



UNIVERSIDAD
Finis Terrae

UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
“ESCUELA DE KINESIOLOGÍA - FACULTAD DE MEDICINA”
MAGÍSTER EN FISIOLÓGÍA CLÍNICA DEL EJERCICIO

IMPLEMENTACIÓN DE UN PROGRAMA DE ENTRENAMIENTO FÍSICO
CONCURRENTE EN ADULTOS CON SÍNDROME METABÓLICO EN UN
CENTRO DE REHABILITACIÓN DE VALPARAÍSO

AUTOR: JOSÉ POBLETE GANSWEID

“ACTIVIDAD DE GRADUACIÓN PRESENTADA PARA LA OBTENCIÓN DEL
GRADO DE MAGÍSTER EN FISIOLÓGÍA CLÍNICA DEL EJERCICIO”

PROFESOR GUÍA: PHD. MARCELO TUESTA ROA

SANTIAGO, CHILE 2025

Dedicatorias y Agradecimientos

A mi madre, Gislinde Irmamarie Gansweid Sessler, pilar fundamental y ejemplo vivo de perseverancia. Gracias por tu entrega incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y por creer siempre en mí. Este logro es fruto de tu amor y tus enseñanzas.

A mi padre, Domingo José Poblete Puga, por su apoyo constante y por transmitirme la disciplina necesaria para enfrentar los desafíos. Gracias por ser una guía esencial en mi formación como hombre y profesional.

A mi novia, Nicole Tamara Araya Meza, mi compañera de vida y sostén emocional. Gracias por tu paciencia infinita y por celebrar cada avance como propio. Tu aliento fue el motor que me permitió llegar a la meta.

Finalmente, agradezco a mi profesor guía, PhD. Marcelo Tuesta Roa. Su rigurosidad científica, visión experta en salud cardiometabólica y generosidad académica fueron determinantes para esta investigación. Gracias por confiar en este proyecto y guiarme hacia la excelencia.

Índice de contenido

Resumen	6
1.Introducción	7
2. Síndrome Metabólico	8
2.1 Factores de Riesgo.....	9
2.1.1 Sedentarismo.....	9
2.1.2 Inactividad Física	10
2.1.3 Desbalance energético.	11
2.2. Diagnóstico del Síndrome Metabólico	11
2.3. Fisiopatología del Síndrome metabólico	12
2.3.1 Hiperglucemia	12
2.3.2 Resistencia a la insulina	13
2.3.3 Obesidad visceral y Disfunción Adiposa	14
2.3.4 Inflamación crónica y estrés oxidativo.....	15
2.3.5 Hipertensión Arterial	16
2.4 Tratamiento Farmacológico	17
2.5 Tratamiento no farmacológico	18
2.5.1 Entrenamiento Físico.....	19
2.5.2 Entrenamiento Concurrente.....	22
2.5.3 Periodización del entrenamiento.....	23
3. Planteamiento del problema	25
4. Justificación Científica	27
5. Objetivos	28

5.1 Objetivo General	28
5.2 Objetivos específicos.....	28
6. Estrategias y Actividades.....	29
7. Metas	32
8. Propuesta de Intervención.....	34
8.1 Evaluación Cardiorrespiratoria.....	35
8.2 Evaluación de Fuerza muscular.....	36
8.3 Pruebas Complementarias	36
8.3.1 Flexibilidad	36
8.3.2 Equilibrio Estático - Dinámico	36
8.3.3 Nivel de actividad física	37
8.3.4 Otras evaluaciones	37
8.4 Sesiones de entrenamiento	37
8.4.1 Sesión de entrenamiento tipo (Microciclo - 6 Semana)	38
9. Estudio de factibilidad.....	39
9.1 Análisis de Factibilidad de Mercado: Demanda, Oferta y Posicionamiento Estratégico.	39
9.1.1 Propuesta de Valor y Demanda.	39
9.1.2 Modelo de Costos y Sostenibilidad Financiera.	39
9.1.3 Inversión Mínima.....	40
9.1.4 Implementos requeridos.....	40
9.3 Factibilidad desde el punto de vista administrativo	41
9.3.1 Gestión Operacional (Asistencia y Agendamiento).....	41
9.3.2 Gestión Estratégica (Registro y Control Financiero).....	41
9.4 Factibilidad desde el punto de vista político.	42

9.4.1 Reglamento de Establecimientos de Salud (Decreto N.º 161/82).....	42
9.4.2 Estándares de Acreditación (Superintendencia de Salud)	42
9.4.3 Seguridad Ambiental y Laboral	42
9.5 Factibilidad desde el punto de vista social.	43
10. Plan de Ejecución	43
11. Sistema de evaluación.	46
12. Sistema de monitoreo o seguimiento.	47
13. Conclusión.....	48
14. Bibliografía	49
ANEXOS	64
Anexo I: Carta Gantt de entrenamiento físico concurrente.....	64
Anexo I.I: Objetivos terapéuticos según mesociclos.	65
Anexo II: Modelo de progresión de entrenamiento físico concurrente	66
Anexo III: Ficha de Evaluación Kinesiológica	67
Anexo IV: Ecuaciones de estimación indirecta de 1 RM	72
Anexo V: Valores de Sit to Stand Test (Población Chilena)	73
Anexo VI: Valores de referencia e interpretación del riesgo de caída según la prueba Timed Up and Go (TUG)	74
Anexo VI.I: Valores de referencia e interpretación del riesgo de caída según la prueba Timed Up and Go (TUG) en población chilena.	74
Anexo VII: Escala original de BORG.	75
Anexo VIII: Carta de compromiso de asistencia.	76
.....	77

Resumen

En Chile, la alta prevalencia de sedentarismo -86,7%- ha impulsado de manera significativa la incidencia de Síndrome Metabólico (SM), condición que afecta a casi el 40% de los adultos. El SM, caracterizado por resistencia a la insulina, inflamación crónica de bajo grado y disfunción metabólica multisistémica, requiere intervenciones especializadas que trascienden el tradicional modelo de atención centrado en los cuidados agudos.

En este contexto, el presente proyecto propone el entrenamiento concurrente (EC) como una estrategia de intervención superior. La combinación estructurada de ejercicio de fuerza —asociado a la activación vía mTOR— y ejercicio aeróbico —mediado principalmente por la vía AMPK— promueve una adaptación fisiológica dual que mejora la sensibilidad de la insulina, optimiza el metabolismo de sustratos y reduce los componentes cardiometabólicos del SM con mayor eficacia que el entrenamiento realizado de forma aislada.

Se plantea la implementación de un programa de EC de 16 semanas en la región de Valparaíso, el cual fue diseñado mediante principios de periodización para asegurar una dosificación precisa de las cargas de entrenamiento. El protocolo será evaluado en las semanas 0, 8 y 16, considerando cambios en la fuerza muscular, capacidad cardiorrespiratoria y biomarcadores metabólicos clave (glicemia en ayunas, perfil lipídico y marcadores antropométricos).

La factibilidad del proyecto es alta. El modelo operativo es costo-eficiente, aprovechando infraestructura ya existente y eliminando la necesidad de inversiones iniciales en equipamiento de salud. Sumado a la participación de kinesiólogos con formación especializada en salud cardiometabólica, este enfoque garantiza sostenibilidad financiera, escalabilidad del programa, y un impacto significativo en la salud comunitaria.

1. Introducción

Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) se han convertido en el desafío de salud pública más importante del siglo XXI. A diferencia de las enfermedades infecciosas, las ECNT —como la enfermedad cardiovascular, cáncer, enfermedades respiratorias crónicas y la diabetes— no se transmiten de persona a persona; sin embargo, su carga epidemiológica es fuerte y continúa creciendo. Este impacto es especialmente marcado en países de ingresos socioeconómicos bajos y medios, donde son responsables de un 74% de todas las muertes globales, en gran parte por las limitaciones en el acceso oportuno a servicios integrales y de alta calidad. Además, las muertes prematuras asociadas a esta condición representan un 86% en estas regiones (Varghese et al., 2025).

Considerando múltiples factores que influyen en la carga de las ECNT, uno de los desafíos más importantes en América Latina es la gestión y organización de los sistemas de salud. Garantizar la coordinación, continuidad y longitudinalidad del cuidado sigue siendo complejo en contextos caracterizados por la fragmentación institucional, la limitada interoperabilidad entre niveles asistenciales y la insuficiente asignación de recursos para el manejo sostenido de las condiciones crónicas (García et al., 2025). Ahora bien, la región ha avanzado en la incorporación de estrategias de atención primaria y expansión de coberturas en donde diversos sistemas de salud continúan estructurados para la estrategia de atención de patologías agudas. En consecuencia, la persistencia de estos sistemas limita la capacidad de respuesta frente al incremento de la ECNT.

La evidencia científica confirma la sólida asociación entre el sedentarismo y múltiples efectos adversos. Un estilo de vida sedentario, particularmente cuando se combina con una alimentación desbalanceada, genera consecuencias metabólicas desfavorables para el organismo. Estas alteraciones contribuyen directamente al desarrollo de patologías crónicas como la obesidad, la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) y las enfermedades cardiovasculares (ECV), consolidándose como factores determinantes en el incremento de la carga global de ECNT (Li, 2025). Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) advierte que, de no implementarse medidas preventivas oportunas, se comprometerá el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

(ODS), dificultando la meta de reducir en un tercio la mortalidad prematura por ENT para el año 2030 (OMS, 2025).

Respecto a los determinantes más críticos, destacan las dietas poco saludables y la inactividad física, factores que desencadenan consecuencias fisiológicas severas como hipertensión arterial, hiperglucemia, dislipidemia y obesidad. La convergencia de estas condiciones configura un perfil metabólico alterado que incrementa sustancialmente el riesgo de desarrollar ECV, las cuales persisten como la principal causa de mortalidad prematura a nivel global. Por consiguiente, la modificación de los hábitos de vida — centrada en la reestructuración nutricional y la incorporación regular de ejercicio físico— emerge como una estrategia terapéutica esencial e impostergable. Dichas intervenciones son cruciales para revertir las alteraciones metabólicas basales y, en última instancia, frenar la creciente prevalencia de las ECNT.

2. Síndrome Metabólico

Durante la última década, tanto los países desarrollados como aquellos en vías de desarrollo han enfrentado cifras alarmantes en relación con las ENT. Este fenómeno, impulsado primordialmente por comportamientos de salud desfavorables —tales como la inactividad física y hábitos alimenticios deletéreos—, ha derivado en una creciente prevalencia de trastornos metabólicos que han alcanzado dimensiones pandémicas (Wang et al., 2024). En particular, el síndrome metabólico (SM) —entendido como un conglomerado de factores de riesgo determinantes en el desarrollo de ENT— evidenció un incremento crítico en su prevalencia, ascendiendo del 21% en 2003 al 40% durante el 2016-2017, de acuerdo con los últimos registros de salud nacional (Echeverría et al., 2023).

En Chile, la población que presenta síndrome metabólico alcanza el 40,1%, estas cifras generan un enorme costo al sector salud en Chile, y que son atribuibles al sobrepeso y obesidad, fueron calculados en 814 mil millones de pesos durante el año 2014, equivalentes a un 0,55% del PIB o un 7% del gasto en salud (Durán-Agüero et al., 2022).

Esta alarmante progresión epidemiológica subraya la urgencia de implementar estrategias de intervención eficaces, dado que la persistencia de estos factores de riesgo incrementa exponencialmente la probabilidad de desarrollar patologías crónicas. En este contexto, resulta imperativo abordar los mecanismos moleculares subyacentes que vinculan el sedentarismo con el síndrome metabólico, con el fin de mitigar el impacto de estas condiciones en la salud pública. Por consiguiente, la identificación, prevención y tratamiento de estos indicadores se vuelven determinantes para revertir la tendencia actual y reducir la morbimortalidad asociada al síndrome metabólico.

2.1 Factores de Riesgo

El sedentarismo, la inactividad física y el desbalance energético se consolidan como los principales responsables del deterioro metabólico. Mientras que el sedentarismo definido por el tiempo excesivo en conductas de bajo gasto energético actúa como el factor inicial, la inactividad física por su parte priva al tejido muscular de los estímulos contráctiles necesarios para la captación de glucosa. Esta carencia de movimiento genera una resistencia a la insulina periférica y una disfunción mitocondrial que, de forma independiente a otros factores, altera la homeostasis glicémica y lipídica. En última instancia, la persistencia de estos comportamientos establece un entorno proinflamatorio crónico que acelera el desarrollo de patologías cardiovasculares y metabólicas, posicionando al entrenamiento físico como la intervención diagnóstica y terapéutica prioritaria.

2.1.1 Sedentarismo

La modernidad ha desplazado el transporte activo por conductas sedentarias vinculadas a la obesidad (Silveira et al., 2022). En Chile, esta transición es alarmante: la ENS (2016-2017) reportó un 86,7% de sedentarismo, y aunque un tercio de los adultos es inactivo o sedentario, menos del 5% presenta

ambas condiciones (MINSAL, 2017; Fernández-Verdejo & Suárez-Reyes, 2021). Por ello, la salud pública prioriza combatir el comportamiento sedentario — definido como actividades en vigilia con un gasto $\leq 1,5$ METs en postura sedente (OMS, 2018)— dada su relación directa con enfermedades como la diabetes y la dislipidemia (Ahumada Tello & Toffoletto, 2020; Browne et al., 2017). Este estilo de vida, predominante en ámbitos laborales y domésticos, constituye un factor de riesgo crítico que exige una intervención urgente (Tremblay et al., 2017; Hall et al., 2021).

2.1.2 Inactividad Física

A nivel global, la inactividad física representa una carga económica crítica, con costos directos en salud y pérdidas de productividad que superan los \$166 mil millones de dólares anuales (Oner, 2022). Según datos que abarcan al 96% de la población mundial, más de una cuarta parte de los adultos (1.4 mil millones de personas) no cumple con el estándar de la OMS de 150 minutos semanales de actividad moderada a vigorosa, lo que incrementa exponencialmente el riesgo de padecer de enfermedades crónicas (Guthold et al., 2018; OMS, 2020). Fisiológicamente, este comportamiento altera la homeostasis energética al reducir drásticamente el gasto calórico total y la termogénesis por actividad no asociada al ejercicio (NEAT), afectando la oxidación de lípidos y favoreciendo el síndrome metabólico (Otero & Bessa, 2024). En Chile, esta problemática es particularmente alarmante, especialmente en la población universitaria, donde la inactividad exacerba las ya elevadas prevalencias de sobrepeso y obesidad (Araya-Quintanilla et al., 2023). Por ello, intervenir sobre estos factores conductuales es imperativo para reducir la morbimortalidad asociada a patologías no transmisibles.

2.1.3 Desbalance energético.

Se ha establecido que las modificaciones en el entorno alimentario explican la creciente prevalencia de obesidad poblacional, específicamente en el sistema alimentario industrializado que ha propiciado un superávit calórico mediante la masiva disponibilidad y comercialización de alimentos ultra procesados de bajo costo y fácil acceso (Hall, 2023). Este desbalance energético, derivado de una ingesta calórica excesiva y/o una actividad física insuficiente, constituye uno de los principales determinantes de obesidad y alteraciones cardiometabólicas asociadas (Stanhope et al., 2018). Ante este escenario etiológico, una de las estrategias terapéuticas más efectivas para el control del síndrome metabólico radica en las intervenciones del estilo de vida, con énfasis en la nutrición y el entrenamiento físico (Stavitz et al., 2025).

2.2. Diagnóstico del Síndrome Metabólico

El SM constituye un conjunto de trastornos metabólicos vinculados al riesgo de enfermedad cardiovascular (ECV), caracterizado inicialmente por un metabolismo anormal de lípidos, hipertrigliceridemia y alteración en la metabolización de la glucosa (Mao et al., 2025). La progresión de este cuadro clínico deriva en un estado complejo de obesidad central y resistencia a la insulina (RI), donde la hipertensión y la dislipidemia severa consolidan el perfil patológico del paciente. Dicha condición presenta una alta prevalencia a nivel global, especialmente en poblaciones con baja actividad física y consumo excesivo de energía (Kränkel et al., 2019; Kaur, 2019). Bajo este escenario, el MINSAL (2022) definió el SM según los criterios de la NCE-ATP III:

- a) Glicemia en ayunas >100 mg/dl
- b) Triglicéridos >150 mg/dl
- c) Presión arterial \geq 130/85 mmHg
- d) HDL <40 mg/dl en hombres (<50 mg/dl en mujeres)

e) Circunferencia abdominal >102 cm en hombres (>88 cm en mujeres).

El diagnóstico clínico se establece ante la coexistencia de al menos tres criterios de la NCE-ATP III. Desde una perspectiva epidemiológica, la presencia de SM incrementa significativamente la morbilidad cardiovascular; específicamente, estos pacientes exhiben un riesgo relativo de dos a tres veces de padecer cardiopatía isquémica, así como una probabilidad cinco veces superior de desarrollar Diabetes Mellitus tipo 2 (DM-II) en comparación con población sana (Chalotra et al., 2025).

2.3. Fisiopatología del Síndrome metabólico

El SM es impulsado por alteraciones celulares donde la obesidad y RI emerge como el fenómeno central. Este trastorno se origina por alteraciones en la señalización intracelular, exacerbadas por la lipotoxicidad de los ácidos grasos libres (FFA) y un estado de inflamación crónica de bajo grado derivado del tejido adiposo disfuncional. Estos mecanismos moleculares interrumpen la homeostasis de glucosa y lípidos, culminando en disfunción endotelial y la aterogénesis característica de este síndrome. Dentro de la amplia gama de alteraciones metabólicas, las principales características de este síndrome son:

2.3.1 Hiperglucemia

La hiperglucemia en ayunas (≥ 100 mg/dL) induce una alteración en la homeostasis celular que desencadena inflamación vascular y disfunción endotelial mediada por estrés oxidativo. Simultáneamente, este entorno hiperglucémico compromete la respuesta inmunitaria mediante la liberación de citoquinas proinflamatorias. Fisiopatológicamente, este cuadro deriva de la disfunción de las células beta y la resistencia a la insulina periférica, lo que provoca una hiperinsulinemia compensatoria. Consecuentemente, se altera la lipólisis y se favorece la acumulación de tejido adiposo,

exacerbando el círculo vicioso de resistencia a la insulina y deterioro metabólico (Chalotra et al., 2025).

2.3.2 Resistencia a la insulina

Durante el estado postprandial, la secreción de insulina por parte de las células β pancreáticas controla la homeostasis sistémica de nutrientes promoviendo procesos anabólicos en diversos tejidos. La insulina ejerce un efecto dual al estimular el anabolismo y la reserva energética; por un lado, estimula la síntesis de proteínas y glucógeno en el músculo e hígado, promoviendo la entrada de glucosa y el almacenamiento de lípidos en el hígado y tejido adiposo. Por otro lado, inhibe procesos catabólicos como la oxidación de ácidos grasos, la glucogenólisis y la gluconeogénesis, además de suprimir la apoptosis y la autofagia en los tejidos sensibles (Leibowitz & Glaser, 2014). No obstante, en un estado de desequilibrio energético crónico, los tejidos corporales se vuelven resistentes a la señalización de la insulina. En estas condiciones de RI, se interrumpe la homeostasis de la glucosa debido a la activación anómala de la vía PI3K, la cual desencadena efectos metabólicos claves: un aumento en la síntesis de la piruvato deshidrogenasa quinasa (isoenzima tipo 1) y de la serina/treonina proteína quinasa RAC-, una marcada disminución de la sensibilidad a la insulina en tejidos fundamentales como el músculo, el tejido adiposo e hígado, y un aumento en la gluconeogénesis hepática. Este desbalance metabólico estimula, a su vez, la liberación de ácidos grasos libres (FFA) provenientes del exceso de glucosa (Li et al., 2025). El resultado directo de la RI es la disminución de la absorción de glucosa por el tejido muscular. Bajo estas condiciones, el metabolismo de la glucosa se desvía desde la vía oxidativa muscular hacia el hígado, exacerbando la producción de lípidos a través de la lipogénesis de novo (DNL). Con el aumento del sustrato de glucosa, el hígado desarrolla RI; las tasas más altas de DNL aumentan el contenido de triglicéridos en plasma y crean un ambiente de un excesivo sustrato energético, favoreciendo la RI a nivel corporal contribuyendo a la deposición ectópica de lípidos alrededor de los órganos viscerales (Freeman et al., 2023). Como consecuencia de este proceso, se genera una hipertrofia de las células β favoreciendo un aumento de la

producción de insulina y obteniendo como resultado la hiperinsulinemia. Las consecuencias metabólicas que genera esta condición son hiperglucemia, hipertensión, dislipidemia, obesidad visceral, hiperuricemia, aumento de los marcadores inflamatorios, disfunción endotelial, trombosis, enfermedad de hígado graso no alcohólico (NAFLD) y DM-II, culminando finalmente en la aparición del SM (Xu et al., 2021).

2.3.3 Obesidad visceral y Disfunción Adiposa

Esta condición corresponde a una enfermedad multifactorial cuya progresión depende de la interacción de factores ambientales, genéticos, psicológicos, físicos y alimenticios (Otero & Bessa, 2024). Dicha interacción interrumpe la homeostasis energética —donde la ingesta supera al gasto— favoreciendo un desequilibrio metabólico mantenido en el tiempo. Para su diagnóstico, la OMS clasifica la obesidad según el índice de masa corporal (IMC 30), utilizando la fórmula para estratificarla en: Obesidad Clase I (IMC 30-34.9), Clase II (IMC 35-39.9) y Clase III (IMC 40). No obstante, aunque el IMC es la herramienta de clasificación más utilizada (Almeida & Fuzikawa, 2023), presenta limitaciones al subestimar la adiposidad real y entregar información inespecífica sobre el estado de salud individual (Ryan & Apovian, 2024).

Esta limitación diagnóstica es particularmente relevante dado que el incremento del IMC y la acumulación de tejido adiposo ejercen un impacto negativo directo sobre el Fitness Cardiorrespiratorio (CRF), definido como la capacidad de los sistemas cardiovascular y respiratorio para suministrar oxígeno al músculo esquelético durante la actividad física sostenida. Fisiopatológicamente, el aumento del IMC induce una reducción en el CRF; esta relación inversa se explica por el aumento en la carga mecánica, el deterioro de la función diastólica y una menor eficiencia mitocondrial en el tejido muscular ante estados de inflamación crónica (Sparks et al., 2024). Por consiguiente, existe una relación inversa entre el grado de obesidad y el consumo máximo de oxígeno (VO₂ max). La preservación de este indicador es crítico, puesto que una capacidad oxidativa superior se vincula con la mitigación de eventos cardiovasculares (ECV), la

homeostasis metabólica y un incremento sustancial en la expectativa de vida, independientemente de la adiposidad subyacente.

Consecuentemente, la manifestación clínica de esta cascada de disfunciones metabólicas asociadas a la obesidad favorece el desarrollo del SM a través de la disfunción adiposa. En este proceso, el exceso de tejido adiposo visceral (IVA) y la acumulación ectópica de lípidos resultan en alteraciones moleculares caracterizadas por la hipertrofia de adipocitos, lipogénesis y lipólisis deteriorada. A nivel sistémico, el aumento de los ácidos grasos libres (FFA) circulantes induce resistencia a la insulina (RI) y activa vías inflamatorias que promueven la secreción desregulada de adipocitoquinas, como la leptina y adiponectina. Finalmente, la persistencia de esta inflamación crónica interrumpe el metabolismo sistémico, vinculando la disfunción del tejido adiposo con la hipertensión y la ECV (Li et al., 2025), patologías sobre las cuales un CRF elevado ejerce un rol protector fundamental al mitigar los efectos deletéreos de la obesidad.

2.3.4 Inflamación crónica y estrés oxidativo

La señalización de especies reactivas de oxígeno (ROS) pueden participar en procesos fisiológicos normales o contribuir a respuestas desadaptativas que dan como resultado una disfunción metabólica y señalización inflamatoria, dependiendo de la fuente de ROS, el tipo de célula y el entorno tisular. El desbalance entre los oxidantes y los antioxidantes favorece el estrés oxidativo, que a su vez causa una interrupción en la señalización y la regulación redox, así como el daño molecular y celular. El estrés oxidativo es perjudicial ya que el exceso de ROS induce daño celular, dañando específicamente el ADN y oxidando el perfil lipídico. Los lípidos presentes en las membranas del retículo plasmático, mitocondrial y endoplasmático son los principales tejido que se ven afectados por la peroxidación de ROS en la mayoría de las macromoléculas (Díez-Sánchez et al., 2023).

En concordancia con lo anterior, el tejido adiposo actúa como un órgano endocrino disfuncional secretando citoquinas proinflamatorias clave, tales como la interleucina 1 β (IL-1 β), la interleucina 6 (IL-6) y, fundamentalmente, el factor de necrosis tumoral α

(TNF- α). Este último mediador no sólo exacerba la respuesta inflamatoria y la apoptosis, sino que altera el metabolismo lipídico al aumentar la lipogénesis y comprometer la señalización de la insulina, desencadenando una producción elevada de ROS (Stojanović et al., 2020). Consecuentemente, este estado crónico de estrés oxidativo desempeña un rol etiológico central en el desarrollo del SM, al deteriorar directamente la capacidad de secreción de insulina y bloquear el transporte eficiente de glucosa tanto en el tejido adiposo como en la musculatura esquelética (Ceriello & Motz, 2004).

2.3.5 Hipertensión Arterial

Reconocida como una de las causas primarias de morbimortalidad global, la hipertensión (HTA) genera anualmente 10,4 millones de muertes y una carga significativa de discapacidad (Bray et al., 2018). Esta condición presenta criterios diagnósticos divergentes entre la normativa europea ($\geq 140/90$ mmHg) y la americana ($\geq 130/80$ mmHg), aunque su fisiopatología en el contexto de la obesidad converge en una etiología multifactorial. En este escenario, la hiperactividad del sistema nervioso simpático (SNS) juega un rol central al elevar el gasto cardíaco y la reabsorción tubular de sodio, siendo esta respuesta modulada por factores como la adiposidad visceral y étnicas. Consecuentemente, se produce una activación paradójica del Sistema Renina-Angiotensina-Aldosterona (RAAS); a pesar de la expansión de volumen típica de la obesidad, los niveles de renina y aldosterona se elevan impulsados por la interacción bidireccional entre el SNS y la compresión mecánica que ejerce la grasa visceral sobre los riñones. Adicionalmente, el tejido adiposo actúa como un órgano endocrino con RAAS intrínseco, exacerbando la vasoconstricción. En última instancia, la compresión física y la inflamación perirrenal alteran la hemodinamia local, forzando un aumento compensatorio de la presión arterial y la tasa de filtración glomerular para restaurar la homeostasis de sodio, lo que crónicamente precipita la esclerosis glomerular y el daño renal progresivo (Shariq & McKenzie, 2020).

Las personas que padecen de SM, además de las características recientemente mencionadas también poseen un desequilibrio en el sistema nervioso autónomo, que se manifiesta como una actividad nerviosa simpática excesiva en reposo, alterando la

regulación parasimpática del corazón y una frecuencia cardíaca en reposo exacerbada. Con la progresión de los componentes de SM como la hipertensión y la dislipidemia, estos cambios adversos pueden conducir a la remodelación estructural cardíaca, como la hipertrofia ventricular izquierda y la fibrosis miocárdica, que a su vez afectan el volumen sistólico y reducen el gasto cardíaco durante el ejercicio (Alvarez-Gomez et al., 2025).

2.4 Tratamiento Farmacológico

El tratamiento farmacológico del SM, según las principales directrices internacionales (NCEP-ATP III, IDF, AHA/ACC, ADA, ESC), establece un abordaje multifactorial dirigido a la corrección de sus componentes individuales. En este marco terapéutico, la administración de fármacos se estratifica según la prioridad clínica de cada biomarcador alterado.

En primera instancia, los agonistas del receptor del péptido similar al glucagón-1 (GLP-1) han emergido como una herramienta angular en el manejo del sobrepeso y la obesidad. Al respecto, se ha demostrado que estos agentes reducen significativamente el riesgo de eventos cardiovasculares adversos mayores en pacientes con DM-II y alto riesgo coronario (Lincoff et al., 2023). Desde una perspectiva neurofisiológica, investigaciones mediante resonancia magnética funcional (fMRI) revelan que la infusión de GLP-1 modula la conducta alimentaria al disminuir la percepción de hambre, lo cual se correlaciona con una menor activación en estructuras subcorticales como la amígdala, la ínsula y el núcleo accumbens (Drucker, 2022).

De manera complementaria, el manejo farmacológico de la HTA en el contexto del SM exige una selección rigurosa de agentes que garanticen, además del control hemodinámico, una neutralidad o beneficio sobre el perfil metabólico. Bajo esta premisa, las guías internacionales vigentes Mancia et al., (2023) establecen como primera línea el bloqueo del sistema renina-angiotensina-aldosterona (IECA o ARA-II), dada su capacidad para preservar la función renal y optimizar la sensibilidad a la insulina. Es relevante destacar el rol del telmisartán, el cual, debido a sus propiedades como agonista parcial del

receptor PPAR- γ , ofrece una ventaja terapéutica adicional en la homeostasis glucémica. Simultáneamente, en terapias combinadas, se prioriza el uso de bloqueadores de los canales de calcio —como el amlodipino— por su neutralidad lipídica, mientras que se desaconseja el uso de betabloqueantes tradicionales por su potencial para exacerbar la resistencia a la insulina.

Con respecto a la optimización del metabolismo de los carbohidratos, la metformina constituye el pilar farmacológico para el control de la glucemia. Aunque su mecanismo de acción preciso es objeto de estudio, la hipótesis central reside en la activación de la proteína quinasa activada por AMP (AMPK) a nivel hepático, desencadenando una cascada de efectos divididos en cuatro áreas clave (Lim et al., 2025):

1. Regulación metabólica: Al activar la AMPK en los hepatocitos, se reduce la esteatosis hepática e incrementa la captación de glucosa periférica mediante la translocación de GLUT4, favoreciendo las adaptaciones fisiológicas inducidas por el ejercicio de resistencia.
2. Modulación de la gluconeogénesis: Inhibe la actividad de la Proteína Quinasa A (PKA), mitigando la producción endógena de glucosa.
3. Protección cardiovascular: Atenúa el daño tisular y la respuesta inflamatoria en escenarios de isquemia-reperusión.
4. Interacción endocrina: Cabe señalar que su eficacia puede estar modulada por el estado estrogénico del paciente, dada la interacción de esta hormona con la señalización de la AMPK.

2.5 Tratamiento no farmacológico

Complementariamente al tratamiento farmacológico, y ante la ausencia actual de un consenso unificado específico para el abordaje no farmacológico del SM, la práctica clínica se rige por la extrapolación de las guías internacionales de obesidad, diabetes y riesgo cardiovascular. La notable variabilidad geográfica en la prevalencia del SM subraya el rol determinante de los factores ambientales y conductuales —específicamente el

superávit calórico y el sedentarismo— como los principales impulsores de la enfermedad. En consecuencia, existe evidencia robusta donde se indica que las intervenciones en el estilo de vida, caracterizadas por el incremento de la actividad física y la restricción calórica, son eficaces para optimizar los resultados metabólicos (Wierzejska et al., 2024).

En lo que respecta al manejo dietético, las intervenciones deben ser estrictamente personalizadas y sostenibles, teniendo como meta un déficit energético de 500 a 750 kcal/día mediante el control de porciones y la limitación de alimentos ultra procesados. Si bien diversos patrones alimentarios -bajos en grasas, carbohidratos o vegetarianos- logran una reducción ponderal similar del 5-10% a corto plazo -6 meses-, se ha observado que su efectividad tiende a disminuir al año de tratamiento (Koskinas et al., 2024). En este escenario, la dieta mediterránea se distingue por su capacidad para preservar los beneficios cardiovasculares a largo plazo, efecto que persiste independientemente de las oscilaciones en el peso corporal.

A su vez, alineado con las directrices del Diabetes Prevention Program (DPP) y los estándares de la American Diabetes Association (2024), se recomienda la derivación a programas cuyo objetivo clínico central es lograr una reducción sostenida de al menos un 7% del peso inicial, sumado a la realización de ≥ 150 minutos semanales de actividad física moderada y un soporte psicológico para la adherencia. No obstante, para trascender los beneficios del gasto energético y lograr adaptaciones fisiológicas estructurales en el metabolismo muscular, resulta imperativo evolucionar la recomendación general de "actividad física" hacia una intervención planificada, dosificada y sistematizada, denominada Entrenamiento Físico (EF).

2.5.1 Entrenamiento Físico

La actividad física (AF) abarca todo movimiento con gasto energético que reduce el riesgo de enfermedades (Chomiuk et al., 2024; OMS, 2021), pero la inactividad y el consecuente deterioro funcional exigen estrategias más específicas (Alvarez-Gomez et al., 2025). La necesidad de revertir trastornos fisiológicos mediante la dosificación precisa de la actividad conduce hacia un concepto más estructurado: el Entrenamiento Físico (EF).

En el contexto de la literatura sobre salud cardiometabólica, resulta fundamental establecer la distinción entre AF y EF. Este último, constituye una subcategoría de movimiento planificado, estructurado y repetitivo, ejecutado con la intención explícita de potenciar o preservar componentes específicos de la aptitud física, tales como la capacidad aeróbica, la fuerza, la resistencia muscular, la composición corporal, el equilibrio y la flexibilidad. En consecuencia, el objetivo de esta sistematización es lograr adaptaciones fisiológicas concretas que se traduzcan en una mejora cuantificable del estado de salud. (Almeida et al., 2019). En este sentido, el EF induce adaptaciones fisiológicas moduladas por la intensidad y la modalidad de la actividad.

El entrenamiento físico aeróbico ha demostrado una reducción del peso corporal y un incremento de la lipólisis, procesos mediados por la activación de la AMPK (proteína quinasa activada por AMP) y la subsecuente oxidación de ácidos grasos. Estudios relevantes han encontrado que, durante el ejercicio, el ATP se descompone y proporciona energía, produciendo una mayor concentración de AMPc, para activar AMPK. A través de la ruta enzimática de AMPK, GLUT4 puede translocar a la membrana celular y aumentar el transporte de glucosa hacia el interior de la célula (Wang et al., 2025) generando un papel clave en el mecanismo de homeostasis de la glucosa a través del entrenamiento aeróbico.

Estas adaptaciones fisiológicas sustentan la elección de un programa de entrenamiento físico concurrente como una intervención clínica prioritaria, dado su impacto simultáneo sobre los principales componentes del síndrome metabólico.

Por otra parte, la práctica de ejercicio aeróbico favorece la pérdida de peso, ya que mejora la metabolización de los lípidos en sangre aumentando significativamente los niveles de HDL y simultáneamente reduciendo los niveles de TG, TC y LDL. Estas adaptaciones disminuyen los factores de riesgo de ECV en personas con sobrepeso u obesidad, lo que es consistente con estudios realizados, que demuestran que realizar un protocolo de ejercicio aeróbico de 12 semanas genera mejoras en los niveles de triglicéridos, colesterol total, lipoproteína de baja densidad (LDL) y lipoproteína de alta densidad (HDL). Por su parte, la lipólisis reduce la acumulación de grasa ectópica en órganos como el hígado y el músculo, siendo un factor clave prevenir la resistencia a la

insulina, disminuir la circunferencia de cintura y en el tejido adiposo visceral (Lee et al., 2025). Este proceso favorece la reducción del tejido adiposo visceral, que causa secuencialmente la liberación de adiponectina (adipoquina) con efectos antiinflamatorios y sensibilizadores de insulina, modulando positivamente los niveles de lipoproteínas (Nascimento et al., 2024).

De manera complementaria el entrenamiento de fuerza desencadena la liberación de hormonas de crecimiento y testosterona promoviendo el crecimiento muscular y facilitando la disponibilidad de glucosa derivada de las reservas de grasa (gluconeogénesis) a nivel corporal (Nascimento et al., 2025). La vía de señalización mTOR, activada por el reclutamiento de unidades motoras durante la contracción muscular, constituye un eje regulador central en la proteostasis y el crecimiento celular.

Más allá de su función en la hipertrofia, la evidencia actual (Guo et al., 2025) subraya su capacidad para modular procesos transversales como la proliferación celular, la autofagia y el metabolismo lisosomal. Los nutrientes como los aminoácidos, la estimulación hormonal del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1) y la señalización mecánica/neural activan mTOR. En contraparte la inflamación (citoquinas) y los factores de estrés celulares como las proteínas desplegadas inhiben la actividad de mTOR si bien la inflamación crónica inherente al síndrome metabólico puede atenuar esta vía de señalización (Kim et al., 2020), la eficacia de la intervención reside en una dosificación precisa de la carga. En complemento con las directrices generales del ACSM (70-80% del 1RM), para poblaciones con riesgo cardiometabólico se sugieren rangos adaptados de trabajo de fuerza que oscilan entre el 40% y el 85% del 1RM (Yu et al., 2023). Bajo estas condiciones, es crucial reconocer que las ganancias de fuerza iniciales en sujetos no entrenados son mediadas predominantemente por adaptaciones neurales, mecanismo que compensa las limitaciones en la respuesta hipertrófica inmediata (Androulakis-Korakakis et al., 2019).

Estas adaptaciones fisiológicas sustentan la elección de un programa de entrenamiento físico concurrente como una intervención clínica prioritaria, dado su impacto simultáneo sobre los principales componentes del síndrome metabólico.

2.5.2 Entrenamiento Concurrente

El entrenamiento concurrente (EC) se define como la integración de modalidades de ejercicio aeróbico y de fuerza (contra resistencia) dentro de una misma planificación. El componente aeróbico se caracteriza por la actividad rítmica y continua de grandes grupos musculares bajo un metabolismo predominantemente oxidativo, mientras que el entrenamiento de fuerza implica la contracción muscular voluntaria frente a una carga externa. Estas modalidades pueden ejecutarse de manera sucesiva en la misma sesión (intra sesión) o alternarse en días distintos (inter sesión). Los beneficios obtenidos al incorporar un programa de ejercicio físico son específicos y dependen de la modalidad de entrenamiento seleccionada. Generalmente, el ejercicio aeróbico se enfoca en la mejora de los parámetros de presión arterial, el perfil lipídico y la aptitud cardiorrespiratoria. En contraste, el ejercicio de resistencia induce adaptaciones orientadas a optimizar el metabolismo de la glucosa, modificar la composición corporal -específicamente aumento de masa magra- y mejorar la fuerza muscular (Kurlansky et al., 2023). Sin embargo, el entrenamiento físico concurrente ha demostrado ser una estrategia superior para mejorar los biomarcadores en personas con síndrome metabólico. Un metaanálisis reciente de Batrakoulis et al., (2022), comparó la eficacia de cinco modalidades de ejercicio en adultos con sobrepeso u obesidad, donde se evidenció la potencia de esta intervención combinada en la salud cardiometabólica. Las respuestas agudas al realizar una sesión de entrenamiento concurrente inducen respuestas en la función celular, la sensibilidad a la insulina y la homeostasis de la glucosa en comparación con el ejercicio aeróbico o de resistencia por separado, efectos que se extienden y se consolidan crónicamente con la práctica sostenida (Streb et al., 2021). Además los resultados demostraron mejoras significativas en parámetros antropométricos, incluyendo masa corporal, grasa corporal y masa libre de grasa, así como en el metabolismo lipídico (colesterol total y colesterol de lipoproteína de baja densidad), en la glucemia e insulina en ayunas, en la resistencia a la insulina, en los valores de presión arterial sistólica y diastólica, en la aptitud cardiorrespiratoria y en la fuerza muscular, superando consistentemente a las modalidades de ejercicio analizadas individualmente. Por consiguiente, el entrenamiento concurrente

emerge como la intervención de ejercicio más efectiva para inducir mejoras integrales en la salud cardiometabólica en adultos con sobrepeso y obesidad, por lo tanto, los programas de entrenamiento concurrente pueden ser más efectivos para las poblaciones que no participan regularmente en entrenamiento o ejercicio (Alcaraz-Ibáñez et al., 2024). En relación con el EC se describen 3 modelos de entrenamiento:

- 1) Entrenamiento concurrente intra sesión, que combina entrenamiento de fuerza y resistencia dentro de una misma.
- 2) Entrenamiento concurrente inter sesión, en el que las sesiones de fuerza y resistencia se realizan el mismo día, pero con un lapso de al menos 3 horas.
- 3) Entrenamiento concurrente intra microciclo, en el que las sesiones de fuerza y resistencia se realizan en días alternos. (López Diego et al., 2025).

La intensidad es un factor crucial en la prescripción del ejercicio y se aborda de forma diferente según la modalidad de entrenamiento. En el caso del entrenamiento de resistencia, la intensidad se clasifica tradicionalmente en tres categorías principales: entrenamiento continuo de baja intensidad, entrenamiento continuo de intensidad moderada, y entrenamiento interválico de alta intensidad. Por su parte, el entrenamiento de fuerza también puede diseñarse con distintos niveles de intensidad, diferenciándose fundamentalmente entre la aplicación de alta y baja intensidad (Alcaraz-Ibáñez et al., 2024). Por lo tanto, los hallazgos indican que el EC debería ser considerado una herramienta esencial por los profesionales de la salud para el tratamiento de estos pacientes. A su vez, es necesario continuar generando evidencia de calidad que permita en el futuro, formalizar su inclusión en las guías clínicas de manejo del Síndrome Metabólico.

2.5.3 Periodización del entrenamiento

La periodización del entrenamiento corresponde a un modelo de planificación en el cual se divide el tiempo total en fases para obtener objetivos específicos, siendo la

periodización lineal (LP) y la ondulada (UP) los modelos más comunes en la actualidad. La LP estructura el año en períodos semanales (microciclo), mensuales (bloque o mesociclo) y anuales (ciclo o macrociclo), siendo su característica clave iniciar con un volumen alto y baja intensidad, para luego aumentar gradualmente la intensidad mientras disminuye el volumen (Schoenfeld et al., 2017). Debido a esta estructura, los programas de resistencia de LP podrían proporcionar un mayor beneficio a aquellas personas que prefieren realizar un seguimiento de la progresión de forma semanal o mensual. En contraparte, el modelo UP implica aumentos y disminuciones tanto en volumen como en intensidad a lo largo de los ciclos (Ralston et al., 2017). Esta variación suele ser frecuente —diaria, semanal o quincenal— y utiliza zonas de repetición máxima para prescribir la intensidad (Schoenfeld et al., 2017); debido a esta dinámica, el modelo de periodización ondulada diaria (DUP) podría resultar más provechoso para individuos que requieren mayor variedad para asegurar su adherencia al entrenamiento. La individualización y valoración previa permiten obtener beneficios según las necesidades específicas de cada persona, facilitando una dosificación precisa de las cargas de trabajo mediante el principio FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo y Tipo) (De la Guía-Galipienso et al., 2021). Su correcta aplicación es fundamental, pues establece el umbral mínimo de estímulo —o dosis— necesario para inducir adaptaciones moleculares sin generar sobrecarga. Bajo esta lógica de dosificación, el Entrenamiento Continuo de Intensidad Moderada (MICT) —definido por intensidades del 40-69% de la Frecuencia Cardíaca de Reserva (FCR) o 3-6 METs— se posiciona como una intervención clínica esencial para el Síndrome Metabólico. Esta modalidad induce adaptaciones críticas como la optimización del perfil lipídico y la mejora en la sensibilidad a la insulina, independientemente de la pérdida de peso; asimismo, a nivel molecular, Onu et al. (2025) confirman que reduce los marcadores de estrés oxidativo y restablece el equilibrio redox de manera segura. Para garantizar estos beneficios, la intensidad se puede prescribir mediante la fórmula de Karvonen (Mekary et al., 2020) —basada en la FCR— y se monitorea de forma complementaria con la escala de percepción del esfuerzo de Borg (Grummt et al., 2024).

3. Planteamiento del problema

La creciente prevalencia de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) constituye el principal desafío de salud pública contemporáneo. Esta situación se establece sobre una etiología multifactorial, donde el sedentarismo interactúa sinérgicamente con hábitos nutricionales deficientes y factores psicosociales desfavorables, como el estrés crónico. Si bien esta problemática es global, la realidad operativa de la rehabilitación cardiometabólica en la ciudad de Valparaíso presenta una desconexión estructural crítica entre las guías clínicas y la práctica asistencial, agravando el riesgo cardiometabólico de la población local.

Si bien la Encuesta Nacional de Salud (ENS) advierte una alta prevalencia de factores de riesgo metabólico en la población adulta, la respuesta sanitaria en los Centros de Salud Familiar (CESFAM) de Valparaíso —tales como Placeres, Barón o Mena— persiste en un enfoque predominantemente farmacológico. La infraestructura actual de la Atención Primaria de Salud (APS) local dispone de salas de rehabilitación (RBC) focalizadas exclusivamente en patologías osteomusculares o neurológicas, careciendo de unidades equipadas para la dosificación del ejercicio en pacientes con Síndrome Metabólico. Esta limitación obliga a derivar a los usuarios hacia programas de ciclo finito, como "Elige Vida Sana", o a talleres comunitarios de baja carga, los cuales no garantizan el *continuum* terapéutico necesario para el control efectivo de la patología (Ministerio de Salud de Chile, 2018; Ramírez-Campillo et al., 2013).

Esta desconexión estructural se ve agravada por determinantes propios de la urbe porteña que afectan críticamente la continuidad del tratamiento. Evidencia local reciente indica que un 65,1% de los usuarios de programas cardiovasculares en Valparaíso presenta baja adherencia terapéutica (Paho-Pena et al., 2024). Este fenómeno es exacerbado por la topografía de la ciudad: la prescripción estándar de "caminata" resulta inviable e insegura para adultos mayores o personas con obesidad sarcopénica residentes en los cerros, debido a pendientes que imponen intensidades físicas no controladas. Asimismo, la ausencia de gimnasios terapéuticos impide aplicar cargas dosificadas, perpetuando un manejo clínico incapaz de revertir la resistencia a la insulina y la sarcopenia, condiciones que el entrenamiento aeróbico aislado no aborda con la misma eficacia que el ejercicio

combinado (Moghadam et al., 2012; Sáez et al., 2015).

En respuesta directa a esta necesidad clínica no cubierta, se justifica la implementación de un programa de entrenamiento concurrente (EC) de 16 semanas para la población adulta de Valparaíso. Esta propuesta busca llenar el vacío asistencial mediante sesiones supervisadas que induzcan adaptaciones fisiológicas específicas — como la optimización de la translocación de GLUT-4 y la mejora de la composición corporal—, integrando simultáneamente fuerza muscular y resistencia cardiorrespiratoria. El protocolo tiene como objetivo central modificar los indicadores metabólicos adversos y fomentar la adhesión al ejercicio en un entorno controlado, culminando en una mejora sustancial de la capacidad funcional y la calidad de vida de los usuarios.

La viabilidad estratégica de esta intervención se fundamenta en un riguroso análisis FODA (Figura 2). Sus fortalezas residen en ofrecer un programa basado en evidencia, técnica y financieramente realizable con un claro enfoque preventivo. Estas cualidades intrínsecas permiten capitalizar oportunidades clave, como la alta escalabilidad del modelo y su sostenibilidad financiera derivada de su bajo costo de implementación, lo que refuerza el apoyo institucional y facilita la apertura de nuevas líneas de trabajo en rehabilitación cardiometabólica. No obstante, para asegurar el éxito sostenido, el proyecto debe mitigar activamente sus debilidades, tales como la barrera tecnológica inherente al segmento de la población objetivo y de conectividad. Superar esta barrera es vital para contrarrestar amenazas como una baja aceptación inicial por desconocimiento del modelo y la competencia de instituciones externas, garantizando así resultados clínicamente significativos y un impacto sanitario superior. Con esta base estratégica, se procede a detallar la justificación y factibilidad del proyecto en sus dimensiones técnica, económica, social y legal.

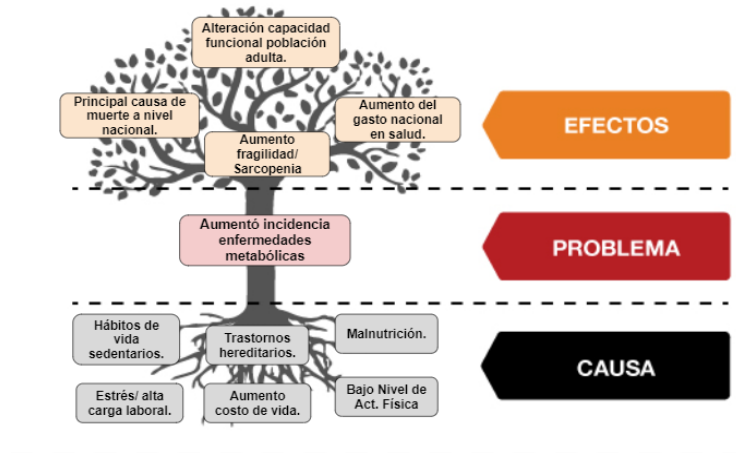


Figura 1: Planteamiento de árbol de problemas.



Figura 2: Análisis FODA.

4. Justificación Científica

La implementación de un protocolo de EC tiene por objetivo generar adaptaciones fisiológicas que optimicen simultáneamente la ganancia de fuerza muscular, la aptitud cardiorrespiratoria y la reducción de los factores de riesgo, abordando así la complejidad multifactorial del síndrome metabólico. Este propósito se logra mediante la individualización y la periodización del entrenamiento, herramienta que permite la programación sistemática, secuencial e integradora de las sesiones (Ralston et al., 2017).

Gracias a esta planificación estructurada, en una intervención de 16 semanas es posible garantizar adaptaciones específicas —como la activación equilibrada de las vías AMPK y mTOR—, permitiendo trascender las adaptaciones neurales iniciales para consolidar cambios metabólicos y estructurales sostenibles que favorecen la salud cardiometabólica.

5. Objetivos

5.1 Objetivo General

- Implementar un programa de entrenamiento físico concurrente de 16 semanas de duración para población adulta (18 a 64 años) con síndrome metabólico en un centro de rehabilitación de la comuna de Valparaíso.

5.2 Objetivos específicos

- Promover la ejecución de un programa de entrenamiento físico concurrente durante 16 semanas en población adulta (18 a 64 años) con síndrome metabólico.
- Evaluar el impacto del programa de entrenamiento físico concurrente de 16 semanas en la reducción significativa de los marcadores cardiometabólicos adversos (ej. circunferencia de cintura, presión arterial, glucemia en ayunas, y perfil lipídico) en población adulta (18 a 64 años) con síndrome metabólico.
- Educar a la población objetivo durante la ejecución de un protocolo de entrenamiento concurrente de 16 semanas.
- Determinar la viabilidad técnica y operativa de la infraestructura instalada en el centro de rehabilitación.
- Analizar la sostenibilidad financiera del modelo de costos y rentabilidad del protocolo de intervención

6. Estrategias y Actividades

La presente intervención se estructura desde la fundamentación teórica y el análisis epidemiológico para el diseño del protocolo, derivando en estrategias operativas de difusión y captación de la población objetivo. Este marco general se concreta en actividades específicas de ejecución, monitoreo clínico y educación, asegurando una transición coherente desde la evidencia científica hasta la aplicación práctica del programa de entrenamiento

<u>Objetivo General</u>	<u>Objetivos específicos</u>	<u>Estrategias</u>	<u>Actividades</u>
-Implementar un protocolo de entrenamiento físico concurrente de 16 semanas de duración para población adulta (18 a 64 años) con síndrome metabólico en un centro de rehabilitación de la comuna de Valparaíso.	-Promover la ejecución de un programa de entrenamiento concurrente durante 16 semanas.	-Transmitir la información a través de canales de difusión que capten la atención de la población objetivo. -Realizar charlas sobre el impacto del entrenamiento físico concurrente con médicos especialistas en síndrome metabólico.	-Realizar charlas gratuitas en el centro de rehabilitación previo a la ejecución del programa de intervención. -Entregar trípticos informativos y coordinar el flujo de derivación directo en la consulta del médico especialista aliado
	-Evaluar el impacto de un programa de entrenamiento físico	-Estandarizar el registro de datos clínicos y	-Crear y completar una base de datos digital (Excel/Drive)

<p>concurrente de 16 semanas en la reducción significativa de los marcadores cardiometabólicos adversos.</p>	<p>funcionales para asegurar la trazabilidad.</p> <p>-Objetivar la adherencia al tratamiento mediante monitoreo continuo.</p> <p>-Analizar estadísticamente la evolución de los biomarcadores.</p>	<p>con los resultados pre, intermedio y post test de cada participante.</p> <p>-Llevar una lista de asistencia diaria y contactar a usuarios ausentes para recuperar sesiones.</p> <p>-Calcular el Delta (variación) entre la evaluación inicial y final para determinar la efectividad del protocolo.</p>
<p>-Educar a la población objetivo pre y post a la ejecución de un protocolo de entrenamiento concurrente de 16 semanas.</p>	<p>-Generar espacios de retroalimentación constante ("Feedback") sesión a sesión para mejorar la alfabetización en salud.</p>	<p>-Realizar intervenciones breves (5 min) durante la vuelta a la calma explicando conceptos clave de la sesión.</p> <p>-Entregar un informe final simple y gráfico a cada paciente con la comparación de sus curvas de progreso (fuerza/metabolismo).</p>
<p>-Determinar la viabilidad técnica y operativa de la</p>	<p>-Auditar el cumplimiento normativo y</p>	<p>-Aplicar una pauta de cotejo (Checklist) para verificar el</p>

<p>infraestructura instalada en el centro de rehabilitación.</p>	<p>funcional del equipamiento e instalaciones previo al inicio.</p> <p>-Implementar protocolos de seguridad ambiental según normativa vigente (Decreto 594).</p>	<p>estado de mantención de treadmills, bicicletas y pesos libres.</p> <p>-Inspeccionar y registrar las condiciones de ventilación, iluminación y aseo del recinto antes de cada bloque de sesiones.</p>
<p>-Analizar la sostenibilidad financiera del modelo de costos y rentabilidad del protocolo de intervención.</p>	<p>-Monitorear el flujo de caja y la estructura de costos en tiempo real.</p> <p>-Evaluar el retorno sobre la inversión (ROI) y el punto de equilibrio del programa.</p>	<p>-Registrar semanalmente en planilla Excel los ingresos por matrícula vs. el gasto en insumos variables (cintas reactivas, lancetas).</p> <p>-Elaborar un informe financiero mensual que contraste los ingresos reales en comparación a los proyectados en el estudio de factibilidad.</p>

7. Metas

Para evaluar la eficacia multidimensional del protocolo de entrenamiento físico concurrente de 16 semanas, se han definido metas específicas que integran adaptaciones funcionales, control metabólico y viabilidad operativa. A continuación, se detallan los objetivos orientados a la potenciación del rendimiento físico y la optimización de los biomarcadores de riesgo cardiovascular, junto con los indicadores de implementación clínica necesarios para garantizar el abordaje integral y la adherencia del paciente con síndrome metabólico

- Meta: Aumentar los niveles de fuerza en grupos musculares de extremidades superiores, inferiores y tronco respecto a los valores basales en pacientes adultos con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: Kilogramos (kg).
 - Indicador: Variación de la carga levantada en la estimación del 1RM.

- Meta: Aumentar la tolerancia al ejercicio físico (capacidad funcional) respecto a los valores basales en pacientes adultos con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: Metros (mts).
 - Indicador: Incremento de la distancia recorrida en el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M).

- Meta: Reducir los niveles de triglicéridos respecto a los valores basales en pacientes con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: mmol/L
 - Indicador: Disminución de triglicéridos plasmáticos (- 0,25 mmol/L)

- Meta: Mejorar los niveles de glucemia de pacientes con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: Miligramos por decilitro (mg/dl)
 - Indicador: Disminución de los valores de glicemia (descenso

- en la hemoglobina glicosilada de 0,6% en ayuno) respecto a su valor inicial (Departamento de Enfermedades No Transmisibles, División de Prevención y Control de Enfermedades, 2021).
- Meta: Disminuir los niveles de presión arterial sistólica y diastólica en pacientes con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: mm/Hg.
 - Indicador: Disminución de los valores de presión arterial sistólica en reposo respecto a su valor inicial (2-5 mmHg y 1-4 mmHg, respectivamente), tras aplicar un programa de entrenamiento de 16 semanas de duración (Blood Pressure Lowering Treatment Trialists' Collaboration, 2021).
- Meta: Optimizar los niveles de LDL y HDL en pacientes con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: Miligramos por decilitro (mg/dL).
 - Indicador: Disminución de los valores de Colesterol LDL y aumento de los valores de Colesterol HDL respecto a la evaluación basal. (Departamento de Enfermedades No Transmisibles, División de Prevención y Control de Enfermedades, 2021).
- Meta: Disminuir el perímetro de cintura (adiposidad central) respecto a los valores basales en pacientes con síndrome metabólico.
 - Unidad de medida: centímetros.
 - Indicador: Disminución de los valores del perímetro de cintura (≥ 2 cm) respecto a la evaluación inicial, tras aplicar un programa de entrenamiento de 16 semanas de duración (Ross et al., 2020).
- Meta: Recuperar la inversión inicial en insumos de monitoreo y establecer el punto de equilibrio financiero del programa.
 - Unidad de medida: Pesos Chilenos (CLP).

- Indicador: Ingresos netos acumulados superiores a la inversión inicial (\$110.000 CLP) al finalizar el primer mes de funcionamiento, bajo el modelo de costos 60/40 establecido.
- Meta: Asegurar la captación efectiva de la población objetivo mediante la alianza estratégica médica.
 - Unidad de medida: Tasa de conversión (%).
 - Indicador: Matriculación efectiva de al menos el 80% de los pacientes derivados por el médico especialista asociado al programa de rehabilitación.
- Meta: Garantizar la operatividad técnica y el cumplimiento normativo de la infraestructura y equipamiento utilizado.
 - Unidad de medida: Porcentaje de cumplimiento (%).
 - Indicador: 100% de cumplimiento en la pauta de chequeo de seguridad ambiental (Decreto N.º 594) y mantenimiento preventivo de equipos (cicloergómetros/treadmill) antes del inicio de la intervención.
- Meta: Mantener la trazabilidad financiera y administrativa del proyecto en tiempo real.
 - Unidad de medida: Registro Digital Actualizado.
 - Indicador: 100% de coincidencia entre las sesiones realizadas, los pagos recibidos y los registros en la plataforma de gestión centralizada (Excel/Drive) al cierre de cada semana operativa.

8. Propuesta de Intervención.

El presente programa de entrenamiento físico concurrente tendrá una duración total de 16 semanas, estructurándose en cuatro mesociclos con objetivos específicos para cada etapa (Anexo I). En consecuencia, la planificación global se desglosa en 16 microciclos orientados a la ejecución de entrenamientos aeróbicos, de fuerza y

flexibilidad. En este sentido, la dosificación del estímulo se regirá bajo el principio FITT, implementando un modelo de periodización lineal que garantiza una progresión sistemática a través de los micro, meso y macrociclos (Anexo II), complementado con un modelo de intensidad constante.

Para dar inicio, se realizará a cada participante una evaluación inicial (Anexo III) que comprenderá una anamnesis exhaustiva y una batería de pruebas diseñadas para cuantificar los principales indicadores de aptitud física. Adicionalmente, en la octava semana se efectuará una reevaluación funcional integral replicando las pruebas iniciales, con el objetivo de recopilar datos objetivos sobre los avances y adaptaciones logradas hasta ese punto. Esta información es fundamental para personalizar y ajustar las cargas en el mesociclo siguiente, asegurando que la dosificación responda a la condición actual y necesidades del individuo. Finalmente, tras concluir las 16 semanas, se realizará una evaluación de cierre que replicará íntegramente la batería de pruebas para contrastar los parámetros cardiometabólicos y biomarcadores vinculados al síndrome metabólico. De este modo, se cuantificarán las adaptaciones fisiológicas y morfológicas obtenidas, específicamente la mejora de la aptitud cardiorrespiratoria, el aumento de la fuerza muscular y la reducción de los factores de riesgo.

8.1 Evaluación Cardiorrespiratoria

La evaluación de la capacidad cardiorrespiratoria se llevará a cabo mediante el Test de Marcha de 6 Minutos (TM6M) (Morales et al., 2015)

, una prueba de campo validada por su seguridad, bajo costo y capacidad para reflejar el rendimiento físico funcional. Específicamente, el protocolo consiste en recorrer la mayor distancia posible sobre una superficie plana de 30 metros durante seis minutos, permitiendo que el paciente regule su ritmo o descanse según su necesidad. Asimismo, durante la prueba se monitorizarán sistemáticamente la frecuencia cardíaca, la saturación de oxígeno y la percepción del esfuerzo (Escala de Borg) en intervalos de un minuto, junto con el registro de la presión arterial al inicio y al final (Clifford et al., 2021). Por último, el porcentaje de la distancia teórica alcanzada se determinará empleando la ecuación de

referencia de Osses (Anexo IX), la cual se ajusta a los valores normativos de la población chilena (Osses et al., 2010).

8.2 Evaluación de Fuerza muscular

La cuantificación de la fuerza y potencia muscular constituye un pilar fundamental para la adecuada prescripción de las cargas de entrenamiento. Este proceso se llevará a cabo mediante la estimación indirecta de una repetición máxima (1RM) en los principales grupos musculares, utilizando las ecuaciones de Brzycki y de Epley-Welday (Anexo IV) (Flores et al., 2018; Nikseresht, 2018). Estas metodologías, validadas en población con obesidad, permiten definir con precisión la intensidad a través del porcentaje del 1RM y las Repeticiones en Reserva (RIR).

En cuanto a los rangos de trabajo, si bien el Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) recomienda un 70-80% de 1RM para la hipertrofia general, el perfil clínico de la muestra exige una adaptación; por esta razón, las cargas se ajustarán según los factores de riesgo individuales, iniciando al 40-50% de 1RM para progresar hacia un 70-85% en casos con diabetes mellitus tipo 2 o hipercolesterolemia (de Oude et al., 2025). Finalmente, la evaluación incluirá la medición de fuerza prensil mediante dinamometría (Concha-Cisternas et al., 2022) y la valoración de potencia de extremidades inferiores a través del Sit to Stand Test de 30 segundos (Pérez-Quispe et al., 2025), cuyos valores de referencia se detallan en el Anexo V.

8.3 Pruebas Complementarias

8.3.1 Flexibilidad

- La flexibilidad de la cadena posterior será evaluada mediante el protocolo del Chair Sit and Reach Test (Thompson et al., 2021; Wu et al., 2024).

8.3.2 Equilibrio Estático - Dinámico

- Será evaluado a través de pruebas de equilibrio estáticas -Romberg, Tándem, Unipodal- y dinámicas -Test Timed up and go- donde sus valores referenciales se

encuentran en el anexo VI (Byeon et al., 2021; Gam et al., 2025; Ugarte-Ll & Vargas-R, 2021).

8.3.3 Nivel de actividad física

- Se complementa la valoración con el Cuestionario IPAQ-SF (International Physical Activity Questionnaire Short Form) para determinar el nivel de actividad física habitual del paciente (Meh et al., 2021).

8.3.4 Otras evaluaciones

- Se evaluarán los aspectos funcionales de movilidad y postura previamente identificados, permitiendo una valoración integral asociada al programa y validando la dosis terapéutica proporcionada a través de la programación. A su vez se realizará un registro del perfil bioquímico que se solicitará – previamente - para incluirlos en una hoja de registro.

8.4 Sesiones de entrenamiento

Cada sesión de entrenamiento se estructura secuencialmente bajo un modelo concurrente, ejecutándose primero el componente aeróbico seguido del trabajo de fuerza. En primer lugar, la fase aeróbica comienza con un calentamiento general previo al bloque central, el cual se rige por la metodología de entrenamiento continuo de intensidad moderada (MICT). La prescripción de la intensidad se basa en la frecuencia cardíaca de reserva y su monitoreo se complementa con la escala de Borg original (Anexo VII). Siguiendo los principios descritos por Onu et al. (2025), resulta fundamental el ajuste dinámico de la carga externa —velocidad, inclinación o resistencia— para garantizar los objetivos metabólicos programados; cabe destacar que, aun si la carga externa se mantiene constante, se anticipa un incremento progresivo en la percepción del esfuerzo como reflejo de la fatiga neuromuscular y la respuesta fisiológica acumulativa.

Posteriormente, el bloque de fuerza inicia con ejercicios de movilidad específica que dan paso a la fase central, cuya carga se ajusta mediante el porcentaje de una repetición máxima (1RM) y la percepción del esfuerzo. En esta etapa se establecen intervalos de

recuperación de 1 a 2 minutos por serie, adhiriéndose a los lineamientos de Murlasits et al. (2018) para optimizar la restauración neuromuscular intra-sesión. De igual forma, este ajuste progresivo asegura el estímulo necesario para cumplir con la periodización lineal establecida. Finalmente, el protocolo culmina con una vuelta a la calma integral, orientada a facilitar la recuperación sistémica y mitigar respuestas adversas.

8.4.1 Sesión de entrenamiento tipo (Microciclo - 6 Semana)

A continuación, se detalla la estructura operativa del microciclo correspondiente a la sexta semana, especificando la dosificación de la carga para los componentes aeróbico y de fuerza muscular:

Entrenamiento Aeróbico: Se debe realizar ejercicio aeróbico de intensidad moderada - 55% a 60% FCR- en cicloergómetro o Treadmill.

- Frecuencia: 3 veces por semana (Lunes - Miércoles - Viernes).
- Intensidad: 55% a 60% FCR.
- Tiempo: 20 a 25 minutos.
- Tipo: Entrenamiento continuo.

Entrenamiento Fuerza Muscular: Se debe realizar ejercicio de resistencia al 55% a 60% de 1 RM.

- Frecuencia: 2 veces por semana.
- Intensidad: 55% - 60% (1RM) entre 3–4 series x 12 reps.
- Tiempo: 20 minutos.
- Tipo: Resistencia.

9. Estudio de factibilidad.

9.1 Análisis de Factibilidad de Mercado: Demanda, Oferta y Posicionamiento Estratégico.

9.1.1 Propuesta de Valor y Demanda.

La estrategia de mercado se fundamenta en atender una necesidad específica y no satisfecha: la demanda por programas de rehabilitación cardiometabólicos altamente personalizados y específicos en la comuna de Valparaíso. Para asegurar un flujo de pacientes constante y sostenible, se establecerá una alianza estratégica clave con un médico especialista en patologías metabólicas, quien generará la derivación directa al centro de rehabilitación. Este mecanismo no solo garantiza una demanda especializada y sostenida, sino que posiciona al centro como referente en la comuna, superando la oferta genérica actualmente disponible. A diferencia del sistema público, donde la atención es masiva y estandarizada, este modelo se orienta a entregar un servicio diferenciado que incluye atenciones personalizadas o semi-personalizadas y un protocolo de entrenamiento concurrente adaptado al perfil de riesgo de cada paciente.

9.1.2 Modelo de Costos y Sostenibilidad Financiera.

En términos operativos, el proyecto contempla un modelo de costo eficiente, sustentado en la modalidad de arriendo de infraestructura física, específicamente mediante el uso de box clínico y gimnasio. El modelo establece que el centro anfitrión retiene un 40% del valor total del programa para cubrir sus costos operacionales tales como mantenimiento de infraestructura, agendamiento y administración, mientras que el 60% restante es percibido por el kinesiólogo especialista en rehabilitación cardiometabólica en concepto de honorarios profesionales. Bajo este esquema de participación, el programa terapéutico de 10 sesiones tendrá un costo total de \$150.000 CLP por paciente, lo que representa un valor unitario de \$15.000 por sesión. Esta estructura financiera garantiza la viabilidad del programa al cubrir los gastos fijos y asegurar una remuneración competitiva

para el recurso humano especializado. Esta distribución de ingresos resulta altamente competitiva en el mercado laboral, asegurando la atracción y retención de capital.

9.1.3 Inversión Mínima

La viabilidad financiera del proyecto se sustenta en el uso eficiente de la infraestructura y el equipamiento de soporte metabólico ya instaurado en los centros asociados tales como cicloergómetros y equipamiento de fuerza. Esta sinergia elimina la necesidad de grandes desembolsos iniciales en bienes de capital, permitiendo focalizar la inversión en la dotación de instrumental de monitorización portátil - oxímetro de pulso y hemoglucotest -.

Bajo este esquema, se proyecta una partida presupuestaria de \$110.000 CLP como stock inicial de insumos (Oxímetro de pulso \$27.990 a \$49.000 – Hemoglucotest Guide/OneTouch- \$39.990 – \$55.990), esta estructura de costos ayuda a disminuir las barreras de entrada y facilita alcanzar el punto de equilibrio, consolidando al proyecto como financieramente viable y con capacidad de crecimiento.

9.1.4 Implementos requeridos

Tabla 1: Insumos requeridos en el programa de entrenamiento físico concurrente.

<u>Implementos Tecnológicos</u>	<ul style="list-style-type: none"> → Computador/ Laptops. → Smartphone. → Base de datos pacientes.
<u>Insumos Médicos</u>	<ul style="list-style-type: none"> → Glucómetro (material anexo). → Toma presión braquial. → Tallímetro. → Báscula. → Cinta métrica.

<u>Material Deportivo</u>	<ul style="list-style-type: none"> → Bandas elásticas. → Balón terapéutico. → Rack mancuernas. → Mancuernas. → Banco de ejercicio. → Step. → Cicloergómetro. → Treadmill.
---------------------------	---

9.3 Factibilidad desde el punto de vista administrativo

El proyecto se apoya en una estructura organizativa simple y ágil, en la cual la gestión administrativa es realizada por el personal del centro kinesiológico, financiado mediante el 40 % de los ingresos previamente señalado. Para garantizar la trazabilidad de los datos y un manejo adecuado del flujo de pacientes, se implementará un sistema de control dual:

9.3.1 Gestión Operacional (Asistencia y Agendamiento)

Plataforma equivalente para el control diario de asistencia, registro de sesiones completadas y optimización del agendamiento.

9.3.2 Gestión Estratégica (Registro y Control Financiero).

Se mantendrá un registro general y centralizado en una planilla Excel en Google Drive, facilitando el monitoreo en tiempo real de los principales indicadores de gestión (KPIs) y la consolidación de los registros clínicos y financieros.

9.4 Factibilidad desde el punto de vista político.

El programa se rige bajo los lineamientos de la Ley General de Salud/ LEY N.º 26842 que regula los derechos y deberes de las personas en relación con acciones vinculadas a su atención de salud. Dentro de los lineamientos políticos para el desempeño de actividades profesionales propias de la medicina, odontología, farmacia o cualquier otra relacionada con la atención de la salud, se requiere tener título profesional. Para dar cumplimiento efectivo a lo dispuesto en la Ley N.º 20.584, el proyecto se alinea estrictamente con los siguientes marcos regulatorios que operan los requisitos de planta física, equipamiento y seguridad:

9.4.1 Reglamento de Establecimientos de Salud (Decreto N.º 161/82)

Establece las condiciones mínimas de estructura, organización y funcionamiento que deben cumplir los establecimientos para garantizar una atención segura.

9.4.2 Estándares de Acreditación (Superintendencia de Salud)

Se adoptan los Manuales del Sistema de Acreditación para Prestadores Institucionales, los cuales verifican que el personal asistencial cuente con las competencias necesarias y que los sistemas de saneamiento y control de riesgos ergonómicos operen bajo una mejora continua.

9.4.3 Seguridad Ambiental y Laboral

El proyecto se rige por el Decreto Supremo N.º 594, que establece el Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo, garantizando la protección contra agentes físicos, químicos y ergonómicos para el personal y los pacientes.

9.5 Factibilidad desde el punto de vista social.

El proyecto presenta una alta factibilidad social al abordar directamente una necesidad de salud crítica y desatendida en la población de Valparaíso: la elevada prevalencia de SM y las complicaciones asociadas a la obesidad severa, que requieren intervenciones especializadas y de largo plazo. Si bien la implementación es en el ámbito privado, la factibilidad social reside en su capacidad de validar y estandarizar un protocolo de entrenamiento concurrente altamente efectivo, generando evidencia clínica de impacto que podría ser adoptada y escalada por el sistema público a futuro. La omisión de una rehabilitación especializada no solo impacta la calidad de vida, sino que representa una carga social y económica significativa por el retorno de patologías crónicas descompensadas. En consecuencia, el programa actúa como un factor protector social, elevando el estándar de cuidado en la comuna y ofreciendo una solución de salud de precisión que, indirectamente, impulsa la conciencia sobre la efectividad de la kinesiología especializada en el manejo cardiometabólico.

10. Plan de Ejecución

El plan de entrenamiento concurrente constituye un protocolo de intervención de dieciséis semanas, cuya característica principal es generar adaptaciones fisiológicas mediante la ejecución de ejercicios a intensidades ajustadas a la condición física individual. Su implementación se llevará a cabo en un centro de rehabilitación de la comuna de Valparaíso, con el objetivo de inducir cambios cardiometabólicos positivos en la población adulta local. Específicamente, se desarrollarán sesiones de una hora aproximada de duración, con una frecuencia de tres veces por semana a lo largo de todo el periodo.

En cuanto a la población objetivo, su incorporación al programa estará condicionada a un rango etario de entre 18 y 64 años; asimismo, es requisito fundamental que los participantes cuenten con derivación de un médico especialista tras haber sido diagnosticados con síndrome metabólico.

Por su parte, los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto (detallados en la Tabla 1) consisten en:

1. Material deportivo: Bandas elásticas, balón terapéutico, rack de mancuernas, banco de ejercicio, step, cicloergómetro y treadmill.
2. Recursos humanos: Un kinesiólogo con formación en salud cardiometabólica y un médico encargado de las derivaciones.
3. Sistemas de registro y análisis: Computadores/laptops, dispositivos de grabación (cámara/smartphone) y base de datos de pacientes.

Finalmente, una vez planificada la intervención e informada la comunidad, la ejecución se realizará en las dependencias del mencionado centro de rehabilitación, verificando previamente que cada sujeto cumpla con los criterios de ingreso e inicio al programa.

Criterios de Inicio del programa:

- Usuario con diagnóstico de Síndrome Metabólico derivados por médico especialista.
- Firma de consentimiento informado por el usuario -interés, compromiso de asistencia y cumplimiento de indicaciones entregadas por el profesional a cargo-. (Ver Anexo VIII).
- Es ideal que la derivación del médico tenga adjunto exámenes complementarios y que a su vez descarten patologías que dificultan la ejecución del protocolo.

Criterios de inicio de sesión de entrenamiento:

- Rango de glicemias pre-ejercicio apto es de 90-250 mg/dL, idealmente 150-250 mg/dL asociándose de preferencia a momentos de ingesta calórica durante el día.

Criterios de Exclusión:

- Enfermedad cardiovascular inestable.
- Hipertensión pulmonar severa.
- Hipoxemia grave en reposo o al esfuerzo.
- Deterioro cognitivo severo.
- Disfunción muscular severa o afecciones ortopédicas.
- Insuficiencia respiratoria aguda o exacerbación respiratoria.
- Infección activa.

El protocolo de intervención se estructurará en torno a un cronograma de evaluaciones periódicas que contempla: una evaluación inicial durante la primera semana (ver Carta Gantt), una reevaluación intermedia en la octava semana y una evaluación de cierre al concluir la semana 16; instancias en las que se controlará a la totalidad de los participantes.

Respecto a la periodización, esta comenzará con un mesociclo de adaptación de dos semanas, el cual contemplará una frecuencia de tres sesiones semanales de trabajo aeróbico y dos de fortalecimiento. Específicamente, esta etapa estará enfocada en la familiarización técnica y el ajuste individualizado de las cargas musculares. Posteriormente, en los mesociclos siguientes se modificará a un esquema de entrenamiento concurrente de tres sesiones semanales de una hora aproximada, donde se unifican el componente aeróbico y el de fuerza. En este contexto, las sesiones integrarán el trabajo de fuerza —alternando el énfasis entre extremidades superiores e inferiores— con ejercicios aeróbicos y de flexibilidad, buscando maximizar el volumen de trabajo semanal para cumplir con las recomendaciones de la OMS.

Finalmente, al concluir las dieciséis semanas se procederá a la evaluación final para determinar el impacto del protocolo sobre la condición metabólica de los participantes. Este análisis comparativo incluirá variables antropométricas, glicemia y presión arterial. Una vez procesados los datos, se realizará una retroalimentación

individual con cada usuario con el fin de exponer sus resultados y, de este modo, fomentar la adherencia continua a la actividad física.

11. Sistema de evaluación.

Para determinar el impacto del programa de entrenamiento, se procederá a comparar los indicadores pre y post intervención. Inicialmente, se cuantificarán las variables que constituyen los criterios diagnósticos del síndrome metabólico, tales como:

- Glicemia.
- Triglicéridos.
- HDL.
- Presión arterial.
- Circunferencia abdominal.

El objetivo de estas mediciones es objetivar la evolución y el impacto del Entrenamiento Concurrente (EC), facilitando la retroalimentación y la toma de decisiones conjuntas con la población. Específicamente, los valores de glicemia, triglicéridos y HDL se obtendrán mediante análisis sanguíneo, bajo indicación médica y realizado en laboratorio externo. Por su parte, la presión arterial se evaluará con esfigmomanómetro y la circunferencia abdominal mediante cinta métrica, respetando los puntos antropométricos estandarizados.

Adicionalmente, previo al inicio de cada sesión se controlarán la glicemia, presión arterial y saturación de oxígeno, con el fin de establecer los criterios de seguridad basales indispensables para autorizar la ejecución del ejercicio. Finalmente, tras concluir las dieciséis semanas de protocolo, se replicarán las mediciones de todas las variables basales bajo los mismos procedimientos, permitiendo así evaluar con precisión los indicadores y el impacto del ejercicio en la población.

12. Sistema de monitoreo o seguimiento.

Durante la implementación del programa se establecerán diversos puntos de control, con el objetivo de mantener un registro actualizado tanto de la condición de los usuarios como del desempeño profesional y el estado del equipamiento. Tal como se detalla en la Carta Gantt (Anexo I), la programación contempla tres hitos evaluativos principales (inicial, semana 8 y final), los cuales tienen por objetivo cuantificar eficazmente el progreso de los participantes y del programa mismo. A continuación, se detallan las principales acciones contempladas en cada etapa:

Evaluación Inicial

- Inventario: Registro de insumos y equipamiento disponible.
- Evaluación de usuarios: Registro de las mediciones basales realizadas a los pacientes.
- Control de Recursos Humanos: Función administrativa para evaluar la efectividad en la implementación, ejecución de programas y cumplimiento de objetivos del área.

Evaluación Semanal

- Monitoreo de usuarios: Registro de las mediciones de control realizadas a los pacientes.
- Control de Recursos Humanos: Evaluación continua de la efectividad en la ejecución de las funciones del personal y cumplimiento de objetivos.

Evaluación Final

- Inventario: Actualización del registro de insumos y equipamiento.
- Evaluación de usuarios: Registro de mediciones finales para contrastar con la línea base.
- Control de Recursos Humanos: Evaluación de cierre sobre la efectividad en la ejecución y cumplimiento de objetivos.

Evaluación de Resultados (Cierre del proyecto)

- Inventario: Cierre de registro de insumos y equipamiento.

- Control de Recursos Humanos: Evaluación global de la gestión administrativa y cumplimiento de objetivos.
- Análisis de datos: Procesamiento y extrapolación de los resultados obtenidos.
- Valoración general: Evaluación integral del impacto del programa.
- Proyección: Estimación de proyectos futuros y continuidad del tratamiento.

13. Conclusión

El presente proyecto de tesis confirma que la implementación de un protocolo de entrenamiento concurrente de 16 semanas constituye una intervención técnica, comercial y socialmente viable para enfrentar el desafío del Síndrome Metabólico en la población adulta de Valparaíso.

Por otro lado, desde la perspectiva de la gestión en salud, el proyecto ofrece un modelo operativo pionero y costo-efectivo. Su estructura administrativa ágil y el enfoque de apalancamiento de activos eliminan la barrera de la alta inversión inicial, demostrando que programas de alta complejidad técnica pueden implementarse de manera eficiente. Esto otorga al proyecto un potencial significativo para generar evidencia clínica replicable, con el objetivo de ser escalado en el sistema de salud pública como un factor protector que alivie la carga asistencial y económica de las enfermedades crónicas no transmisibles (ENT).

En conclusión, el proyecto no solo cumple su objetivo de reducir los factores de riesgo cardiometabólicos, sino que establece un marco de referencia para la kinesiólogía especializada en Chile, transformando la prescripción de ejercicio en una estrategia terapéutica precisa y efectiva para mejorar la calidad de vida y el pronóstico de la población con Síndrome Metabólico.

14. Bibliografia

Varghese, C., Prem, A., Nongkynrih, B., Chattu, V. K., & Mikkelsen, B. (2025). Fourth UNHLM on noncommunicable diseases 2025: An opportunity to bridge the transcending priorities for impact in global south. *PLOS Global Public Health*, 5(3), e0004287. <https://doi.org/10.1371/journal.pgph.0004287>

García, P. J., Espinoza-Pajuelo, L., Leslie, H. H., Kruk, M. E., Arsenault, C., Mazzone, A., et al. (2025). The non-communicable disease e-Cohort for hypertension in Latin America: concept, survey development and study protocol. *Global Health Action*, 18(1), 2541987. <https://doi.org/10.1080/16549716.2025.2541987>

Li, J. (2025). Burden and attributable risk factors of non-communicable diseases and subtypes in 204 countries and territories, 1990–2021: a systematic analysis for the global burden of disease study 2021. *International Journal of Surgery*, 111(3), 2385–2397. <https://doi.org/10.1097/JS9.0000000000002260>.

Organización Mundial de la Salud. (2025). *World Health Statistics 2025*. Recuperado de la base de datos de la Organización Mundial de la Salud.

Silveira, E. A., Mendonça, C. R., Delpino, F. M., Elias Souza, G. V., Pereira de Souza Rosa, L., de Oliveira, C., & Noll, M. (2022). Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Nutrition ESPEN*, 50, 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.06.001>

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet Global Health*, 6(10), e1077-e1086.

Araya-Quintanilla, F., Landaeta-Díaz, L., & Rosati, A. (2023). Life-style behavior upon admission to higher education in Chilean university students: A longitudinal observational study. *Revista Médica de Chile*, 151(6), 725–731. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872023000600725>

Departamento de Epidemiología Ministerio de Salud de Chile. (2017). *Documento presentación primeros resultados. Tercera Encuesta Nacional de Salud (ENS) 2016-2017*. Ministerio de Salud.

Fernández-Verdejo, R., & Suárez-Reyes, M. (2021). Inactividad física versus sedentarismo: análisis de la Encuesta Nacional de Salud de Chile 2016-2017. *Revista Médica de Chile*, 149(1), 103-109. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872021000100103>

Ahumada Tello, J., & Toffoletto, M. C. (2020). Factores asociados al sedentarismo e inactividad física en Chile: una revisión sistemática cualitativa. *Revista Médica de Chile*, *148*(2), 233–241. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872020000200233>

Hoja, F. (2018). *Actividad física*. Organización Mundial de la Salud.

Hall, K. C., Ritt, A., & Kaczynski, A. T. (2021). The measurement and interpretation of metabolic equivalents of task (METs) in public health and clinical research. *Global Health Promotion*, *28*(4), 84–93. <https://doi.org/10.1177/1559897621056874>

Tremblay, M. S., Aubert, S., Barnes, J. D., Saunders, T. J., Carson, V., Latimer-Cheung, A. E., Chastin, S., Altenburg, T. M., & Chinapaw, M. J. M. (2017). Sedentary Behavior Research Network (SBRN)—Terminology Consensus Project process and outcome. *Obesity Reviews*, *18*(S1), 173–182. <https://doi.org/10.1111/obr.12426>

Organización Mundial de la Salud. (2017). *Obesity and overweight*. Organización Mundial de la Salud.

Shahbazi, F., Mirdamadi, S. Y., & Vahabi, A. (2024). Adipose tissue expansion and ectopic fat accumulation: Pathophysiology and clinical implications of obesity. *International Journal of Public Health*, *52*(11), 14041. <https://doi.org/10.18502/ijph.v52i11.14041>

Almeida, A. R., & Fuzikawa, C. S. (2023). Limitations and Challenges in the Clinical Assessment of Obesity in Different Populations. *Nutrients*, *15*(10), 2254. <https://doi.org/10.3390/nu15102254>

Ryan, D. H., & Apovian, C. M. (2024). Classification of obesity: BMI and beyond. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, *12*(5), 416–425. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(24\)00316-4](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(24)00316-4)

Otero, L., & Bessa, F. G. (2024). Advances in Obesity Genetics: From Basic Science to Clinical Management. *Medicinae*, *12*(3), 19. <https://doi.org/10.3390/medicinas12030019>

Kränkel, N., Bahls, M., Van Craenenbroeck, E. M., Adams, V., Serratos, L., Solberg, E. E., et al. (2019). Exercise training to reduce cardiovascular risk in patients with metabolic syndrome and type 2 diabetes mellitus: How does it work? *European*

Journal of Preventive Cardiology, 26(7), 701-708.
<https://doi.org/10.1177/2047487318805158>

Kaur, J. (2019). A comprehensive review on metabolic syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 8(9), 1301. <https://doi.org/10.3390/jcm8091301>

Ministerio de Salud de Chile. (2022). *Orientación Técnica del Programa de Salud Cardiovascular*. Subsecretaría de Salud Pública.

Li, S., Huang, Y., Zhang, X., & Xiao, Y. (2025). Adipose tissue dysfunction and lipotoxicity: the central mechanisms linking obesity to metabolic disorders. *Biomedical Research and Clinical Practice*, 10(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s43556-025-00303-5>

Leibowitz, G., & Glaser, B. (2014). Beta-cell adaptation to insulin resistance. *Journal of Endocrinology*, 220(3), 263–274. <https://doi.org/10.1530/JOE-13-0327>

Díez-Sánchez, C., de la Cruz-Fernández, E., García-Prieto, L., Arribas-Rodríguez, I., & García-Bustos, R. (2023). The Role of Oxidative Stress in Metabolic Disorders: From Molecular Mechanisms to Clinical Implications. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(9), 7898.
<https://doi.org/10.3390/ijms24097898>

Stojanović, M., Stojanović, V., Kocić, G., & Džamić, A. M. (2020). Adipose tissue derived inflammatory cytokines and oxidative stress in metabolic syndrome and obesity. *Journal of Medical and Biological Sciences*, 3(2), 52–59.
<https://doi.org/10.5937/jomb0-24652>

Ceriello, A., & Motz, E. (2004). Oxidative stress and the pathogenesis of metabolic disorders. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14(3), 118–124.
<https://doi.org/10.1016/j.numecd.2009.06.002>

Oner, J. A. (2022). Global Economic Burden of Physical Inactivity: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(10), 6069. <https://doi.org/10.3390/ijerph19106069>

Chomiuk, M., Niezgoda, A., Mamcarz, A., & Śliż, D. (2024). Physical activity in metabolic syndrome. *Frontiers in Physiology*, 15, 1365761.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1365761>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Directrices de la OMS sobre actividad física y comportamientos sedentarios*. Ginebra: Autor. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK581972/>

Nascimento, D., Nequest, A. D., Fadel, S., & Levinger, I. (2024). The role of exercise in promoting lipolysis and reducing visceral fat: A systematic review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(3), 244. <https://doi.org/10.3390/jfmk10030244>

Wang, M., Li, H., & Chen, Y. (2025). The Effect and Mechanism of Regular Exercise on Improving Insulin Impedance: Based on the Perspective of Cellular and Molecular Levels. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(9), 4199. <https://doi.org/10.3390/ijms26094199>

Lee, H. J., Kim, K. J., & Kim, Y. H. (2025). Effect of Aerobic Exercise on Body Composition, Lipid Profile, and Adiponectin Levels in Obese Adults. *Life*, 15(2), 166. <https://doi.org/10.3390/life15020166>

Nascimento, D. M., Fadel, S., Farias-Junior, L. F., Mello, M. F., & Lemos, V. A. (2025). Impact of aerobic, resistance, and combined training on cardiometabolic health-related indicators in inactive middle-aged men with excess body weight and obesity. *Frontiers in Physiology*, 16, 1519180. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1519180>

Guo, Y., Wang, F., & Li, M. (2025). The mTOR Signaling Pathway: A Central Regulator of Cell Growth, Metabolism, and Disease. *Biomedicines*, 13(2), 397. <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020397>

Kim, H., Lim, S., & Kim, K. S. (2020). mTOR Signaling Pathway in Health and Disease: Regulation and Therapeutic Potential. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(13), 4759. <https://doi.org/10.3390/ijms21134759>

Kurlapski, K., Zaremba, M., & Michalski, K. (2023). Concurrent training and its impact on cardiovascular health: a review of current evidence. *European Heart Journal*, 44(45), 4787–4796. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehad827>

Batrakoulis, A., Jamurtas, A. Z., Metsios, G. S., Perivoliotis, K., Liguori, G., Feito, Y., Riebe, D., Thompson, W. R., Angelopoulos, T. J., & Fatouros, I. G. (2022). Comparative Efficacy of 5 Exercise Types on Cardiometabolic Health in

Overweight and Obese Adults: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of 81 Randomized Controlled Trials. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 15(6), e008243. <https://doi.org/10.1161/CIRCOUTCOMES.121.008243>

Departamento de Enfermedades No Transmisibles, División de Prevención y Control de Enfermedades. (2021). *Orientación técnica actividad física y ejercicio según curso de vida y comorbilidad Parte I: Recomendaciones de actividad física para el curso de vida y comorbilidad.*

Yu, Q., Wu, D., Zhang, S., Liu, C., & Zhang, Y. (2023). Effects of combined exercise training on cardiorespiratory fitness, anthropometric and glycaemic indices in patients with metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *EHJ Open*, 3(1), oead093. <https://doi.org/10.1093/ehjopen/oead093>

Androulakis-Korakakis, P., Fisher, J. P., & Steele, J. (2019). The minimum effective training dose required to increase strength in resistance-trained men: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(12), 1885-1895. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01236-0>

Streb, R. S., Costa, L. R., Siqueira, C. R., Lira, F. S., D'Almeida, V., Mascarenhas, L. P. G., & Viana, R. B. (2021). Effects of Non-periodized and Linear Periodized Combined Exercise Training on Insulin Resistance Indicators in Adults with Obesity: A Randomized Controlled Trial. *Sports Medicine - Open*, 7(1), 69. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00359-x>

Ralston, G. W., Kilgore, L., Wyatt, F. B., & Baker, J. S. (2017). Dose-response relationship between resistance training volume and strength gains in resistance-trained men. *PeerJ*, 5, e3695. <https://doi.org/10.7717/peerj.3695>

De la Guía-Galipienso, V., González-Pérez, J., De la Cruz, A., Peñacoba, C., Blasco-Lafarga, C., & Sánchez, R. (2021). Consenso sobre la adaptación del ejercicio en pacientes con riesgo cardiovascular o enfermedad cardiovascular. *Revista Española de Cardiología*, 74(7), 614-627. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2020.11.026>

ekary, R. A., T. S., K., A. C., P. T. L., K. R., & F. G. S. (2020). Effects of Exercise Training on Cardiovascular Risk Factors in Patients with Metabolic Syndrome and

Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*, 7(2), 1-18. <https://doi.org/10.3390/jcdd7020015>

Aguilera, J., Zúñiga, X., Pinto, I., & Pino, J. (2019). Actualizaciones en el tratamiento no farmacológico de la diabetes mellitus tipo 2: rol del ejercicio físico. *Revista Médica de Chile*, 147(11), 1468-1476. <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872019001101468>

López Diego, M., Santiago, M. V., & Pulgar, S. (2025). Análisis comparativo de dos propuestas de entrenamiento concurrente en la condición física en mujeres adultas con sobrepeso. *MHSalud: Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud*, 22(2), e19600. <https://doi.org/10.15359/mhs.22-2.19600>

Alcaraz-Ibáñez, M., Marín-Cascales, E., Alcaraz-Rodríguez, A., Crespo, M., & Ramos-Campo, D. (2024). Optimizing concurrent training programs: A review on factors that enhance muscle strength. *Medicine (Baltimore)*, 103(52), e41055. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000041055>

Grummt, M., Hafermann, L., Claussen, L., Herrmann, C., & Wolfarth, B. (2024). Rating of Perceived Exertion: A Large Cross-Sectional Study Defining Intensity Levels for Individual Physical Activity Recommendations. *Sports Medicine - Open*, 10(1), 71. <https://doi.org/10.1186/s40798-024-00729-1>

Blood Pressure Lowering Treatment Trialists' Collaboration. (2021). Pharmacological blood pressure lowering for primary and secondary prevention of cardiovascular disease across different levels of blood pressure: an individual participant-level data meta-analysis. *The Lancet*, 397(10285), 1625–1636. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00590-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00590-0)

de Oude, K., Elbers, R. G., Gerger, H., Boekaerts, N. G. W. M., Maes, F. A. D., de Jong, L., Verhoeven, V., & van Driel, P. B. (2025). The effect of different resistance exercise training intensities on cardiovascular risk factors: a systematic review and meta-analysis. *European Heart Journal Open*, 5(5), oeaf093. <https://doi.org/10.1093/ehjopen/oeaf093>

Pérez-Quispe, M. A., González-Ruiz, K., Ramírez-Campillo, R., Saavedra, C., Morales-Alamo, D., & Ortega, E. (2025). Inter-Session Reliability of Functional

Performance and Muscle Power in Adults With Severe Obesity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(1), e70008. <https://doi.org/10.1111/sms.70008>

Barros-Poblete, M., Torres-Castro, R., & et al. (2025). 30 Seconds Sit-to-Stand Test: Reference Values for the Chilean Population. *Revista Médica de Chile*, 153(5), 329-339. <https://doi.org/10.4067/s0034-98872025000500329>

Wilson, J. M., Marin, P. J., Rhim, M. R., Roberts, M. D., Lowery, R. P., Peake, J. M., ... & Loenneke, J. P. (2012). Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2293-2307. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001272>

Wang, Y., Ashcroft, S. P., & Philp, A. (2024). Molecular mechanisms of exercise-induced muscle adaptations. *Pflügers Archiv - European Journal of Physiology*. <https://doi.org/10.1007/s00424-024-03051-7>

Echeverría, G., Samith, B., von Schultendorff, A., Pinto, V., Martínez, X., Sara, D., Calzada, M., Pacheco, J., Plaza, G., Scott, F., Romero, J., Mateo, C., Julio, M. V., Utreras-Mendoza, Y., Binder, M. V., Gutiérrez, F., Riquelme, M. E., Cuevas, M., Willatt, R., . . . Rigotti, A. (2023). Mediterranean diet and psychological well-being intervention to reverse metabolic syndrome in Chile (CHILEMED trial). *Contemporary Clinical Trials Communications*, 35, Artículo 101167. <https://doi.org/10.1016/j.conctc.2023.101167>

Mao, S., Deng, Y., & Chen, G. (2025). Roles of metabolism and its regulators in health and disease. *Molecular Biomedicine*, 6, Artículo 12. <https://doi.org/10.1186/s43556-025-00303-5>

Durán-Agüero, S., Moya-Cantillana, C., & Morales-Ibarra, P. (2022). Prevalencia de síndrome metabólico en adultos chilenos: Resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2016-2017. *Revista Chilena de Nutrición*, 49(6), 667-673. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182022000700667>

Bray, G. A., Heisel, W. E., Afshin, A., Jensen, M. D., Dietz, W. H., Long, M., Kushner, R. F., Daniels, S. R., Wadden, T. A., Tsai, A. G., Hu, F. B., Jakicic, J.

M., Ryan, D. H., Wolfe, B. M., & Dietz, W. H. (2018). The progressive health effort and challenge of obesity. *The Lancet*, *391*(10131), 2477-2512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32225-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32225-6)

Stavitz, J., Porcelli, R., & Gentile, J. (2025). The role of plant-based nutrition and exercise in metabolic syndrome: A narrative review. *Nutrients*, *17*(9), 1498. <https://doi.org/10.3390/nu17091498>

Chalotra, R., Gupta, A., Singh, T. G., & Singh, R. (2025). Metabolic syndrome: risk factors and molecular drug targets [Síndrome metabólico: factores de riesgo y objetivos moleculares de fármacos]. *EXCLI Journal*, *24*, 1193–1223. <https://doi.org/10.17179/excli2025-8703>

Drucker, D. J. (2022). GLP-1 physiology informs the pharmacotherapy of obesity [La fisiología de GLP-1 informa la farmacoterapia de la obesidad]. *Molecular Metabolism*, *57*, 101351. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2021.101351>

American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2024). 3. Prevention or delay of diabetes and associated comorbidities: Standards of Care in Diabetes—2024 [3. Prevención o retraso de la diabetes y comorbilidades asociadas: Estándares de Atención en Diabetes—2024]. *Diabetes Care*, *47*(Supplement_1), S43-S51. <https://doi.org/10.2337/dc24-S003>

Stanhope, K. L., Goran, M. I., Bosy-Westphal, A., King, J. C., Schmidt, L. A., Schwarz, J. M., ... & Havel, P. J. (2018). Pathways and mechanisms linking dietary components to cardiometabolic disease: thinking beyond calories. *Obesity Reviews*, *19*(9), 1205-1235. <https://doi.org/10.1111/obr.12699>

Ross, R., Neeland, I. J., Yamashita, S., Shai, I., Seidell, J., Magni, P., Santos, R. D., Arsenault, B., Cuevas, A., Hu, F. B., Griffin, B. A., Zambon, A., Barter, P., Fruchart, J.-C., Eckel, R. H., Matsuzawa, Y., & Després, J.-P. (2020). Waist circumference as a vital sign in clinical practice: A consensus statement from the IAS and ICCR Working Group on Visceral Obesity. *Nature Reviews Endocrinology*, *16*(3), 177–189. <https://doi.org/10.1038/s41574-019-0310-7>

Hall, K. D. (2023). From dearth to excess: The rise of obesity in an ultra-processed food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 378(1885), Artículo 20220214. <https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0214>

Lim, B. S. Y., Chen, M., Li, H. Y., & Li, L. J. (2025). Metformin use in prediabetes: A review of evidence and a focus on metabolic features among peri-menopausal women. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 27(Suppl 3), 3–15. <https://doi.org/10.1111/dom.16442>

Wierzejska, E., Główka, A., Wierzejski, A., & Filipiak, K. J. (2024). Physical activity in metabolic syndrome. *Frontiers in Physiology*, 15, 1365761. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1365761>

Koskinas, K. C., Van Craenenbroeck, E. M., Antoniades, C., Blüher, M., Gorter, T. M., Hanssen, H., Marx, N., McDonagh, T. A., Mingrone, G., Rosengren, A., Prescott, E. B., & ESC Scientific Document Group. (2024). Obesity and cardiovascular disease: An ESC clinical consensus statement. *European Heart Journal*, 45(38), 4063–4098. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehae508>

Freeman, A. M., Acevedo, L. A., & Pennings, N. (2023). Insulin resistance. En *StatPearls*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551568/>

Lincoff, A. M., Brown-Frandsen, K., Colhoun, H. M., Deanfield, J., Emerson, S. S., Esbjerg, S., Hardt-Lindberg, S., Hovingh, G. K., Kahn, S. E., Kushner, R. F., Lingvay, I., Oral, T. K., Michelsen, M. M., Plutzky, J., Tornøe, C. W., & Ryan, D. H. (2023). Semaglutide and cardiovascular outcomes in obesity without diabetes. *The New England Journal of Medicine*, 389(24), 2221–2232. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2307563>

Mancia, G., Kreutz, R., Brunström, M., Burnier, M., Grassi, G., Januszewicz, A., Muiesan, M. L., Tsioufis, K., Agabiti-Rosei, E., Algharably, E. A. E., Azizi, M., Benetos, A., Borghi, C., Hitij, J. B., Cifkova, R., Coca, A., Cornelissen, V., Cruickshank, J. K., Cunha, P. G., ... Kjeldsen, S. E. (2023). 2023 ESH Guidelines for

the management of arterial hypertension. *Journal of Hypertension*, 41(12), 1874–2071. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000003480>

Ministerio de Salud (MINSAL). (2017). *Orientación técnica: Programa de Salud Cardiovascular*. Gobierno de Chile. <https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2018/01/ORIENTACION-TECNICA-PROGRAMA-DE-SALUD-CARDIOVASCULAR-2017.pdf>

Murlasits, Z., Kneffel, Z., & Thalib, L. (2018). The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1212–1219. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1364405>

Pelliccia, A., Sharma, S., Gati, S., Bäck, M., Börjesson, M., Caselli, S., Collet, J. P., Corrado, D., Drezner, J. A., Halle, M., Hansen, D., Heidbuchel, H., Myers, J., Niebauer, J., Papadakis, M., Piepoli, M. F., Prescott, E., Roos-Hesselink, J. W., Graham Stuart, A., ... Wilhelm, M. (2021). 2020 ESC Guidelines on sports cardiology and exercise in patients with cardiovascular disease. *European Heart Journal*, 42(1), 17–96. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa605>

Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and hypertrophy adaptations between low- vs. high-load resistance training: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508–3523. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002200>

Shariq, O. A., & McKenzie, T. J. (2020). Obesity-related hypertension: A review of pathophysiology, management, and the role of metabolic surgery. *Gland Surgery*, 9(1), 80–93. <https://doi.org/10.21037/gs.2019.12.03>

Xu, Z., Li, Y., Zhai, Y., Zhao, J., He, B., Li, W., Li, X., Liu, C., Feng, Y., Li, Q., Huang, Y., Xu, Y., & Lyu, J. (2021). Impact of metabolic syndrome and its components on prognosis in patients with cardiovascular diseases: A meta-analysis.

Frontiers in Cardiovascular Medicine, 8, Article 704145.

<https://doi.org/10.3389/fcvm.2021.704145>.

Concha-Cisternas, Y., Petermann-Rocha, F., Castro-Piñero, J., Parra, S., Albala, C., Van de Wyngard, V., & Celis-Morales, C. (2022). Fuerza de prensión manual: Un sencillo, pero fuerte predictor de salud en población adulta y personas mayores. *Revista Médica de Chile*, 150(8), 1075–1086.

<https://doi.org/10.4067/S0034-98872022000801075>

Wu, H., Lin, P., Zeng, G., & Chen, F. (2024). Associations between body mass index and physical fitness indicators among Chinese university students: a multicenter cross-sectional study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 234. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-01024-y>

Thompson, H. R., Pavlovic, A., D'Agostino, E., Napier, M. D., Konty, K., & Day, S. E. (2021). The association between student body mass index and tests of flexibility assessed by the FITNESSGRAM®: New York City public school students, 2017–18. *PLOS ONE*, 16(12), e0262083.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262083>

Flores, L., Cerda-Kohler, H., Andrade, D. C., Barahona-Marin, M. J., Cigarroa, I., Ramírez-Campillo, R., Izquierdo, M., Trujillo-Gamba, P., Gana-Hojas, F., Cortez, M., & Álvarez, C. (2018). Handgrip strength is associated with metabolic syndrome in severe obesity. *Obesity Surgery*, 28(2), 549–556.

<https://doi.org/10.1007/s11695-017-2763-x>

Nikseresht, M. (2018). Comparison of serum cytokine levels in men who are obese or men who are lean: Effects of nonlinear periodized resistance training and obesity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(6), 1787–1795.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002039>

Byeon, J. Y., Lee, M. K., Kim, S. H., Lee, T. Y., Kang, S. H., Park, S. Y., & Kim, B. J. (2021). Association between relative handgrip strength and metabolic

syndrome in Korean older adults. *Scientific Reports*, 11(1), Article 6848.

<https://doi.org/10.1038/s41598-021-86186-2>

Gam, S., Hansen, S., & Aagaard, P. (2025). Inter-session reliability of functional performance and muscle power in adults with severe obesity. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(1), e70008. <https://doi.org/10.1111/sms.70008>

Ugarte-LI, J., & Vargas-R, F. (2021). Sensibilidad y especificidad de la prueba Timed Up and Go: Tiempos de corte y edad en adultos mayores. *Revista Médica de Chile*, 149(9), 1302–1310. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872021000901302>

Bischoff, H. A., Stähelin, H. B., Monsch, A. U., Iversen, M. D., Weyh, A., von Dechend, M., Akos, R., Conzelmann, M., & Dick, W. (2003). Identifying a cut-off point for normal mobility: A comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age and Ageing*, 32(3), 315–320. <https://doi.org/10.1093/ageing/32.3.315>

Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The timed “Up & Go”: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 39(2), 142–148. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>

Meh, K., Jurak, G., Sorić, M., Rocha, P., & Sember, V. (2021). Validity and reliability of IPAQ-SF and GPAQ for assessing sedentary behaviour in adults in the European Union: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), 4602. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094602>

Onu, A., Trofin, D.-M., Tutu, A., Onu, I., Galaction, A.-I., Sardaru, D.-P., Trofin, D., Onita, C. A., Iordan, D.-A., & Matei, D.-V. (2025). Integrative strategies for preventing and managing metabolic syndrome: The impact of exercise and diet on oxidative stress reduction—A review. *Life*, 15(5), Artículo 757. <https://doi.org/10.3390/life15050757>

Morales F., E. M., García-Raves, S. A., Marín, P. J., & Jiménez, A. (2015). Evaluación de un programa integral de cuatro meses de duración sobre las condiciones preoperatorias de pacientes obesos candidatos a cirugía bariátrica. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1143–1148. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.3.9350>

Clifford, T., Abbott, W., Christie, C., James, L. J., & Rollo, I. (2021). The effects of exercise and medical nutrition therapy on body composition and physical capacity in patients awaiting bariatric surgery: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(9), Artículo 2903. <https://doi.org/10.3390/nu13092903>

Osses, R., Yáñez, J., Barría, P., Palacios, S., Dreyse, J., Díaz, O., & Lisboa, C. (2010). Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Revista Médica de Chile*, 138(9), 1124–1130. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000900006>

Sparks, J. R., Wang, X., Lavie, C. J., & Sui, X. (2024). Actividad física, aptitud cardiorrespiratoria y la paradoja de la obesidad con consideración por las diferencias raciales y/o étnicas: Una amplia revisión y un llamado a la acción. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 25(8), 291. <https://doi.org/10.31083/j.rcm2508291>

Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2018). *Orientación Técnica: Programa de Salud Cardiovascular*. Subsecretaría de Salud Pública, División de Prevención y Control de Enfermedades. Santiago, Chile.

Ministerio de Salud de Chile (MINSAL). (2017). *Encuesta Nacional de Salud 2016-2017*. Primeros resultados. Departamento de Epidemiología.

Paho-Pena, I., & Valenzuela, S. (2024). Determinantes sociales de la adherencia terapéutica en usuarios del programa de salud cardiovascular de atención primaria de salud en Chile. *Revista Chilena de Salud Pública*.

Ramírez-Campillo, R., Álvarez, C., Henríquez-Olguín, C., Baez, E., Martínez, C., Andrade, D., & Izquierdo, M. (2013). Action of insulin on skeletal muscle glucose metabolism in exercise: Implications for the management of type 2 diabetes and metabolic syndrome. *Journal of Sport and Health Science*.

Moghadam, B. H., Bagheri, R., & Rashidlamir, A. (2012). The comparison of the effects of concurrent training on insulin resistance and body composition in obese men. *Pomeranian Journal of Life Sciences*.

Leiva, A. M., et al. (2017). Factores asociados al desarrollo de diabetes mellitus tipo 2 en Chile: Encuesta Nacional de Salud 2009-2010. *Revista Médica de Chile*, 145(8), 1005-1012. [Utilizado para justificar factores de riesgo nacionales extrapolados].

Sáez, C., et al. (2015). Efectos del ejercicio físico concurrente sobre factores de riesgo cardiovascular y calidad de vida en adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Revista Médica de Chile*.

Anexo I.I: Objetivos terapéuticos según mesociclos.

<u>Mesociclos</u>	<u>Objetivos</u>
Mesociclo I (Semana I - Semana II) (Adaptación)	<ul style="list-style-type: none">- Familiarizar al paciente con el tipo de entrenamiento (Aeróbico - Fuerza), mejorando posturas y patrones básicos de movimiento.- Ejecutar 3 intervenciones de trabajo aeróbico por semana (Cicloergómetro - Treadmill).- Ejecutar 2 entrenamientos de fuerza por semana.- Comenzar con modificaciones del estilo de vida (asociados al ejercicio).
Mesociclo II	<ul style="list-style-type: none">- Adaptar al paciente al entrenamiento de fuerza y afianzar la técnica de los ejercicios básicos.- Adaptar al paciente al trabajo aeróbico en Treadmill e incrementar paulatinamente la velocidad y/o inclinación.- Ejecutar 2 entrenamientos de fuerza a la semana.- Incrementar un 15% los pasos diarios cada semana respecto a la semana anterior.
Mesociclo III	<ul style="list-style-type: none">- Superar las recomendaciones de la OMS incrementando el volumen e intensidad en el entrenamiento de fuerza y MICT.- Ejecutar 3 entrenamientos de fuerza a la semana.- Incrementar un 10% los pasos diarios cada semana.
Mesociclo IV	<ul style="list-style-type: none">- Alcanzar niveles de intensidad submáximos manteniendo un volumen de entrenamiento moderado.- Adoptar de forma autónoma entrenamiento concurrente como una estrategia permanente de autocuidado.

Anexo II: Modelo de progresión de entrenamiento físico concurrente

		<u>1º Mesociclo</u>	<u>2º Mesociclo</u>					<u>3º Mesociclo</u>		<u>4º Mesociclo</u>		
Semanas	I	Semana I-II	Semana III-IV	Semana V-VI	Semana VII	VIII	Semana IX-X	Semana XI – XII	Semana XIII - XIV	Semana XV	XVI	
Entrenamiento Concurrente	X	Elongación 1 x semana	Elongación 1 x semana	Elongación 1 x semana	Elongación 2 x semana	X	Elongación 3 x semana	Elongación 3 x semana	Elongación 3 x semana	Elongación 3 x semana	X	
	X	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 40-50% HRR T: Continuo T: 10' – 15'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 50-55% HRR T: Continuo T: 15' – 20'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 55-60% HRR T: Continuo T: 20' – 25'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 60-70% HRR T: Continuo T: 25'	X	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 70% HRR T: Continuo T: 25'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 75% HRR T: Continuo T: 25'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 75% HRR T: Continuo T: 30'	Ent. Aeróbico F: 3 veces x semana I: 75% HRR T: Continuo T: 30'	X	
	X	Ent. Fuerza F: 2 veces x semana	Ent. Fuerza F: 2 veces x semana	Ent. Fuerza F: 2 veces x semana I: 55-60% 1RM (3-4	Ent. Fuerza F: 2 veces x semana	X	Ent. Fuerza F: 3 veces x semana	Ent. Fuerza F: 3 veces x semana	Ent. Fuerza F: 3 veces x semana	Ent. Fuerza F: 3 veces x semana	X	

		I: 40-50% 1RM (2 series x 12 reps) T: Resistencia T: 10' – 15'	I: 50-55% 1RM (3 series x 12 reps) T: Resistencia T: 15' – 20'	series x 12 reps) T: Resistencia T: 20'	I: 60-70% 1RM (3–4 series x 12 reps) T: Resistencia T: 25'		I: 70% 1RM (3–4 series x 10 reps) T: Resistencia T: 25'	I: 75% 1RM (3–4 series x 10 reps) T: Resistencia T: 25'	I: 75% 1RM (3–4 series x 12 reps) T: Resistencia T: 30'	I: 80% 1RM (4 series x 12 reps) T: Resistencia T: 30'	
--	--	--	--	---	--	--	---	---	---	---	--

Terminología: O: Objetivo – EA: Entrenamiento Aeróbico – EF: Entrenamiento de Fuerza // F: Frecuencia – I: Intensidad – T: Tipo – T: Tiempo

Anexo III: Ficha de Evaluación Kinesiológica

Datos Personales	
Nombre	
Rut	
Edad	
Dirección	
Fecha de Ingreso	
Médico Derivador	
Antropometría	
Talla	
Peso	

IMC					
Perímetro de Cintura					
Perímetro de Cadera					
Fitness Muscular					
<u>Repetición Máxima (1RM)</u>	<u>M.Cuádriceps</u>	<u>M.Isquiotibiales</u>	<u>M.Pectoral</u>	<u>M.Bíceps</u>	<u>M.Tríceps</u>
Evaluación Inicial					
Reevaluación					
Evaluación Final					
<u>Sit to Stand Test (30s)</u>	<u>Número de Repeticiones</u>				
Evaluación Inicial					
Reevaluación					
Evaluación Final					

<u>Chair Sit and Reach</u>	<u>Izquierda</u>			<u>Derecha</u>		
Evaluación Inicial						
Reevaluación						
Evaluación Final						
<u>Dinamometría (Prensión Manual)</u>	<u>Izquierda</u>			<u>Derecha</u>		
Evaluación Inicial	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>
Reevaluación	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>
Evaluación Final	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>	<u>1°:</u>	<u>2°:</u>	<u>3°:</u>
<u>Equilibrio Estático</u>	<u>Romberg</u>		<u>Tándem</u>		<u>Unipodal</u>	
			<u>Izquierda:</u>		<u>Izquierda:</u>	

Evaluación Inicial		<u>Derecha:</u>	<u>Derecha:</u>		
Reevaluación		<u>Izquierda:</u>	<u>Izquierda:</u>		
		<u>Derecha:</u>	<u>Derecha:</u>		
Evaluación Final		<u>Izquierda:</u>	<u>Izquierda:</u>		
		<u>Derecha:</u>	<u>Derecha:</u>		
<u>Equilibrio Dinámico</u>	<u>Time up and Go</u>				
Evaluación Inicial					
Reevaluación					
Evaluación Final					
Fitness Cardiorrespiratorio					
<u>TM6M</u>	<u>FC</u>	<u>Pº Arterial</u>	<u>SPO2</u>	<u>BORG</u>	<u>Metros Recorridos</u>
Evaluación Inicial					
Reevaluación					
Evaluación Final					
	<u>Ev. Inicial:</u>				

Observaciones	<u>Reevaluación:</u>
	<u>Ev.Final:</u>

Anexo IV: Ecuaciones de estimación indirecta de 1 RM

Autor (Año)	Ecuación Matemática
Epley (1995)	$1RM = [0.033 * peso * rep.] + peso$
Brzycki (1993)	$1RM = peso / [1.0278 - (0.0278 * rep.)]$

(Flores et al., 2018; Nikseresht, 2018)

Anexo V: Valores de Sit to Stand Test (Población Chilena)

Rango de Edad (Años)	Hombres (Mediana de Repeticiones)	Mujeres (Mediana de Repeticiones)
18-29	19 (Rango 16-24)	19 (Rango 17-24)
30-39	21 (Rango 18-27)	20 (Rango 18-23)
40-49	16 (Rango 15-24)	17 (Rango 15-20)
50-59	18 (Rango 16-21)	16 (Rango 14-20)
60-69	14 (Rango 12-15)	15 (Rango 12-19)
70-80	11 (Rango 10-13)	13 (Rango 11-18)

(Barros-Poblete et al., 2025)

Anexo VI: Valores de referencia e interpretación del riesgo de caída según la prueba Timed Up and Go (TUG)

Clasificación	Tiempo de Ejecución	Interpretación Clínica
Normal	≤ 10 segundos	Independencia funcional; movilidad sin restricciones.
Riesgo Leve	11 a 20 segundos	Fragilidad en la movilidad; riesgo moderado de caídas.
Alto Riesgo	> 20 segundos	Deterioro funcional severo; alto riesgo de caídas e intervención necesaria.

(Bischoff et al., 2003; Podsiadlo & Richardson, 1991)

Anexo VI.I: Valores de referencia e interpretación del riesgo de caída según la prueba Timed Up and Go (TUG) en población chilena.

Clasificación	Tiempo de Ejecución	Interpretación Clínica
Normal	≤ 9 segundos	Desempeño funcional óptimo; bajo riesgo de caídas.
Alterado	> 9 segundos	Capacidad funcional disminuida; mayor sensibilidad para detectar riesgo de caídas.

(Ugarte-Ll & Vargas-R, 2021)

Anexo VII: Escala original de BORG.

<u>Escala Original de Borg</u>	
<u>Puntuación</u>	<u>Escala de Esfuerzo Percibido</u>
6	
7	Muy, muy suave
8	
9	Muy suave
10	
11	Bastante suave
12	
13	Algo duro
14	
15	Duro
16	
17	Muy duro
18	
19	Muy, muy duro
20	

Anexo VIII: Carta de compromiso de asistencia.

CARTA DE COMPROMISO DE ASISTENCIA Y PERMANENCIA

En: _____, a ____ de _____ de 20.

YO, _____, Cédula de Identidad N° _____, por medio del presente documento manifiesto mi plena voluntad de participar y suscribo el siguiente

COMPROMISO FORMAL DE ASISTENCIA:

1. ASISTENCIA REGULAR: Me comprometo a asistir a las sesiones de entrenamiento programadas durante las **16 semanas** de duración de la intervención. Entiendo que, para asegurar la efectividad del programa y la validez de los resultados, debo cumplir con un mínimo del **75%** de asistencia total.

2. PUNTUALIDAD: Me comprometo a llegar puntualmente al lugar de entrenamiento en los horarios acordados, con el fin de realizar el calentamiento adecuado y cumplir con la estructura completa de cada sesión.

3. NOTIFICACIÓN DE AUSENCIA: En caso de fuerza mayor o enfermedad que impida mi asistencia, me comprometo a informar al investigador responsable con la mayor antelación posible para coordinar, de ser factible, una sesión recuperativa.

4. PERMANENCIA: Entiendo que mi constancia es fundamental tanto para mi beneficio personal como para el éxito científico del estudio. Por tanto, me comprometo a no abandonar el programa injustificadamente antes de su finalización. Habiendo leído y aceptado los puntos anteriores, firmo conforme:

FIRMA DEL PARTICIPANTE:

RUT: _____

Anexo IX: Formula para el cálculo de TM6M en población chilena adulta.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión para la caminata en 6 minutos en hombres y mujeres

Mujeres

DR6, metros = $457 - 3,46 \times \text{Edad (años)} + 2,61 \times \text{Talla (cm)} - 1,57 \times \text{Peso (kg)} \pm 53 \text{ (EE)}$
 $R^2 = 0,63$

Hombres

DR6, metros = $530 - 3,31 \times \text{Edad (años)} + 2,36 \times \text{Talla (cm)} - 1,49 \times \text{Peso (kg)} \pm 58 \text{ (EE)}$
 $R^2 = 0,55$

DR6: distancia recorrida en la caminata en 6 minutos; EE: error estándar de la estimación.

(Osses et al., 2010).