductas pro-sociales y auto concepto/autoestima. La evaluación fue organizada y aplicada en el cada establecimiento por dos psicopedagogos. Se reunieron los alumnos por curso en una sala destinada para la evaluación. Se entregaron las indicaciones según indica el protocolo del test y posteriormente un cuadernillo de ejercicios a cada uno. El test tuvo un tiempo máximo de ejecución de 90 min.

Posteriormente la corrección manual se estructuró en dos fases:

- a- Contrastación de las respuestas del alumno con las respuestas existentes en la plantilla de corrección.
- b- Puntaje correspondiente a cada pregunta, definida como 1 punto a los aciertos "A". Al total de A se les restaron los errores "E". El resto de la fórmula varía dependiendo de la capacidad evaluada. El manual del test especifica por ítem el grado de dificultad, discriminación y la varianza para cada pregunta. Además proporciona dos baremos uno universal y otro chileno (García, 2006; Vidal, 1999).

2.3.6.3. Variable nivel educacional de los padres:

La variable del nivel educacional de los padres correspondió al:

- **NIVEL DE ESCOLARIDAD**

Se consultó el nivel de escolaridad de los padres en la encuesta inicial dentro de los antecedentes generales.

La Educación en Chile se organiza en:

- Obligatoria: (8 años de enseñanza básica y 4 de enseñanza media) 12 años
- Educación Superior: Impartida por Universidades, Institutos Profesionales, Centros de Formación Técnica, Establecimientos de Educación Superior de las Fuerzas Armadas y de Orden. desde los 2 años hasta los 7 años en el caso de la enseñanza universitaria.
- Post grados: Master y Doctorados (de 3 a 6 años)

2.4. PROCEDIMIENTO

2.4.1. ADMINISTRATIVOS Y ÉTICOS

Tras la presentación de la investigación a las autoridades de cada colegio y su previa aceptación (ANEXO 6), se organizó una reunión con los profesores jefes de cada curso, los profesores de Educación física y el jefe de la unidad técnica pedagógica (UTP) de cada colegio, con el objetivo de informarles acerca del proyecto especificando cada una de sus etapas.

Para identificar a los participantes de la muestra se ejecutaron las evaluaciones del peso y la talla para el cálculo del IMC y se procedió a la selección de los alumnos.

Una vez que estuvo definida la muestra se presentó la investigación a los apoderados o tutores de los alumnos participantes, donde se procedió a la firma del consentimiento informado (**ANEXO 7**).

Finalmente se organizó una reunión con todos los alumnos seleccionados informándoles los objetivos y cada una de las etapas del proyecto, al final de esta reunión cada alumno firmó su asentimiento de participación (**ANEXO 8**).

2.4.2. EVALUACIONES Y ENCUESTAS.

Previo a la intervención se reclutaron los antecedentes generales, nivel de escolaridad de los padres y perfil antropométrico (**ANEXO 9**), encuesta de salud (**ANEXO 10**). Además, tanto antes y después de la intervención se aplicaron las evaluaciones antropométricas, de composición corporal, fisiológicas y del perfil bioquímico, condición física, rendimiento cognitivo y características energéticas.

Los test comenzaron primero con la re-evaluación del peso y la talla para calcular el IMC en primer lugar, a continuación se evaluó la tensión arterial y el perfil bioquímico en ayunas. El día siguiente se tomaron las evaluaciones del test “Evalua” separando los alumnos por el nivel del curso al que pertenecían en grupos no superiores a 20 por sala. Finalmente se evaluaron las capacidades físicas siguiendo los protocolos de cada prueba. Se realizó un calentamiento antes de ejecutar el test de fuerza del tren inferior, luego se evaluó la fuerza muscular finalizando con el test de Navette.

2.4.3. INTERVENCIÓN PROGRAMA DE EJERCICIOS.

En la semana siguiente se inició la intervención en los dos grupos de estudio (GEAFC Y GEAFI) especificado en la Tabla 2.5., que además, muestra la planificación temporal de la intervención distribuida por semanas en los tres meses de ejecución del programa.

Tabla 2.5. Planificación temporal de la intervención:

		MARZO				ABRIL				MAYO								
SEMANAS	P R E T E S T					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	P O S T T E S T
GIAFI Ejercicio						135 min.												
semanal (225 min)						90 min												
GIAFC Ejercicio semanal (225 min)						135 min. +90 min												
GC Ejercicio semanal (90 min)						90 min.												

GIAFI: Grupo estudio actividad física intermitente; **GIAFC:** Grupo estudio actividad física convencional; **GC:** Grupo control.

-  Ejercicio convencional según los contenidos programáticos para sexto y séptimo básico según MINEDUC.
-  Circuito 1
-  Circuito 2
-  Circuito 3

Para el grupo de GIAFI, con actividad física convencional el trabajo se desarrolló en grupos pequeños con alumnos pertenecientes al mismo nivel de enseñanza básica (6° o 7°). En cada uno de los grupos de actividad física convencional se aplicó la misma modalidad de trabajo y desarrollo según la planificación de contenidos programada por el profesor de educación física correspondiente a cada semana, de acuerdo a los planes y programas ministeriales. En el grupo de estudio con actividad física intermitente esa misma

semana inició el trabajo, con el acondicionamiento e instrucción de la metodología de trabajo. En este último caso en el **ANEXO 11 y 12** se especifica en detalle las características de este programa. Hemos considerado “Horas Pedagógicas” a las horas de clase, que constan de 45 minutos. Se diferencia por tanto el concepto de “Horas Cronológicas” (60 minutos) y de “Horas Pedagógicas” (45 minutos)

La intervención se realizó siguiendo las siguientes directrices:

2.4.3.1. Grupo control “GC”

No se hizo intervención adicional. El grupo mantuvo sus dos horas pedagógicas de actividad física correspondiente a 90 minutos semanales, según el programa de estudios de la asignatura denominada Educación física y salud para 6° básico y 7° básico respectivamente, según el Ministerio de Educación de Chile. Las clases fueron realizadas por la profesora que desarrolló las horas lectivas de educación física a todos los alumnos de 6° y 7° básico en cada establecimiento, para asegurar que cada clase de cada curso cumpliera con los objetivos y las actividades estuvieran en concordancia con lo que indica el ministerio. Se revisaron las planificaciones de actividades de cada curso entregada por la profesora al colegio, el control de los contenidos de estas clases fue supervisado por el Jefe de la Unidad Técnica Pedagógica (UTP) dentro de los protocolos del establecimiento y los investigadores en forma diaria.

2.4.3.2. Grupo estudio actividad física convencional “GEAFC”

Al igual que el grupo control (GC), mantuvo sus dos horas pedagógicas de actividad física correspondiente a 90 minutos semanales, pero se le adicionaron 3 horas pedagógicas más del mismo tipo de ejercicios, resultando con 5 horas pedagógicas semanales de ejercicio convencional acorde al programa de estudios de la asignatura denominada Educación física y salud para 6° básico y 7° básico, según el ministerio de educación de Chile.

2.4.3.3. Grupo estudio actividad física intermitente de alta intensidad “GEAFI”

Mantuvo sus dos horas pedagógicas de actividad física correspondiendo a 90 minutos semanales, según el programa de estudios de la asignatura denominada Educación física y salud para 6° básico y 7° básico según el ministerio de educación de Chile. Pero además se adicionaron 3 horas pedagógicas de ejercicio intermitente de alta intensidad, con trabajo de fuerza y potencia muscular local, mediante un entrenamiento cercano a la fatiga “alta intensidad” involucrando grandes grupos musculares. Para lograrlo se utilizaron materiales auxiliares (mancuernas, balones, etc.) en miembros superiores, utilizando el propio peso corporal para los inferiores. El objetivo del entrenamiento interválico fue lograr la recuperación de la funcionalidad muscular. De esta forma se indicó una máxima exigencia en el periodo de trabajo, con ejercicios de fuerza vigorosa y de potencia, seguidos de periodos de descanso para su recuperación. Tomando en cuenta la alta intensidad, a este entrenamiento se le asocia un alto

efecto post ejercicio sobre las tasas oxidativas lo que aumentaría el gasto energético.

La forma de trabajo básica fue el circuito, repartiéndose los ejercicios a lo largo de 5 estaciones. Los periodos de trabajo de alta intensidad se controlaron con la escala de percepción de esfuerzo de Borg modificada (CR10-RPE). Además para asegurar la alta intensidad se entrenó a los alumnos para medir su FC colocando el primer y segundo dedo de la mano dominante en la región yugular del lado contrario, para percibir el pulso en esta zona. Se midió la frecuencia cardiaca en 6 segundos durante los periodos de descanso dentro de la ejecución del circuito, e inmediatamente después de la finalización del ejercicio correspondiente.

Durante la ejecución, un coordinador de los tiempos dirigía los periodos de trabajo y descanso con un silbato, además estaba a cargo de controlar los 6 segundos de medición de la FC. Los niños reportaban el dato al coordinador y este indicaba si estaba o no en el rango de trabajo solicitado. La duración de cada sesión fue de 45 minutos incluyendo calentamiento y vuelta a la calma.

Los circuitos se ajustaron mensualmente, aumentando la intensidad directamente o actuando sobre los tiempos de trabajo y descanso para propender a la progresión, procedimiento para mantener la sobrecarga y promover a la mejora continua. (ANEXO 11 y 12)

2.5. ANALISIS ESTADISTICO

La descripción de la muestra se realizó con análisis de tendencia central (media), de variabilidad (desviación estándar) y gráficos de sectores y barras.

Los datos se expresan como media \pm DS. El análisis de distribución de frecuencias se realizó siguiendo el test de Kolmogorov-Smirnov.

En un primer análisis la muestra se categorizó en 3 grupos: GC, GEAFI y GE AFC. La comparación entre grupos se llevó a cabo mediante un ANOVA de un factor, aplicando el test de Welch en aquellos casos de homocedasticidad. Para el caso de variables con distribución no normal se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis, finalmente se aplicaron pruebas Post Hoc de Bonferroni o U de Mann Withney según la distribución de los datos.

Para la comparación inter-grupo se utilizó un test de comparación de medias para datos no pareados o U de Mann-Withney. La comparación pre-post se llevó a cabo mediante la T de Student para muestras relacionadas o Wilcoxon.

Adicionalmente empleamos la d de Cohen (Hopkins, 2009) para la estimación del tamaño del efecto (SE), en las comparaciones intragrupo se utilizó la fórmula "ES = (media post-media pre)/SD pre" y en las comparaciones por pares intergrupo se utilizó la fórmula "ES = (diferencia de medias de grupos) / SD GC" . El criterio para interpretar la magnitud del ES fue el siguiente: trivial (<0.2), pequeña (0.2-0.6), moderada (0.6-1.2), grande (1.2-2.0) o muy grande (>2.0).

Para el análisis estadístico se utilizó el software IBM SPSS Statistics 21.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3.1. PRESENTACIÓN

Los resultados se han organizado en relación a las variables estudiadas, comenzando con antecedentes netamente descriptivos y biosociodemográficos correspondiendo al género, curso, colegio y dependencia administrativa. Luego los resultados se presentan en grupos de variables. Las primeras corresponden a las variables antropométricas, posteriormente se continúa con las variables de la condición física y las fisiológicas, para terminar con las variables que representan los indicadores cognitivos y los hábitos saludables.

3.1.1. ANTECEDENTES BIOSOCIODEMOGRÁFICOS

- Distribución porcentual de la muestra según género.
- Distribución porcentual de la muestra según curso, colegio al que pertenece y dependencia administrativa ya sea particular subvencionado o municipal.

3.1.2. PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

- Caracterización de la muestra y homogeneidad de los grupos.
- Distribución porcentual de la muestra según presencia de riesgo cardiovascular estimado según el perímetro de cintura.
- Distribución porcentual de la muestra según nivel de adiposidad categorizado en bajo, normal, moderado alto y alto.
- Comparación intragrupo de los parámetros antropométricos comparando las medias del pre y el post.

- Comparación de las diferencias de medias entre el pre y el post en los tres grupos presentando las diferencias significativas.
- Tablas Post Hoc Bonferroni o U de Mann Withney, según la distribución de los datos, para identificar entre qué grupos se presentan las diferencias significativas.

3.1.3. PARÁMETROS DE RENDIMIENTO FÍSICO

- Caracterización de la muestra y homogeneidad de los grupos
- Comparación intragrupo entre el pre y el post en cada grupo y la muestra.
- Comparación intergrupo según las diferencias de medias entre el pre y el post, identificando las diferencias significativas en los tres grupos.
- Tablas Post Hoc para identificar entre que grupos se presentan las diferencias significativas.

3.1.4. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO

- Caracterización de la muestra y homogeneidad de los grupos
- Distribución porcentual de la muestra según nivel de presión arterial sistólica y diastólica categorizados en Normo tensión, Pre hipertensión, HTA estadio I, HTA estadio II.
- Distribución porcentual de la muestra según niveles de los exámenes sanguíneos glicemia, insulina HOMA y perfil lipídico categorizados como alterados.

- Comparación intragrupo de los parámetros antropométricos comparando las medias del pre y el post.
- Comparación de las diferencias de medias entre el pre y el post en los tres grupos presentando las diferencias significativas.
- Tablas Post Hoc para identificar entre que grupos se presentan las diferencias significativas.

3.1.5. PARÁMETROS RENDIMIENTO COGNITIVOS Y DE HÁBITOS SALUDABLES

- Caracterización de la muestra según las variables estudiadas identificando en los grupos control (GC), grupo estudio con actividad física convencional (GEAFC) y grupo estudio con actividad física intermitente (GEAFI).
Distribución porcentual de la muestra según escolaridad de los padres identificando al padre, la madre y si presenta estudios completos o incompletos en de enseñanza básica, enseñanza media y enseñanza superior.
- Distribución porcentual de la muestra según el promedio general de notas del año anterior a la intervención, promedio de notas de asignaturas troncales y promedio de notas de la asignatura de educación física categorizadas en los conceptos muy bueno, bueno, suficiente, insuficiente.
- Distribución porcentual de la muestra según actividad física, categorizados en malo, regular y bueno.

- Distribución porcentual de la muestra según hábitos alimentarios categorizados en malo, regular y bueno.
- Comparación intragrupo de los parámetros antropométricos comparando las medias del pre y el post.
- Comparación de las diferencias de medias entre el pre y el post en los tres grupos presentando las diferencias significativas.
- Tablas Post Hoc para identificar entre que grupos se presentan las diferencias significativas.

3.2. ANTECEDENTES BIOSOCIODEMOGRÁFICOS:

Se observa en la Figura 3.1. que predomina el género masculino en la muestra correspondiendo este al 53,06 % de los alumnos obesos de la muestra y el 46,94% al género femenino.

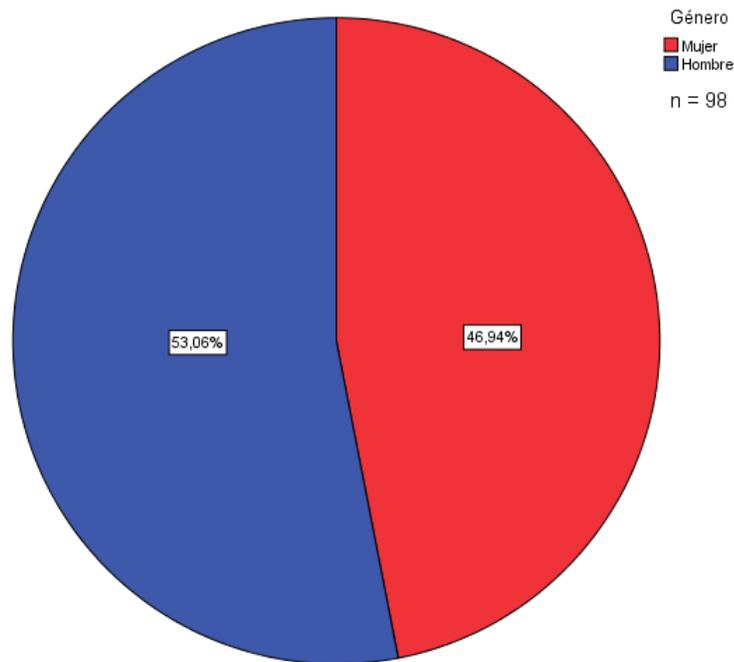


Figura 3.1. Distribución porcentual de la muestra según género.

La Figura 3.2. muestra que los alumnos de 6° básico predominan en la muestra alcanzando un 65% de la muestra y el 35% al 7° Básico. Además se observa que el 53% de los alumnos de la muestra pertenecían a un colegio de dependencia municipal y el 47% era particular subvencionado.

La muestra estaba compuesta en mayor proporción por alumnos obesos del colegio Gabriela Mistral con un 36%, seguido por Ejército de Salvación con un 28%, Chile Norte con un 19% y en menor proporción Centenario con un 17%.

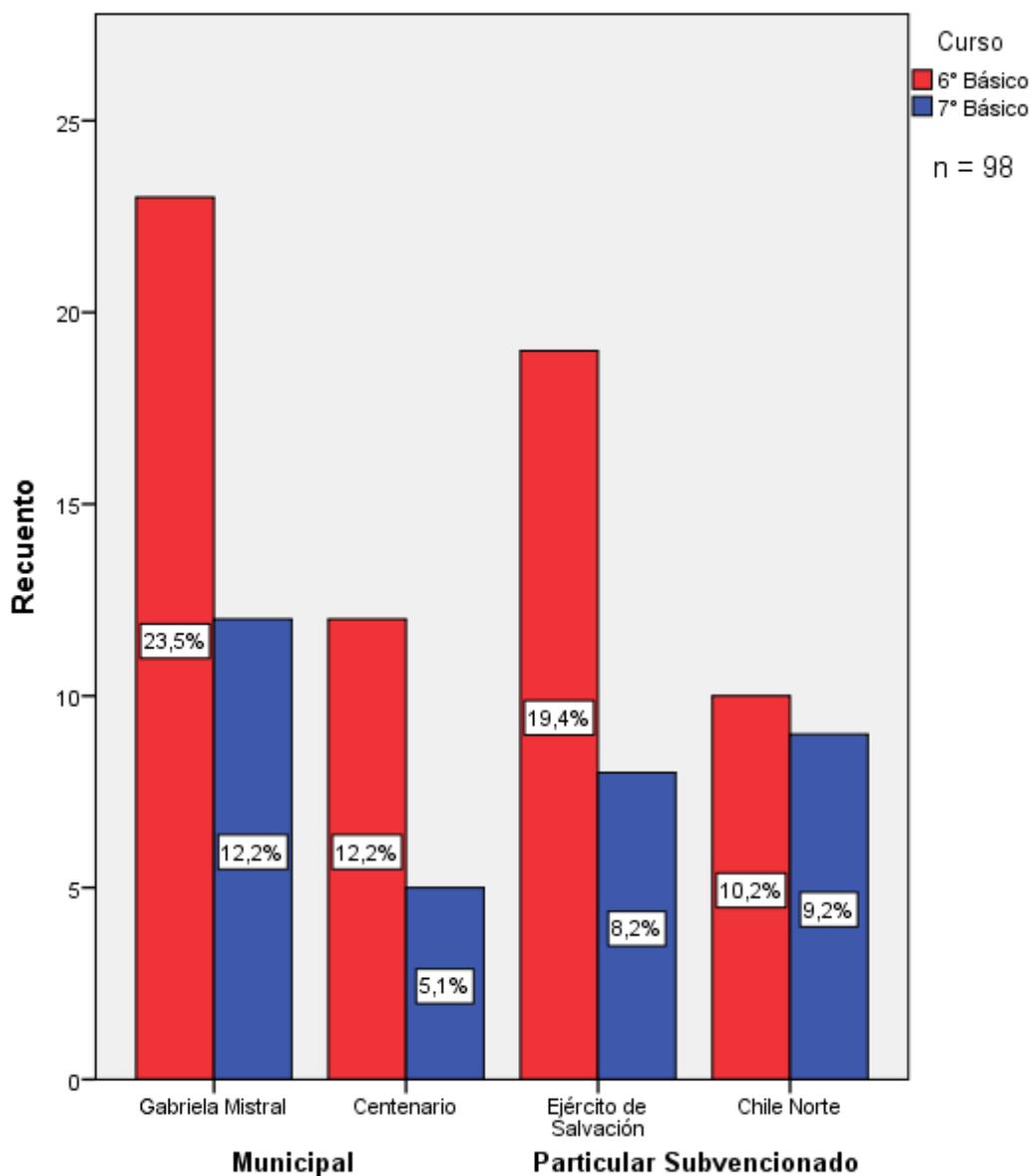


Figura 3.2. Distribución porcentual de la muestra según curso, colegio y dependencia administrativa del colegio.

3.3. PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS:

A continuación, en la Tabla 3.1., se exponen los resultados relacionados a la antropometría de los sujetos estudiados que conforman la totalidad de la muestra, antes de la intervención y separados por grupos: GC, GEAFI Y GE AFC, donde se observó que los grupos son homogéneos, exceptuando en las variables: peso y talla. Sin embargo debido a las características propias de crecimiento del grupo etario estudiado, es que nos interesa mayormente el IMC, por la relación que establece con el peso y la talla. En este caso el IMC es homogéneo en los tres grupos.

Tabla 3.1 Caracterización de la muestra y homogeneidad en los parámetros antropométricos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GE AFC	GC	Valor p	IC
Peso (kg)	64,35±10,24	63,62±9,92	57,84±8,06	68,80±9,75	< 0,001	[62,30 ; 66,40]
Talla (m)	1,51±0,08	1,51±0,06	1,47±0,07	1,55±0,09	0,002	[1,50 ; 1,53]
IMC (kg/m ²)	28,15±3,06	28,02±3,15	27,19±2,51	28,84±3,14	0,207	[27,54 ; 28,77]
PC (cm)	87,74±8,44	88,35±8,93	84,00±7,82	89,00±7,75	0,092	[86,05 ; 89,43]
Grasa Corporal (%)	34,85±6,05	36,27±5,35	34,60±6,31	33,21±6,44	0,088	[33,64 ; 36,06]

IMC= Índice de masa corporal; PC= Perímetro de cintura; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GE AFC= Grupo estudio actividad física convencional; GC= Grupo control; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC= Intervalo de confianza.

3.3.1. CATEGORIZACIÓN SEGÚN RIESGO CARDIOVASCULAR Y NIVEL DE ADIPOSIDAD SEGÚN PERÍMETRO DE CINTURA Y PORCENTAJE GRASA.

La categorización por riesgo cardiovascular, según el perímetro de cintura, se muestra en la Figura 3.3. Se observa que el 74,5% de los alumnos obesos de la muestra estaban en riesgo cardiovascular.

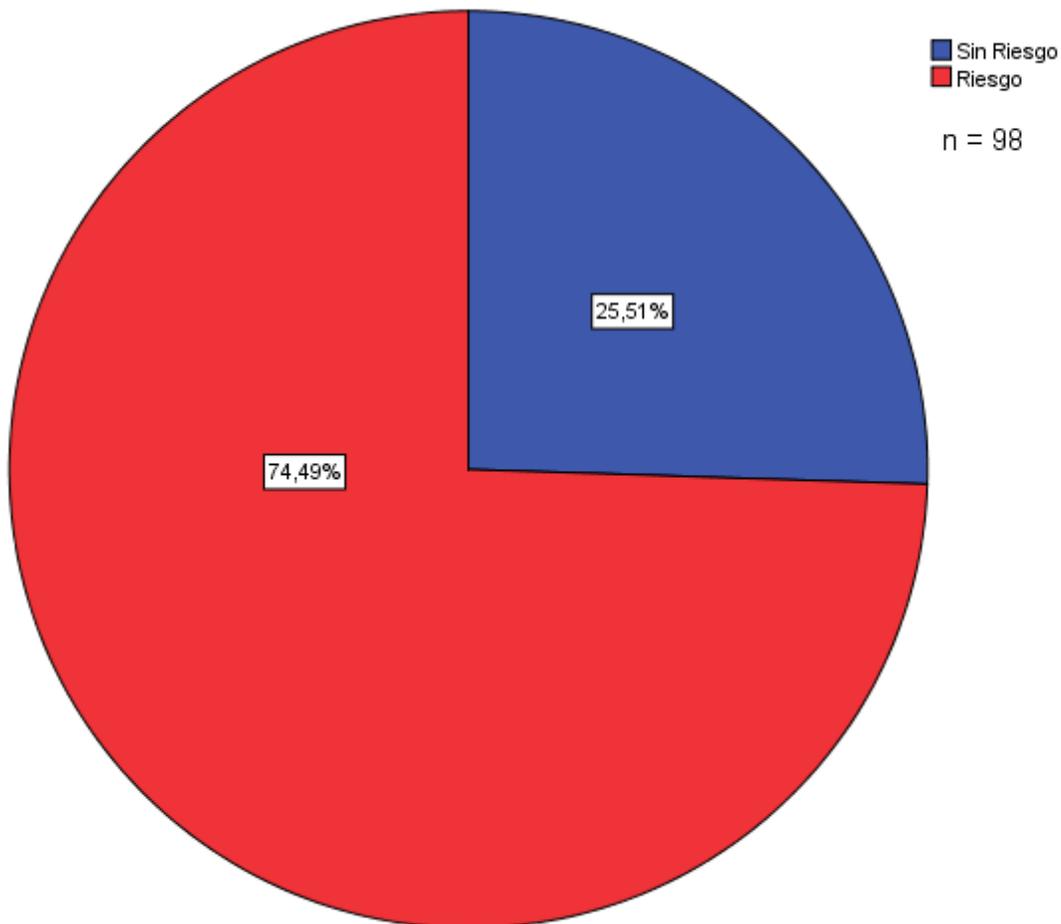


Figura 3.3. Distribución porcentual de la muestra según nivel de riesgo cardiovascular en base al perímetro de cintura inicial.

La Figura 3.4. muestra que el 92,86% de los alumnos obesos presentaron una alta adiposidad y el 7,14% una adiposidad moderadamente alta, según la categorización definida por el porcentaje de grasa corporal.

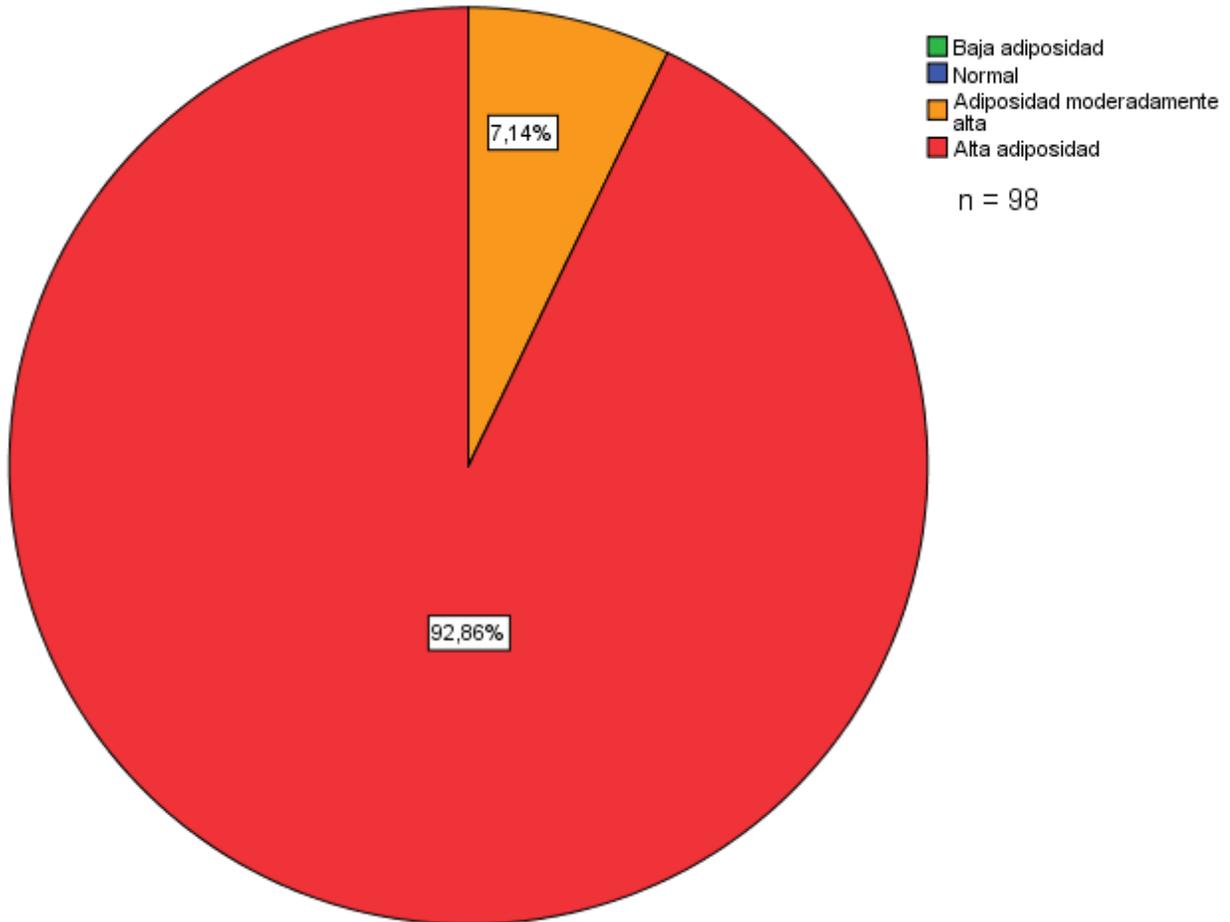


Figura 3.4. Distribución porcentual de la muestra según nivel de adiposidad en base al porcentaje de grasa corporal*.

3.3.2. ANÁLISIS INTRAGRUPPO VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

La variable peso sufrió un aumento significativo en todos los grupos (Tabla 3.2). Debido a que los sujetos estudiados se encontraban en etapa de crecimiento, solo nos referiremos a la variable e IMC para comparar los efectos del ejercicio en el peso.

En ambos grupos experimentales no se reportaron variaciones significativas en el IMC, sin embargo en el grupo control finalizada la intervención, se observó un aumento significativo del IMC ($p= 0,025$), modificándose de $28,84\pm 3,14$ kg/m² a $29,29\pm 3,51$ kg/m² al finalizar la investigación.

El grupo GEAFI disminuyó su PC de $88,35\pm 8,93$ cm., a $84,98\pm 8,40$ cm tras el periodo de estudio ($p<0,001$). En cambio el grupo control GC aumentó su media de $89,00\pm 7,75$ cm. a $90,87\pm 7,86$ cm. En el grupo GEAFI si bien disminuyó la media de su perímetro de cintura, esta diferencia no llegó a alcanzar valor estadístico.

El porcentaje de grasa disminuyó significativamente en los grupos experimentales GEAFI de una media de $36,27\pm 5,35\%$ a $33,06\pm 6,21\%$ ($p<0,001$), el grupo GEAFI de una media de $34,60\pm 6,31\%$ a $33,39\pm 6,18\%$ ($p= 0,039$). En el grupo control aumentó el porcentaje de grasa corporal de $33,21\pm 6,44\%$ a $34,95\pm 5,97\%$, ($p<0,001$).

Tabla 3.2. Efectos intragrupo del entrenamiento, en los parámetros antropométricos de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.

		Pre-test	Post-test	p-Valor	SE	IC
Peso (kg)	GEAFI	63,62±9,92	67,62±10,61	<0,001	0,403	[-4,81 ; -3,20]
	GEAFC	57,84±8,06	61,01±8,38	<0,001	0,393	[-4,18 ; -2,16]
	GC	68,80±9,75	72,23±9,93	<0,001	0,352	[-4,52 ; -2,34]
IMC(kg/m ²)	GEAFI	28,02±3,15	28,10±3,74	0,283	0,025	[-0,65 ; 0,50]
	GEAFC	27,19±2,51	26,74±3,20	0,687	0,179	[-0,7 ; 1,61]
	GC	28,84±3,14	29,29±3,51	0,025	0,143	[-0,86 ; -0,06]
PC (cm)	GEAFI	88,35±8,93	84,98±8,40	<0,001	0,377	[1,62 ; 5,13]
	GEAFC	84,00±7,82	82,32±5,62	0,064	0,215	[-0,11 ; 3,46]
	GC	89,00±7,75	90,87±7,86	0,021	0,241	[-3,43 ; -0,3]
% Grasa	GEAFI	36,27±5,35	33,06±6,21	<0,001	0,600	[1,96 ; 4,47]
	GEAFC	34,60±6,31	33,39±6,18	0,039	0,192	[0,07 ; 2,35]
	GC	33,21±6,44	34,95±5,97	0,001	0,270	[-2,79 ; -0,69]

IMC= Índice de masa corporal; PC= Perímetro de cintura; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; SE=Estimación del tamaño del efecto., IC: Intervalo de Confianza.

3.3.3. ANÁLISIS INTERGRUPO VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

La diferencia de medias por efecto del tratamiento entre los tres grupos de estudio se muestra en las Tablas 3.3 y 3.4. Tanto el entrenamiento intermitente de alta intensidad como el convencional mostraron un efecto similar sobre la Talla, PC y % graso, y a su vez una evolución más favorable de dichas variables con respecto al CG ($p<0.05$).

Tabla 3.3 Comparación intergrupo que representa los efectos del ejercicio en los parámetros antropométricos en la muestra y los grupos Control y Estudio, representados con las diferencias de medias entre el pre y post

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GEAFC	GC	Valor p	IC
Peso (kg)	3,64±2,75	4,01±2,64	3,17±2,09	3,43±3,17	0,339	[3,09 ; 4,19]
Talla (m)	0,03±0,02	0,04±0,02	0,04±0,02	0,03±0,03	0,016	[0,03 ; 0,04]
IMC (kg/m ²)	0,11±1,8	0,07±1,89	-0,45±2,4	0,46±1,16	0,668	[-0,25 ; 0,47]
PC (cm)	-1,18±5,49	-3,38±5,77	-1,68±3,7	1,87±4,56	<0,001	[-2,28 ; -0,07]
Grasa Corporal (%)	-1,06±4,1	-3,21±4,14	-1,21±2,37	1,74±3,05	<0,001	[-1,88 ; -0,23]

IMC= Índice de masa corporal; PC= Perímetro de cintura; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de Confianza.

Tabla 3.4 Pruebas Post Hoc en parámetros antropométricos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

Variable dependiente	Grupo al que pertenece el alumno	Grupo al que pertenece el alumno	Valor p	SE	IC
Talla	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,009	0,333	[-0,03 ; 0]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,026	0,333	[-0,03 ; 0]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	0,009	0,333	[0 ; 0,03]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,861	0,000	[-0,02 ; 0,01]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,026	0,333	[0 ; 0,03]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,861	0,000	[-0,01 ; 0,02]
Perímetro de cintura	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,151	[2,48 ; 8,01]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,011	0,779	[0,07 ; 7,02]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,151	[-8,01 ; -2,48]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,064	0,359	[-5,05 ; 1,65]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,011	0,779	[-7,02 ; -0,07]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,064	0,359	[-1,65 ; 5,05]
Grasa Corporal	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,623	[3,03 ; 6,88]
		Grupo Estudio 2 (AFC)	<0,001	0,967	[0,53 ; 5,37]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,623	[-6,88 ; -3,03]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,134	0,614	[-4,34 ; 0,32]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	<0,001	0,967	[-5,37 ; -0,53]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,134	0,614	[-0,32 ; 4,34]

GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de Confianza.

3.4. PARÁMETROS DEL RENDIMIENTO FÍSICO:

En la Tabla 3.5., se exponen los resultados relacionados a la condición física de la muestra antes de la intervención y separados por grupos: GC, GEAFI Y GEAFI, se observa que todos los grupos en relación a las variables de condición física son homogéneos.

Tabla 3.5. Caracterización de la muestra y homogeneidad en los parámetros de condición física de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GEAFC	GC	Valor p	IC
VO ₂ Máx. (ml/kg/min)	37,84±3,34	38,16±2,85	37,41±3,03	37,67±4,05	0,625	[37,17 ; 38,51]
Min. Test Navette (min)	2,41±1,20	2,38±0,95	2,11±0,91	2,63±1,56	0,509	[2,17 ; 2,65]
FM Mano Der. (kg)	21,88±6,03	21,54±4,49	19,44±4,72	23,63±7,74	0,119	[20,67 ; 23,09]
FM Mano Izq. (kg)	20,91±5,66	20,71±4,78	19,54±4,57	21,91±7,02	0,327	[19,77 ; 22,04]
Potencia Tren Inf. (cm)	104,79±26,05	105,58±23,63	106,21±23,89	102,77±30,99	0,873	[99,40 ; 110,19]

VO₂ Máx.= Volumen máximo de oxígeno; Min. Test Navette =Minutos en el test de Navette; FM Mano Der.= Fuerza muscular mano derecha; FM Mano Izq.= Fuerza muscular mano izquierda; Potencia Tren Inf.=Potencia muscular del tren inferior; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; GC= Grupo control; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de Confianza.

3.4.1. ANÁLISIS INTRAGRUPPO VARIABLES RENDIMIENTO FÍSICO

La Tabla 3.6. presenta la comparación de la variables de condición física en el pre y post (intragrupo). Observamos que en el grupo GEAFI que el VO₂ máx. aumenta de una media de 38,16±2,85 ml·kg·min⁻¹, a 40,98±4,79 ml·kg·min⁻¹, (p<0,001). El grupo GC en este mismo parámetro, disminuye de 37,67±4,05 ml·kg·min⁻¹ a 36,40±3,37 ml·kg·min⁻¹ (p<0,012). En el grupo GEAFC en este parámetro no presentó modificaciones estadísticamente significativas.

Al observar los resultados en minutos, detectamos la baja capacidad aeróbica de los sujetos, si comparamos los minutos que los individuos lograron mantenerse desarrollando el test de Navette, se observa que en ambos grupos de estudio finalizada la intervención se registraron cambios estadísticamente significativos. En el GEAFI al inicio del estudio los sujetos mantenían una media de $2,38 \pm 0,95$ minutos de mantención en el test. Finalizada la intervención los sujetos aumentaron su permanencia en el test logrando una media de $3,67 \pm 1,64$ minutos de ejecución del test ($p < 0,001$). En el GE AFC al inicio del estudio registraron una media de $2,11 \pm 0,91$ minutos en el test, sin embargo finalizada la intervención aumentaron su permanencia alcanzando $2,58 \pm 0,67$ minutos ($p = 0,020$). En el grupo GC no se observaron cambios estadísticamente significativos.

En la evaluación de la fuerza muscular solo en la mano derecha en el grupo GEAFI mejoró de una media de $21,54 \pm 4,49$ kg. a $22,15 \pm 4,97$ kg. ($p < 0,021$). En relación a la potencia del tren inferior solo en el grupo GE AFC se observaron cambios estadísticamente significativos. De $106,21 \pm 23,89$ cm. a $110,11 \pm 25,83$ cm. ($p < 0,046$).

Tabla 3.6. Efectos intragrupo del entrenamiento en los parámetros de condición física de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.

		Pre-test	Post-test	p-Valor	SE	IC
VO ₂ Máximo (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	GEAFI	38,16±2,85	40,98±4,79	0,001	0,989	[-4,2 ; -1,32]
	GEAFC	37,41±3,03	37,50±2,22	0,826	0,030	[-0,93 ; 0,75]
	GC	37,67±4,05	36,40±3,37	0,012	0,314	[0,37 ; 2,75]
Minutos Test de Navette (min)	GEAFI	2,38±0,95	3,67±1,64	<0,001	1,358	[-1,76 ; -0,82]
	GEAFC	2,11±0,91	2,58±0,67	0,020	0,516	[-0,85 ; -0,1]
	GC	2,63±1,56	2,31±1,34	0,055	0,205	[-0,01 ; 0,98]
Fuerza musc. Mano Der. (kg)	GEAFI	21,54±4,49	22,15±4,97	0,021	0,136	[-1,64 ; 0,43]
	GEAFC	19,44±4,72	21,04±3,96	0,099	0,339	[-3,54 ; 0,34]
	GC	23,63±7,74	23,97±8,03	0,427	0,044	[-1,18 ; 0,51]
Fuerza musc. Mano Izq. (kg)	GEAFI	20,71±4,78	21,26±4,95	0,056	0,115	[-1,69 ; 0,58]
	GEAFC	19,54±4,57	20,18±4,39	0,615	0,140	[-2,77 ; 1,48]
	GC	21,91±7,02	22,15±7,23	0,624	0,034	[-1,27 ; 0,77]
Potencia tren inferior (cm)	GEAFI	105,58±23,63	107,23±23,79	0,157	0,070	[-3,96 ; 0,66]
	GEAFC	106,21±23,89	110,11±25,83	0,046	0,163	[-7,49 ; -0,3]
	GC	102,77±30,99	105,17±29,09	0,142	0,077	[-5,65 ; 0,85]

VO₂ Máx.= Volumen máximo de oxígeno; Min. Test Navette =Minutos en el test de Navette; FM Mano Der.= Fuerza muscular mano derecha; FM Mano Izq.= Fuerza muscular mano izquierda; Potencia del Tren Inf.=Potencia muscular tren inferior; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; SE=Estimación del tamaño del efecto; IC: Intervalo de Confianza.

3.4.2. ANÁLISIS INTERGRUPO VARIABLES RENDIMIENTO FÍSICO

La diferencia de medias por efecto del tratamiento entre los tres grupos de estudio se muestra en la Tabla 3.7. La comparación intergrupo respecto a las diferencias de media entre el pre y el post en cada grupo se observan solo en el VO₂ Máx. y los minutos de permanencia en el test de Navette se presentan diferencias significativas(p<0,001). Para identificar entre que grupos están

presentes estas diferencias se presenta la Tabla 3.8 con las Pruebas Post Hoc las que plantean que las diferencias significativas se observan entre el grupo control y el grupo de actividad física intermitente ($p < 0,001$) en el caso del VO_2 Máx. y en relación a los minutos de permanencia en el test de Navette las diferencias significativas se observan entre el grupo control y el grupo de actividad física intermitente ($p < 0,001$) y el grupo control con el de actividad física convencional ($p = 0,017$)

Tabla 3.7 Efectos del ejercicio en los parámetros de condición física en la muestra y grupos: control, con actividad física intermitente y convencional. Los resultados representan las diferencias de medias entre el pre y el post en cada grupo.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GEAFC	GC	Valor p	IC
VO_2 Máximo (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	0,75±4,18	2,76±4,63	0,09±1,74	-1,56±3,24	<0,001	[-0,11 ; 1,62]
Min. Test Navette (min)	0,52±1,54	1,29±1,51	0,47±0,77	-0,48±1,35	<0,001	[0,2 ; 0,84]
FM Mano Der. (kg)	0,7±3,24	0,61±3,41	1,6±4,02	0,33±2,46	0,601	[0,05 ; 1,35]
FM Mano Izq. (kg)	0,46±3,6	0,55±3,74	0,64±4,41	0,25±2,97	0,907	[-0,26 ; 1,18]
Potencia Tren Inf. (cm)	2,36±7,87	1,65±7,51	3,89±7,46	2,4±8,72	0,590	[0,73 ; 3,99]

VO_2 Máx.= Volumen máximo de oxígeno; Min. Test Navette =Minutos en el test de Navette; FM Mano Der.= Fuerza muscular mano derecha; FM Mano Izq.= Fuerza muscular mano izquierda; Potencia Tren Inf.=Potencia muscular del tren inferior; GEAFI = Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC: Grupo estudio actividad física convencional; GC= Grupo control; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza.

Tabla 3.8 Pruebas Post Hoc en los parámetros de condición física en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

Variable dependiente	Grupo al que pertenece el alumno	Grupo al que pertenece el alumno	Valor p	SE	IC
VO ₂ máximo	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,333	[-6,48 ; -2,15]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,089	0,509	[-4,31 ; 1,01]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,333	[2,15 ; 6,48]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,053	0,838	[0,14 ; 5,19]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,089	0,509	[-1,01 ; 4,31]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,053	0,838	[-5,19 ; -0,14]
Minutos Navette	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,311	[-2,54 ; -1]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,017	0,704	[-1,91 ; -0,01]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,311	[1 ; 2,54]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,059	0,719	[-0,09 ; 1,71]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,017	0,704	[0,01 ; 1,91]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,059	0,719	[-1,71 ; 0,09]

VO₂ Máx.= Volumen máximo de oxígeno; Min. Test Navette =Minutos en el test de Navette; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza.

3.5. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO

En la Tabla 3.9, se exponen los resultados relacionados a los parámetros fisiológicos de la muestra antes de la intervención y separados por grupos: GC, GEAFI Y GEAFC, se observa que todos los grupos en relación a los parámetros fisiológicos su condición de homogeneidad.

Tabla 3.9. Caracterización de la muestra y homogeneidad en los parámetros fisiológicos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GEAFC	GC	Valor p	IC
P.A. Sistólica (mmHg)	115,69±8,71	116,21±8,87	112,33±8,74	117,04±8,20	0,420	[113,85; 117,52]
P.A. Diastólica (mmHg)	71,56±4,86	71,84±5,29	69,89±2,85	72,21±5,09	0,079	[70,54; 72,59]
Colesterol Total (mg/dl)	156,09±21,29	156,61±20,63	164,32±25,40	150,98±18,67	0,086	[151,83; 160,36]
HDL (mg/dl)	41,84±9,34	39,45±8,94	45,42±10,07	42,89±8,86	0,098	[39,96 ; 43,71]
LDL (mg/dl)	91,65±19,63	91,39±22,09	96,73±13,68	89,21±19,03	0,079	[87,71 ; 95,58]
VLDL (mg/dl)	22,55±9,92	24,66±9,66	19,63±5,14	21,47±11,70	0,075	[20,56 ; 24,54]
Triglicéridos (mg/dl)	105,33±40,28	110,36±31,61	96,58±20,29	103,74±55,39	0,112	[97,25 ; 113,40]
Glicemia (mg/dl)	84,95±4,36	85,86±4,40	84,16±4,80	84,23±3,95	0,173	[84,07 ; 85,82]
Insulina (uUI/ml)	19,76±12,91	21,05±15,94	17,71±9,07	19,27±10,29	0,930	[17,17 ; 22,35]
HOMA (puntos)	4,16±2,90	4,60±3,71	3,73±2,02	3,84±2,01	0,819	[3,58 ; 4,74]

P.A. Sistólica= Presión arterial sistólica; P.A. Diastólica (mmHg)=Presión arterial diastólica; HDL= High density lipoprotein; LDL= low density lipoproteins; VLDL = Very low density lipoproteins; HOMA= Homeostasis model assessment; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; GC= Grupo control; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza.

3.5.1. CATEGORIZACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL SISTÓLICA Y DIASTÓLICA

En la Figura 3.5. presenta el parámetro presión arterial sistólica en la muestra válida de 89 personas que corresponde al 90,8% de la muestra total, se observa la categorización de los resultados en Normotensión, prehipertensión, hipertensión arterial estadio I y II. Según la presión arterial sistólica el 59,55% está en el percentil correspondiente a la clasificación de “Normotensión”, el 21,35% en “Prehipertensión” y el 19,1% en “Hipertensión Arterial Estadio I”, no se observan sujetos con “Hipertensión Arterial Estadio II”. Misma situación se plantea en la Figura 3.6. para el parámetro presión arterial diastólica en la muestra válida de 89

personas que corresponde al 90,8% de la muestra total, se observa que el 82,02% está en el percentil correspondiente a la clasificación de “Normotensión”, el 13,48% en “Prehipertensión” y el 4,49% en “Hipertensión Arterial Estadio I”, también no se observan alumnos con “Hipertensión Arterial Estadio II”.

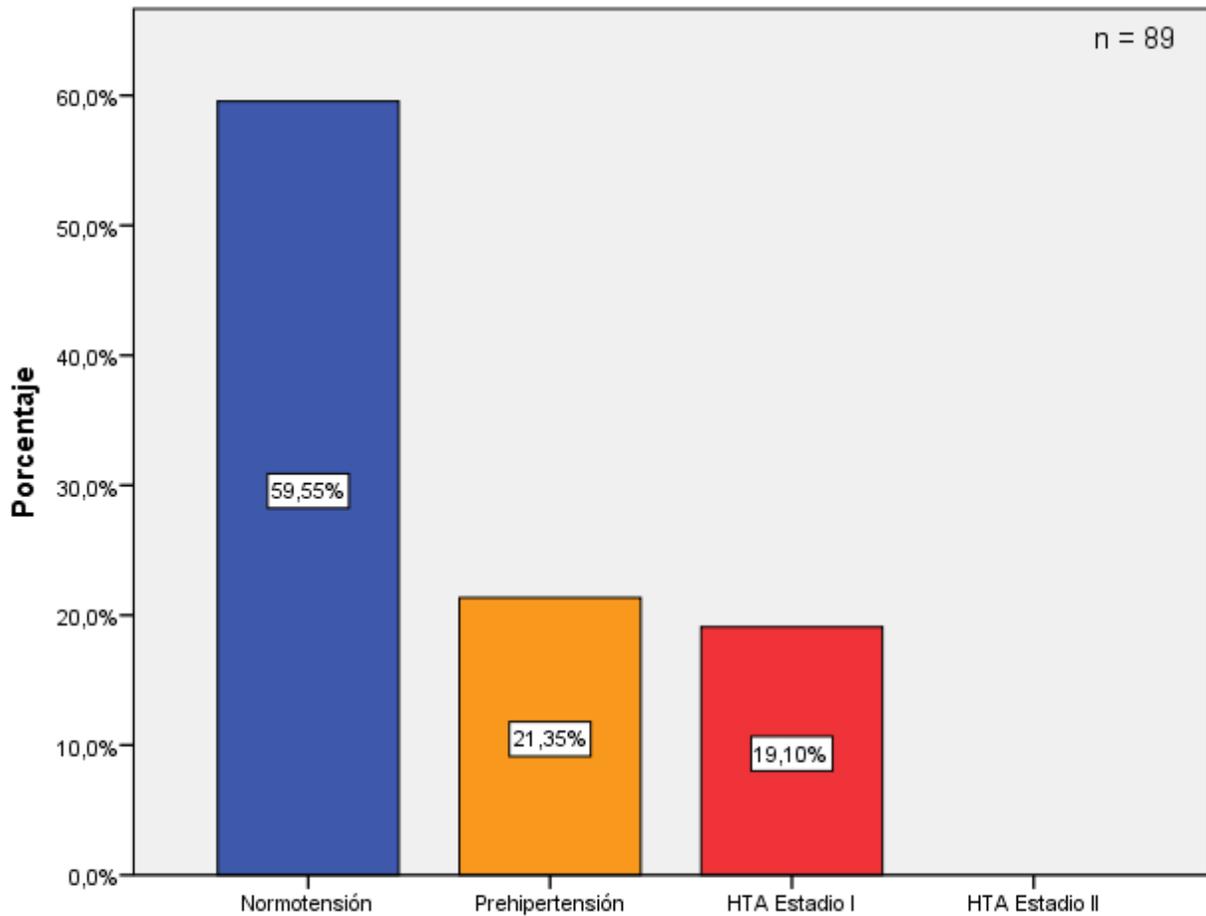


Figura 3.5. Distribución porcentual de la muestra según de estado de tensión arterial sistólica.

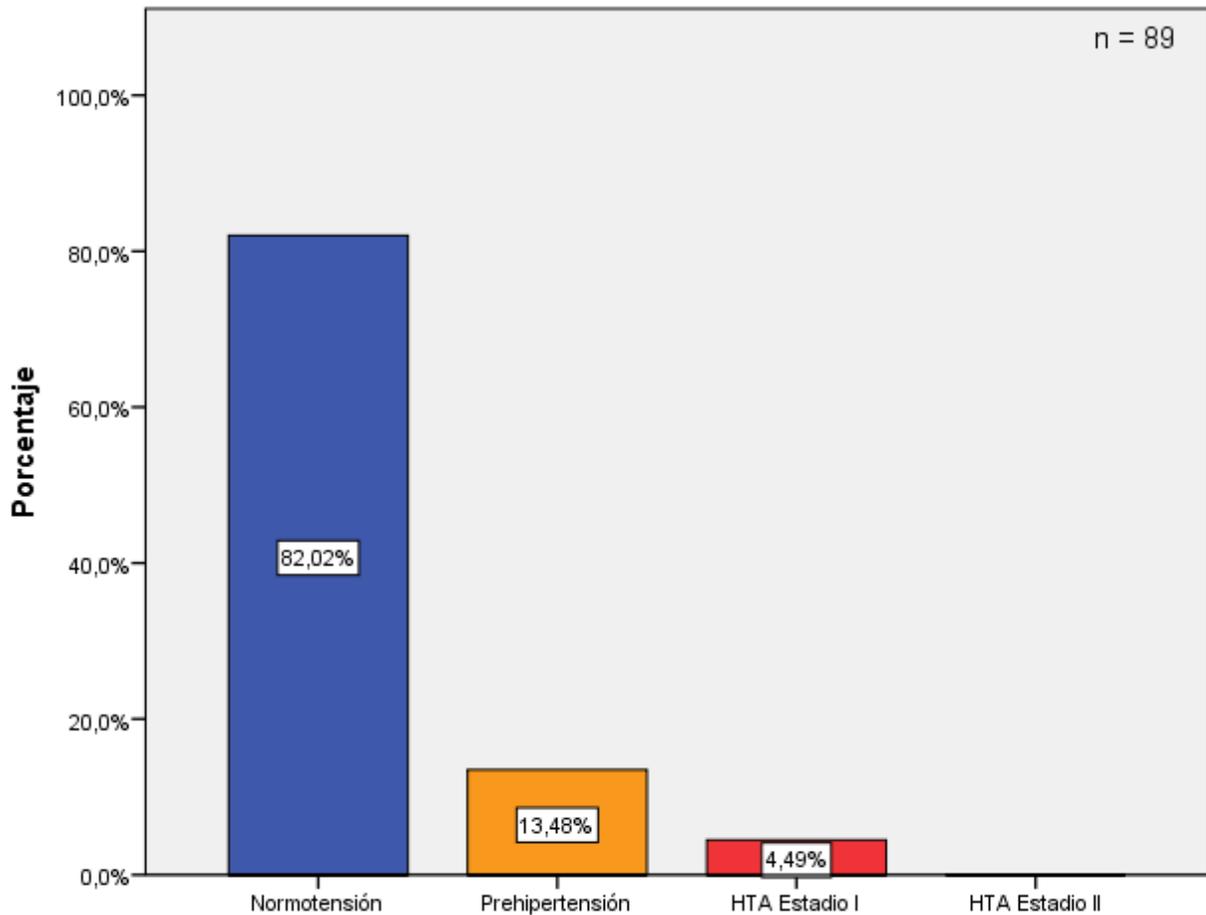


Figura 3.6. Distribución porcentual de la muestra según de estado de tensión arterial diastólica*.

3.5.2. CATEGORIZACIÓN DE LOS PARÁMETROS SANGÍNEOS “GLICEMIA, INSULINA Y HOMA”

En la Figura 3.7. observamos la distribución porcentual de los resultados alterados en los parámetros glicemia, insulina y HOMA. No se reportan sujetos con los valores alterados de glicemia, tomando, en base a los valores referenciales de glicemia mediante el método GOD-PAD. En relación a los referenciales de insulina, el 23,47% de los alumnos obesos de la muestra,

presentan valores “alterados”, según el análisis mediante el método Inmunoenzimo análisis, principio de Sándwich por micro pocillos.

En los resultados “alterados” del HOMA se observa que el 42,86 % de los alumnos obesos que presentan esta situación según los valores referenciales.

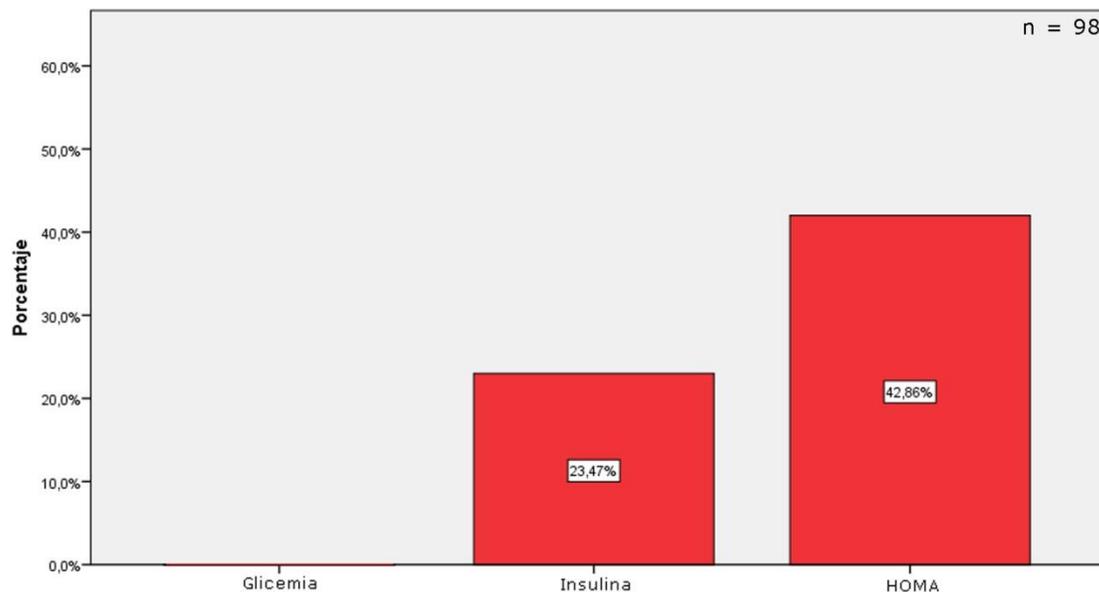


Figura 3.7. Distribución porcentual de la muestra según exámenes alterados en base a valores referenciales de: glicemia, insulina y HOMA.

En relación al perfil lipídico de los sujetos de la muestra observamos en la Figura 3.8. que el 3,06 % de los alumnos obesos tienen una clasificación “alterado” en base a los valores referenciales de colesterol total mediante el método GOD-PAD. En relación al colesterol HLD el 43,88 % de los alumnos obesos tienen una clasificación “alterado” en base a los valores referenciales mediante el método por precipitación más GOD-PAD. En base a los valores referenciales de colesterol LDL mediante el método fórmula de Friedewald, No se observan alumnos de la muestra con resultados “alterados”, sin embargo el 20,41

% de los alumnos obesos de la muestra tienen una clasificación “alterado” en el parámetro VLDL y el 10,20 % en el parámetro triglicéridos ambos en base a los valores referenciales de colesterol VLDL y los triglicéridos respectivamente, tratados mediante el método fórmula de Friedewald.

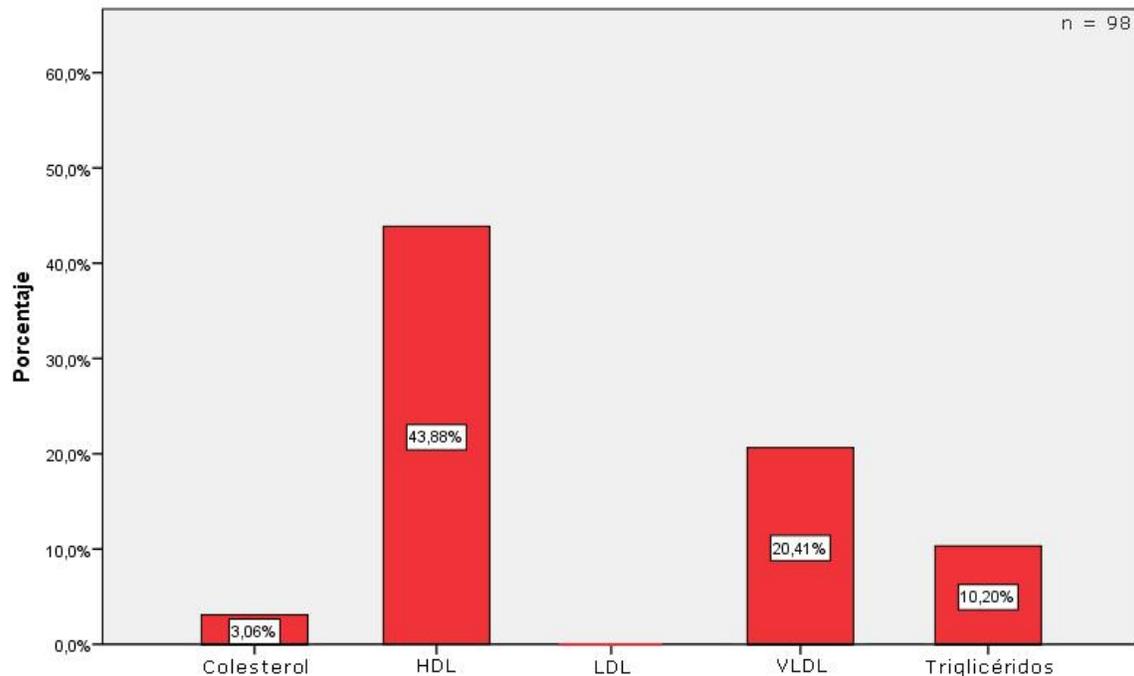


Figura 3.8. Distribución porcentual de la muestra según exámenes alterados en base a valores referenciales de: colesterol.

3.5.3. ANÁLISIS INTRAGRUPPO DEL PERFIL BIOQUÍMICO

En la Tabla 3.10. se observan los efectos intragrupo de cada uno de los parámetros fisiológicos al comparar las medias entre el pre y el post en los grupos de estudios. En la presión arterial diastólica y sistólica no se observaron cambios estadísticamente significativos luego de la intervención. En relación al colesterol total ambos grupos experimentales disminuyeron sus niveles El grupo GEAFI de una media de $156,61 \pm 20,63$ mg/dl, a una media de $149,83 \pm 31,19$ mg/dl ($p=0,010$).

En el GEAFI de una media de $164,32 \pm 25,40$ mg/dl a $154,02 \pm 26,04$ mg/dl ($p=0,018$). En el grupo GC aumentó su colesterol total de una media de $150,98 \pm 18,67$ mg/dl a $159,23 \pm 22,19$ mg/dl ($p < 0,004$).

En relación al HDL solo en el grupo GEAFI aumentó de una media de $39,45 \pm 8,94$ mg/dl a $42,19 \pm 9,08$ mg/dl, ($p < 0,001$), en el resto de los grupos no se observaron cambios significativos. En relación al parámetro LDL observamos que en ambos grupos experimentales el LDL disminuyó significativamente finalizada la intervención. En el GEAFI de una media de $91,39 \pm 22,09$ mg/dl a $83,28 \pm 29,47$ mg/dl ($p < 0,001$). En el GEAFI de una media de $96,73 \pm 13,68$ mg/dl a $85,29 \pm 15,37$ mg/dl ($p < 0,001$). En el grupo GC ocurrió lo contrario, de $89,21 \pm 19,03$ mg/dl aumentó a $101,17 \pm 17,68$ mg/dl ($p < 0,001$).

En el VLDL solo encontramos efectos en el grupo GEAFI de una media de $19,63 \pm 5,14$ mg/dl aumentó a $24,36 \pm 8,34$ mg/dl ($p < 0,007$).

En relación a los triglicéridos el grupo GEAFI no experimenta diferencias significativas, en el grupo GEAFI como en el GC los triglicéridos aumentaron. En el GEAFI de una media de $96,58 \pm 20,29$ mg/dl a $117,85 \pm 33,17$ mg/dl ($p < 0,040$). El GC de una media de $103,74 \pm 55,39$ mg/dl a $121,48 \pm 40,23$ mg/dl ($p < 0,001$).

En el parámetro glicemia, en todos los grupos aumentaron sus valores una vez finalizada la investigación. En el GEAFI de una media de $85,86 \pm 4,40$ mg/dl a $89,12 \pm 5,11$ mg/dl ($p < 0,001$); en el grupo GEAFI de una media de $84,16 \pm 4,80$ mg/dl a una media de $88,16 \pm 5,69$ mg/dl ($p < 0,036$). En el GC al inicio del estudio de una media de $84,23 \pm 3,95$ mg/dl a $90,17 \pm 4,89$ mg/dl ($p < 0,001$).

En los parámetros insulina y HOMA no se observaron cambios estadísticamente significativos en ninguno de los grupos.

Tabla 3.10. Efectos intragrupo del entrenamiento, en los parámetros Fisiológicos de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.

		Pre-test	Post-test	p-Valor	SE	IC
P.A. Sistólica (mmHg)	GEAFI	116,21±8,87	118,15±9,44	0,136	0,219	[-3,28 ; 0,46]
	GEAFC	112,33±8,74	112,59±8,98	0,234	0,030	[-2,23 ; 0,59]
	GC	117,04±8,20	116,96±7,24	0,454	0,010	[-2,48 ; 1,14]
P.A. Diastólica (mmHg)	GEAFI	71,84±5,29	71,36±6,67	0,540	0,091	[-1,22 ; 2,3]
	GEAFC	69,89±2,85	70,06±3,19	0,776	0,060	[-1,98 ; 1,39]
	GC	72,21±5,09	73,21±6,21	0,609	0,196	[-3,12 ; 1,87]
Colesterol Total(mg/dl)	GEAFI	156,61±20,63	149,83±31,19	0,010	0,329	[-3,36 ; 17,65]
	GEAFC	164,32±25,40	154,02±26,04	0,018	0,406	[1,95 ; 18,65]
	GC	150,98±18,67	159,23±22,19	0,004	0,442	[-14,66 ; -2,99]
HDL(mg/dl)	GEAFI	39,45±8,94	42,19±9,08	<0,001	0,306	[-4,49 ; -1,6]
	GEAFC	45,42±10,07	44,89±10,51	0,751	0,053	[-2,91 ; 3,96]
	GC	42,89±8,86	42,93±10,05	0,659	0,005	[-1,44 ; 2,24]
LDL(mg/dl)	GEAFI	91,39±22,09	83,28±29,47	0,001	0,367	[-0,65 ; 17,99]
	GEAFC	96,73±13,68	85,29±15,37	0,001	0,836	[5,19 ; 17,69]
	GC	89,21±19,03	101,17±17,68	<0,001	0,628	[-18,42 ; -7,62]
VLDL(mg/dl)	GEAFI	24,66±9,66	22,94±10,35	0,231	0,178	[-1,18 ; 4,74]
	GEAFC	19,63±5,14	24,36±8,34	0,007	0,920	[-8 ; -1,46]
	GC	21,47±11,70	22,59±7,92	0,054	0,096	[-5,4 ; 0,05]
Triglicéridos(mg/dl)	GEAFI	110,36±31,61	105,74±36,55	0,450	0,146	[-7,07 ; 15,64]
	GEAFC	96,58±20,29	117,85±33,17	0,040	1,048	[-37,31 ; -

						5,24]
Glicemia(mg/dl)	GC	103,74±55,39	121,48±40,23	<0,001	0,320	[-37,29 ; -17,6]
	GEAFI	85,86±4,40	89,12±5,11	<0,001	0,741	[-4,74 ; -1,59]
	GEAFC	84,16±4,80	88,16±5,69	0,036	0,833	[-7,64 ; -0,36]
Insulina(uUI/ml)	GC	84,23±3,95	90,17±4,89	<0,001	1,504	[-8,39 ; -4,21]
	GEAFI	21,05±15,94	20,05±11,11	0,881	0,063	[-2,13 ; 4,13]
	GEAFC	17,71±9,07	18,30±5,60	0,658	0,065	[-5,73 ; 4,55]
HOMA (puntos)	GC	19,27±10,29	17,92±8,30	0,783	0,131	[-2,17 ; 2,86]
	GEAFI	4,60±3,71	4,51±2,59	0,712	0,024	[-0,62 ; 0,81]
	GEAFC	3,73±2,02	4,00±1,36	0,573	0,134	[-1,47 ; 0,93]
	GC	3,84±2,01	3,86±1,81	0,418	0,010	[-0,75 ; 0,32]

P.A. Sistólica= Presión arterial sistólica; P.A. Diastólica (mmHg)=Presión arterial diastólica; HDL= High density lipoprotein; LDL= low density lipoproteins; VLDL = Very low density lipoproteins; HOMA= Homeostasis model assessment; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; SE=Estimación del tamaño del efecto ; IC: Intervalo de confianza.

3.5.4. ANÁLISIS INTERGRUPO DEL PERFIL BIOQUÍMICO

En la Tabla 3.11 y 3.12. observamos las diferencias de medias entre los pre y post, las diferencias significativas se observan en el perfil lipídico y la glicemia. El colesterol total y el LDL descienden en grupos experimentales al compararlos con el grupo control ($p < 0,001$). El HDL aumenta en el GEAFI al compararlo con el grupo control ($p = 0,024$). El VLDL en el grupo GEAFI desciende al compararlo con el GEAFC ($p = 0,017$). En el GC y GEAFC los triglicéridos aumentan comparados con el GEAFI Los triglicéridos aumentan en el

GEAFC ($p= 0,018$) y GC ($p<0,001$) si los comparamos con el GEAF. En la glicemia, insulina y el HOMA no se observan diferencias significativas en la comparación intragrupo.

Tabla 3.11. Efectos del ejercicio en los parámetros fisiológicos de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GEAFC	GC	Valor p	IC
P.A. Sistólica (mmHg)	1,06±4,8	1,41±5,78	0,82±2,74	0,67±4,29	0,819	[-0,01 ; 2,13]
P.A. Diastólica (mmHg)	-0,01±5,18	-0,54±5,44	0,29±3,27	0,63±5,9	0,352	[-1,17 ; 1,14]
Colesterol Total (mg/dl)	-2,54±26,87	-7,14±33,72	-10,3±17,32	8,82±15,62	<0,001	[-8,14 ; 3,06]
HDL (mg/dl)	1,16±5,55	3,05±4,63	-0,53±7,13	-0,4±4,92	0,009	[0,01 ; 2,32]
LDL (mg/dl)	-2,1±24,97	-8,67±29,91	-11,44±12,97	13,02±14,47	<0,001	[-7,3 ; 3,1]
VLDL (mg/dl)	1,05±8,66	-1,78±9,5	4,73±6,79	2,68±7,31	0,010	[-0,76 ; 2,85]
Triglicéridos (mg/dl)	11,51±35,66	-4,29±36,44	21,27±33,28	27,44±26,37	<0,001	[4,08 ; 18,94]
Glicemia (mg/dl)	4,37±5,93	3,17±5,06	4±7,55	6,3±5,6	0,081	[3,14 ; 5,61]
Insulina (uUI/ml)	-0,45±9,14	-1±10,03	0,59±10,67	-0,34±6,74	0,865	[-2,35 ; 1,45]
HOMA (puntos)	0,08±2,08	-0,09±2,29	0,27±2,49	0,22±1,44	0,747	[-0,35 ; 0,52]

P.A. Sistólica= Presión arterial sistólica; P.A. Diastólica (mmHg)=Presión arterial diastólica; HDL= High density lipoprotein; LDL= low density lipoproteins; VLDL = Very low density lipoproteins; HOMA= Homeostasis model assessment; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza.

Tabla 3.12 Pruebas Post Hoc en los parámetros fisiológicos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

Variable dependiente	Grupo al que pertenece el alumno	Grupo al que pertenece el alumno	Valor p	SE	IC
Colesterol	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,022	[0,85 ; 31,08]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,001	1,224	[0,58 ; 37,67]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,022	[-31,08 ; -0,85]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,858	0,124	[-14,33 ; 20,64]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,001	1,224	[-37,67 ; -0,58]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,858	0,124	[-20,64 ; 14,33]
HDL	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,024	0,701	[-6,55 ; -0,34]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	1,000	0,026	[-3,68 ; 3,94]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	0,024	0,701	[0,34 ; 6,55]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,052	0,609	[-0,02 ; 7,17]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	1,000	0,026	[-3,94 ; 3,68]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,052	0,609	[-7,17 ; 0,02]
LDL	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,499	[8,38 ; 35]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	<0,001	1,690	[8,14 ; 40,78]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,499	[-35 ; -8,38]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,975	0,129	[-12,62 ; 18,16]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	<0,001	1,690	[-40,78 ; -8,14]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,975	0,129	[-18,16 ; 12,62]
VLDL	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,082	0,610	[-0,39 ; 9,31]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	1,000	0,280	[-8 ; 3,89]
	Grupo Estudio 1	Grupo Control	0,082	0,610	[-9,31 ; 0,39]

	(GEAFI)	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,017	0,799	[-12,12 ; -0,9]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	1,000	0,280	[-3,89 ; 8]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,017	0,799	[0,9 ; 12,12]
Triglicéridos	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	1,203	[12,61 ; 50,85]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	1,000	0,234	[-17,29 ; 29,62]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	1,203	[-50,85 ; -12,61]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,018	0,733	[-47,68 ; -3,44]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	1,000	0,234	[-29,62 ; 17,29]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,018	0,733	[3,44 ; 47,68]

HDL= High density lipoprotein; LDL= low density lipoproteins; VLDL = Very low density lipoproteins; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza.

3.6. PARÁMETROS INDICADORES DEL RENDIMIENTO COGNITIVO Y HáBITOS SALUDABLES:

A continuación se presentan los resultados relacionados con los indicadores del rendimiento cognitivo representados por el nivel de escolaridad de los padres, el rendimiento académico semestral y los resultados de la evaluación de la atención y memoria según el test Evalúa. Los hábitos saludables están representados por la calidad alimentaria y los hábitos de actividad física. En relación al nivel de escolaridad de los padres observamos que tanto el padre como la madre presentan una media de 11 años de escolaridad superando levemente las madres a los padres.

El promedio de notas del semestre anterior a la investigación correspondía a un 5,7 de un máximo de 7,0, categorizándose con el concepto “suficiente” según la escala de evaluación chilena.

En relación a los parámetros de atención y memoria medidos con el test Evalúa, observamos una media muestral de 45,39 puntos para el ítem de memoria y atención y un percentil de 18,55 para esta misma variable. En los hábitos de actividad física e ingesta alimentaria la media muestral corresponde a 4,71 puntos para el hábito de actividad física y de 4,78 puntos para la calidad alimentaria. Todas estas variables no presentan diferencias significativas al comparar las medias de todos los grupos: GC, GEAFI y GE AFC, permitiendo establecer la homogeneidad de los tres grupos con respecto a estos parámetros, como se observa en la Tabla 3.13.

Tabla 3.13. Caracterización de la muestra y homogeneidad en los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables de los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GE AFC	GC	Valor p	IC
Escolaridad del padre (años)	11,08±2,61	11,15±2,97	10,36±2,94	11,54±1,13	0,094	[10,35 ; 11,81]
Escolaridad de la madre (años)	11,44±2,22	11,55±2,46	11,15±2,48	11,47±1,50	0,769	[10,89 ; 12,00]
Promedio de notas 2013 (Puntos)	5,74±0,58	5,81±0,57	5,56±0,40	5,74±0,66	0,146	[5,62 ; 5,85]
TE: Memoria y Atención PD (Puntos)	45,39±26,74	46,84±30,80	35,68±15,32	48,94±25,40	0,233	[40,00 ; 50,78]
TE: Memoria y Atención (Percentil)	18,55±20,33	20,34±24,61	16,58±16,66	17,32±15,92	0,893	[14,45 ; 22,64]
Hábitos de ejercicio (Puntos)	4,71±1,61	4,59±1,59	4,58±1,07	4,97±1,90	0,741	[4,38 ; 5,04]
Hábitos de calidad alimentaria (Puntos)	4,78±1,30	4,67±1,13	4,53±1,54	5,12±1,34	0,210	[4,52 ; 5,05]

T.E.: Memoria y Atención PD (Puntos): Test Evalúa: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en puntos; TE: Memoria y Atención (Percentil): Test Evalúa: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en percentiles; GC= Grupo control; GEAFI= Grupo estudio actividad física intermitente; GE AFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; SE= Estimación del tamaño del efecto; IC: Intervalo de confianza.

3.6.1. INDICADORES DEL RENDIMIENTO COGNITIVO

3.6.1.1. Nivel de escolaridad de los padres

En la Figura 3.9. se presenta la distribución del porcentaje de padres según el nivel de estudios que alcanzaron, representados en Enseñanza básica, Enseñanza media y Enseñanza superior (Técnica y Universitaria). Los porcentajes representan por separado el nivel de escolaridad de la madre y del padre. En el caso de los padres de los alumnos obesos de la muestra, el 76,47% tiene un nivel educacional de enseñanza media completa. El 15,69% tiene un nivel educacional de enseñanza básica. Sólo el 7,84% de los padres tiene estudios superiores.

Se observa que el 66,67% de las madres de alumnos obesos tiene un nivel educacional de enseñanza media completa. El 17,46% tiene un nivel educacional de enseñanza básica. El 15,87% de las madres tiene estudios superiores, ya sea en curso o tituladas.

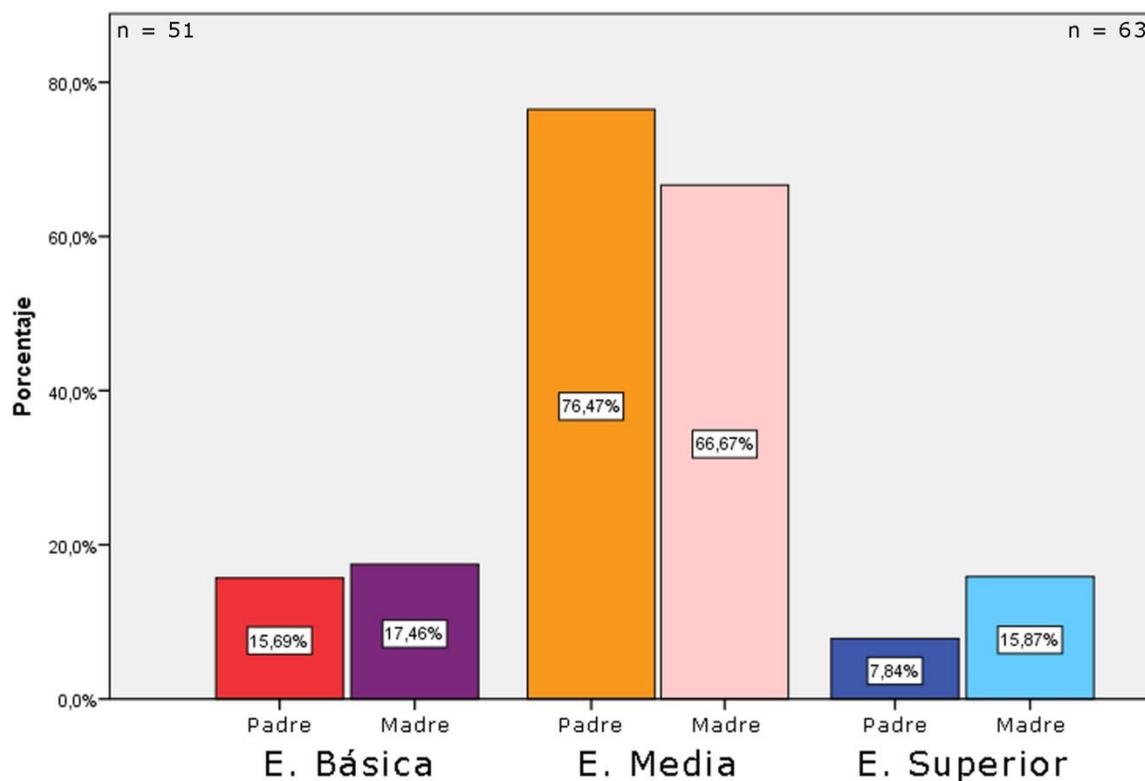


Figura 3.9. Distribución porcentual de la muestra según nivel de escolaridad de los padres.

3.6.1.2. Categorización del rendimiento académico

La categorización en los conceptos Insuficiente, suficiente, bueno y muy bueno correspondiente al promedio de notas del semestre anterior a la intervención, podemos observarla en la Figura 3.10. donde en la muestra válida de 97 personas que corresponde al 99% de la muestra total, se observa que el 89,7% de los alumnos obesos tiene un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 10,3% “Suficiente”, no se observan alumnos con rendimiento “Insuficiente”.

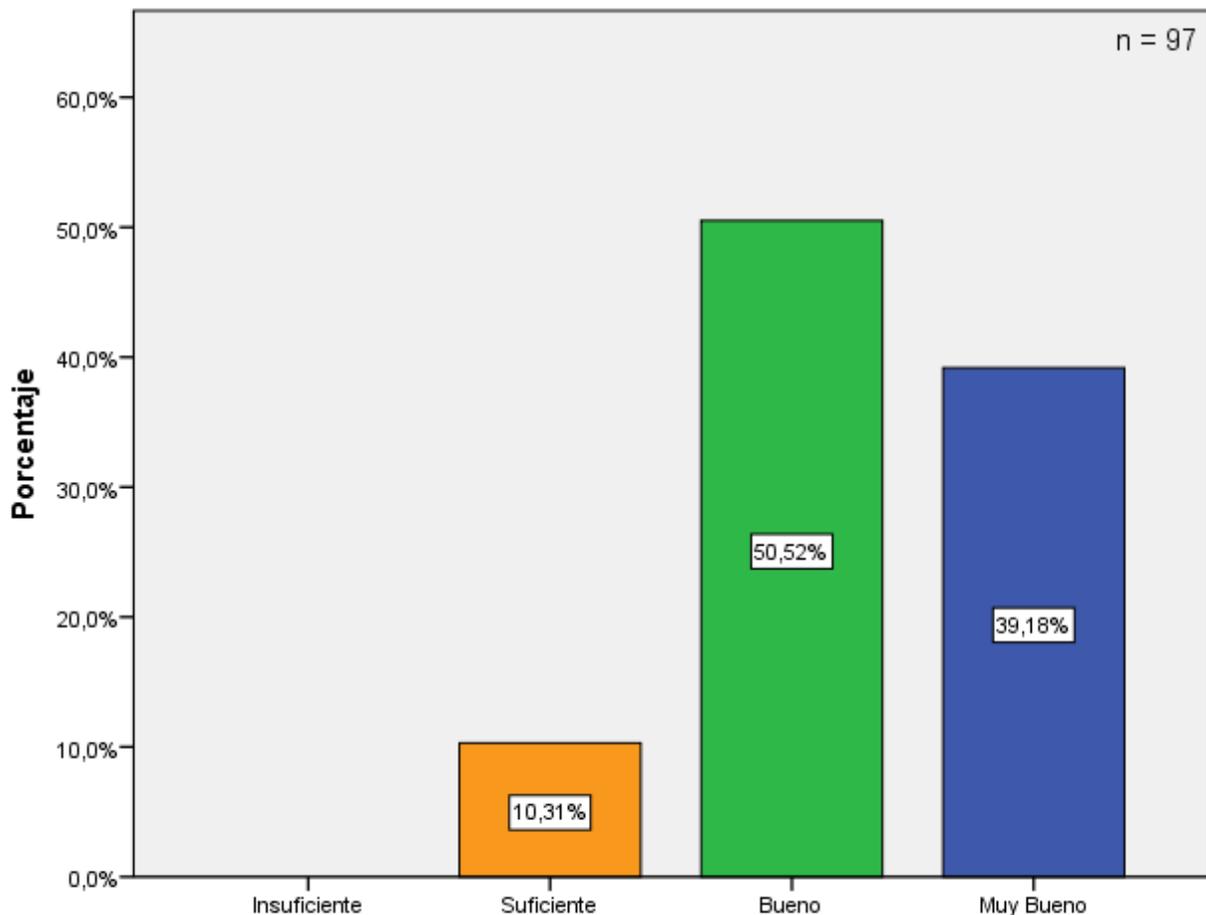


Figura 3.10. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio general de notas del semestre anterior a la intervención.

En la Figura 3.11. observamos los resultados En la muestra válida de 97 personas que corresponde al 99% de la muestra total, correspondientes a las notas finales del semestre anterior a la intervención en las asignaturas troncales correspondiente a: lenguaje, matemáticas historia y ciencias. Observamos que el 59,79% de los alumnos obesos tiene un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 40,21% de los sujetos de la muestra presentan

una clasificación entre “Suficiente” e “Insuficiente” en la asignatura de lenguaje y comunicación.

En la asignatura de matemáticas el 60,82% de los alumnos obesos tiene un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 39,18% entre “Suficiente” e “Insuficiente”, en la asignatura de historia, geografía y ciencias sociales se observa que el 69,07 % de los alumnos obesos tiene un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 30,93% entre “Suficiente” e “Insuficiente”. Finalmente en Ciencias naturales el 84,54% de los alumnos obesos tiene un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 15,46% entre “Suficiente” e “Insuficiente”.

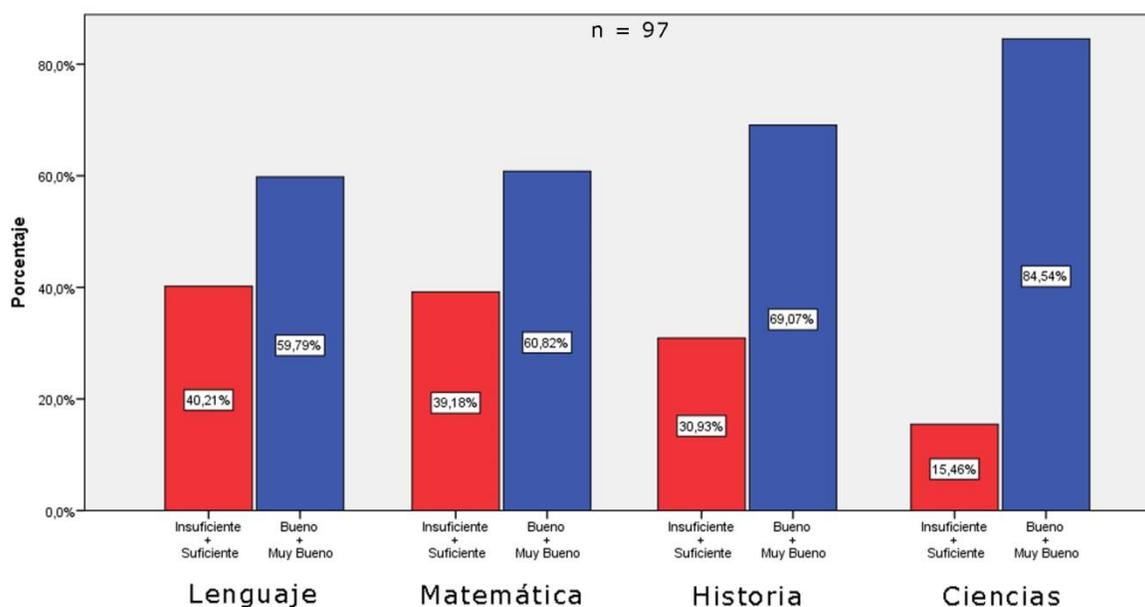


Figura 3.11. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio de notas año 2013 de las asignaturas troncales: lenguaje y comunicación, matemáticas, historia y ciencias naturales.

En la **Figura 3.12.** observamos el rendimiento académico en la asignatura de educación física para la muestra válida de 97 personas que corresponde al

99% de la muestra total, se observa que el 95,88% de los alumnos obesos tienen un rendimiento académico categorizado entre “Bueno” y “Muy Bueno”, el 4,12% entre “Suficiente” e “Insuficiente”.

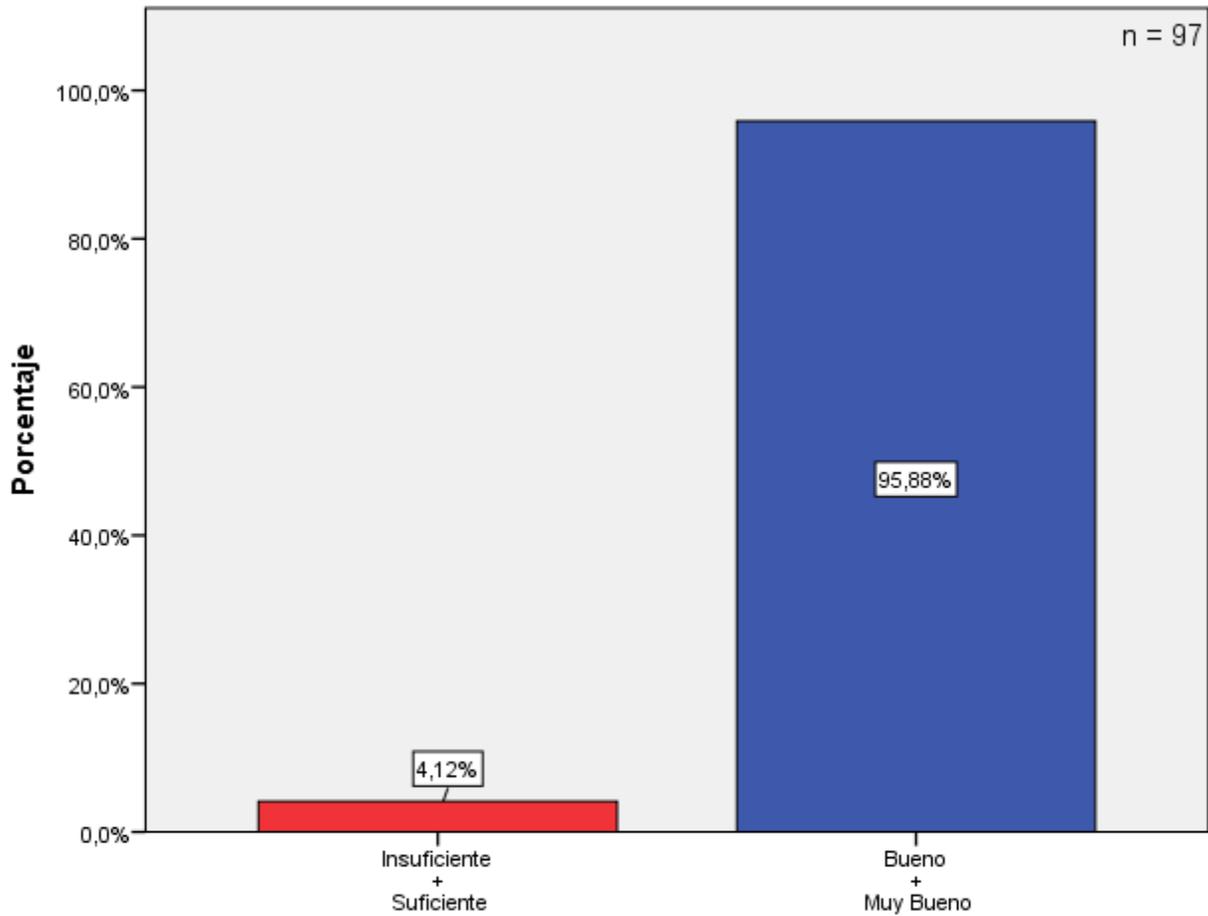


Figura 3.12. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de promedio de notas de educación física y salud año 2013.

3.6.2. INDICADORES DE HÁBITOS SALUDABLES

3.6.2.1. Categorización según hábitos de actividad física

En relación a los hábitos de actividad física categorizados en malo, regular y bueno, para una muestra válida de 93 personas que corresponde al 94,9% de la muestra total, se observa en la Figura 3.13. que el 62,37% de alumnos obesos evaluados con la encuesta de hábitos de actividad física se ubican en la clasificación regular. El 24,73% tiene malos hábitos y un 12,9% de los alumnos evaluados tiene buenos hábitos de actividad física.

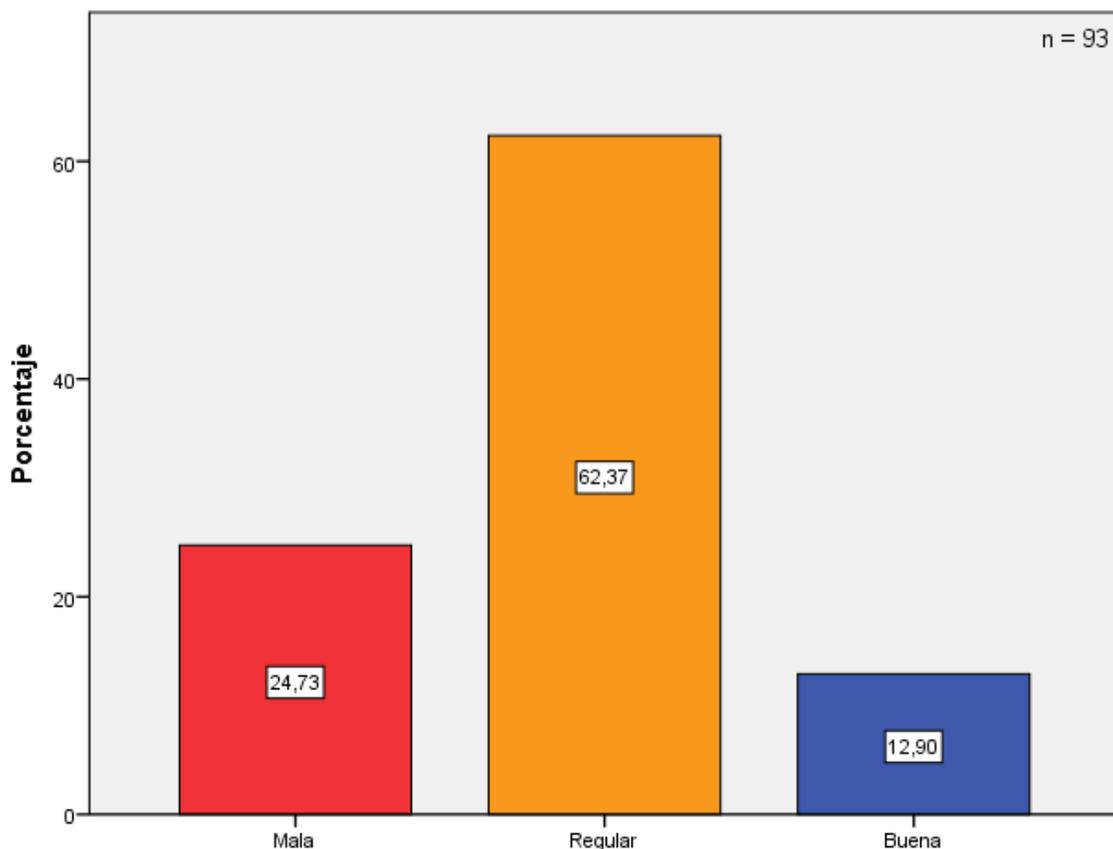


Figura 3.13. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de hábitos de actividad física.

3.6.2.2. Categorización según calidad alimentaria

Para los hábitos de calidad alimentaria la Figura 3.14. muestra la distribución porcentual de los sujetos según la categorización: mala, regular y buena.

En la muestra válida de 93 personas que corresponde al 94,9% de la muestra total, se observa que el 77,42% de alumnos obesos, evaluados con la encuesta de hábitos de calidad alimentaria, se ubican en la clasificación de mala calidad alimentaria. El 18,28% tiene clasificación regular y solo un 4,3% de los alumnos evaluados tiene buena calidad alimentaria.

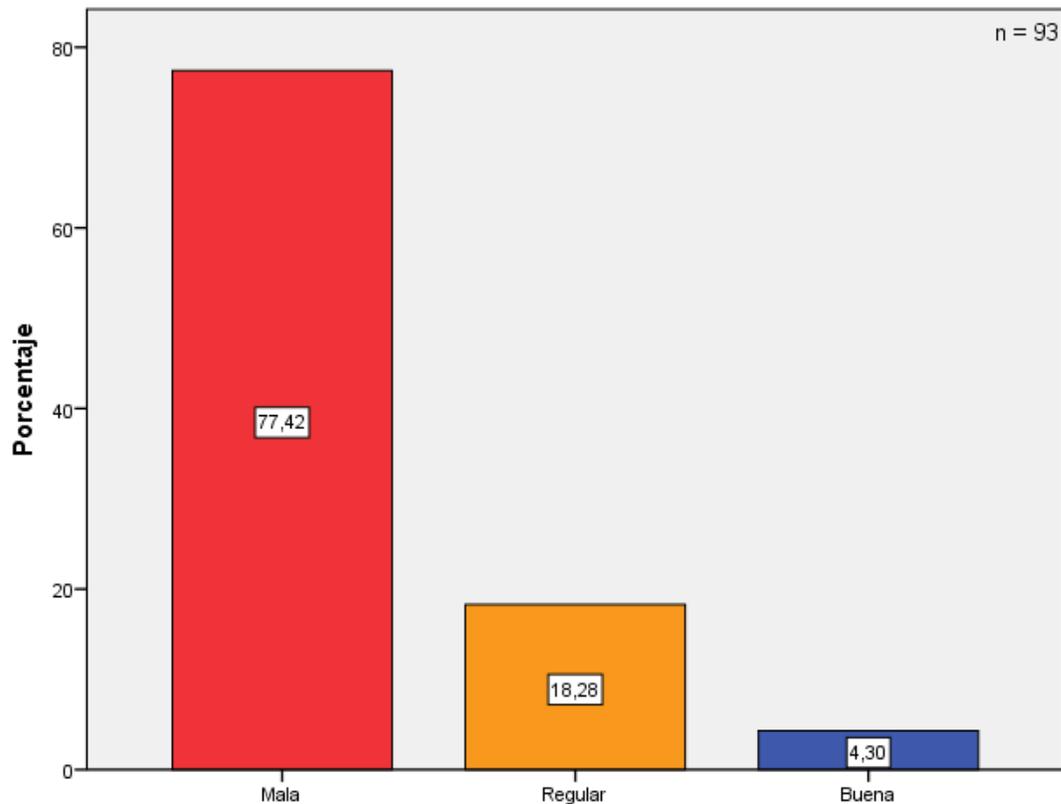


Figura 3.14. Distribución porcentual de la muestra según clasificación de hábitos de calidad alimentaria.

3.6.2.3. Análisis intragrupo de los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables:

En relación a los efectos intragrupo la Tabla 3.14. muestra las medias del pre y el post de los tres grupos: Control (GC), de actividad física intermitente (GAFI) y de actividad física convencional (GAFC), observamos que el rendimiento académico disminuyó al comparar las notas finales del semestre anterior a la intervención y las finales del semestre en curso. Esta tendencia es significativa en el grupo GEAFI donde el semestre anterior mantenía los sujetos de este grupo mantenían un promedio de notas de $5,56 \pm 0,40$, el que desciende a $5,46 \pm 0,48$ con las notas finales del semestre en curso ($p=0,026$). Misma situación se observó en el grupo control donde las calificaciones obtenidas el semestre anterior a la intervención alcanzaban un promedio de $5,74 \pm 0,66$, el que descendió a $5,52 \pm 0,54$ el año siguiente, siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,001$).

En el grupo GEAFI si bien al comparar las medias esta también disminuyó, la diferencia no fue estadísticamente significativa.

En las variables memoria y atención evaluadas con el test Evalúa, observamos que en los grupos intervenidos mejoran su rendimiento. En el GEAFI el puntaje alcanzado en esta capacidad alcanzó una media de $46,84 \pm 30,80$ puntos, al finalizar la intervención este grupo aumentó su puntaje alcanzando una media de $59,26 \pm 26,97$ puntos ($p < 0,001$). En el grupo GEAFI también observamos un aumento, donde al inicio de la intervención en esta variable registraba una media de $35,68 \pm 15,32$ puntos y una vez finalizada la intervención alcanzaron una media de $64,06 \pm 25,65$ puntos ($p=0,002$).

Al observar el GEAFI en relación a los resultados en percentiles observamos solo en este grupo cambios estadísticamente significativos, donde al inicio de la intervención registraba una media de percentil de $20,34 \pm 24,61$ y finalizada la intervención la media alcanzo $26,67 \pm 26,72$ ($p=0,004$).

En relación a los hábitos de actividad física y de alimentación no se observaron cambios estadísticamente significativos al comparar las medias antes y después de la intervención en ningunos de los grupos.

Tabla 3.14. Efectos intragrupo del entrenamiento en los indicadores cognitivos y hábitos de alimentación y de actividad física de los sujetos de la muestra, distribuidos en grupo control, grupo sometido a actividad física intermitente y convencional, finalizada la intervención.

T.E.: Memoria y Atención PD (Puntos): Test Evalua: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en puntos; TE: Memoria y

		Pre-test	Post-test	p-Valor	SE	IC
Rendimiento académico (1-7)	GEAFI	5,81±0,57	5,74±0,59	0,167	0,123	[-0,03 ; 0,18]
	GEAFC	5,56±0,40	5,46±0,48	0,026	0,025	[0,02 ; 0,25]
	GC	5,74±0,66	5,52±0,54	0,001	0,333	[0,09 ; 0,34]
T.E.: Memoria y Atención PD (Puntos)	GEAFI	46,84±30,80	59,26±26,97	<0,001	0,403	[-19,81 ; -7,71]
	GEAFC	35,68±15,32	64,06±25,65	0,002	1,852	[-41,89 ; -12,89]
	GC	48,94±25,40	47,83±25,88	1	0,044	
T.E.: Memoria y Atención (Percentil)	GEAFI	20,34±24,61	26,67±26,72	0,004	0,257	[-14,29 ; -1,19]
	GEAFC	16,58±16,66	22,89±23,52	0,733	0,379	[-20,23 ; 9,01]
	GC	17,32±15,92	16,86±15,92	1	0,029	
Hábitos de actividad Física	GEAFI	4,59±1,59	4,45±1,28	0,676	0,088	[-0,43 ; 0,7]
	GEAFC	4,58±1,07	4,68±1,57	0,979	0,093	[-1 ; 0,79]
	GC	4,97±1,90	4,66±1,56	0,411	0,163	[-0,47 ; 1,33]
Hábitos de Alimentación	GEAFI	4,67±1,13	4,82±1,35	0,476	0,133	[-0,58 ; 0,28]
	GEAFC	4,53±1,54	4,35±1,03	0,679	0,117	[-0,76 ; 1,1]
	GC	5,12±1,34	4,88±1,33	0,631	0,179	[-0,4 ; 0,78]

Atención (Percentil):Test Evalua: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en percentiles; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; SE=Estimación del tamaño del efecto; IC: Intervalo de confianza.

3.6.2.4. Análisis intergrupo de los indicadores del rendimiento cognitivo y hábitos saludables:

En la Tabla 3.15. se presentan las diferencias de medias entre el pre y el post en cada uno de las variables de los indicadores cognitivos y de hábitos saludables. Al observar la comparación intergrupo solo en las variables memoria y atención tanto en el resultado con puntajes ($p < 0,001$) y percentiles ($p = 0,018$) se observan diferencias significativas. Para observar entre que grupos se dieron las diferencias la Tabla 3.16. muestra las Pruebas Post Hoc donde se identifican que para la memoria y la atención según el resultado expresado en puntaje, las diferencias se dieron entre el grupo control con cada grupo estudio (GEAFI y GE AFC) respectivamente, en ambos casos la significancia correspondió a ($p < 0,001$), para esta misma variable pero con el resultado expresado en percentiles la diferencia es significativa solo al comparar el grupo control (GC) con el grupo estudio con actividad física intermitente (GEAFI) ($p < 0,001$).

Tabla 3.15. Efectos del ejercicio en los indicadores cognitivos, hábitos alimentarios y de actividad física en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

PARAMETROS	Muestra	GEAFI	GE AFC	GC	Valor p	IC
Promedio de notas (Puntos)	-0,14±0,34	-0,08±0,35	-0,13±0,23	-0,22±0,37	0,064	[-0,21 ; -0,07]
TE:Memoria y Atención (Puntos)	11,39±20,52	13,76±19,41	27,39±29,16	-1,11±0,48	<0,001	[7,19 ; 15,6]
TE:Memoria y Atención (Percentil)	4,53±19,11	7,74±21,03	5,61±29,4	-0,46±0,1	0,018	[0,62 ; 8,45]
Hábitos de ejercicio (Puntos)	-0,18±2	-0,14±1,86	0,11±1,85	-0,43±2,32	0,661	[-0,59 ; 0,24]
Hábitos de ingesta alimentaria (Puntos)	-0,02±1,55	0,15±1,41	-0,17±1,93	-0,19±1,53	0,594	[-0,34 ; 0,3]

T.E.: Memoria y Atención PD (Puntos): Test Evalua: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en puntos; TE: Memoria y Atención (Percentil): Test Evalua: dimensión memoria y atención expuesto sus resultados en percentiles; GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GE AFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza

Tabla 3.16 Pruebas Post Hoc en los indicadores cognitivos en los grupos sometidos a actividad física intermitente, convencional y grupo control.

Variable dependiente	Grupo al que pertenece el alumno	Grupo al que pertenece el alumno	Valor p	SE	IC
Memoria y atención Puntaje directo	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	<0,001	30,97	[-23,96 ; -3,56]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	<0,001	59,37	[-40,28 ; -14,5]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	<0,001	30,97	[3,56 ; 23,96]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,061	0,561	[-26,08 ; -1,17]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	<0,001	59,37	[14,5 ; 40,28]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,061	0,561	[1,17 ; 26,08]
Memoria y atención Percentil	Grupo Control	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,001	82,0	[-18,42 ; 2,95]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,683	60,7	[-19,11 ; 7,89]
	Grupo Estudio 1 (GEAFI)	Grupo Control	0,001	82	[-2,95 ; 18,42]
		Grupo Estudio 2 (GEAFC)	0,181	0,084	[-10,92 ; 15,18]
	Grupo Estudio 2 (GEAFC)	Grupo Control	0,683	60,7	[-7,89 ; 19,11]
		Grupo Estudio 1 (GEAFI)	0,181	0,084	[-15,18 ; 10,92]

GC= Grupo control; GEAFI=Grupo estudio actividad física intermitente; GEAFC= Grupo estudio actividad física convencional; Valor p= Valor de la significancia estadística; IC: Intervalo de confianza

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN

En este capítulo se analizarán, discutirán e interpretarán los resultados observados y presentados en el mismo orden que el capítulo anterior comenzando por los antecedentes biosociodemográficos, para continuar con las variables antropométricas, de condición física y las fisiológicas, para terminar con los indicadores cognitivos y los hábitos saludables.

4.1.1. ANTECEDENTES BIOSOCIODEMOGRÁFICOS

La muestra de estudio estuvo distribuida prácticamente de manera equitativa por ambos sexos (53 y 47 % para varones y mujeres respectivamente), concordando con los parámetros nacionales de la distribución por género en escolares de educación primaria que corresponde a un 48,6% para las mujeres y un 51,4% para los varones. En relación a la dependencia de los establecimientos estas proporciones se distribuyen a nivel municipal en un 54,26% de varones y un 45,74% de mujeres y en la educación particular de un 50% de varones y un 50% de mujeres (Instituto Nacional de Estadísticas INE, 2015)

Siendo también la dependencia administrativa de los colegios involucrados similar en términos de colegios de educación pública y particular subvencionada. Si bien el número de niños matriculados en los centros educacionales privados dobla a las matrículas estatales, esta distribución mejora las conclusiones arrojadas en cuanto a sexos y asegura que ambos tipos de centros escolares están representados en la población de estudio.

4.1.2. PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS

El análisis de la composición corporal forma parte de las herramientas que permiten asociar determinadas variables antropométricas con el estado de salud. La población de este estudio, por la propia naturaleza de los criterios de inclusión, pertenecía a la categoría “obeso”, lo que constituyó un 27,6 % de la población inicial testada. Esta condición lo predetermina como población de elevado riesgo de desarrollar patología cardiovascular y comorbilidades futuras (Burrows, 2000). Así lo fundamentan los estudios de seguimiento que han demostrado que niños y adolescentes obesos tienen un mayor riesgo padecer en la etapa adulta: obesidad, alteraciones metabólicas, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial y muerte por enfermedades cardiovasculares isquémicas y arteriosclerosis (Piazza, 2005; Pajuelo et al., 2004; Must et al., 1992; Newman et al., 1986; Gidding et al., 1995; Hubert et al., 1983). Por tanto, esta condición fundamenta la importancia de prevenir la obesidad desde la niñez, lo que disminuiría en forma significativa la morbimortalidad del adulto por esta causa. La vinculación entre la obesidad y la morbilidad/mortalidad aumenta con la edad, por lo que el riesgo de ser obeso a los 35 años es de 8 a 10 veces si se ha sido obeso a los 10 años y de 35 a 56 veces si se ha sido a los 18 años (Guo et al., 1994).

Entre las variables que con más frecuencia se emplean para determinar el grado de obesidad y su vinculación con el estado de salud es el *perímetro de cintura*. En este estudio, el porcentaje de sujetos que presentó un perímetro de cintura mayor o igual al percentil 90, según edad y sexo asociado a riesgo

cardiovascular, correspondió al 74,5%. Burrows et al, (2005), registró resultados similares en escolares obesos chilenos, donde el porcentaje de riesgo cardiovascular en los pre púberes obesos alcanzó un 88%, estimado igualmente con el perímetro cintura.

Los resultados obtenidos indican que el ejercicio físico es una variable que puede modificar el perímetro de cintura. El incremento de la cantidad de ejercicio físico semanal de alta intensidad y tipo intermitente, disminuye en mayor proporción el perímetro de cintura en los sujetos obesos ($p < 0.001$) que sólo el incremento de actividad en las cantidades analizadas en este estudio ($p = 0.064$), sin que se alcance significación estadística entre ambos grupos experimentales. Por el contrario, una sesión semanal de ejercicio convencional según la normativa ministerial, provoca un aumento del perímetro de cintura (~ 1.87 cm; $p < 0.05$) que difiere de los grupos que incrementaron su práctica física semanal ($p < 0.05$).

La situación de los grupos experimentales coincide con lo reportado en el estudio de Racil et al., (2016), quienes tras 36 sesiones de ejercicio intermitente de intensidad moderada o intensa (80 y 100% de la máxima velocidad aeróbica respectivamente) demostraron que el ejercicio interválico de alta intensidad lograba porcentajes de cambio mayores que el de intensidad moderada y el control en obesos escolares. Vásquez et al. (2013) con una intervención de 3 meses de práctica de ejercicio de alta intensidad intermitente en una población similar (3 sesiones semanales), registró cambios en el perímetro de cintura, siendo estos cambios de mayor interés si previamente se realizaba una inducción de

recomendaciones nutricionales y apoyo psicológico de alimentación y actividad física previas. Los mismos resultados planteó el estudio de Pastucha et al, (2015), tras 6 meses de entrenamiento (desde 3 a 5 veces por semana, 40-60 min) con ejercicio moderado al 50-60 del $VO_2\text{max}$. Registraron una reducción del perímetro de cintura de un 6% en los varones. Farias et.al.,(2015) ejercitaron en una población de características similares 120 minutos semanales, con sesiones que asociaban ejercicio continuo, de flexibilidad y un deporte, esta intervención se extendió durante un año y logró un porcentaje de cambio de un 4,2% en el perímetro de cintura.

Debemos señalar que, al analizar los efectos del programa de ejercicios debido al proceso natural de crecimiento del grupo etario de la muestra, específicamente en las variables peso y talla, no se realizaron comparaciones entre el pre y post, debido a que estas variables fueron en aumento acorde al desarrollo de los sujetos. Igualmente estas no eran homogéneas en los tres grupos como se muestra en la sección de resultados (Tabla 3.2).

Las variables IMC, PC y grasa corporal corresponden a los parámetros más estudiados en investigaciones que relacionan el ejercicio con la obesidad. En nuestro estudio verificamos la homogeneidad de estas variables en los tres grupos, lo que nos permitió posteriormente realizar comparaciones intergrupo y observar los efectos del ejercicio. El IMC si bien no se modificó en los grupos experimentales, en el grupo control aumentó ($28,84\pm 3,14$ vs $29,29\pm 3,51$ respectivamente; $p=0.021$). Estos resultados difieren de la intervención de

Carrasco et al., (2015) con ejercicio de mediana a alta intensidad en jóvenes con sobrepeso, quien obtuvo contrariamente que el IMC disminuyó en los grupos experimentales y que en el grupo control se mantuvo. Acorde con nuestros resultados, Chang et al., (2008) registró que jóvenes obesos chinos que ejecutaron ejercicios variados por 9 meses con 3 sesiones semanales, observaron un incremento en el IMC del GC, registrando por el contrario una reducción de esta variable en el grupo experimental.

Si bien los tres grupos incrementan el peso, los experimentales reducen el %GC, lo que indicaría un incremento de la masa magra que complementaría la justificación del aumento de peso asociado al crecimiento corporal correspondiente en este grupo etario. El aumento de la masa magra también contribuye a justificar la mejora del VO₂max. en el GEAFI (Vasquez et al., 2013).

En relación al porcentaje de grasa, la población de estudio presentó una media de un 34,85%, acorde a los descrito por Burrows et al, (2005) en obesos de 6 a 15 años, los que presentaron 31,9%. Complementando esta información con los niveles de adiposidad, observamos que el 92,86% de nuestra muestra presentó un alto nivel de adiposidad, localizándose por encima de los límites establecidos en escolares cubanos de >25,01% y >30,01% en varones y mujeres respectivamente (Fariñas et al, 2011). En ambos casos el nivel de adiposidad ha sido calculado según Durenberg et al., (1990), haciendo los datos comparables.

Como en otros parámetros, se observa un efecto positivo de la cantidad de ejercicio en el porcentaje de grasa, disminuyendo en ambos grupos

experimentales con independencia del tipo de entrenamiento utilizado, aunque con mayor magnitud del cambio con el entrenamiento de alta intensidad intermitente (-8,85%). Por el contrario, el grupo control (GC) que no adicionó ejercicio semanal a lo definido según la normativa ministerial, aumentó el valor del porcentaje de grasa (+4,97%). Este resultado en los grupos experimentales coincide con el observado por Racil et. al., (2006), en el que el ejercicio de alta y moderada intensidad intermitente (100% y 80% respectivamente de la máxima velocidad aeróbica), provocó una reducción del porcentaje de grasa en 9,4 y 8,6% respectivamente.

Por lo tanto, la cantidad de ejercicio, y probablemente en mayor medida el aumento de la cantidad y de la intensidad de ejercicio físico semanal, parece proporcionar una modulación de las variables antropométricas hacia una composición corporal más acorde con un estado saludable y de menor riesgo de enfermedad. Al margen de la fácil comprensión en la asociación del incremento en la cantidad de práctica físico-deportiva y el mayor gasto calórico, el ejercicio de alta intensidad también se asocia a un mayor gasto metabólico basal después de la ejecución, junto a una reducción del apetito post ejercicio (Boutcher, 2010). Esta última situación la corrobora con el estudio de Guelfi et al, (2013) que después de 36 sesiones de ejercicio, identificó que el ejercicio aeróbico estimula la sensación de saciedad post ejercicio al compararlo con ejercicio de resistencia y un control.

El efecto oxidativo post ejercicio lo fundamenta Trapp et al., (2007), como consecuencia de la secreción de niveles significativos catecolaminas durante el ejercicio que puede mantener alto los niveles incluso por horas.

4.1.3. PARAMETROS DE RENDIMIENTO FÍSICO.

La población estudiada alcanzaron una media de VO_2 máx de $37,84 \pm 3,34$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$. Este valor es similar al alcanzado por Rodríguez, (2010) de $37,17$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ en 16 escolares obesos (9-13 años) europeos y Milano et al (2009) de $37,54$ y $32,11$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ (para varones y mujeres respectivamente) en escolares obesos brasileños de entre 10 y 16 años. Por el contrario, la media alcanzada es algo inferior a la aportada en el estudio de Navarrete et al., (2016) en escolares obesos chilenos de entre 9 a 14 años de la ciudad de Temuco ($45,37 \pm 6,89$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$). Si bien el test utilizado fue el mismo y las características de la población son similares, los sujetos del estudio de Navarrete también obtuvieron mejores resultados en el test de salto horizontal sin impulso donde alcanzaron una media de 122 cm vs 104 que se alcanzaron en nuestro estudio.

Los resultados obtenidos en la investigación presentada indican que el incremento de la cantidad de actividad física semanal parece mantener el valor relativo del VO_2 máx, mientras que si el incremento de actividad física se asocia a ejercicio de alta intensidad la mejora es de mayor magnitud (de $38,16 \pm 2,85$ a $40,98 \pm 4$ $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ $p < 0.001$). Por el contrario, la cantidad y tipo de actividad física realizada en las escuelas chilenas no es suficiente para mantener este

parámetro y experimenta un retroceso en tan solo 12 semanas de control ($p=0.012$).

La mejora del $VO_2\text{max}$ asociada al ejercicio intermitente de alta intensidad ya ha sido documentada en la literatura. Así, en otros estudios tras intervenciones similares a las de este estudio han registrado incrementos en el $VO_2\text{max}$ de entre el 1.68% y 20.87% tras 24 a 45 sesiones de intervención (Racil et.al, 2016; Rajú et. Al, 2014; Trapp, 2008), y de la potencia aeróbica máxima (+0.8%) tras 18 semanas de intervención en obesos escolares (Lau et al., 2015).

El incremento de peso de los grupos experimentales en general, parece ir ligado a un incremento o de la masa magra acorde con el cambio en el $VO_2\text{max}$ y el descenso en el %GC (Vasquez et al., 2013). Adicionalmente, el ejercicio de alta intensidad alcanza cambios en el % de grasa como respuesta al consumo excesivo de oxígeno post-ejercicio en los sujetos el practicaron este ejercicio probablemente por el aumento en los niveles de catecolaminas generados, siendo también el aumento del volumen mitocondrial (Talanian et al., 2007), otro de los factores vinculados a la mejora de esta variable.

En relación a la fuerza, los resultados obtenidos muestran valores de fuerza de prensión manual de entre $21,88\pm 6,03$ kg y $20,91\pm 5,66$ kg para la mano derecha e izquierda respectivamente. Estos resultados parece ser ligeramente superiores a los valores medios esperados para esta población de 18,95 y 18,02 kg. (Serrano et al., 2009) En relación al tren inferior, ($104,79\pm 26,05$ cm.), los valores medios reportados por Muros (2016) para el salto largo sin impulso en sujetos obesos

chilenos de características similares fueron de $111,8 \pm 10,9$ cm, un 6,27% superiores a los alcanzados por nuestra muestra.

Tras el periodo de intervención, se pudo observar un incremento generalizado de la fuerza de prensión en los grupos experimentales y de la potencia de las piernas en el grupo de entrenamiento convencional, sin que el de alta intensidad ni el GC manifestara cambios de interés. La intervención de Jordan (2014) en escolares españoles con sobrepeso y obesidad también identificó mejoras sobre la fuerza muscular de miembros superiores (indistintamente de la lateralidad) e inferiores. Ambas cualidades fueron evaluadas con los mismos test de nuestra investigación. En relación al GC, tanto en nuestro trabajo como en ambos estudios citados no se observaron variaciones en la fuerza muscular (Jordan, 2014). En contra de lo esperado, el grupo de entrenamiento de alta intensidad no mejoró la fuerza de piernas. Aunque la población fue homogénea en el inicio de la intervención, puede que el error del registro de este tipo de test conlleve una variabilidad en la medida que, en parte pueda justificar el resultado encontrado. No obstante, los sujetos del GEAFIC al inicio de la intervención presentaban un 1.33% más de fuerza en los miembros inferiores en comparación a la media muestral para la fuerza de miembros inferiores.

4.1.4. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS Y DEL PERFIL BIOQUÍMICO.

Los sujetos de la muestra presentaron una presión arterial sistólica (PAS) de $115,69 \pm 8,71$ mmHg y de $71,56 \pm 4,86$ mmHg de presión arterial diastólica

(PAD). Estos valores son acordes con los recientemente reportados por Racil et al., (2016) en este mismo tipo de población.

Numerosos estudios refieren una relación directa entre el aumento de peso corporal y el incremento de los valores de presión arterial, asociando esta situación a la alta prevalencia de hipertensión arterial en niños y adolescentes obesos comparados con niños de peso normal (Sorof et al., 2002; Poletti et al., 2006). Bancalari et al, (2011), en su estudio realizado en Chile sobre 3000 escolares de 10 comunas de Santiago, los sujetos obesos que presentaban hipertensión alcanzaron el 26%. Otro trabajo realizado en escolares de la ciudad de Corrientes-Argentina (Poletti, 2007), reflejó que en la población de escolares con normopeso la prevalencia de hipertensión arterial corresponde a un 10% mientras que en los obesos la cifra se elevaba a un 32%. Según la clasificación de la Rama de Nefrología, Sociedad Chilena de Pediatría (Lagomarsino et al., 2008), nuestros resultados ponen de manifiesto una menor prevalencia de hipertensión entre los escolares obesos testados, siendo el percentil correspondiente a “Hipertensión Arterial Estadio I” de 19,1 y 4,49% para la PAS y PAD respectivamente, aunque el porcentaje de casos con “Prehipertensión” es bastante elevado (21,35 y 13,48% respectivamente para PAS y PAD).

La diferencia en la situación de hipertensión según la PAS y PAD es comentada en el estudio de Invitti et al., (2003), en el que se indica que el niño obeso es afectado por factores que tienen efectos diferenciales sobre la presión diastólica y sistólica. De esta forma las alteraciones de la presión sistólica duplican

las alteraciones de la presión arterial diastólica. Nuestro estudio registró que las alteraciones de la presión sistólica son el triple de las diastólicas.

Ninguno de los grupos de estudio ha reflejado cambios en la PA al finalizar la intervención. En concordancia, el metaanálisis publicado por Guerra et al.,(2013), tampoco observó variaciones en la presión arterial por efecto del ejercicio físico considerando a tal efecto distintos tipos de intervenciones en actividad física. Este resultado está en consonancia con las expectativas, dada la prevalencia de normotensos en la muestra de estudio (59,55% de PAS y 82,02% de PAD) (Casanueva et al., 1992). Por el contrario Racil et al, (2016), mostraron una disminución de la PAS y PAD en ambos grupos de entrenamiento, mientras que solo el grupo control no mostró modificación.

En relación a los parámetros sanguíneos evaluados, la muestra de estudio analizada no presentaron valores alterados en la glicemia en ayunas. Este resultado también ha sido registrado en otros estudios como el de La Corte et al.,(2008), sobre 300 escolares venezolanos, donde la glicemia basal no presentaban diferencias según el estado nutricional de los testados (La Corte, A., 2008). Por otro lado, otros trabajos describen glicemias alteradas en escolares obesos entre el 1,4 y el 6,2% de la población testada (Angulo et al., 2009; Cevallos-Salazar, 2015).

El 23,47% de los escolares testados en este estudio mostraron una insulina basal alterada. Esta distribución es acorde a la descrita en los adolescentes EEUU (21%) pero superior al 11% asociado a los niños chilenos (Gallardo et al., 2006).

Al evaluar la resistencia insulínica con HOMA, en los sujetos de la muestra se observó que un 42,86% presentó un HOMA alterado. Esta distribución es ligeramente inferior a la registrada en escolares obesos Venezolanos (55.6%) (Angulo et al., 2013) y en escolares chilenos obesos de 5° y 6° básico empleando la misma técnica (61,6%) (Mardones, et al, 2013).

Identificar los sujetos con resistencia insulínica varía según el método utilizado, es así que al pesquisar el número de sujetos con valores alterados con el método insulina basal en nuestro estudio, la cifra de sujetos alterados se duplicó cuando la pesquisa se realizó con el método HOMA, lo que debe considerarse a la hora de interpretar estos resultados. En el estudio venezolano de Angulo et al. (2013), el número de sujetos alterados al comparar el método HOMA con el de insulina basal solo descendió en un 25%.

Al analizar los efectos del ejercicio en estos parámetros sanguíneos observamos que en nuestro estudio la glicemia de los sujetos obesos tiene una tendencia al aumento en todos los grupos. Sin embargo el aumento es levemente menor con la incorporación de 3 sesiones de ejercicio intermitente de alta intensidad (3,26 mg/dl) en todos los grupos de estudio el aumento de la glicemia se mantienen dentro de los rangos normales. De hecho, Casanueva et al., (1992) en su investigación indica que los valores en los parámetros sanguíneos podrían no disminuir con el ejercicio cuando los niveles iniciales son normales. Los estudios de Ricil et al., (2016), muestran que tanto la glicemia, insulina a basal y HOMA, disminuyeron tras la intervención con ejercicio de alta y mediana intensidad. Sin embargo los estudios de Perichart-Perera (2008), concuerdan con

lo ocurrido en esta investigación y registran incrementos de glicemia tras 16 semanas de intervención (20 min x 5 días/semana). En la misma línea de resultados, tanto la insulina basal y el HOMA, no se modificaron con la intervención de ejercicio.

En relación al perfil lipídico, un 3,6% de escolares testados mostró valores alterados en el colesterol total. Esta distribución es muy baja comparada con el 25% aportado en otros estudios (Romero-Velarde, 2007; D'Arrigo Dri, y Politti, 2008; Angulo, et al, 2009). Cevallos-Salazar, (2015), registró un 8,4% de sujetos con colesterol alterado, siendo esta proporción más cercana a la de nuestro estudio.

Los valores encontrados para el colesterol total, HDL y LDL son similares a los reportados en estudios con poblaciones de las mismas características (Berumen et al., 2014; Perichart-Perera, 2008; Cevallos-Salazar, 2015). La media de colesterol total observada correspondió a $156,09 \pm 21,29$ mg/dl y a $41,84 \pm 9,34$ (mg/dl) y $91,65 \pm 19,63$ (mg/dl) para el HDL y LDL respectivamente. La distribución de HDL en la población de estudio es la normal. Por otro lado, no hemos detectado alteraciones en el colesterol LDL, situación que discrepa de los valores mayores normalmente descritos en otras investigaciones con escolares obesos (Romero-Velarde et al, 2007; Cevallos-Salazar, 2015; D'Arrigo Dri, y Politti, 2008). Sólo Cevallos-Salazar, (2015), describió un 6% de sujetos con LDL alterado.

Con la excepción del 2% de escolares con alteración de triglicéridos observado en el estudio de D'Arrigo Dri, M., y Politti, (2008), nuestros datos arrojan

una baja proporción de sujetos con niveles alterados (10,20%) en relación a las descritas en otros estudios (Angulo, et al., 2009; Cevallos-Salazar, 2015).

En relación a los efectos del ejercicio sobre el perfil lipídico, el colesterol total disminuye (-5,29%) cuando se incrementa la cantidad de ejercicio semanal, en especial, si el tipo de actividad que se utiliza es intermitente y de alta intensidad. Por el contrario, la práctica de sólo el ejercicio escolar lo incrementa. Estos resultados son acordes con otros estudios que contrastaron el efecto de una intervención de 100 minutos a la semana en escolares mexicanos (Perichart-Perera, 2008) y con 60 min de ejercicio al 60-70% FC max en escolares chilenos (Casanueva et al, 1992), mientras que el GC llegó a alcanzar incrementos de esta variable (Casanueva et al, 1992).

Al observar los efectos sobre las lipoproteínas de alta y baja intensidad observamos que el entrenamiento intermitente de alta intensidad aumentó el colesterol HDL, comportamiento contrario a lo reportado por Casanueva (1992) y Perichart-Perera (2008). Otros estudios no muestran cambios de interés en el comportamiento de esta variable, las revisiones en las que se intervino con ejercicio aeróbico sin embargo, disminuyó el %GC y aumentó la capacidad aeróbica (Kelley, 2008).

Por otro lado, en nuestra investigación se observó un descenso del colesterol LDL independiente del entrenamiento utilizado, situación que sigue el mismo comportamiento en el estudio de Casanueva, (1992) con escolares obesos

de Chile. Por el contrario, no adicionar 3 sesiones de ejercicio semanal a las definidas según la normativa ministerial, provocó un aumento del colesterol LDL.

Los sujetos obesos que incorporan 3 sesiones semanales de ejercicio intermitente de alta intensidad sobre las definidas por el ministerio, no modificaron sus niveles de triglicéridos. Sin embargo, cuando el entrenamiento fue del tipo convencional o no se añadieron sesiones de ejercicio semanal los niveles de triglicéridos aumentaron, siendo en el último caso el aumento mayor. Para Casanueva (1992), los triglicéridos no sufren modificaciones con el ejercicio. Sin embargo Perichart-Perera (2008) confirma disminuciones en los triglicéridos con el ejercicio, los descensos en los triglicéridos por efecto del ejercicio se observan cuando los sujetos poseen antes de la intervención los triglicéridos alterados en nuestro estudio solo el 10,2% presentaba alteración previa.

No obstante, resultados más significativos relacionados con el perfil lipídico parecen obtenerse cuando el ejercicio es combinado con indicaciones en la alimentación (Cai, 2014). La revisión sistemática de Cordero (2014) identificó que la educación nutricional relacionada al sujeto y el entorno familiar se presenta como fundamental para observar mayores efectos en las intervenciones con ejercicios para niños obesos, debido a que permite reforzar las conductas positivas para el cambio a un estilo de vida más saludable.

En este estudio no se han realizado este tipo de asesoramientos nutricionales, sólo se evaluó la calidad alimentaria antes y después de la

intervención, por lo que no podemos conocer la interacción entre ambas intervenciones.

4.1.5. PARÁMETROS CON INDICADORES COGNITIVOS Y DE HÁBITOS SALUDABLES.

El 89,7% de los escolares estudiados se cataloga según sus promedios de notas como “bueno” y “muy bueno”. Al observar el rendimiento por materias, puede observarse que las asignaturas de matemáticas, lenguaje e historia son las que reúnen el mayor porcentaje de alumnos en las categorías “suficiente e insuficiente”. Si comparamos los resultados regionales con los nacionales según el sistema de medición de la calidad en educación (SIMCE, 2015), se muestra que en estas tres áreas evaluadas: Lenguaje, Matemáticas e Historia, los resultados regionales no superan el promedio nacional y solo en el área de lenguaje coincide con la media chilena. La mayor brecha la encontramos en el área de historia.

En relación a las calificaciones obtenidas en la asignatura de educación física y salud, el 95,88% de los sujetos de este estudio fue evaluado con nota “bueno o muy bueno” y solo el 4,12% fue calificado con “suficiente o insuficiente”. Esta distribución contrasta con los datos del SIMCE de educación física, donde los resultados tanto nacionales como regionales reflejan lo contrario. El promedio nacional de alumnos que obtienen un nivel satisfactorio en aspectos estructurales de la educación física corresponde tan solo a un 2% y en la región de Arica y Parinacota a un 6%. En relación a los aspectos funcionales de la condición física,

alcanzan un nivel satisfactorio el 28% de los evaluados a nivel nacional y un 30% a nivel regional.

Estos resultados son más coincidentes con los puntajes encontrados en nuestro estudio en hábitos de actividad física.

En relación a los efectos del ejercicio sobre el rendimiento académico y las características cognitivas de memoria y atención, si bien en estas últimas encontramos mejoras por efecto del ejercicio, se observaron descensos en el rendimiento escolar en los GC y experimental con actividad física convencional. La literatura describe una asociación directa entre el aumento de la capacidad aeróbica y el volumen de hipocampo y ganglios basales en niños de 10 y 11 años (Chaddock et al., 2010). Investigaciones refuerzan la importancia la actividad física durante el periodo escolar y lo asocian a beneficios, entre otros, en el rendimiento escolar (Dwyer et al, 2001; Dwyer et al, 1983; Linder, 1999; Linder, 2002; Shephard, 1997; Tremblay et. al, 2000; Ramírez et al., 2004). En un estudio similar con españoles, se observó la relación de la práctica de actividad física y deportiva extraescolar con el rendimiento escolar, específicamente en las asignaturas de lenguaje y comunicación y actividad física (González, 2014). Coe et al., (2006) si bien no llegó a relacionar significativamente el rendimiento académico con los niveles de actividad física, observó que las calificaciones más altas fueron asociadas con el ejercicio físico vigoroso. Este resultado es acorde con el mantenimiento del rendimiento académico del grupo experimental de alta intensidad ($p=0,167$), mientras que descendió en el resto de los grupos testados.

Si bien este estudio no incorpora un análisis correlacional entre estas variables, si se ha constatado los cambios de ambas por efecto de la intervención. Por tanto, existe algo de controversia en las experiencias, pues si bien algunas explicitan la estrecha relación entre el ejercicio sobre las funciones cerebrales y cognitivas que se manifestarían en las mejoras del rendimiento académico (Chaddock-Heyman et al., 2013; Chomitz et al., 2009; Fedewa et al., 2011), otras indican lo contrario, no estando suficientemente constatado la relación entre ejercicio y rendimiento académico (Ahamed et al., 2007; LeBlanc et al., 2012); la atención (Pirrie et al., 2012) y el rendimiento cognitivo. Por tanto, estas asociaciones aún no están bien definidas y parecen estar condicionadas por múltiples factores (Keeley et al., 2009).

En relación a las capacidades cognitivas en los grupos intervenidos, la incorporación de 3 sesiones de ejercicio semanal adicional, con independencia del tipo, mejora las capacidades de memoria y atención. Otros estudios evidencian que al aumentar las horas de actividad física se obtienen mejoras en salud, disciplina, entusiasmo y funcionamiento académico (Ramírez, 2004). En Chile, en una población de primer año básico de la ciudad de Temuco, se observó una correlación entre actividad física y capacidad cognitiva, aplicando el mismo instrumento de medición (Matus, 2016).

El 12,9% de los escolares evaluados presenta buenos hábitos de actividad física, confirmando tendencia al sedentarismo de los niños obesos (Godard, et al, 2008) y más cercanos a los resultados del SIMCE.

Escolares chilenos obesos, de 8 a 13 años, registraron con la misma herramienta aplicada en este estudio, una media de puntaje de 2, valor muy inferior al $4,71 \pm 1,61$ alcanzado en este estudio, siendo igualmente deficiente este valor considerando un puntaje máximo total de 10. Además, la intervención no produjo cambios en los resultados de las encuestas, poniendo de manifiesto que para generar el hábito no es suficiente modificar la práctica, sino que otras actuaciones que involucren más activamente a los participantes o a sus padres o tutores legales podrían ser determinantes. De hecho el 55,6 y 65,5% en los niños y niñas de 8 a 9 años, y el 35,7 y 66,7% en los niños y niñas de 10 a 11 años nunca realizaban actividad física fuera del colegio (Olivares, 2006).

El 77,42% de los escolares de la muestra registró malos hábitos de calidad alimentaria, lo que concuerda con los estudios que correlacionan los hábitos alimentarios con el estándar que pretende la política pública (Castillo, Escalona y Rodríguez, (2016). Nuestro estudio plantea que el 4,3% de los escolares presenta buenos hábitos en su calidad alimentaria, dato acorde con el 5% descrito en la Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA). Hemos observado también que los preescolares obesos proporcionan un consumo cuatro veces mayor de alimentos del grupo de cereales, patatas y leguminosas frescas, comparados con sus pares no obesos (ENCA, 2010). El ejercicio no modificó la calidad alimentaria

en los sujetos de la muestra, situación que coincide con los estudios de Vásquez et al, (2013) quienes evaluaron la calidad alimentaria con el mismo instrumento que nuestro estudio. Si bien los estudios de Boutcher (2010) y Bilski et al., (2009) manifiestan una disminución de la ingesta posterior al ejercicio intenso, estas no siempre logran reflejarse en el instrumento de medición de la calidad alimentaria.

El 71,5% los padres de los sujetos en estudio, mantenía enseñanza media completa, situación que coincide con las estadísticas chilenas que indican que el 83% de la población entre 15 y 64 años presenta educación media completa y el 18% presenta enseñanza superior. Nuestro estudio presentó un promedio de 11,7% de padres con enseñanza superior, además evidenció que los hombres mantienen menores niveles de escolaridad que las mujeres, lo que coincide con las estadísticas nacionales (Centro de estudios MINEDUC, 2011) siendo el promedio de escolaridad de 8,5 años promedio.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados obtenidos, de manera general podemos concluir que, el incremento de la cantidad de ejercicio físico semanal, con independencia de que organice como intermitente de alta intensidad o de tipo convencional, mejora la condición física, la capacidad cognitiva y la salud de los escolares obesos chilenos. Estos cambios vinculan directamente el incremento de la cantidad de práctica física semanal con una reducción de las comorbilidades asociadas a la obesidad.

Los escolares obesos que no experimentaron un aumento del volumen de ejercicio, mostraron modulaciones negativas en su composición corporal (% grasa y perímetro de cintura), empeoraron su perfil lipídico, condición física y el rendimiento académico. Estos resultados permiten determinar que las actuales disposiciones curriculares chilenas de la asignatura Educación física y Salud, no cumplen con los objetivos de mejorar la condición física, la salud y generar hábitos de ejercicio en los escolares.

No existen diferencias importantes en el efecto que el tipo de ejercicio semanal implementado (intermitente de alta intensidad o de tipo convencional) ejerce sobre la composición corporal, perfil lipídico y función cognitiva en la población de escolares obesos estudiada. Sin embargo, el ejercicio de alta

intensidad parece producir cambios más importantes en la condición física general y rendimiento académico, variables que se por el contrario se mantienen cuando el ejercicio desarrollado es similar al del contenido de las clases de educación física escolar.

La ausencia de cambios en los hábitos saludables por efecto de la intervención en ninguno de los grupos de estudio, pone de manifiesto la necesidad de planificar intervenciones específicas sobre los cambios de conductas, intervenciones que deberían desarrollarse desde la propia educación física escolar.

CAPÍTULO VI: BIBLIOGRAFÍA

- Ahamed, Y., Macdonald, H., Reed, K., Naylor, P. J., Liu-Ambrose, T., & McKay, H. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 371.
- Albala, C., Kain, J., Burrows, R., & Díaz, E. (2000). *Obesidad: un desafío pendiente*. Universitaria. Santiago.
- Alemán, J. A., de Baranda Andujar, P. S., & Ortín, E. J. O. (2014). Guía para la prescripción de ejercicio físico en pacientes con riesgo cardiovascular. SEH-LELHA.
- Aloia, J. F., Vaswani, A., Ma, R., & Flaster, E. (1996). Aging in women—the four-compartment model of body composition. *Metabolism*, 45(1), 43-48.
- Angulo, N., Barbella Szarvas, S., López, M., & Castro de Kolster, C. (2009). Índice de masa corporal, dislipidemia e hiperglicemia en niños obesos. *Comunidad salud*, 7(1), 1-8.
- Angulo, N., de Szarvas, S. B., Mathison, Y., Hadad, E., González, D., Hernández, A., & Guevara, H. (2013). Diagnóstico de resistencia a la insulina por métodos indirectos en escolares obesos. *Investigación Clínica*, 54(2).
- Anuradha, R. K., Sathyavathi, R. B., Reddy, T. M., Hemalatha, R., Sudhakar, G., Geetha, P., & Reddy, K. K. (2015). Effect of social and environmental determinants on overweight and obesity prevalence among adolescent school children. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 19(2), 283.
- Arruza, J., & Alzate, R. (2007). Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. *Revista de Psicología del Deporte*, 5(2).
- Astrup, A. (1999). Macronutrient balances and obesity: the role of diet and physical activity. *Public health nutrition*, 2(3a), 341-347.
- Atalah, S. E. (2012). Epidemiología de la obesidad en Chile. *Revista médica Clínica Las Condes*, 23(2), 117-123.
- Aznar Laín, S., & Webster, T. (2006). *Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en su educación*. Ministerio de Educación.
- Bancalari, R., Díaz, C., Martínez-Aguayo, A., Aglony, M., Zamorano, J., Cerda, V., ... & García, H. (2011). Prevalencia de hipertensión arterial y su asociación con la obesidad en edad pediátrica. *Revista médica de Chile*, 139(7), 872-879.

- Berumen, E. A., Miranda, L. M. G., Balcázar, E. T., Alvarado, V. H. P., & Rentería, I. (2014). Valores de referencia de colesterol, triglicéridos y glucosa en niños hispanos, de entre 6 a 11 años, en estados de la frontera norte de México y Estados Unidos de América. *Nutrición Hospitalaria*, 31(n02), 704-709.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (1848). Ley S/N. Id Norma 1024220. <http://bcn.cl/1v1tw>
- Blair, S. N., Kohl, H. W., Barlow, C. E., Paffenbarger, R. S., Gibbons, L. W., & Macera, C. A. (1995). Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *Jama*, 273(14), 1093-1098.
- Boden, G. (1997). Role of fatty acids in the pathogenesis of insulin resistance and NIDDM. *Diabetes*, 46(1), 3-10.
- Bonet Serra, B., Quintanar Rioja, A., Alavés Buforn, M., Martínez Orgado, J., Espino Hernández, M., & Pérez-Lescure Picarzo, F. J. (2003). Presencia de genu valgum en obesos: causa o efecto. In *Anales de Pediatría*, 58(3), 232-235.
- Borg, G. (1970). Physical training. 3. Perceived exertion in physical work. *Läkartidningen*, 67(40), 4548.
- Bouchard, C., Depres, J. P., & Tremblay, A. (1993). Exercise and obesity. *Obesity research*, 1(2), 133-147.
- Bouchard, C., Shephard, R. J., & Stephens, T. (1993). Physical activity, fitness, and health. Human Kinetics Publishers, 11-23.
- Boutcher, S. H. (2010). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of obesity*, 2011, ID 868305, doi:10.1155/2011/868305.
- Bray, G. A. (2004). Medical consequences of obesity. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 89(6), 2583-2589.
- Bray, G. A., & Popkin, B. M. (1998). Dietary fat intake does affect obesity!. *The American journal of clinical nutrition*, 68(6), 1157-1173.
- Brian, J. (2000). Fitness y salud. España. Editorial Tutor SA.
- Brinton, L. A. (1991). Epidemiology of cervical cancer--overview. *IARC scientific publications*, (119), 3-23.

- Burrows, R. (2000). Prevención y tratamiento de la obesidad desde la niñez: la estrategia para disminuir las enfermedades crónicas no transmisibles del adulto. *Revista médica de Chile*, 128(1), 105-110.
- Burrows, R., Burgueño, M., Leiva, L., Ceballos, X., Guillier, I., Gattas, V., ... & Albala, C. (2005). Perfil metabólico de riesgo cardiovascular en niños y adolescentes obesos con menor sensibilidad insulínica. *Revista médica de Chile*, 133(7), 795-804.
- Burrows, R., Díaz, E., Sciaraffia, V., Gattas, V., Montoya, A., & Lera, L. (2008). Hábitos de ingesta y actividad física en escolares, según tipo de establecimiento al que asisten. *Revista médica de Chile*, 136(1), 53-63.
- Burrows, R., Gattas, V., Leiva, L., Barrera, G., & Burgueño, M. (2001). Características biológicas, familiares y metabólicas de la obesidad infantil y juvenil. *Revista médica de Chile*, 129(10), 1155-1162.
- Burrows, R., Leiva, L., Weistaub, G., Ceballos, X., Gattas, V., Lera, L., & Albala, C. (2007). Síndrome metabólico en niños y adolescentes: asociación con sensibilidad insulínica y con magnitud y distribución de la obesidad. *Revista médica de Chile*, 135(2), 174-181.
- Bustos, E. D., Villarroel, C. S., & Jara, J. M. (2007). *GUIA CONTEMPORANEA DE EJERCICIO Y SALUD*, Santiago.
- Butte, N. F., Hopkinson, J. M., Wong, W. W., Smith, E. O. B., & Ellis, K. J. (2000). Body composition during the first 2 years of life: an updated reference. *Pediatric research*, 47(5), 578-585.
- Caballero, B. (2012). Prevención de la obesidad en edad temprana. *Arch. argent. pediatr*, 110(6), 497-502.
- Cai, L., Wu, Y., Cheskin, L. J., Wilson, R. F., & Wang, Y. (2014). Effect of childhood obesity prevention programmes on blood lipids: a systematic review and meta-analysis. *Obesity reviews*, 15(12), 933-944.
- Carrasco Beltrán, H., Garrido, R., Rafael, E., Ulloa Díaz, D., Chiroso Ríos, I. J., & Chiroso Ríos, L. J. (2015). Efecto de los juegos reducidos en la composición corporal y la condición física aeróbica en un grupo de adolescentes escolares. *Revista médica de Chile*, 143(6), 744-750.
- Carrasco, F., Reyes, E., Núñez, C., Riedemann, K., Rimler, O., Sánchez, G., & Sarrat, G. (2002). Gasto energético de reposo medido en obesos y no obesos: comparación

- con la estimación por fórmulas y ecuaciones propuestas para población chilena. *Revista médica de Chile*, 130(1), 51-60.
- Carro, E., Trejo, J. L., Busiguina, S., & Torres-Aleman, I. (2001). Circulating insulin-like growth factor I mediates the protective effects of physical exercise against brain insults of different etiology and anatomy. *The Journal of Neuroscience*, 21(15), 5678-5684.
- Casanueva, V., Milos, C., Chiang, M. T., Espejo, V., Cid, X., & Riquelme, G. (1992). Efectos de un programa de entrenamiento aeróbico de dos años de duración sobre el perfil lipídico de escolares obesos. *Revista chilena de pediatría*, 63(6), 312-315.
- Castillo, V., Escalona, J., & Rodríguez, C. (2016). Hábitos alimentarios en la población escolar chilena: Análisis comparativo por tipo de establecimiento educacional. *Revista chilena de nutrición*, 43(1), 06-11.
- Caussade, S., Contreras, I., Villarroel, L., Fierro, L., Sánchez, I., Bertrand, P., & Holmgren, N. L. (2015). Valores espirométricos en niños y adolescentes chilenos sanos. *Revista médica de Chile*, 143(11), 1386-1394.
- Cedergren, M. I. (2004). Maternal morbid obesity and the risk of adverse pregnancy outcome. *Obstetrics & Gynecology*, 103(2), 219-224.
- Center for disease Control and Prevention. (2016) CDC Division of Nutrition, Physical Activity, and Obesity, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion. [cited 2016 Septiembre 12]. Available from: <http://www.cdc.gov/obesity/index.html>
- Centro de estudios MINEDUC. RESUMEN ESTADÍSTICO DE LA EDUCACIÓN EN CHILE 2000 – 2011 Disponible en: http://historico.enlaces.cl/tp_enlaces/portales/tp5996f8b7cm96/uploadImg/File/ResumenEstadistico_2000-2011.pdf
- Cervera, S. B., Campos-Nonato, I., Rojas, R., & Rivera, J. (2010). Obesidad en México: epidemiología y políticas de salud para su control y prevención. *Órgano Oficial de la Academia Nacional de Medicina de México*, AC, 146, 397-407.
- Cevallos-Salazar, J., Flores-Carrera, O., Lozano-Ruiz, P., Cruz-Mariño, A., Martín-Mateo, M., & Romero-Sandoval, N. (2015). Glucemia y lipemia en escolares con obesidad en el distrito metropolitano de Quito, Ecuador. *DUAZARY*, 12(1), 7-14.

- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., ... & Cohen, N. J. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain research*, 1358, 172-183.
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A review of the relation of aerobic fitness and physical activity to brain structure and function in children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(6), 975-985.
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M., Knecht, A., Pontifex, M. B., Castelli, D., ... & Kramer, A. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 72.
- Chamorro, R. A., Durán, S. A., Reyes, S. C., Ponce, R., Algarín, C. R., & Peirano, P. D. (2011). La reducción del sueño como factor de riesgo para obesidad. *Revista médica de Chile*, 139(7), 932-940.
- Chang, C., Liu, W., Zhao, X., Li, S., & Yu, C. (2008). Effect of supervised exercise intervention on metabolic risk factors and physical fitness in Chinese obese children in early puberty. *Obesity Reviews*, 9(s1), 135-141.
- Chicharro, J. L., & Vaquero, A. F. (2006). *Fisiología del ejercicio/Physiology of Exercise*. Ed. Médica Panamericana.
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F., & Hacker, K. A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, 79(1), 30-37.
- Christin, L., O'Connell, M., Bogardus, C., Danforth, E., & Ravussin, E. (1993). Norepinephrine turnover and energy expenditure in Pima Indian and white men. *Metabolism*, 42(6), 723-729.
- Coe, D. P., Pivarnik, J. M., Womack, C. J., Reeves, M. J., & Malina, R. M. (2006). Effect of physical education and activity levels on academic achievement in children. *Medicine and science in sports and exercise*, 38(8), 1515.
- Colin-Ramirez, E., Castillo-Martínez, L., Orea-Tejeda, A., Vergara-Castañeda, A., Keirns-Davis, C., & Villa-Romero, A. (2010). Outcomes of a school-based intervention

- (RESCATE) to improve physical activity patterns in Mexican children aged 8–10 years. *Health education research*, 25(6), 1042-1049.
- Cordero, M. A., Piñero, A. O., Vilar, N. M., García, J. S., Verazaluce, J. G., García, I. G., & López, A. S. (2014). Programas de actividad física para reducir sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes; revisión sistemática. *Nutrición Hospitalaria*, 30(4), 727-740.
- Cristi-Montero, C., & Rodríguez, R. (2014). Paradoja" activo físicamente pero sedentario, sedentario pero activo físicamente".: Nuevos antecedentes, implicaciones en la salud y recomendaciones. *Revista médica de Chile*, 142(1), 72-78.
- Curilem Gatica, C., Almagià Flores, A., & Yuing Farías, T. (2015). Aplicación del test Course Navette en escolares. *Mot. Hum.*, 16(2), 95-99.
- D'Arrigo Dri, M., & Politti, R. (2008). Prevalencia de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular: obesidad y perfil lipídico. *An Pediatr (Barc)*, 68(3), 257-63.
- De la Calle, F. M., Armijo, O., Martín, E., Sancha, M., Magdaleno, F., Omeñaca, F., & González, A. (2009). Sobrepeso y obesidad pregestacional como factor de riesgo de cesárea y complicaciones perinatales. *Revista chilena de obstetricia y ginecología*, 74(4), 233-238.
- De Lucas Ramos, P., Rodríguez González-Moro, J. M., & Rubio Socorro, Y. (2004). Obesidad y función pulmonar. *Archivos de bronconeumología*, 40(Notice: Undefined index: numero Inicial in/var/www/html/includes_ws/modulos/meta-scholar.php on line, 48, 27-31.
- Deurenberg, P., Pieters, J. J., & Hautvast, J. G. (1990). The assessment of the body fat percentage by skinfold thickness measurements in childhood and young adolescence. *British Journal of Nutrition*, 63(02), 293-303.
- Devís, J. D. (2000). *Actividad física, deporte y salud*. Barcelona: Paidotribo.
- Dietz, W. H. (1998). Health consequences of obesity in youth: childhood predictors of adult disease. *Pediatrics*, 101(2), 518-525.
- Durnin, J. V. G. A., & Womersley, J. V. G. A. (1974). Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *British journal of nutrition*, 32(01), 77-97.

- Durruty Alfonso, P., & García de los Ríos Alvarez, M. (2001). Glucotoxicidad y lipotoxicidad: factores en la patogénesis y evolución de la diabetes tipo 2. *Rev. méd. Chile*, 129(6), 671-9.
- Edel Navarro, R. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *REICE: Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 1(2).
- Elgart, J., Pfirter, G., Gonzalez, L., Caporale, J., Cormillot, A., Chiappe, M. L., & Gagliardino, J. (2010). Obesidad en Argentina: epidemiología, morbimortalidad e impacto económico. *Rev Argent Salud Pública*, 1(5), 6-12.
- Eliakim, A., Brasel, J. A., & Cooper, D. M. (1999). GH response to exercise: assessment of the pituitary refractory period, and relationship with circulating components of the GH-IGF-I axis in adolescent females. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*, 12(1), 47-56.
- ENS. (2010). Encuesta Nacional de Salud Chile 2009-2010. Ministerio de Salud. Chile, 335-366.
- Epstein, L. H., Valoski, A. M., Kalarchian, M. A., & McCurley, J. (1995). Do children lose and maintain weight easier than adults: a comparison of child and parent weight changes from six months to ten years. *Obesity research*, 3(5), 411-417.
- Escalante, Y., Saavedra, J. M., García-Hermoso, A., & Domínguez, A. M. (2012). Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: a systematic review. *Preventive medicine*, 54(5), 293-301.
- Espinosa, J. S., & Bravo, J. C. (2002). *Rehabilitación cardíaca y atención primaria*. Madrid: Panamericana.
- Farias, E. D. S., Gonçalves, E. M., Morcillo, A. M., Guerra-Júnior, G., & Amancio, O. M. S. (2015). Effects of programmed physical activity on body composition in post-pubertal schoolchildren. *Jornal de pediatria*, 91(2), 122-129.
- Fariñas Rodríguez, L., Vázquez Sánchez, V., Martínez Fuentes, A., Fuentes Smith, L. E., Toledo Borrero, E., & Martiato Hendrich, M. (2011). Evaluación nutricional de niños de 6 a 11 años de Ciudad de La Habana. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, 30(4), 439-449.

- Farooqi, I. S., & O'rahilly, S. (2008). Mutations in ligands and receptors of the leptin-melanocortin pathway that lead to obesity. *Nature Clinical Practice Endocrinology & Metabolism*, 4(10), 569-577.
- Fedewa, A. L., & Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research quarterly for exercise and sport*, 82(3), 521-535.
- Felson, D. T. (1996). Does excess weight cause osteoarthritis and, if so, why?. *Annals of the rheumatic diseases*, 55(9), 668.
- Feriche, B., Chiroso, L. J., & Chiroso, I. (2002). Validez del uso de la RPE en el control de la intensidad del entrenamiento en balonmano. *Arch Med Deporte*, 19(91), 377-383.
- Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschall, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., ... & Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 15(1), 109-115.
- Frisancho, A. R. (1981). New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *The American journal of clinical nutrition*, 34(11), 2540-2545.
- Gallardo, V., Avila, A., Unuane, N., & Codner, E. (2006). Glicemia de ayuno versus prueba de tolerancia oral a la glucosa en la detección de intolerancia a la glucosa en niños y adolescentes obesos. *Revista médica de Chile*, 134(9), 1146-1152.
- García Manso, J. M., Navarro Valdivielso, M., & Ruiz Caballero, J. A. (1996). *Planificación del entrenamiento deportivo*. Madrid: Gymnos.
- García Vidal, J., Manjón, D. y Ortiz, B. (2006). *Batería Psicopedagógica Evalúa 5*. Madrid: EOS.
- Gidding, S. S., Bao, W., Srinivasan, S. R., & Berenson, G. S. (1995). Effects of secular trends in obesity on coronary risk factors in children: the Bogalusa Heart Study. *The Journal of pediatrics*, 127(6), 868-874.
- Godard, C., Rodríguez, M. D. P., Díaz, N., Lera, L., Salazar, G., & Burrows, R. (2008). Valor de un test clínico para evaluar actividad física en niños. *Revista médica de Chile*, 136(9), 1155-1162.
- González Sánchez, R., Llapur Milián, R., & Rubio Olivares, D. (2009). Caracterización de la obesidad en los adolescentes. *Revista Cubana de Pediatría*, 81(2), 0-0.

- González, E. R., & Ortega, A. P. (2013). Relación de sobrepeso y obesidad con nivel de actividad física, condición física, perfil psicomotor y rendimiento escolar en población infantil (8 a 12 años) de Popayán. *Revista Movimiento Científico*, 7(1), 71-84.
- González, J., & Portolés, A. (2014). Actividad física extraescolar: relaciones con la motivación educativa, rendimiento académico y conductas asociadas a la salud, 9(1), 51-65.
- Gray, N., Picone, G., Sloan, F., & Yashkin, A. (2015). Relation between BMI and diabetes mellitus and its complications among US older adults. *Southern medical journal*, 108(1), 29-36.
- Greenough, W. T., Black, J. E., & Wallace, C. S. (1987). Experience and brain development. *Child development*, 539-559.
- Griffiths, B. (2004). Parents key to reducing overweight in children: Political pressure is needed. *BMJ: British Medical Journal*, 328(7432), 169.
- Grima, J. R. S., & Calafat, C. B. (2004). Prescripción de ejercicio físico para la salud (Vol. 1). Editorial Paidotribo.
- Guelfi, K. J., Donges, C. E., & Duffield, R. (2013). Beneficial effects of 12 weeks of aerobic compared with resistance exercise training on perceived appetite in previously sedentary overweight and obese men. *Metabolism*, 62(2), 235-243.
- Guerra, P. H., Nobre, M. R. C., Silveira, J. A. C. D., & Taddei, J. A. D. A. C. (2013). The effect of school-based physical activity interventions on body mass index: a meta-analysis of randomized trials. *Clinics*, 68(9), 1263-1273.
- Guo, S. S., Roche, A. F., Chumlea, W. C., Gardner, J. D., & Siervogel, R. M. (1994). The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. *The American journal of clinical nutrition*, 59(4), 810-819.
- Gussinyer, S., García-Reyna, N. I., Carrascosa, A., Gussinyer, M., Yeste, D., Clemente, M., & Albisu, M. (2008). Cambios antropométricos, dietéticos y psicológicos tras la aplicación del programa «Niñ@s en movimiento» en la obesidad infantil. *Medicina clínica*, 131(7), 245-249.

- Haapala, E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 4(1), 53-61.
- Hartz, A. J., Rupley, D. C., Kalkhoff, R. D., & Rimm, A. A. (1983). Relationship of obesity to diabetes: influence of obesity level and body fat distribution. *Preventive medicine*, 12(2), 351-357.
- Heitmann, B. L. (1993). The influence of fatness, weight change, slimming history and other lifestyle variables on diet reporting in Danish men and women aged 35-65 years. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17(6), 329-336.
- Hillman, C. H., Kamijo, K., & Scudder, M. (2011). A review of chronic and acute physical activity participation on neuroelectric measures of brain health and cognition during childhood. *Preventive Medicine*, 52, S21-S28.
- Hoffmans, M. D. A. F., Kromhout, D., & de Lezenne Coulander, C. (1988). The impact of body mass index of 78,612 18-year old Dutch men on 32-year mortality from all causes. *Journal of clinical epidemiology*, 41(8), 749-756.
- Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc.*, 41(1), 3-13. doi:10.1249/MSS.0b013e31818cb278
- Hubert, H. B., Feinleib, M., McNamara, P. M., & Castelli, W. P. (1983). Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation*, 67(5), 968-977.
- Ilustre Municipalidad de Arica (2016). Arica ciudad de la eterna primavera. [Online]; 2016 [cited 2016 Febrero 25. Available from: <http://www.muniarica.cl/page.php?id=6>.
- Instituto nacional de estadísticas 2015. Online; 2017 cited 2017 marzo 26 Available from: http://www.ine.cl/canales/menu/publicaciones/calendario_de_publicaciones/pdf/compendio_estadistico_ine_2015.pdf
- Invitti, C., Guzzaloni, G., Gilardini, L., Morabito, F., & Viberti, G. (2003). Prevalence and concomitants of glucose intolerance in European obese children and adolescents. *Diabetes care*, 26(1), 118-124.
- Isaacs, K. R., Anderson, B. J., Alcantara, A. A., Black, J. E., & Greenough, W. T. (1992). Exercise and the brain: angiogenesis in the adult rat cerebellum after vigorous

- physical activity and motor skill learning. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, 12(1), 110-119.
- Jakicic, J. M., Wing, R. R., Butler, B. A., & Robertson, R. J. (1995). Prescribing exercise in multiple short bouts versus one continuous bout: effects on adherence, cardiorespiratory fitness, and weight loss in overweight women. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 19(12), 893-901.
- Jakicic, J. M., Winters, C., Lang, W., & Wing, R. R. (1999). Effects of intermittent exercise and use of home exercise equipment on adherence, weight loss, and fitness in overweight women: a randomized trial. *Jama*, 282(16), 1554-1560.
- Jordán, O. R. C., Vicedo, J. C. P., Madrona, P. G., & Tortosa, M. (2014). Intervención escolar para corregir el sobrepeso y la obesidad: diseño, implementación y evaluación de un programa de educación física para primer ciclo de ESO. *Trauma*, 25(4), 200-204.
- Kain J., Olivares S., Castillo M., Vio F. (2001). Validación y aplicación de instrumentos para evaluar intervenciones educativas en obesidad de escolares. *Revista Chilena de pediatría*, 72(4), 308-318.
- Kain, J., Olivares, S., Romo, M., Leyton, B., Vio, F., Cerda, R., ... & Albala, C. (2004). Estado nutricional y resistencia aeróbica en escolares de educación básica: línea base de un Proyecto de Promoción de la Salud. *Revista médica de Chile*, 132(11), 1395-1402.
- Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C. T., Castelli, D. M., & Hillman, C. H. (2011). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental science*, 14(5), 1046-1058.
- Kannel, W. B. (1996). Cardiovascular risk factors in the older adult. *Hospital Practice*, 31(11), 135-150.
- Keeley, T. J., & Fox, K. R. (2009). The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 198-214.
- Kelley, G. A., & Kelley, K. S. (2008). Effects of aerobic exercise on Non-HDL-C in children and adolescents: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Progress in cardiovascular nursing*, 23(3), 128.

- Keys, A. (1980). Alpha lipoprotein (HDL) cholesterol in the serum and the risk of coronary heart disease and death. *The Lancet*, 316(8195), 603-606.
- Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatr Exerc Sci*, 26(2), 138-46.
- Kissebah, A. H., Vydelingum, N., Murray, R., Evans, D. J., KALKHOFF, R. K., & ADAMS, P. W. (1982). Relation of Body Fat Distribution to Metabolic Complications of Obesity*. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 54(2), 254-260.
- Knittle, J. L., Timmers, K., Ginsberg-Fellner, F., Brown, R. E., & Katz, D. P. (1979). The growth of adipose tissue in children and adolescents. Cross-sectional and longitudinal studies of adipose cell number and size. *Journal of Clinical Investigation*, 63(2), 239.
- Kokkinos, P. (2012). Physical activity, health benefits, and mortality risk. *ISRN cardiology*, (2012).
- Kolotkin, R. L., Head, S., Hamilton, M., & Tse, C. K. J. (1995). Assessing impact of weight on quality of life. *Obesity research*, 3(1), 49-56.
- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., ... & Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, 400(6743), 418-419.
- Kriketos, A. D., Baur, L. A., O'Connor, J., Carey, D., King, S., Caterson, I. D., & Storlien, L. H. (1997). Muscle fibre type composition in infant and adult populations and relationships with obesity. *International Journal of Obesity & Related Metabolic Disorders*, 21(9).
- La Corte, A., Villegas, E., Bendezu, H., Ortegano, M., & Vásquez-Ricciardi, L. (2008). Índices de sensibilidad insulínica (homa y quicki): en escolares y adolescentes sanos en Valera: estado Trujillo-Venezuela. *Arch. venez. pueric. pediatr*, 71(3), 74-78.
- LAGOMARSINO, E., SAIEH, C., & AGLONY, M. (2008). Recomendación de Ramas: Actualizaciones en el diagnóstico y tratamiento de la Hipertensión Arterial en Pediatría. Rama de Nefrología, Sociedad Chilena de Pediatría. *Revista chilena de pediatría*, 79(1), 63-81.
- Lapidus, L., Helgesson, O., Merck, C., & Björntorp, P. (1987). Adipose tissue distribution and female carcinomas. A 12-year follow-up of participants in the population study of women in Gothenburg, Sweden. *International journal of obesity*, 12(4), 361-368.

- Lau, P. W., Wong, D. P., Ngo, J. K., Liang, Y., Kim, C. G., & Kim, H. S. (2015). Effects of high-intensity intermittent running exercise in overweight children. *European journal of sport science*, 15(2), 182-190.
- Le Stunff, C., & Bougnères, P. (1994). Early changes in postprandial insulin secretion, not in insulin sensitivity, characterize juvenile obesity. *Diabetes*, 43(5), 696-702.
- LeBlanc, M. M., Martin, C. K., Han, H., Newton Jr, R., Sothorn, M., Webber, L. S., ... & Williamson, D. A. (2012). Adiposity and physical activity are not related to academic achievement in school-aged children. *Journal of developmental and behavioral pediatrics: JDBP*, 33(6), 486.
- Liang, J., Matheson, B. E., Kaye, W. H., & Boutelle, K. N. (2014). Neurocognitive correlates of obesity and obesity-related behaviors in children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 38(4), 494-506.
- Lira, M. Mapa nutricional 2013. Departamento de comunicación y estudios, Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. Código: R-SGC-IE001, 2014.
- Majem, L. S., Barba, L. R., Bartrina, J. A., Rodrigo, C. P., Santana, P. S., & Quintana, L. P. (2003). Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio enKid (1998-2000). *Medicina clínica*, 121(19), 725-732.
- Malina, R. M. (1993). Ethnic variation in the prevalence of obesity in North American children and youth. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 33(4-5), 389-396.
- Manrique, M., de la Maza, M. P., Carrasco, F., Moreno, M., Albala, C., García, J., ... & Liberman, C. (2009). Diagnóstico, evaluación y tratamiento no farmacológico del paciente con sobrepeso u obesidad. *Revista médica de Chile*, 137(7), 963-971.
- Mardones, F. (2003). Evolución de la antropometría materna y del peso de nacimiento en Chile, 1987-2000. *Revista chilena de nutrición*, 30(2), 122-131.
- Mardones, F., Arnaiz, P., Barja, S., Giadach, C., Villarroel, L., Domínguez, A., ... & Farias, M. (2013). Estado nutricional, síndrome metabólico y resistencia a la insulina en niños de Santiago, Chile. *Nutrición hospitalaria*, 28(6), 1999-2005.
- Marks, B. L., & Rippe, J. M. (1996). The importance of fat free mass maintenance in weight loss programmes. *Sports Medicine*, 22(5), 273-281.

- Martínez, P. M., López, M. S., Bastida, J. L., Sotos, F. E., Pacheco, B. N., Aguilar, F. S., & Vizcaíno, V. M. (2011). Coste-efectividad de un programa de actividad física de tiempo libre para prevenir el sobrepeso y la obesidad en niños de 9-10 años. *Gaceta Sanitaria*, 25(3), 198-204.
- Matus, R. I., & Urrutia, J. A. (2016). Aptitud física y habilidades cognitivas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 10(1), 9-13.
- Mayer, J., Marshall, N. B., Vitale, J. J., Christensen, J. H., Mashayekhi, M. B., & Stare, F. J. (1954). Exercise, food intake and body weight in normal rats and genetically obese adult mice. *American Journal of Physiology--Legacy Content*, 177(3), 544-548.
- McMillan, T. E. (2007). The relative influence of urban form on a child's travel mode to school. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(1), 69-79.
- Mercier, D., Leger, L. A., & Lambert, J. (1983). Relative efficiency and predicted vo2 max in children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 15(2), 143.
- Milano, G. E., Rodacki, A., Radominski, R. B., & Leite, N. (2009). Escala de VO2pico en adolescentes obesos e não-Obesos por diferentes métodos. *Arq. bras. cardiol*, 93(6), 598-602.
- MINEDUC, <http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/w3-article-21290.html>
- Ministerio de Educación de Chile (2013). Bases curriculares 7° básico a 2° medio. Decreto Supremo de Educación n° 614/2013. [on line] 2013. [Cited 2016 febrero 25]. Available from: <http://educra.cl/wp-content/uploads/2015/04/Bases-Curriculares-7%C2%B0-B%C3%A1sico-a-2%C2%B0-Medio.pdf> ISBN 978-956-292-468-9.
- Ministerio de Salud. (2010). Encuesta Nacional de Consumo Alimentario (ENCA). Chile 2010. http://web.minsal.cl/sites/default/files/ENCA-INFORME_FINAL.pdf
- Moreno L., Concha F., Kain J. (2012). Intensidad de Movimiento de escolares durante clases de educación física de colegios municipales: Resultados según el profesional que efectúa las clases. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(4), 123-128.
- Moreno, G., Johnson-Shelton, D., & Boles, S. (2013). Prevalence and prediction of overweight and obesity among elementary school students. *Journal of School Health*, 83(3), 157-163.

- Moreno, M., Manrique, M., Guzmán, S., Maiz, A., Patiño, C., Valdés, R., & Feuchtmann, C. (2000). [Change in metabolic risk factors in obese patients in treatment]. *Revista médica de Chile*, 128(2), 193-200.
- Must, A., Jacques, P. F., Dallal, G. E., Bajema, C. J., & Dietz, W. H. (1992). Long-term morbidity and mortality of overweight adolescents: a follow-up of the Harvard Growth Study of 1922 to 1935. *New England journal of medicine*, 327(19), 1350-1355.
- Navarrete, F. C., Floody, P. D., Mayorga, D. J., & Poblete, A. O. (2016). Bajos niveles de rendimiento físico, VO2 MAX y elevada prevalencia de obesidad en escolares de 9 a 14 años de edad. *Nutrición Hospitalaria*, 33(5), 1045-1051.
- Neal, D. C., Alford, T. H., Moualeu, A., Jo, C. H., Herring, J. A., & Kim, H. K. (2016). Prevalence of Obesity in Patients With Legg-Calvé-Perthes Disease. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 24(9), 660-665.
- Neeper, S. A., Gomezpinilla, F., Choi, J., & Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature*, 373(6510), 109-109.
- Neira, M., & de Onis, M. (2006). The Spanish strategy for nutrition, physical activity and the prevention of obesity. *British Journal of Nutrition*, 96(S1), S8-S11.
- Newman III, W. P., Freedman, D. S., Voors, A. W., Gard, P. D., Srinivasan, S. R., Cresanta, J. L., ... & Berenson, G. S. (1986). Relation of serum lipoprotein levels and systolic blood pressure to early atherosclerosis. *New England Journal of Medicine*, 314(3), 138-144.
- Nieto, F. J., Szklo, M., & Comstock, G. W. (1992). Childhood weight and growth rate as predictors of adult mortality. *American journal of epidemiology*, 136(2), 201-213.
- O'Dea, J. A. (2003). Why do kids eat healthful food? Perceived benefits of and barriers to healthful eating and physical activity among children and adolescents. *Journal of the American Dietetic Association*, 103(4), 497-501.
- Olivares, S., Bustos, N., Lera, L., & Zelada, M. E. (2007). Estado nutricional, consumo de alimentos y actividad física en escolares mujeres de diferente nivel socioeconómico de Santiago de Chile. *Revista médica de Chile*, 135(1), 71-78.
- Olivares, S., Bustos, N., Moreno, X., Lera, L., & Cortez, S. (2006). Actitudes y prácticas sobre alimentación y actividad física en niños obesos y sus madres en Santiago, Chile. *Revista chilena de nutrición*, 33(2), 170-179.

- OMS, 2016. Obesidad y sobrepeso, Nota descriptiva N°311(centro de prensa), <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
- Organización Mundial de la Salud (2015). WHO. [Online]; [cited 2015 Marzo 18]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
- Organización Mundial de la salud (2016). Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. [cited 2016 Septiembre 22]. Available from: http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_inactivity/es/
- Organización Panamericana de la Salud. PAHO. 2015 Descargado el 03 de Junio de 2015. Disponible en: http://www.paho.org/chi/index.php?option=com_content&view=article&id=179:obesidad&catid=662:representacin-en-chile.
- Pajuelo, J., Canchari, E., Carrera, J., & Leguía, D. (2004). La circunferencia de la cintura en niños con sobrepeso y obesidad. In *Anales de la Facultad de Medicina*, 65(3), 167-171.
- Paniagua, J. A. (2016). Nutrition, insulin resistance and dysfunctional adipose tissue determine the different components of metabolic syndrome. *World Journal of Diabetes*, 7(19), 483.
- Pastucha, D., Malincíková, J., Horák, S., Povová, J., & Konecný, P. (2015). Effect of Physical Activity in Treatment of Paediatric Obesity. *Central European journal of public health*, 23, S57.
- Patrones de crecimiento infantil de la OMS, 1993 http://www.who.int/childgrowth/standards/tr_summary_spanish_rev.pdf?ua=1
- Perichart-Perera, O., Balas-Nakash, M., Ortiz-Rodríguez, V., Morán-Zenteno, J. A., Guerrero-Ortiz, J. L., & Vadillo-Ortega, F. (2008). Programa para mejorar marcadores de riesgo cardiovascular en escolares mexicanos. *Salud pública de México*, 50(3), 218-226.
- Pernía, J. A. C., & Andrés, Ó. D. C. (2010). La valoración del VO2 máx. y su relación con el riesgo cardiovascular como medio de enseñanza-aprendizaje. *Cuadernos de psicología del deporte*, 10(2), 25-30.
- Piazza, N. (2005). La circunferencia de cintura en los niños y adolescentes. *Arch argent pediatr*, 103(1), 5-6.

- Pirrie, A. M., & Lodewyk, K. R. (2012). Investigating links between moderate-to-vigorous physical activity and cognitive performance in elementary school students. *Mental Health and Physical Activity*, 5(1), 93-98.
- Pi-Sunyer, F. X. (1996). A review of long-term studies evaluating the efficacy of weight loss in ameliorating disorders associated with obesity. *Clinical therapeutics*, 18(6), 1006-1035.
- Pi-Sunyer, F. X. (1999). Comorbidities of overweight and obesity: current evidence and research issues. *Medicine and science in sports and exercise*, 31(11), S602-8.
- Pizarro, Q., Rodríguez, H., Benavides, M., Atalah, N., Mardones, S., Rozowski, N., ... & Riumalló, S. (2004). Norma técnica de evaluación nutricional del niño de 6 a 18 años. Año 2003. *Rev. chil. nutr*, 31(2), 128-137.
- Poletti, O. H., & Barrios, L. (2007). Obesidad e hipertensión arterial en escolares de la ciudad de Corrientes, Argentina. *Archivos argentinos de pediatría*, 105(4), 293-298.
- Poletti, O. H., Pizzorno, J. A., & Barrios, L. (2006). Valores medios de tensión arterial en escolares de 10 a 15 años de la ciudad de Corrientes, Argentina. *Archivos argentinos de pediatría*, 104(3), 210-216.
- Pollak, F., Araya, V., Lanas, A., Sapunar, J., Arrese, M., Aylwin, C. G., ... & Díaz, E. (2015). II Consenso de la Sociedad Chilena de Endocrinología y Diabetes sobre resistencia a la insulina. *Revista médica de Chile*, 143(5), 627-636.
- Pollock, M. L., Wilmore, J. H., & Fox, S. S. M. (1984). *Exercise in health and disease: evaluation and prescription for prevention and rehabilitation*. Saunders.
- Porter Starr, K. N., McDonald, S. R., Weidner, J. A., & Bales, C. W. (2016). Challenges in the Management of Geriatric Obesity in High Risk Populations. *Nutrients*, 8(5), 262.
- Racil, G., Coquart, J. B., Elmontassar, W., Haddad, M., Goebel, R., Chaouachi, A., ... & Chamari, K. (2016). Greater effects of high-compared with moderate-intensity interval training on cardio-metabolic variables, blood leptin concentration and ratings of perceived exertion in obese adolescent females. *Biology of sport*, 33(2), 145.
- Raju, P. P. S. (2014). Research article effect of high intensity intermittent training on aerobic capacity of adolescent obese school children. *International Journal of Recent Scientific Research*, 5(3), 699-701.

- Ramírez W., Stefano Vinaccia S., Suárez G.R. (2004) El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de Estudios Sociales*, 18, 67-75
- Ravelli, G. P., Stein, Z. A., & Susser, M. W. (1976). Obesity in young men after famine exposure in utero and early infancy. *New England Journal of Medicine*, 295(7), 349-353.
- Ravussin, E., & Gautier, J. F. (2002, April). [Determinants and control of energy expenditure]. In *Annales d'endocrinologie*, 63(2), 96-105.
- Reaven, G. M. (1988). Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37(12), 1595-1607.
- Roche, A. F. (1981). The adipocyte-number hypothesis. *Child development*, 31-43.
- Rodríguez, I., & Gatica, D. (2016). Percepción de esfuerzo durante el ejercicio: ¿Es válida su medición en la población infantil?. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 32(1), 25-33.
- Rodríguez, J. M. (2010). Relación entre el estado nutricional y la condición física en población en edad escolar. *Journal of sport and health research*, 2(2), 3.
- Rodríguez-Núñez, I., & Manterola, C. (2016). Validación inicial de la escala de medición de esfuerzo percibido infantil (EPInfant) en niños chilenos. *Biomédica*, 36(1), 29-38.
- Roldán, E. E., & Rendón, D. E. (2015). Propuesta de prescripción del ejercicio en obesos. *Revista Politécnica*, 9(16), 75-84.
- Rolland-Cachera, M. F., Deheeger, M., & Bellisle, F. (1997). Nutrient balance and body composition. *Reproduction Nutrition Development*, 37(6), 727-734.
- Romero-Velarde, E., Campollo-Rivas, O., Celis De La Rosa, A., Vásquez-Garibay, E. M., Castro-Hernández, J. F., & Cruz-Osorio, R. M. (2007). Factores de riesgo de dislipidemia en niños y adolescentes con obesidad. *Salud pública de México*, 49(2), 103-108.
- Rosenbaum, M., & Leibel, R. L. (1998). The physiology of body weight regulation: relevance to the etiology of obesity in children. *Pediatrics*, 101(2), 525-539.
- Rossi, R. R. (2006). La obesidad infantil y los efectos de los medios electrónicos de comunicación. *Artemisa en línea*, 8(2).

- Ruiz, J. R., Martínez-Tellez, B., Sánchez-Delgado, G., Aguilera, C. M., & Gil, A. (2015). Regulation of energy balance by brown adipose tissue: at least three potential roles for physical activity. *British journal of sports medicine*, 49(15):972-3.
- Salinas, J., & Vio, F. (2003). Promoción de salud y actividad física en Chile: política prioritaria. *Rev. panam. salud pública*, 14(4), 281-288.
- Samaniego, V. P., & Devís, J. D. (2004). Conceptuación y medida de las actitudes hacia la actividad física relacionada con la salud. *Revista de psicología del deporte*, 13(2), 157-173.
- Sánchez Echenique, M. (2012). Aspectos epidemiológicos de la obesidad infantil. *Pediatría Atención Primaria*, 14, 9-14.
- Santos, J. L. (2009). Sistema leptina-melanocortinas en la regulación de la ingesta y el peso corporal. *Revista médica de Chile*, 137(9), 1225-1234.
- Santos, J. L., Amador, P., Valladares, M., Albala, C., Martínez, J. A., & Marti, A. (2008). Obesity and eating behaviour in a three-generation chilean family with carriers of the Thr150Ile mutation in the melanocortin-4 receptor gene. *Journal of physiology and biochemistry*, 64(3), 205-210.
- Schapira, D. V., Clark, R. A., Wolff, P. A., Jarrett, A. R., Kumar, N. B., & Aziz, N. M. (1994). Visceral obesity and breast cancer risk. *Cancer*, 74(2), 632-639.
- Schutz, Y. (1993). The adjustment of energy expenditure and oxidation to energy intake: the role of carbohydrate and fat balance. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 17, S23-7.
- Segal, K. R. (1995). Exercise and thermogenesis in obesity. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 19, S80-7.
- Seidell, J. C., Muller, D. C., Sorkin, J. D., & Andres, R. (1992). Fasting respiratory exchange ratio and resting metabolic rate as predictors of weight gain: the Baltimore Longitudinal Study on Aging. *International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity*, 16(9), 667-674.
- Serrano, M. M., Collazos, J. R., Romero, S. M., Santurino, M. M., Armesilla, M. C., del Cerro, J. P., & de Espinosa, M. G. M. (2009). Dinamometría en niños y jóvenes de

- entre 6 y 18 años: valores de referencia, asociación con tamaño y composición corporal. In *Anales de pediatría*, 70(4), 340-348.
- Shephard, R. (1997). Relation of academic performance to physical activity and fitness in children. *Pediatric Exercise Science*, 13(3), 225-238.
- Shephard, R. J. (2007). *La resistencia en el deporte* (Vol. 2). Editorial Paidotribo.
- Silva, J. R. (2008). Restricción alimentaria y sobrealimentación: Un modelo de la neurociencia afectiva. *Revista médica de Chile*, 136(10), 1336-1342.
- SIMCE. (2012). Histórico 2012. Educación Física. Agencia de la Calidad de la Educación. Chile. http://www.agenciaeducacion.cl/wp-content/uploads/2013/08/Conferencia_Nacional_Resultados_8.basico_SIMCE_Educacion_Fisica_2012.pdf (Cons. 11/11/2016).
- SIMCE. (2013). Histórico 2013. Educación Física. Agencia de la Calidad de la Educación. Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/biblioteca_digital_historica/resultados/2013/result8b_efisica_2013.pdf (Cons. 11/11/2016).
- SIMCE. (2014). Histórico 2014. Educación Física. Agencia de la Calidad de la Educación. Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/Estudio_Nacional_Educacion_Fisica_2014_8_basico.pdf (Cons. 11/11/2016).
- SIMCE. (2015). Evaluaciones de aprendizajes SIMCE. XV Región de Arica y Parinacota. Agencia de la Calidad de la Educación. Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/Presentacion_XV_Arica.pdf (Cons. 15/11/2016).
- SIMCE. (2015). Histórico 2015. Educación Física. Agencia de la Calidad de la Educación. Chile. http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_EducacionFisica2015.pdf (Cons. 11/11/2016).
- Siri, W. E. (1992). Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.), 9(5), 480-91.
- Sorof, J. M., Poffenbarger, T., Franco, K., Bernard, L., & Portman, R. J. (2002). Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children. *The Journal of pediatrics*, 140(6), 660-666.

- Soto-Sánchez, J. P., Saldiviar, P., Fernando, N., Bravo-Gatica, J. I., White Ortiz, A. R., Jaque Fernández, F. I., ... & Cano-Cappellacci, M. A. (2014). Estudio piloto de la efectividad de una intervención basada en juegos sobre el estado nutricional y la fuerza muscular en niños. *Nutrición Hospitalaria*, 30(1), 147-152.
- Stampfer, M. J., Maclure, K. M., Colditz, G. A., Manson, J. E., & Willett, W. C. (1992). Risk of symptomatic gallstones in women with severe obesity. *The American journal of clinical nutrition*, 55(3), 652-658.
- Strain H. (2014). Norma Técnica para la Supervisión de Niños y Niñas de 0 a 9 Años en la Atención Primaria de Salud. Norma Técnica N° 166, Resolución Exenta N° 336. Ministerio de la Salud. Chile.
- Suárez, D. C., & Llamas, G. R. (2004). Los valores en el deporte. *Revista de educación*, (335), 9-20.
- Sugimoto, T., Nishiyama, K., Kuribayashi, F., & Chihara, K. (1997). Serum Levels of Insulin-like Growth Factor (IGF) I, IGF-Binding Protein (IGFBP)-2, and IGFBP-3 in Osteoporotic Patients with and without Spinal Fractures. *Journal of Bone and Mineral Research*, 12(8), 1272-1279.
- Swinburn, B. A., Nyomba, B. L., Saad, M. F., Zurlo, F., Raz, I., Knowler, W. C., ... & Ravussin, E. (1991). Insulin resistance associated with lower rates of weight gain in Pima Indians. *Journal of Clinical Investigation*, 88(1), 168.
- Talanian, J. L., Galloway, S. D., Heigenhauser, G. J., Bonen, A., & Spriet, L. L. (2007). Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of applied physiology*, 102(4), 1439-1447.
- Taverno Ross, S. E., Byun, W., Dowda, M., McIver, K. L., Saunders, R. P., & Pate, R. R. (2013). Sedentary behaviors in fifth-grade boys and girls: where, with whom, and why?. *Childhood Obesity*, 9(6), 532-539.
- Toledo FG, Watkins S, Kelley DE. (2006). Changes induced by physical activity and weight loss in the morphology of intermyofibrillar mitochondria in obese men and women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 2006, 91(8), 3224-3227.

- Torres-Aleman, I. (2000). Serum growth factors and neuroprotective surveillance. *Molecular neurobiology*, 21(3), 153-160.
- Trapp E. G., Chisholm D. J., & Boutcher S. H. (2007). Metabolic response of trained and untrained women during high-intensity intermittent cycle exercise. *American Journal of Physiology*, 293(6), R2370–R2375.
- Trapp E. G., Chisholm D. J., Freund J., & Boutcher S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss and fasting insulin levels of young women. *International Journal of Obesity*, 32(4), 684–691.
- Tremblay, A., Coveney, S., Després, J. P., Nadeau, A., & Prud'homme, D. (1992). Increased resting metabolic rate and lipid oxidation in exercise-trained individuals: evidence for a role of β -adrenergic stimulation. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 70(10), 1342-1347.
- Valenzuela, A. O., Mois, P., Kohan, A., Saavedra, V., & Yenes, A. (1996). Sociedad Chilena de Obesidad. Editorial Mediterráneo. Santiago de Chile.
- Valtueña, J. A. (2004). El aleccionador estudio MONICA: la evolución de las enfermedades cardiovasculares. *Offarm: farmacia y sociedad*, 23(6), 28-31.
- Vásquez, F., & Salazar, G. (2005). Patrón de actividad física en un grupo de preescolares obesos asistentes a jardines infantiles de Junji, evaluado con sensor de movimiento. *Revista chilena de nutrición*, 32(2), 110-117.
- Vásquez, F., Díaz, E., Lera, L., Meza, J., Salas, I., Rojas, P., ... & Burrows, R. (2013). Efecto residual del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil. *Nutrición Hospitalaria*, 28(2), 333-339.
- Vásquez, F., Díaz, E., Lera, L., Meza, J., Salas, I., Rojas, P., ... & Burrows, R. (2013). Impacto del ejercicio de fuerza muscular en la prevención secundaria de la obesidad infantil: intervención al interior del sistema escolar. *Nutrición Hospitalaria*, 28(2), 347-356.
- Vázquez, I. A., Zapico, R. B., Díez, J. H., & Rodríguez, C. F. (2008). Actividad física, ocio sedentario, falta de sueño y sobrepeso infantil. *Psicothema*, 20(4), 516-520.
- Vidal, J. G., & Manjón, D. G. (1999). Bateria psicopedagógica evalúa-6: versión 1.0: ámbito óptimo de utilización, 6º curso de Educación Básica. Editorial EOS.

- Vivian, H., & Heyward, P. D. (2001). Evaluación y prescripción del ejercicio. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- Von Bernhardt, R., Zanlungo, S., Arrese, M., Arteaga, A., & Rigotti, A. (2010). El síndrome metabólico: De factor agravante a principal factor de riesgo patogénico en diversas enfermedades crónicas. *Revista médica de Chile*, 138(8), 1012-1019.
- Von Kries, R., Koletzko, B., Sauerwald, T., Von Mutius, E., Barnert, D., Grunert, V., & Von Voss, H. (1999). Breast feeding and obesity: cross sectional study. *Bmj*, 319(7203), 147-150.
- Waller, H. T. (1984). Height. Weight and mortality the Norwegian experience. *Acta medica scandinavica*, 215(S679), 1-56.
- Wadden, T. A., Steen, S. N., Wingate, B. J., & Foster, G. D. (1996). Psychosocial consequences of weight reduction: how much weight loss is enough?. *The American journal of clinical nutrition*, 63(3), 461S-465S.
- Wadström, C., Larsson, L., Knutsson, E., & Edström, L. (1991). The effect of excessive weight loss on skeletal muscle in man. A study of obese patients following gastroplasty. *The European journal of surgery= Acta chirurgica*, 157(5), 347-354.
- Webborn, A. D. J. (1997). ACSM's exercise management for persons with chronic diseases and disabilities. *British Journal of Sports Medicine*, 31(4), 354.
- Weiss, R., Dziura, J., Burgert, T. S., Tamborlane, W. V., Taksali, S. E., Yeckel, C. W., ... & Sherwin, R. S. (2004). Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. *New England journal of medicine*, 350(23), 2362-2374.
- Whitaker, R. C., Wright, J. A., Pepe, M. S., Seidel, K. D., & Dietz, W. H. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *New England Journal of Medicine*, 337(13), 869-873.
- Widdowson, E., & Shaw, W. (1973). Full and empty fat cells. *The Lancet*, 302(7834), 905.
- Williams, M. (2002). Mantenimiento y pérdida de peso mediante una alimentación adecuada y ejercicio. *Nutrición para la salud, la condición física y el deporte*. Editorial Paidotribo. España, 344-384.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (2007). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Editorial Paidotribo.

- Wing, R. R., Jeffery, R. W., & Hellerstedt, W. L. (1995). A prospective study of effects of weight cycling on cardiovascular risk factors. *Archives of internal medicine*, 155(13), 1416-1422.
- Wong, P. C., Chia, M., Tsou, I. Y., Wansaicheong, G. K., Tan, B., Wang, J. C., ... & Lim, D. (2008). 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*, 37(4), 286-93.
- Zimmet, P., Alberti, M. M., George, K., & Serrano Ríos, M. (2005). Una nueva definición mundial del síndrome metabólico propuesta por la Federación Internacional de Diabetes: fundamento y resultados. *Revista española de cardiología*, 58(12), 1371-1376.
- Zurlo, F., Ferraro, R. T., Fontvielle, A. M., Rising, R., Bogardus, C., & Ravussin, E. (1992). Spontaneous physical activity and obesity: cross-sectional and longitudinal studies in Pima Indians. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 263(2), E296-E300.
- Zurlo, F., Larson, K., Bogardus, C., & Ravussin, E. (1990). Skeletal muscle metabolism is a major determinant of resting energy expenditure. *Journal of Clinical Investigation*, 86(5), 1423.

CAPÍTULO VII: ANEXOS

ANEXO 1Clasificación de estado nutricional**INDICE DE MASA CORPORAL (peso/talla²) POR EDAD (CDC/NCHS)****VARONES****Percentiles**

Edad Años	p5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
6,0	13,8	13,9	14,6	15,4	16,4	17,0	17,5	18,4
6,5	13,7	14,0	14,6	15,5	16,5	17,2	17,7	18,7
7,0	13,7	14,0	14,6	15,5	16,6	17,4	18,0	19,1
7,5	13,7	14,1	14,7	15,6	16,8	17,6	18,4	19,6
8,0	13,7	14,2	14,8	15,8	17,0	17,9	18,7	20,1
8,5	13,8	14,3	14,9	16,0	17,3	18,3	19,1	20,5
9,0	13,9	14,4	15,1	16,2	17,6	18,6	19,5	21,1
9,5	14,0	14,5	15,3	16,4	17,9	19,0	19,9	21,6
10,0	14,2	14,6	15,5	16,6	18,2	19,4	20,3	22,1
10,5	14,3	14,8	15,7	16,9	18,6	19,8	20,7	22,6
11,0	14,5	15,0	15,9	17,2	18,9	20,2	21,2	23,2
11,5	14,7	15,2	16,2	17,5	19,3	20,6	21,6	23,7
12,0	14,9	15,4	16,5	17,8	19,7	21,0	22,1	24,2
12,5	15,2	15,7	16,7	18,2	20,1	21,4	22,6	24,7
13,0	15,4	16,0	17,0	18,4	20,4	21,8	23,0	25,1
13,5	15,7	16,2	17,3	18,8	20,8	22,2	23,5	25,6
14,0	15,9	16,5	17,6	19,2	21,2	22,6	23,8	26,0
14,5	16,2	16,8	17,9	19,5	21,6	23,0	24,2	26,5
15,0	16,5	17,2	18,2	19,8	21,9	23,4	24,6	26,8
15,5	16,8	17,4	18,6	20,2	22,3	23,8	25,0	27,2
16,0	17,1	17,7	18,9	20,5	22,7	24,2	25,4	27,5
16,5	17,4	18,0	19,2	20,8	23,1	24,5	25,8	27,9
17,0	17,7	18,3	19,5	21,2	23,4	24,9	26,2	28,2
17,5	17,9	18,6	19,8	21,5	23,8	25,3	26,4	28,6
18,0	18,2	18,9	20,2	21,8	24,1	25,6	26,8	29,0

INDICE DE MASA CORPORAL (peso/talla²) POR EDAD (CDC/NCHS)**MUJERES****Percentiles**

Edad Años	p5	p10	p25	p50	p75	p85	p90	p95
6,0	13,2	13,8	14,4	15,2	16,3	17,1	17,7	18,8
6,5	13,2	13,8	14,4	15,3	16,5	17,4	18,0	19,2
7,0	13,2	13,8	14,5	15,4	16,7	17,6	18,3	19,6
7,5	13,2	13,9	14,6	15,6	17,0	17,9	18,7	20,1
8,0	13,3	14,0	14,7	15,8	17,3	18,3	19,1	20,6
8,5	13,4	14,1	14,9	16,0	17,6	18,7	19,6	21,2
9,0	13,5	14,2	15,1	16,3	18,0	19,2	20,0	21,8
9,5	13,6	14,4	15,3	16,6	18,3	19,5	20,5	22,4
10,0	13,7	14,6	15,5	16,8	18,7	19,9	21,0	22,9
10,5	13,9	14,7	15,7	17,2	19,1	20,4	21,5	23,5
11,0	14,1	14,9	16,0	17,4	19,5	20,8	22,0	24,1
11,5	14,3	15,2	16,2	17,8	19,8	21,4	22,5	24,7
12,0	14,5	15,4	16,5	18,1	20,2	21,8	22,9	25,2
12,5	14,7	15,6	16,8	18,4	20,6	22,2	23,4	25,7
13,0	14,9	15,9	17,1	18,7	21,0	22,5	23,9	26,3
13,5	15,2	16,2	17,4	19,0	21,3	22,9	24,3	26,7
14,0	15,4	16,4	17,6	19,4	21,7	23,3	24,6	27,3
14,5	15,6	16,7	17,9	19,6	22,0	23,7	25,1	27,7
15,0	15,9	16,9	18,2	19,9	22,3	24,0	25,4	28,1
15,5	16,2	17,2	18,4	20,2	22,6	24,4	25,8	28,5
16,0	16,4	17,4	18,7	20,5	22,9	24,7	26,1	28,9
16,5	16,6	17,6	18,9	20,7	23,1	24,9	26,4	29,3
17,0	16,8	17,8	19,1	20,9	23,4	25,2	26,7	29,6
17,5	17,0	18,0	19,3	21,1	23,6	25,4	27,0	29,9
18,0	17,2	18,2	19,4	21,2	23,8	25,6	27,2	30,3

ANEXO 2

Ficha de evaluación test de Navette

Código	Colegio	Curso	Nombre	Palier	VO ₂ Máximo

ANEXO 3Encuesta de calidad alimentaria

Nombre: _____

Fecha.....

1.-¿Cuántas comidas hace al día?	0	2 comidas
	1	3 comidas
Des. Alm. Onc Com. Colación	2	4 - 5 comidas
2.- Combinaciones desayuno/onces	0	Leche entera, pan amasado,hallulla, pan con queso, mantequilla o mortadela, té o café puro, hot dog,pizza, productos de pastelería, huevo frito,manjar,paté,arrollado
	1	Leche semidescremada, marraqueta, galletas agua/ soda, mermelada, palta,margarina, huevo duro,jamón de pavo,queso blanco, cereal azucarado.
	2	Leche o youghurt descremada, fruta, Jugo de fruta natural, pan integral, cereales naturales o integrales
3.- Combinaciones almuerzo/comida	0	Pastas (raviolos, lasaña, otros), Tortillas, Frituras, postres elaborados(flanes,gozzo etc), fruta en conserva, con crema, plátano con miel,hotdog,hamburguesa,pizza, pantrucas,bebida gaseosa
	1	Carnes, arroz, fideos, puré, pan, papas, sopas compotas de frutas, jaleas,youghurt., jugo en polvo,bebida diet
	2	Ensaladas con verduras de todo tipo, guisos de verdura c/ carnes, pescado, ave, cazuela, carbonada, leguminosas, postres de frutas, jugos naturales
4.- Colaciones	0	Papas fritas u otras, pasteles, chocolates o confites, snack, helados, alfajores, negritas,gaseosas,sopaipilla
	1	Sandwich palta o pollo, galletas, nueces, galletones, cereales, jugos azucarados
	2	Fruta, yogurt natural,huevo duro
5.- Alimentos extras en casa	0	Dulces, chocolates, papas fritas y similares, bebidas gaseosas, productos de pastelería,helados (sopaipillas, picarones, pasteles y otros), sandich jamón o queso
	1	Galletas, sandwich de ave, atún, mermelada, pan
	2	Fruta, jugos fruta, yogurt ,agua

ANEXO 4

Encuesta de hábitos de actividad física

Tipo de Actividad: Horario	Horas de actividad	Puntaje
1.- Acostado	Total h diarias	0 = \geq 12 horas 1 = 11-9 horas 2 = \leq 8 horas
2.- Actividades de gasto mínimo: sentado en las siguientes actividades:	Total h diarias	
a) Clases	a)	0= \geq 10 horas
b) TV	b)	1= 9- 7 horas
c) Tareas o estudio	c)	2= \leq 6 horas
d) Computador o nintendo	d)	
3.- Caminar: Cuadras caminadas para trasladarse al colegio o a cualquier otro lugar al que van rutinariamente)	Total cuadras diarias	0 = <5 cuadras 1 = 5-15 cuadras 2 = >15 cuadras
4.- Juegos recreativos después de la jornada escolar (se excluyen los recreos) Bicicleta, patines, fútbol, otros	Total h diarias	0= <30 minutos 1= 30-60 minutos 2= \geq 60 minutos
5.- Actividades sistemáticas	Total h semanales	
a) Educación física	a)	0= <2 horas
b) Gimnasia aeróbica	b)	1= 2 a 4 horas
c) Fútbol	c)	2= >4 horas
d) Tenis	d)	
e) Básquetbol	e)	
f) Otros	f)	

ANEXO 5Ficha de recolección de información de rendimiento académico

Promedios de Notas Primer semestre año 2014	
Alumno:	
Promedio general de notas	
Promedio de notas lenguaje y comunicación	
Promedio de notas inglés	
Promedio de notas matemática	
Promedio de notas ciencias naturales	
Promedio de notas historia, geografía y ciencias sociales	
Promedio de notas música	
Promedio de notas tecnología	
Promedio de notas artes visuales	
Promedio de notas educación física y salud	

Promedios de Notas Segundo semestre año 2014	
Alumno:	
Promedio general de notas	
Promedio de notas lenguaje y comunicación	
Promedio de notas inglés	
Promedio de notas matemática	
Promedio de notas ciencias naturales	
Promedio de notas historia, geografía y ciencias sociales	
Promedio de notas música	
Promedio de notas tecnología	
Promedio de notas artes visuales	
Promedio de notas educación física y salud	

ANEXO 6

Carta de autorización del director del establecimiento



UNIVERSIDAD DE TARAPACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
Fono: 56-58- 2205107
Casilla 6D- Arica, Chile

CARTA DE AUTORIZACIÓN

“Yo _____ Director(a) del Establecimiento Educativo _____ de Arica, por medio de la presente **declaro** que he tomado conocimiento del proyecto: “Efectos físicos y cognitivos de dos procedimientos de administración de la carga de ejercicio físico en escolares obesos de la Región de Arica y Parinacota-Chile.”.

Este tiene por objetivo:

Analizar y comparar los efectos sobre la condición física, la capacidad cognitiva y la salud que produce duplicar la dosis semanal de distintos tipos de ejercicio físico (intermitente de alta intensidad o convencional) durante 12 semanas en escolares obesos chilenos.

Entiendo, que esta investigación de carácter científico y está respaldada por la Universidad de Tarapacá (Arica), y tiene las siguientes consideraciones:

1. La información recabada en las mediciones realizadas y en las entrevistas se utilizará para fines exclusivamente asociados a la presente investigación, esta información será almacenada y resguardada, siendo el responsable del proyecto quien se hará cargo de dicha tarea.
2. No constituye una obligación de participación para los miembros de la comunidad escolar, quienes participan sólo de manera personal, libre y voluntaria, pudiendo retirarse del estudio sin tener que dar razones y sin que su retiro tenga consecuencias de ningún tipo para ellos.
3. No tendrá costos, ni perjuicios para los miembros de la comunidad escolar, y tampoco contempla pagos o remuneraciones o beneficio alguno para éstos. Se

asegura el derecho de los participantes y a comunidad escolar de conocer los resultados de la investigación, por medio de la entrega de los artículos y publicaciones resultantes de este proyecto a la biblioteca y dirección del establecimiento.

“De acuerdo a las consideraciones expuestas autorizo la realización de esta investigación en la Unidad Educativa a mi cargo”.

De igual manera, podré comunicarme (en forma anónima, si, así yo lo deseo) con las siguientes personas:

Dr. Omar Espinoza Navarro, Presidente Comité Ética/Bioética, Universidad de Tarapacá.
Av. General Velásquez 1775.

Mg. Ingrid Fernández Carvajal, Profesora Guía, Universidad de Tarapacá. Av. General Velásquez 1775.

En nombre de los investigadores le agradecemos su colaboración.

Firma Investigador Responsable

Firma del Director (a)

NOMBRE: INGRID FERNÁNDEZ CARVAJAL

NOMBRE:

FECHA: __/__/____

FECHA: __/__/____

La copia de solicitud de autorización es para Ud.
Universidad de Tarapacá

ANEXO 7

Consentimiento informado del apoderado



UNIVERSIDAD DE TARAPACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
Fono: 56-58- 2205107
Casilla 6D- Arica, Chile

CONSENTIMIENTO INFORMADO

“Yo _____ Apoderado (a) del Alumno
(a) _____ del Establecimiento Educativo
_____, por medio de la presente **declaro**
que he tomado conocimiento del proyecto: “Efectos físicos y cognitivos de dos procedimientos de administración de la carga de ejercicio físico en escolares obesos de la Región de Arica y Parinacota-Chile.”.

Este tiene por objetivo:

Analizar y comparar los efectos sobre la condición física, la capacidad cognitiva y la salud que produce duplicar la dosis semanal de distintos tipos de ejercicio físico ejercicio (intermitente de alta intensidad o convencional) durante 12 semanas en escolares obesos chilenos.

Entiendo, que esta investigación de carácter científico está respaldada por la Universidad de Tarapacá (Arica), y tiene las siguientes consideraciones:

1. La información recabada en las mediciones realizadas y en las entrevistas se utilizará para fines exclusivamente asociados a la presente investigación y asegura la voluntariedad de la participación y la confidencialidad de los participantes.
2. No constituye una obligación de participación para los miembros de la comunidad escolar, quienes participan sólo de manera personal, libre y voluntaria, pudiendo retirarse del estudio sin tener que dar razones y sin que su retiro tenga consecuencias de ningún tipo para ellos.
3. No tendrá costos, ni perjuicios para los miembros de la comunidad escolar, y tampoco contempla pagos o remuneraciones o beneficio alguno para éstos. Se asegura el derecho de los participantes y la comunidad escolar de conocer los resultados de la investigación, por medio de artículos y publicaciones resultantes de este proyecto a la biblioteca y dirección del establecimiento.

De acuerdo a las consideraciones expuestas, doy mi **consentimiento informado**, para que mi representado participe, en este proyecto y me comprometo a resguardar la confidencialidad y reserva de los dichos y declaraciones de los demás apoderados (as) con quienes interactuaré en dicha técnica de recolección de información.

De igual manera, podré comunicarme (en forma anónima, si, así yo lo deseo) con las siguientes personas:

Dr. Omar Espinoza Navarro, Presidente Comité Ética/Bioética, Universidad de Tarapacá.
Av. General Velásquez 1775.

Mg. Ingrid Fernández Carvajal, Investigadora, Universidad de Tarapacá. Av. General Velásquez 1775.

En nombre de los investigadores le agradecemos su colaboración.

Firma Investigador Responsable

Firma del Apoderado (a)

NOMBRE: INGRID FERNÁNDEZ CARVAJAL NOMBRE: _____

FECHA: __/__/____

FECHA: __/__/____

La copia de solicitud de consentimiento es para Ud.
Universidad de Tarapacá

ANEXO 8

Asentimiento informado del alumno



UNIVERSIDAD DE TARAPACA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
Fono: 56-58- 2205107
Casilla 6D- Arica, Chile

ASENTIMIENTO INFORMADO

“Yo _____ Alumno (a) del Establecimiento Educacional _____ de Arica, por medio de la presente **declaro** que he tomado conocimiento del proyecto: “Efectos físicos y cognitivos de dos procedimientos de administración de la carga de ejercicio físico en escolares obesos de la Región de Arica y Parinacota-Chile.”.

Este tiene por objetivo:

Analizar y comparar los efectos sobre la condición física, la capacidad cognitiva y la salud que produce duplicar la dosis semanal de distintos tipos de ejercicio físico (intermitente de alta intensidad o convencional) durante 12 semanas en escolares obesos chilenos.

Entiendo, que esta investigación de carácter científico está respaldada por la Universidad de Tarapacá (Arica), y tiene las siguientes consideraciones:

1. La información recabada en las mediciones realizadas y en las entrevistas se utilizará solo para la presente investigación y asegura la voluntariedad de mi participación y la confidencialidad de los participantes.
2. No constituye una obligación de participación para los miembros de la comunidad escolar, quienes participan sólo de manera personal, libre y voluntaria, pudiendo retirarme del estudio sin tener que dar razones y sin que su retiro tenga consecuencias de ningún tipo.
3. No tendrá costos, ni perjuicios para los miembros de la comunidad escolar, y tampoco contempla pagos o remuneraciones o beneficio alguno para éstos. Se asegura el derecho de los participantes y a comunidad escolar de conocer los

resultados de la investigación, por medio de artículos y publicaciones resultantes de este proyecto a la biblioteca y dirección del establecimiento.

De acuerdo a las consideraciones expuestas, doy mi **Asentimiento Informado**, para participar en este proyecto y me comprometo a resguardar la confidencialidad y reserva de los dichos y declaraciones de los demás alumnos (as) con quienes interactuaré en la recolección de información.

De igual manera, podré comunicarme (en forma anónima, si, así yo lo deseo) con las siguientes personas:

Dr. Omar Espinoza Navarro, Presidente Comité Ética/Bioética, Universidad de Tarapacá.
Av. General Velásquez 1775.

Mg. Ingrid Fernández Carvajal Investigadora Universidad de Tarapacá Av. General Velásquez 1775.

En nombre de los investigadores le agradecemos su colaboración.

Firma Investigador Responsable

Firma del Alumno (a)

NOMBRE: INGRID FERNÁNDEZ CARVAJAL NOMBRE: _____

FECHA: __/__/____

FECHA: __/__/____

La copia de solicitud de asentimiento es para Ud.
Universidad de Tarapacá

ANEXO 9

Planilla para antecedentes generales, escolaridad de los padres y evaluación antropométrica

Código	Colegio	Curso	Nombre	Sexo	Rut	Fono	Fecha de Nacimiento	Edad	Escol. Pades

Código	Colegio	Curso	Nombre	Peso	Talla	IMC	Perímetro Cintura	Percentil	Estado Nutricional

ANEXO 10

Antecedentes de salud

Evaluación cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría:

La Sociedad Española de Cardiología Pediátrica y Cardiopatías Congénitas (SECPCC) y el Consejo Superior de Deportes (CSD) han elaborado una Guía Clínica de reconocimiento cardiovascular previo a la práctica de deporte de competición en niños y adolescentes, que ha sido avalada por las siguientes Sociedades Científicas: Sociedad Española de Cardiología (SEC), Fundación Española del Corazón (FEC), Asociación Española de Pediatría (AEP), Asociación Española de Pediatría de Atención Primaria (AEPap), Sociedad Española de Pediatría Extrahospitalaria y Atención Primaria (SEPEAP), Sociedad Española de Medicina de Familia y Comunitaria (semFYC), Sociedad Española de Médicos de Atención Primaria (SEMERGEN) y Sociedad Española de Médicos Generales y de Familia (SEMG). (DE EDUCACIÓN, C. U. L. T. U. R. A., & DEPORTE, Y. (2015). Guía Clínica de Evaluación Cardiovascular previa a la práctica deportiva en pediatría.)

Para responder este cuestionario es fundamental que el menor acuda acompañado por un adulto que conozca bien los antecedentes del niño y en caso de disponer de informes médicos deben traerlos el día de la revisión.

1. Antecedentes personales del niño:

¿Le han detectado alguna vez un soplo cardíaco?

SI () NO ()

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

SI () NO ()

¿Toma alguna medicación de forma habitual en la actualidad o en los 2 últimos años?

SI () NO ()

¿Ha presentado en alguna ocasión una crisis convulsiva?

SI () NO ()

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

SI () NO ()

2. Antecedentes familiares:

Algún familiar cercano (padres o hermanos)... ¿Ha nacido con un problema cardíaco?

SI () NO ()

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

SI () NO ()

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

SI () NO ()

¿Ha sido diagnosticado de una miocardiopatía?

SI () NO ()

¿Ha presentado arritmias cardíacas que hayan requerido tratamiento?

SI () NO ()

¿Ha sido diagnosticado de síndrome de Marfan?

SI () NO ()

3. Síntomas del niño:

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

SI () NO ()

¿Se ha desmayado en alguna ocasión?

SI () NO ()

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

SI () NO ()

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

SI () NO ()

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

SI () NO ()

ANEXO 11

Circuitos

CIRCUITO 1

30s:30s

N° 1: DESPLAZAMIENTO UNIPODAL

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS EN UN PIE)

*CADA NIÑO SE UBICA DETRÁS DE LA LINEA DEMARCADA DE PARTIDA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE LO MAS RAPIDO POSIBLE CON SALTOS EN UN PIÉ, HASTA EL CONO CORRESPONDIENTE QUE ESTARÁ DISPUESTO FRENTE A ÉL Y A **20 METROS DE LA PARTIDA**,

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL CONO, DEBERÁ RODEARLO PARA REGRESAR CAMBIANDO DE PIE Y DESPLAZARSE EN UN PIE HASTA LLEGAR NUEVAMENTE A LA PARTIDA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NÚMERO DE VUELTAS ALREDEDOR DEL CONO. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 2

30s:30s

N° 1: DESPLAZAMIENTO CON SALTOS

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS CON PIES JUNTOS)

*CADA NIÑO SE UBICA DETRÁS DE LA LINEA DEMARCADA DE PARTIDA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE LO MAS RAPIDO POSIBLE CON SALTOS CON PIES JUNTOS HASTA EL CONO CORRESPONDIENTE QUE ESTARÁ DISPUESTO FRENTE A ÉL Y A **20 METROS DE LA PARTIDA**,

**UNA VEZ QUE LLEGUE AL CONO, DEBERÁ RODEARLO PARA REGRESAR LO MAS RÁPIDO POSIBLE DESPLAZANDOSE A LA PARTIDA SALTANDO CON PIES JUNTOS.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NÚMERO DE VUELTAS ALREDEDOR DEL CONO. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 3

30s:30s

N° 1: DE PIE Y TENDIDO

(COMPETENCIA DE RAPIDEZ EN CAMBIOS DE POSICIÓN)

*SE FORMAN PAREJAS DE EQUIPOS CONTRARIOS

*CADA PAREJA SE UBICA MIRANDOSE FRENTE A FRENTE.

*CADA NIÑO SE UBICA DETRÁS DE LA LINEA DEMARCADA DE PARTIDA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE COLOCARSE EN CUCLILLAS LUEGO BOCA ABAJO LUEGO COLOCARSE NUEVAMENTE EN CUCLILLAS PARA FINALMENTE COLOCARSE DE PIÉ.

CONTINUA REPITIENDO EL EJERCICIO HASTA QUE SE ACABA EL TIEMPO Y SIEMPRE COMPITIENDO CON SU COMPAÑERO DEL EQUIPO CONTRARIO

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE ALCANZA MAS VECES LA POSTURA DE PIE RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 4

30s:30s

N° 1: DESPLAZAMIENTO CON SALTOS A PIES CRUZADOS

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS CON PIES CRUZADOS)

*CADA NIÑO SE UBICA DETRÁS DE LA LINEA DEMARCADA DE PARTIDA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE CRUZAR LAS PIERNAS Y DESPLAZARSE LO MAS RAPIDO POSIBLE CON SALTOS HASTA EL CONO CORRESPONDIENTE QUE ESTARÁ DISPUESTO FRENTE A ÉL Y A **20 METROS DE LA PARTIDA**,

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL CONO DEBERÁ RODEARLO Y CONTINUAR SU DESPLAZAMIENTO DE REGRESO HASTA LLEGAR NUEVAMENTE A LA PARTIDA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NÚMERO DE VUELTAS ALREDEDOR DEL CONO. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 1

30s:30s

Nº2: FUERZA BRAZOS CON MANCUERNAS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*EJERCICIO:

(CON UNA MANCUERNA EN CADA MANO)

TIEMPO 1: PARTE DE A BAJO-A LOS HOMBROS-

TIEMPO 2: DE LOS HOMBROS ARRIBA-

TIEMPO 3:DE ARRIBA A LOS HOMBROS

TIEMPO 4: DE LOS HOMBROS- A BAJO

*AL SONIDO DEL SILBATO SE EJECUTA EL EJERCICIO DEFINIDO DE BRAZOS.

*CADA COMPETIDOR CUENTA EN VOZ ALTA LAS REPETICIONES.

*CADA VEZ QUE VAYAN AMBAS MANOS ARRIBA SE CUENTA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE LOGRE HACER MAS REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 2

30s:30s

Nº2: FLEXIONES DE BRAZOS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*SE FORMAN PAREJAS DE EQUIPOS

CONTRARIOS

*EJERCICIO:

CADA PARTICIPANTE SE UBICA BOCA A BAJO APOYANDO LAS RODILLAS Y AMBAS MANOS CON LOS CODOS EXTENDIDO COMO EN POSICIÓN PARA REALIZAR FLEXIONES DE BRAZOS.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA SE EJECUTA EL EJERCICIO DEFINIDO DE BRAZOS.

*CADA COMPETIDOR CUENTA EN VOZ ALTA LAS REPETICIONES.

*CADA VEZ QUE VAYAN AMBAS MANOS ARRIBA SE CUENTA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE LOGRE HACER MAS REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 3

30s:30s

Nº2: FUERZA BRAZOS CON BALON DE MEDIO KILO

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*EJERCICIO:

(CON UN BALON SUJETO CON AMBAS MANOS)

SE UBICADO POR DELANTE DEL TRONCO A

LA ALTURA DE LA PELVIS, ESTE SE ELEVA

CON LOS CODOS EXTENDIDOS AL PASAR POR

DETRÁS DE LA CABEZA SE FLEXTAN LOS

CODOS HASTA TOCAR LA ESPALDA CON LA

PELOTA, Y SE DEVUELVE DE LA MISMA

MANERA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA SE EJECUTA EL EJERCICIO

*CADA VEZ QUE VAYAN AMBAS MANOS ARRIBA SE CUENTA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE LOGRE HACER MAS REPETICIONES. EN REGLA.

CIRCUITO 4

30s:30s

Nº2: ELEVACION DE BRAZOS CON MANCUERNAS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*EJERCICIO:

(CON UNA MANCUERNA EN CADA MANO)

POSICIÓN INICIAL: BRAZOS A LOS COSTADOS

TIEMPO 1: ELEVACION DE BRAZOS CON

CODOS EXTENDIDO HASTA LOS 180 °

TIEMPO 2:DESCENSO DE BRAZOS HASTA LA POSICIÓN INICIAL

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA SE EJECUTA EL EJERCICIO

*CADA VEZ QUE VAYAN AMBAS MANOS ARRIBA SE CUENTA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE LOGRE HACER MAS REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 1

30s:30s

N°3: SENTADILLAS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*CADA NIÑO SE UBICA PEGADO A LA PARED Y CON UNA PELOTA EN SU ZONA LUMBAR.

*SE ADHIERE UNA FLECHA JUSTO SOBRE SU CABEZA TOCANDOLA (ESTA SERÁ LA MEDIDA DE MAXIMO ASCENSO)

*SEPARA LOS PIES DE LA PARED UNOS 50 CMS Y SE UBICA UN CAJON DE 40 cm DE ALTURA. (ESTA SERÁ LA MEDIDA DE MÁXIMO DESCENSO)

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DESCENDERÁ HACIENDO UNA SENTADILLA MANTENIENDO LA ESPALDA RECTA Y PERMITIENDO QUE LA PELOTA QUE SE UBICA ENTRE SU ESPALDA Y LA PARED RUEDE DESPLAZANDOSE POR SU ESPALDA, DESCENDERA HASTA QUE SUS GLUTEOS TOQUEN COMPLETAMENTE EL CAJON A MANERA DE SENTARSE.

*LUEGO ASCENDERÁ HASTA TOCAR SU CABEZA CON LA FLECHA Y SE CONTARÁ COMO UNA REPETICIÓN REALIZADA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA COMPETIDOR QUE LOGRE REALIZAR EL MAYOR NÚMERO DE REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 2

30s:30s

N°3: ESTOCADAS PIE AL FRENTE

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

POSICIÓN INICIAL DE PIE CON AMBAS MANOS EN LA CINTURA.

*AVANZA UN PIE ADELANTE FLEXTA LA RODILLA SIN QUE ESTA SOBREPASE LA LINEA DE LA PUNTA DEL MISMO PIÉ Y TAMBIEN FLEXTA LA RODILLA DE ATRÁS HATA TOCAR SUAVEMNETE EL SUELO.

*REGRESA EL PIE EN UN MOVIMIENTO PARA REGRESAR A LA POSICIÓN INICIAL.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO COLOCARÁ AMBAS EN LA CINTURA EJECUTANDO LA ESTOCADA ALTERNANDO EL PIE QUE SE DESPLAZA ADELANTE.

*GANA COMPETIDOR QUE LOGRE REALIZAR EL MAYOR NÚMERO DE REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 3

30s:30s

N°3: SENTARSE Y PARARSE

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*CADA NIÑO SE UBICA DE PIÉ DELANTE DE UNA SILLA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO SE SENTARÁ E INCORPORARA A LA POSICIÓN INICIAL LA MAYOR CANTIDAD DE VECES.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA COMPETIDOR QUE LOGRE REALIZAR EL MAYOR NÚMERO DE REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 4

30s:30s

N°3: ESTOCADA BILATERAL

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*CADA NIÑO SE UBICA DE PIE.CON AMBAS MANOS EN LA CINTURA.

CADA NIÑO COLOCARÁ AMBAS EN LA CINTURA Y AMBAS PIERNAS SEPARADAS.

*AL SONIDO DEL SILBATO SE DEBE EJECUTAR UNA SENTADILLA PROFUNDA CON LAS RODILLAS APUNTANDO HACIA AFUERA SE INCORPORA RAPIDAMENTE PARA EJECUTAR UNA ESTOCADA MIRANDO AL FRENTE PRIMEROAVANZA CON LA RODILLA DERECHA TOCA SUAVEMNETE EL SUELO.

REALIZA UNA NUEVA SENTADILLA PROFUNDA SE INCOORPORA PARA LUEGO AVANZAR CON LA RODILLA IZQUIERDA PARA TOCAR EL SUELO Y SE INCORPORA.

*DEBE REPETIR SIN PARA EL EJERCICIO HASTA EL SONIDO DEL SILBATO.

*SE CUENTA CADA VEZ QUE HACE UNA SENTADILLA PROFUNDA.

*GANA COMPETIDOR QUE LOGRE REALIZAR EL MAYOR NÚMERO DE REPETICIONES. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 1

30s:30s

N°4: ABDOMINALES DINAMICOS EN PAREJAS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*SE FORMAN PAREJAS DEL MISMO EQUIPO.

*CADA PAREJA SE TIENDE DECUBITO SUPINO, DE FRENTE HACIENDO COINCIDIR SUS PIES Y RODILLAS FLECTADAS DISPUESTAS ENTRELAZADAS, CON LA CABEZA APOYADA EN EL SUELO Y AMBAS MANOS TOCANDO SUS MUSLOS.

***AL SONIDO DEL SILBATO CADA PAREJA ASCIENDE REALIZANDO UN ABDOMINAL COMPLETO TOCANDO AMBAS MANOS POR SOBRE SUS RODILLAS HACIENDO SONAR LAS PALMAS EN UN APLAUSO.**

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL EQUIPO DE LA PAREJA QUE LOGRA EJECUTAR LA MAYOR CANTIDAD DE APLAUSOS, RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 2

30s:30s

N°4: ABDOMINALES EN ISOMETRIA

(COMPETENCIA EN MANTENSION)

*SE FORMAN PAREJAS DEL MISMO EQUIPO

* SE TIENDEN DECUBITO SUPINO UNA AL LADO DE LA OTRA PARALELAS, DESDE ESA POSICION CADA UNO COLOCA SUS MANOS BAJO LOS GLÚTEOS Y CON UNA CONTRACCIÓN ABDOMINAL ELEVA AMBOS MIEMBRO INFERIORES EXTENDIDOS DEJANDOLOS EN UN ANGULO DE 45°

***AL SONIDO DEL SILBATO SE EJECUTA EL EJERCICO MANTENIENDO FIJOS LOS MIEMBROS INFERIORES EN LA POSICIÓN INDICADA.**

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL EQUIPO QUE LOGRA MANTENER LA POSICIÓN CON EL MINIMO DE MOVIMIENTO.

CIRCUITO 3

30s:30s

N°4: ABDOMINALES DINAMICOS

(COMPETENCIA DE N° DE REPETICIONES)

*SE FORMAN PAREJAS DEL MISMO EQUIPO.

*CADA PAREJA SE TIENDE DECUBITO SUPINO, DE FRENTE CON LAS RODILLAS FLECTADA, Y LOS PIES ENTRELAZADOS CON LA PAREJA QUE ESTÁ ALFRENTE, LAS PAREJAS SE UBICAN MUY JUNTAS.

***AL SONIDO DEL SILBATO CADA PAREJA ASCIENDE REALIZANDO UN ABDOMINAL COMPLETO TOCANDO CON AMBAS MANOS EL HOMBR DEL COMPAÑERO COORDINANDO EL TRABAJO EN FORMA OPUESTA CON EL COMPAÑERO, CONCENTRANDO ALTERNADAMENTE EL TRABAJO EN LOS OBLICUOS E CADA LADO.**

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL COMPETIDOR QUE LOGRA EJECUTAR LA MAYOR CANTIDAD DE DESPEGUES DE LOS GLUTEOS DEL SUELO, RESPETANDO LAS REGLAS

CIRCUITO 4

30s:30s

N°4: ABDOMINALES EN ISOMETRIA

(COMPETENCIA EN MANTENSION)

*SE FORMAN PAREJAS DEL MISMO EQUIPO

*DECUBITO SUPINO SE APOYAN CODOS Y ANTEBRAZOS Y JUNTO CON ELLOS LA PUNTA DE LOS PIES EL CUERPO DEBE ESTAR ALINEADO EQUILIBRANDO LA CONTRACCION DE MUSCULOS ANTERIORES Y POSTERIORES. ESTA POSICION SE DEBE MANTENER RECTA E INALTERABLE DURANTE LOS 30 SEGUNDOS.

***AL SONIDO DEL SILBATO SE TOMA LA POSICIÓN Y AL SEGUNDO SILBATO SE DESARMA LA POSICIÓN.**

*AL TERMINAR EL TIEMPO, GANAN LOS COMPETIDORES QUE LOGRAN MANTENER LA POSICION RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 1

30s:30s

N° 5: PIQUES CORTOS

((COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS)

*CADA NIÑO SE UBICA DETRÁS DE LA LINEA DEMARCADA DE PARTIDA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE LO MAS RAPIDO POSIBLE HASTA EL CONO CORRESPONDIENTE QUE ESTARÁ DISPUESTO FRENTE A ÉL Y A 20

METROS DE LA PARTIDA,

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL CONO, DEBERÁ RODEARLO PARA REGRESAR LO MÁS RAPIDO POSIBLE HASTA LLEGAR NUEVAMENTE A LA PARTIDA.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NUMERO DE VUELTAS ALREDEDOR DEL CONO. RESPETANDO LAS REGLAS.

CIRCUITO 2

30s:30s

* N° 5: PIQUES CORTOS EN ESCALERA DIBUJADA EN EL SUELO DE FRENTE

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS SE DEBE DIBUJAR UNA ESCALERA DE DIEZ PELDAÑOS EN EL SUELO FRENTE A CADA PARTICIPANTE.

*CADA NIÑO SE UBICA AL COMIENZO DE LA ESCALERA..

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE LO MAS RAPIDO POSIBLE APOYANDO CADA PIE EN UN ESPACIO.

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL ULTIMO ESPACIO DEBERA DEVOLVERSE POR FUERA DE LA ESCALERA RAPIADAMENTE A LA PARTIDA Y EJECUTAR NUEVAMENTE EL DESPLAZAMIENTO.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NUMERO DE DESPLAZAMIENTOS SOBRE LA ESCALERA RESPETANDO LAS REGLAS

CIRCUITO 3

30s:30s

* N° 5: PIQUES CORTOS EN ESCALERA DIBUJADA EN EL SUELO DE COSTADO

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS CADA NIÑO SE UBICA AL COMIENZO DE LA ESCALERA DIBUJADA EN EL SUELO DE PIE Y DE COSTADO .

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE DE COSTADO LO MAS RAPIDO POSIBLE APOYANDO CADA PIE EN UN ESPACIO.

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL ULTIMO ESPACIO DEBERA DEVOLVERSE POR FUERA DE LA ESCALERA RAPIADAMENTE A LA PARTIDA Y EJECUTAR NUEVAMENTE EL DESPLAZAMIENTO.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NUMERO DE DESPLAZAMIENTOS SOBRE LA ESCALERA RESPETANDO LAS REGLAS

CIRCUITO 4

30s:30s

* N° 5: PIQUES CORTOS EN ESCALERA DIBUJADA EN EL SUELO DE FRENTE RODILLAS

ARRIBA

(COMPETENCIA DE DESPLAZAMIENTOS *CADA NIÑO SE UBICA AL COMIENZO DE LA ESCALERA.

*AL SONIDO DEL SILBATO CADA NIÑO DEBE DESPLAZARSE DE FRENTE ELEVANDO LAS RODILLAS LO MAS RAPIDO POSIBLE APOYANDO CADA PIE EN UN ESPACIO.

*UNA VEZ QUE LLEGUE AL ULTIMO ESPACIO DEBERA DEVOLVERSE POR FUERA DE LA ESCALERA RAPIADAMENTE A LA PARTIDA Y EJECUTAR NUEVAMENTE EL DESPLAZAMIENTO.

*AL COMPLETARSE EL TIEMPO SONARÁ NUEVAMENTE EL SILBATO.

*GANA EL JUGADOR QUE LOGRA EL MAYOR NUMERO DE DESPLAZAMIENTOS SOBRE LA ESCALERA RESPETANDO LAS REGLAS

ANEXO 12

Planificación

	MESOCICLO 1			MESOCICLO 2			MESOCICLO 3			MESOCICLO 4		
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12
N° vueltas al circuito	3	3	3	4	5	4	4	4	4	4	3	3
N° de estaciones por circuito	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tiempo de trabajo y descanso	30 s : 30 s	30 : :30s	30 s : 30 s	30 s : 30 s	30 : 30 s	30 s : 30 s	30 s : 30 s					
Descanso entre circuitos	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min					
Trabajo efectivo	15 min	15 min	15 min	20 min	25 min	20 min	20 min	20 min	20 min	20 min	15 min	15 min
Duración de la practica	21 min	21 min	21 min	28 min	35 min	28 min	28 min	28 min	28 min	21 min	21 min	21 min
Tiempo de organización	9 min	9 min	9 min	9 min	0 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	9 min	9 min
calentamiento	10 min	10 min	10 min	10 min	7 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min	10 min
Vuelta a la calma	5 min	5 min	5 min	5 min	3 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min	5 min
Duración de la sesión	45 min	45 min	45 min	52 min	45 min	45 min	45 min	45 min	45 min	38 min	45 min	45 min
% de repeticiones en 30 segundos	60%	70%	65%	60%	70%	65%	75%	85%	80%	75%	70%	65%