



Universidad de La Frontera  
Facultad de Medicina  
Carrera de Kinesiología

**Predisposición a lesión músculo esquelética en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que realizan programa terapéutico High Intensity Interval Training (HIIT) tratados en establecimientos de red de Salud Pública en la provincia de Cautín durante el año 2017.**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado de Kinesiología

---

**Autores:** Horacio Fabres Díaz.

Matías Mancilla Vargas.

Héctor Rodríguez Fajardo.

Temuco, Octubre de 2016



Universidad de La Frontera  
Facultad de Medicina  
Carrera de Kinesiología

**Predisposición a lesión músculo esquelética en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que realizan programa terapéutico High Intensity Interval Training (HIIT) tratados en establecimientos de red de Salud Pública en provincia de Cautín durante el año 2017.**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado de Kinesiología

---

**Autores:** Horacio Fabres Díaz.

Matías Mancilla Vargas.

Héctor Rodríguez Fajardo.

**Profesor guía:** Claudio Muñoz Poblete.

Temuco, Octubre de 2016

## Resumen

**Introducción.** La Diabetes Mellitus tipo 2 es una enfermedad crónica que ha ido en aumento en nuestra población en los últimos años, por lo que corresponde un problema de salud actual. Sus manifestaciones clínicas son conocidas, y conllevan a alteraciones fisiológicas en diversos sistemas. Uno de los métodos de control de esta enfermedad es el ejercicio, donde se encuentran diversas modalidades como lo es el High Intensity Interval Training (HIIT). Sin embargo la aplicación de esta intervención generan dudas en algunos investigadores respecto a los beneficios que entrega y a la seguridad de su aplicación en pacientes diabéticos en relación al riesgo de lesiones músculo esqueléticas.

**Objetivo.** Determinar si el entrenamiento interválico de alta intensidad es un predisponente de lesión músculo esquelético en pacientes con diabetes mellitus t2.

**Diseño del estudio.** Estudio de cohorte prospectivo.

**Método.** Se seguirán dos grupos, personas con Diabetes Mellitus tipo 2 que realicen HIIT y personas con Diabetes Mellitus tipo 2 que se controlen con fármacos, por el período de un año en los CESFAM de la provincia de Cautín.

**Evaluación.** Se realizarán evaluaciones de calidad de vida, fuerza prensil, percepción del esfuerzo entre otros al inicio del estudio, 3 meses después y 1 año posterior a la segunda evaluación. Se utilizarán instrumentos como el IPAQ, SF-36 y escala de Borg.

**Proyecciones.** Se espera como resultado que el grupo HIIT tenga una mayor cantidad de lesiones que el grupo farmacológico.

**Palabras claves.** Diabetes Mellitus tipo 2, High Intensity Interval Training, lesión músculo esquelética.

## **Summary**

**Introduction.** Type 2 Diabetes Mellitus is a chronic disease which has been spreading through our population in the last few years, which makes it a current health issue. Its clinical manifestations are well known and bring about physiological alterations in various systems. One of the control methods for this disease is exercise, which can include many variations such as High Intensity Interval Training (HIIT). Nevertheless, the application of this intervention generates doubt in some researchers with respect to the give benefits and safety of application in patients in the diabetic population due to musculoskeletal injuries

**Objective.** Determine if high intensity interval treatment predisposes musculoskeletal injuries in patients with type 2 mellitus diabetes.

**Design of Study.** Study the prospective cohort.

**Method.** Two groups of patients type 2 Diabetes Mellitus patients will be followed, one will realize HIIT while the second group will rely solely on pharmaceuticals, during the span of one year in the CESFAM provided by Cautín.

**Evaluation.** Evaluations will be realized at the beginning of the study, at 3 months, at 1 year after a second evaluation. Instruments like the IPAQ, the SF-36, and the Borg scale.

**Projections.** As a result, the HIIT group is expected to have more lesions than the pharmacological group.

**Key Words.** Type 2 Mellitus Diabetes, High Intensity Interval Training, musculoskeletal injury.

## **Agradecimientos**

*Agradecemos a nuestro profesor guía kinesiólogo Claudio Muños, por su ayuda, exigencia y paciencia a lo largo de este proyecto.*

### **Grupo de tesis**

*Agradezco a Dios por lo logrado hasta ahora, a mis Padres Elizabeth y Alejandro por su apoyo incondicional y por creer en mí, a mis hermanos Gustavo, Pablo y Benjamín por su amor y alegría en momentos difíciles. A mis compañeros de trabajo por el esfuerzo y perseverancia para poder llegar al final.*

*Gracias a todos.*

### **Matías Mancilla**

*Agradezco en primer lugar a Dios por concederme la vida y la salud y la oportunidad de realizar esta tesis, asimismo agradezco a mis padres Nelson y Mónica por su confianza en todo momento a lo largo de la carrera, finalmente doy gracias a mi pastor Carlos y al grupo jóvenes que siempre me apoyaron.*

### **Horacio Fabres**

*Agradezco a mis padres Héctor y María por su apoyo y confianza incondicional a lo largo de mis estudios y durante la realización de esta tesis, a mis sobrinos Liam y Wladimir que alegran el día más triste y agotador. También agradecer a mis compañeros por esfuerzo demostrado para que este proyecto fuera un éxito. Por ultimo agradecer a Katherine por acompañarme a lo largo de estos años en los momentos buenos y malos.*

*Gracias por todo*

### **Héctor Rodríguez**

## **Lista de contenidos**

### **Capítulo I**

1.1 Introducción.....	13
-----------------------	----

### **Capítulo II**

2.1 Título de la investigación.....	15
-------------------------------------	----

2.2 Pregunta de investigación.....	15
------------------------------------	----

2.3 Objetivos de investigación.....	16
-------------------------------------	----

2.3.1 General.....	16
--------------------	----

2.3.2 Específicos.....	16
------------------------	----

### **Capítulo III**

3.1 Marco Teórico.....	17
------------------------	----

3.1.1 Diabetes mellitus.....	17
------------------------------	----

3.1.2 Fisiología en la regulación de la glucosa.....	18
--	----

3.1.3 Diabetes mellitus tipo 2.....	19
-------------------------------------	----

3.1.4 Epidemiología.....	20
--------------------------	----

3.1.5 Etiología.....	22
----------------------	----

3.1.6 Fisiopatogenia.....	22
---------------------------	----

3.1.7 Diagnóstico.....	24
------------------------	----

3.1.7.1	Criterios de diagnóstico.....	25
3.1.8	Complicaciones crónicas de la DM tipo 2.....	26
3.1.8.1	Neuropatía diabética.....	27
3.1.8.2	Macrovasculares.....	29
3.1.8.3	Artropatía periférica.....	30
3.1.8.4	Infarto muscular diabético.....	31
3.1.9	Tratamiento de la DM tipo 2.....	32
3.1.9.1	Tratamiento médico farmacológico.....	32
3.2	Beneficios del ejercicio.....	34
3.3	Entrenamiento interválico de alta intensidad.....	37
3.3.1	Definición.....	37
3.3.2	Clasificación del HIIT.....	38
3.3.3	Efectos.....	41
3.3.3.1	Generales.....	41
3.3.3.2	Específicos.....	41
3.4	Lesión.....	43
3.4.1	Lesiones en DM tipo 2.....	43
3.5	Reparación muscular.....	45

3.5.1 Reparación muscular en diabéticos.....	48
--	----

## **Capítulo IV**

4.1 Búsqueda sistemática de la información.....	49
---	----

4.2 Análisis crítico de la literatura.....	51
--	----

## **Capítulo V**

Justificación de la pregunta de investigación.....	55
--	----

2.5.1 Factible.....	55
---------------------	----

2.5.2 Interesante.....	55
------------------------	----

2.5.3 Novedoso.....	56
---------------------	----

2.5.4 Ético.....	57
------------------	----

2.5.5 Relevante.....	57
----------------------	----

5.1 Diseño de estudio.....	58
----------------------------	----

5.1.1 Justificación del diseño de estudio.....	58
--	----

5.2 Ventajas y desventajas de un estudio de cohorte prospectivo.....	60
--	----

5.2.1 Ventajas.....	60
---------------------	----

5.2.2 Desventajas.....	60
------------------------	----

## Capítulo VI

6.1 Metodología del estudio.....	61
6.1.1 Sujetos de estudio.....	61
6.1.2 Criterios de elegibilidad.....	62
6.1.2.1 Criterios de inclusión.....	62
6.1.2.2 Criterios de exclusión.....	62
6.1.2.3 Criterios de pérdida.....	62
6.1.3 Muestreo.....	63
6.1.4 Flujograma e intervención.....	64
6.1.5 Variables o mediciones.....	67
6.1.5.1 Variable independiente o de exposición.....	67
6.1.5.2 Variable dependiente o de resultado.....	67
6.1.5.3 Variables de control.....	68
6.2 Propuesta de análisis estadístico.....	79
6.2.1 Plan de análisis de datos.....	79
6.3 Aspectos o consideraciones éticas.....	80
6.3.1 Respeto por la autonomía.....	80
6.3.2 Beneficencia.....	81

6.3.3 No maleficencia.....	81
6.3.4 Justicia.....	82
6.4 Comité de ética.....	82
<b>Capítulo VII</b>	
7.1 Administración y presupuesto del estudio.....	83
7.1.1 Administración.....	83
7.1.2 Recursos humanos.....	83
7.1.3 Resumen de gastos en recursos.....	85
<b>Capítulo VIII</b>	
8.1 Carta Gantt.....	87
<b>Referencias.....</b>	<b>88</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>93</b>
Anexo 1: Ficha de evaluación para lesión muscular.....	93
Anexo 2: Ficha de evaluación general.....	94
Anexo 3: Escala de Borg Modificada.....	95
Anexo 4: Cuestionario Internacional de Actividad Física.....	96
Anexo 5: Cuestionario de salud SF-36.....	103
Anexo 6: Consentimiento informado.....	109

## **Lista de tablas**

Tabla 1. Personas con diabetes bajo control.....	20
Tabla 2. Población de alto riesgo para desarrollar diabetes.....	24
Tabla 3. Técnica y criterios diagnósticos PTGO.....	26
Tabla 4. Prevalencia de trastornos músculo esqueléticos en diabetes.....	44
Tabla 5. Resumen de variables.....	75
Tabla 6. Gastos en recursos humanos.....	85
Tabla 7. Gastos en recursos materiales.....	86
Tabla 8 Gastos de oficina.....	86

## **Lista de figuras**

Fig 1. Tratamiento médico en la DM tipo 2.....	34
Fig 2. Explicación molecular del ejercicio en la captación de glucosa.....	36
Fig 3. Variable de los protocolos HIIT.....	38
Fig 4. Clasificación del ejercicio intermitente.....	39
Fig 5. Protocolo de aplicación HIIT.....	40
Fig 6. Factores a considerar en las lesiones musculares de diabéticos.....	44
Fig 7. Características de un estudio de cohorte prospectivo.....	59
Fig 8. Resumen de Flujoograma.....	66

## **CAPITULO I**

### **1.1 Introducción**

A medida que la ciencia ha ido avanzando, se han ido descubriendo soluciones a diferentes enfermedades que por mucho tiempo fueron devastadoras para la humanidad, de esta manera las enfermedades que antes provocaban una gran mortalidad hoy día se puede decir que ya están bajo control.

Sin embargo, factores actuales como la inactividad física, una mala alimentación, estilos de vidas sedentarias, estrés laboral, etc. han hecho que nuestra sociedad actual enfrente enfermedades y morbilidades que hace muchos años atrás tenían una prevalencia muy baja, como lo son la diabetes mellitus, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial, dislipidemia, etc. Esto ha traído como consecuencia un cambio en las políticas de la salud pública de los países que han tenido que ver cómo prevenir, diagnosticar y tratar a estas enfermedades y sus factores de riesgo que por sus características, crónicas, implican un costo económico elevado.

Es aquí donde aparece el ejercicio físico, una herramienta terapéutica que ha demostrado con evidencia actual que es una medida eficaz para prevenir y controlar a estas patologías y sus factores de riesgo, permitiendo ser una opción de primera línea, y un complemento para el tratamiento médico farmacológico, permitiendo en algunos casos incluso, disminuir el uso de fármacos.

Una modalidad de ejercicio que se usa actualmente y que ha crecido en su uso es el Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad o High intensity interval training en inglés (HIIT), que debido a los resultados demostrados en diversos estudios se ha convertido en una herramienta terapéutica eficiente actualmente para el control de la diabetes mellitus.

A pesar de ello, surgen algunas dudas o preguntas respecto a esta modalidad, como por ejemplo, cuáles serían los efectos a largo plazo de esta modalidad, ya que los estudios en su mayoría solo muestran resultados de intervenciones de 3 meses, o que tan seguro, desde el punto de vista músculo esquelético, es aplicar este tratamiento a pacientes diabéticos teniendo en cuenta las complicaciones existentes en estas personas como las neuropatías o las complicaciones vasculares, debido a que uno de los fundamentos de esta modalidad es la alta intensidad, sumado a que no se explicita en los estudios si existen sucesos adversos con los participantes durante la aplicación del HIIT, lo que fundamenta la idea de este proyecto de investigación.

## **CAPITULO II**

### **2.1 Título de la investigación**

Predisposición a lesión músculo esquelética en pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2 que realizan programa terapéutico High Intensity Interval Training (HIIT) tratados en establecimientos de red de Salud Pública en la provincia de Cautín durante el año 2017.

### **2.2 Pregunta de investigación**

¿Es el entrenamiento interválico de alta intensidad un predisponente de lesión músculo esquelético en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que son tratados en establecimientos de salud pública de la provincia de Cautín durante el año 2017?

## **2.3 Objetivos de investigación**

### **2.3.1 General**

Determinar si el entrenamiento interválico de alta intensidad es un predisponente de lesión músculo esquelético en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

### **2.3.2 Específicos**

- Caracterizar a la población de estudio según sexo, edad, nivel socioeconómico y tiempo de evolución de la enfermedad.
- Cuantificar la incidencia de lesión músculo esquelético en pacientes diabéticos tipo 2 que realizan HIIT y compárala con aquellos que reciben tratamiento farmacológico.
- Describir las lesiones músculo esqueléticas que se reporten en pacientes con Diabetes tipo 2 que realicen HIIT.
- Determinar la relación entre HIIT y la presencia de lesiones músculo esqueléticas en pacientes diabéticos.

## **CAPITULO III**

### **3.1 Marco teórico**

#### **3.1.1 Diabetes mellitus**

Uno de los principales problemas de salud que aquejan a nuestro medio hoy en día son los desórdenes metabólicos producto de una mala alimentación, pero por sobre todo por la inactividad física, característico de nuestra sociedad actual, que conlleva a la aparición de enfermedades cardiovasculares y síndromes metabólicos, como lo son la diabetes, infartos agudos al miocardio, accidentes cerebro vasculares, hipertensión arterial, etc. lo que genera un aumento en los costos en la salud pública de los países para poder llevar a cabo la prevención, diagnóstico y tratamiento de estas afecciones. Para términos prácticos de nuestra tesis, se enfocara en la diabetes mellitus, en especial en la diabetes mellitus tipo 2, que corresponde a la diabetes típica en la población que padece de esta enfermedad. A grandes rasgos se puede entender que la diabetes mellitus corresponde a un aumento de la glicemia en la sangre, desorden metabólico que es de carácter crónico. Este concepto deriva de dos términos que son característicos y que están presentes en la diabetes, por una parte diabetes proviene de un término griego que significa “sifón” en alusión a la micción que se produce en esta enfermedad y de la palabra mellitus que deriva de una palabra en latín que significa “melosa” o “dulce” por el hecho de la presencia de glucosa en la orina, cuando esta se encuentra en grandes concentraciones. (1)

En términos generales existen dos formas de diabetes mellitus (DM) más comunes:

- DM tipo 1: corresponden al 5% aproximadamente de la población diabética, se produce por una destrucción progresiva de las células beta, lo que conlleva a la secreción de poca o nula insulina, se conoce como diabetes juvenil o insulino dependiente. (2)
- DM tipo 2: en esta forma de la diabetes, existe una alteración por parte de los receptores de membrana en los músculos o en el hígado por ejemplo, que no reconocen a la insulina, que conlleva a un aumento de la glucosa en sangre, corresponde a un 90% aproximadamente de la población diabética y se conocen también como no insulino dependiente. (2)

### **3.1.2 Fisiología en la regulación de la glucosa**

Para entender un poco la fisiopatología de esta enfermedad es necesario conocer las hormonas que están a cargo de regular la glucosa en sangre, que en el ser humano serían dos, la insulina y el glucagón. Estas dos hormonas se sintetizan en el páncreas, específicamente en los islotes de Langerhans, que tienen una función endocrina. (2)

Existen aproximadamente entre 1 a 2 millones de islotes de Langerhans en el ser humano que contienen 4 tipos de células diferentes, de estas son las células beta las que segregan la insulina (corresponden al 60% de todas las células de los islotes) y las células alfa que son las que segregan el glucagón. La insulina y el glucagón no necesitan de proteínas transportadoras para circular y poseen una semivida de tan solo 5-10 minutos. (2)

### **3.1.3 Diabetes Mellitus tipo 2**

Entrando en el tema, debemos definir que es la DM tipo 2. Principalmente se puede decir que la DM tipo 2 se caracteriza como una hiperglicemia crónica que conlleva a un daño a nivel microangiopático (retinopatía, nefropatía y neuropatía) y a nivel macrovascular (enfermedad isquémica del corazón, ataque cerebral y enfermedad vascular periférica). (3)

Esta enfermedad genera complicaciones no solo a quien la padece, sino también a los servicios de salud pública, ya que aumenta el riesgo de otras complicaciones y eventos mórbidos de carácter crónicos, disminuye la calidad de vida de los pacientes y reduce sus expectativas de vida lo que conlleva a un aumento de los costos para la persona que padece de diabetes y para el sistema de salud público que debe invertir recursos para la prevención, el diagnóstico y el tratamiento de esta enfermedad. (3)

### 3.1.4 Epidemiología

Se estima que para el año 2002 existía aproximadamente 173 millones de personas en el mundo con diabetes, y se proyecta que esta cifra aumentará a unos 366 millones de personas con esta condición para el año 2030, en donde la mayoría correspondería a población proveniente de países en vías de desarrollo, como los países de Asia y Latinoamérica. (3)

Respecto a Chile, la prevalencia de la diabetes tipo 2 se ha estimado entre un 4,2% y 7,5% según las encuestas realizadas por el MINSAL el año 2003 y la ADICH el 2006, respectivamente. De este porcentaje, sobre un 85% de las personas con DM tipo 2 dice conocer su condición, el gran problema se encuentra en el control de la enfermedad, esto debido a que según las encuestas mencionadas anteriormente solo un 19,7% y 17,6% respectivamente, tienen controlada su enfermedad (niveles de glicemia dentro de valores normales), el número de personas con DM tipo 2 en control médico con un buen control metabólico (definido como HbA1c < 7%) es muy baja en el sistema de salud pública como lo muestra la **Tabla 1**. (3)

**Tabla 1. Personas con diabetes bajo control y proporción de ellos compensados en el nivel primario de atención del Sistema Público de Salud, 2007**

	Bajo control	Compensados*	
Hombres	159.844	57.970	36,2%
Mujeres	278.028	102.184	36,8%

Fuente: Serie REM, DEIS, MINSAL

\*Criterio de compensación: HbA1c < 7%

Cuando se analiza la prevalencia de la DM tipo 2 según edad, se observa un aumento significativo después de los 44 años, alcanzando solo una prevalencia de un 0,2% en personas menores a esta edad, esta prevalencia aumenta en el grupo etario que se encuentra entre los 45-64 años en un 12,2% y aumenta aún más a los 65 años y más en un 15,8% aproximadamente. (3)

Al analizar la prevalencia de DM tipo 2 según sexo, no se encontraron diferencias significativas, como si se encontró al analizar la prevalencia según el nivel socioeconómico, donde fue mayor en la población de menores niveles socioeconómicos, para ejemplificar esto, un 21,3% de la población sin estudios formales presenta DM tipo 2, en comparación a aquellos con estudios superiores que alcanzan una prevalencia de un 2,5% según la encuesta nacional de salud realizada el 2003. (3)

Entre los objetivos sanitarios para la década entre el 2000-2010, se propuso “quebrar la tendencia al ascenso de la tasa de mortalidad ajustada por edad de diabetes mellitus”, en donde se mantuvo la tasa estandarizada del año 1999 que fue de un 14,2 por cien mil habitantes. Solo el año 2007 existieron 1503 muertes relacionadas por la DM tipo 2, en donde un 89,3% ocurrió en personas mayores a 60 años. (3)

### **3.1.5 Etiología**

Hasta los días de hoy entender por qué se produce la DM tipo 2 es desconocido, aunque se han postulado varias teorías, en donde el componente genético parece tener una fuerte influencia. En la DM tipo 2 existe una sensibilidad tisular anormal a la insulina, resistencia a la insulina, sin embargo la causa exacta del porque ocurre esto no se conoce con exactitud aún como ya se mencionó. Se considera que la resistencia a la insulina se genera por expresión genética (rasgo multigén) que se ve aumentada por la obesidad, se cree que la resistencia a la insulina depende de altas concentraciones plasmáticas de ácidos grasos libres y de adipocinas. Otros factores como el envejecimiento y la inactividad física también se asocian a la resistencia insulínica. (1)

### **3.1.6 Fisiopatogenia**

La resistencia a la insulina genera una disminución de la capacidad de la insulina para estimular a los receptores de membrana del músculo esquelético y del tejido adiposo para que extraigan la glucosa de la sangre, con el tiempo la insulina va perdiendo la capacidad de inhibir la producción de más glucosa por parte del hígado. Cuando se genera una deficiencia de insulina, aumenta la secreción de glucagón, lo que genera un aumento mayor de la glucosa en sangre contribuyendo en la hiperglicemia característica de la DM tipo 2, esto por la estimulación de la glucogenólisis y la gluconeogénesis hepáticas. (1)

En un principio el páncreas eleva la síntesis de insulina para tratar de normalizar los niveles de glucosa en sangre, lo que puede regular dentro de los rangos normales la glicemia, pero se genera un deterioro en las células betas del páncreas, además de la resistencia a la insulina. (1)

Esta regulación se puede mantener por un tiempo largo, por lo que es totalmente asintomática en un principio de la enfermedad, razón por la cual su diagnóstico se realiza cuando este proceso regulador ya no funciona y cuando existe una resistencia insulínica concreta avanzada, y comienzan a aparecer los síntomas característicos de la DM tipo 2, como lo son la poliuria (aumento de la micción), polifagia (aumento del consumo de alimentos) y la polidipsia (consumo frecuente de líquidos). (1, 4)

Se ha observado que personas que padecen de obesidad tienen un aumento en la masa de sus células beta en los islotes de Langerhans para compensar su resistencia insulínica, sumado a la predisposición genética, suelen adquirir diabetes, por lo que esta relación, obesidad-genética, es la principal causa de sospecha de los cambios que ocurren en personas que adquieren DM tipo 2, así a modo de resumen, se reconoce que existen diversos factores como los hereditarios, el sobrepeso, el aumento de la grasa visceral, la inactividad física, etc. que son predisponentes para adquirir DM tipo 2 producto de los cambios fisiológicos que generan estos factores. (1)

### 3.1.7 Diagnóstico

Como se mencionó anteriormente la DM tipo 2 es poco sintomática, es más en un principio de la enfermedad en la mayoría no se presentan síntomas, debido al control que genera el páncreas aumentando la síntesis de insulina para normalizar la glicemia, por lo que su diagnóstico en el 50% de los casos aproximadamente se da por la solicitud de exámenes de laboratorio por otra causa y no por sospecha clínica de diabetes. (3)

La DM tipo 2 se da generalmente en personas con sobrepeso/obesidad, personas mayores y personas inactivas físicamente, por lo que en base a la evidencia actual se recomienda chequear a este tipo de personas, que se considera como población de riesgo, como lo muestra la **Tabla 2.** (3)

**Tabla 2. Población de alto riesgo para desarrollar diabetes**

Se considera población de alto riesgo de desarrollar diabetes a:
1. Todo sujeto mayor de 45 años.
2. Menores de 45 años con sobrepeso (IMC $\geq 25$ IMC) con uno o más de los siguientes factores de riesgo:
– Parientes de primer grado diabéticos (padres, hermanos)
– Mujer con antecedente de hijos macrosómicos ( $\geq 4$ Kg) o historia de diabetes gestacional.
– Sedentarismo
– Hipertensos ( $\geq 140/90$ mmHg)
– Col HDL $\leq 35$ mg/dl y/o triglicéridos $\geq 250$ mg/dl
– Examen previo con intolerancia a la glucosa.
– Estados de insulino resistencia. (Síndrome de ovario poliquístico, acantosis nigricans)
– Historia de enfermedad cardiovascular.

### 3.1.7.1 Criterios de diagnóstico

El método diagnóstico de elección para diagnosticar DM tipo 2 en nuestro país es la glicemia en ayunas en sangre venosa que se realiza por medio de pruebas de laboratorio, también se utiliza la hemoglobina glicosilada (HbA1c), mayor o igual a 6,5%, como otro criterio para el diagnóstico de la DM tipo 2, sin embargo para que el examen sea válido se debe realizar con el método estandarizado National Glycohemoglobin Standardization Program (NGSP), por lo que en Chile solo se usa para ver el control metabólico de la diabetes ya que los métodos de determinación de HbA1c no se encuentran estandarizados. (3)

Cuando diagnosticar DM tipo 2:

- Cuando aparezcan los síntomas clásicos de la diabetes (polidipsia, poliuria, polifagia y baja de peso) y una glicemia en cualquier momento del día mayor o igual a 200 mg/dl, sin relación con el tiempo transcurrido desde la última comida.
- Glicemia en ayunas mayor o igual a 126 mg/dl. Debe confirmarse con una segunda glicemia 126 mg/dl, en un día diferente. (Ayuno se define como un período sin ingesta calórica de por lo menos ocho horas).
- Glicemia mayor o igual a 200 mg/dl dos horas después de una carga de 75 g de glucosa durante una PTGO **Tabla 3.** (3)

**Tabla 3. Técnica y criterios diagnósticos Prueba de Tolerancia a la Glucosa Oral (PTGO)**

Determinación de una glicemia en ayunas y otra a las 2 horas post carga de 75 g de glucosa. Los 75 g de glucosa se disuelven en 250 cc de agua fría, ó 1,75 g de glucosa /kg de peso en niños, hasta un máximo de 75 g.

Condiciones para efectuar la prueba:

- Alimentación previa sin restricciones y actividad física habitual, al menos 3 días previos al examen.
- Suspender drogas hiperglicemiantes (corticoides, tiazidas) 5 días antes de la prueba.
- Permanecer en reposo y sin fumar durante el examen.
- No se debe efectuar en sujetos con cuadro febril, infecciones o **que cumplan los criterios diagnósticos de diabetes con glicemias en ayunas ( $\geq 126$  mg/dl).**

Resistencia a la insulina: Las personas pre diabéticas pueden tener alteración de la tolerancia a la glucosa, que se define (en una prueba de tolerancia a la glucosa por VO) como una concentración plasmática de glucosa de 140 a 200 mg/100 ml a las 2 h después de la ingestión de glucosa. (1)

### 3.1.8 Complicaciones crónicas de la DM tipo 2

Entre las complicaciones que genera la DM tipo 2 en quienes la padecen se encuentran las complicaciones agudas y crónicas. (5)

En las complicaciones agudas se encuentran la hiperglicemia, hipoglucemia (por tratamiento farmacológico) y acidosis láctica. (5)

Entre las complicaciones crónicas están las microvasculares (retinopatía, nefropatía y neuropatía diabética) y las macrovasculares (enfermedad isquémica del corazón, ataque cerebral y enfermedad vascular periférica). En relación a la tesis, se dará enfoque a las complicaciones que puedan generar alteración al sistema músculo-esquelético, así que ahondaremos en la neuropatía diabética y en las complicaciones macrovasculares. (5)

### 3.1.8.1 Neuropatía diabética

La neuropatía se encuentra presente en el 40-50% aproximadamente de los diabéticos después de 10 años del comienzo de la enfermedad, esto es tanto en quienes padecen de DM tipo 1 y DM tipo 2, sin embargo menos del 50% de estos pacientes presentan síntomas. La prevalencia de la neuropatía diabética aumenta con la edad de la persona y con los años de evolución de la enfermedad. (5)

Se puede clasificar en dos grupos:

#### 1) Neuropatía somática: que a su vez se divide en 2 subgrupos

- **Neuropatía simétrica o polineuropatía:** incluye la *Polineuropatía sensitivo motora simétrica distal* (que es de comienzo insidioso y que afecta fundamentalmente a las extremidades inferiores, provocando síntomas sensoriales como hormigueos, hiperestesia, quemazón y dolor, o bien síntomas motores, como espasmos, fasciculaciones y calambres, u otros, como acorchamiento e insensibilidad térmica o dolorosa), la *Neuropatía aguda dolorosa* (suele ser de inicio agudo, afecta más varones y afecta simétricamente a las porciones distales de las extremidades inferiores, sobre todo las plantas de los pies, caracterizándose por dolor agudo, quemante y acompañado de hiperestesias cutáneas), la *Neuropatía motora proximal simétrica* (se presenta generalmente en mayores de 50 años caracterizándose por dolor seguido de debilidad muscular y amiotrofia de comienzo insidioso y carácter progresivo que afecta, sobre todo, a caderas y ambos muslos). (5)

- **Neuropatías focales y multifocales:** se presenta generalmente en mayores de 50 años que cursan con una diabetes de larga evolución, caracterizándose por dolor de comienzo agudo o subagudo acompañado de otros síntomas en el territorio del nervio afectado. Se dividen en: *Mononeuropatías* (afectan a un solo nervio, donde lo más frecuente es la afección del III par craneal que cursa con dolor periorbitario, paresia muscular y diplopía con conservación de la movilidad pupilar), *Neuropatía proximal asimétrica* (de presentación poco frecuente y suele afectar a pacientes con diabetes mal controlada por períodos prolongados y, en general, mayores de 60 años, su inicio es agudo o subagudo cursando con dolor intenso en la cara anterior del muslo y, en ocasiones, también en región lumbar, glúteo o periné seguido a las pocas semanas de debilidad muscular y amiotrofia). (5)

2) **Neuropatía autonómica:** afectan al 20- 40% de los diabéticos, aunque sólo en el 5% de los casos se presentan síntomas. Debido a que afecta al sistema nervioso autónomo hace que las manifestaciones clínicas de disfunción abarquen varios órganos y sistemas, siendo más frecuentes las gastrointestinales, las genitourinarias, las cardiovasculares y las sudorales. Se pueden presentar complicaciones a nivel sistémicos como:

- **Sistema cardiovascular:** La neuropatía autónoma cardiovascular se asocia a un conjunto de problemas cardiovasculares complejos como lo son el aumento de muerte súbita, arritmias cardíacas e isquemia miocárdica. Las afectaciones principales que se pueden producir son: inestabilidad vasomotora, denervación cardíaca, mala adaptación al ejercicio e hipotensión ortostática, producida por

la afección de los barorreceptores aórticos y carotídeos y que se asocia a un mal pronóstico, ya que la mayoría de los pacientes que la presentan fallecerán a los 3-5 años de presentarse la neuropatía autonómica con afectación cardiovascular. (5)

### **3.1.8.2 Macrovasculares**

Para comprender las alteraciones macrovasculares hay que tener en cuenta que la intensidad y duración de la hiperglicemia no son los únicos factores que ayudan a desarrollar complicaciones crónicas, otros factores como la hipertensión arterial, el tabaquismo y la dislipidemia también intervienen en este proceso, sobre todo en las complicaciones macrovasculares. (5)

Las complicaciones macrovasculares son la equivalente a la arterosclerosis, que son las que afectan a los vasos de mediano y gran calibre. Este proceso arterosclerótico es similar, histológica y bioquímicamente, a la arterosclerosis que se da en individuos no diabéticos. La única diferencia es que este proceso se da más tempranamente en personas diabéticas y se asocia además a una gravedad y extensión mayor (los enfermos coronarios diabéticos tienen enfermedad de tres vasos en torno al 45% frente al 25% en los no diabéticos) y peor pronóstico no observándose una diferencia según sexo. (5)

Las enfermedades cardiovasculares en los diabéticos suponen la principal causa de morbilidad y mortalidad. Las personas con diabetes tienen un mayor riesgo de padecer una enfermedad cerebrovascular o coronaria o de fallecer por su causa, 2 a 3 veces superior al de la población general, y el riesgo de presentar

enfermedad vascular periférica es 5 veces mayor, aproximadamente, el 70- 80% de las personas con diabetes fallecen a consecuencia de enfermedades cardiovasculares. (5)

### **3.1.8.3 Artropatía periférica**

Su prevalencia es 4 veces superior en el varón diabético y hasta 8 veces mayor en la mujer diabética. La lesión se da principalmente en los miembros inferiores (excepcionalmente en los superiores), sobre todo en el territorio infrapatelar o distal, en las arterias tibiofibulares y pedias. (5)

Entre sus formas clínicas se encuentran:

- Claudicación intermitente: corresponde a la imposibilidad de caminar una determinada distancia a causa de un dolor en los músculos de las piernas ( es grave si, recorre una distancia inferior a 150 m en un terreno llano y a paso normal)
  - Dolor en reposo: a medida que se agrava la enfermedad vascular periférica aparece dolor en reposo que, generalmente, se describe como un dolor profundo de los músculos del pie, que está presente en reposo o por la noche.
  - Gangrena seca: Si la enfermedad continúa progresando puede producirse ulceración y/o gangrena que suele comenzar a partir del primer dedo del pie.
- (5).
-

### **3.1.8.4 Infarto muscular diabético**

Asimismo existe una condición exclusiva de la diabetes mellitus, el infarto muscular, la fisiopatología no está del todo clara. La hipótesis más probable es que es provocado por una enfermedad vascular arterioesclerótica y microangiopatía diabética. (6)

En el análisis de muestras de biopsias se ha encontrado necrosis y zonas de reparación muscular con hialinosis (proceso degenerativo) y engrosamiento arteriolar.

Se ha informado que en un inicio la falta de irrigación sanguínea produce inflamación tisular que por efecto de presión se ve afectado el flujo sanguíneo. (6)

Su presentación clínica se caracteriza por la aparición comúnmente repentina de una masa palpable indurada, que se muestra con mucho dolor en el muslo (vasto lateral, aductores y la zona de los gastrocnémios). (6)

Es de suma importancia realizar una valoración diagnóstica precoz para prevenir su agravamiento. En este sentido el método de preferencia lo constituye la resonancia magnética, que sin ser específica, muestra una validez diagnóstica importante y permiten pasar por alto la biopsia que puede ser causa de exacerbación de los síntomas, además nos ayuda para excluir otras anomalías como TVP, infección muscular, o algún tumor muscular primario o secundario. Por lo tanto puede ser una complicación mucho más habitual de lo que se reporta en la literatura ya que sus métodos diagnósticos son más complejos. (6)

Quizás se deba pensar que en todo paciente diabético que presente síntomas de dolor muscular debería estar presente la patología de infarto muscular. (6, 7)

### **3.1.9 Tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2**

Dentro del tratamiento de la DM tipo 2 se encuentra el farmacológico y el control de la glicemia por medio del ejercicio. Este control se complementa entre estos dos métodos, por lo que se hablará de ambos, en primer lugar del tratamiento farmacológico y luego sobre los beneficios del ejercicio y como este puede ayudar a controlar la glicemia, disminuyendo así el consumo farmacológico.

#### **3.1.9.1 Tratamiento médico farmacológico**

Es importante tener conocimiento sobre la terapia farmacológica en la DM tipo 2, ya que es el principal método de control de la enfermedad que usan las personas con diabetes, además de variables de control y sus posibles contraindicaciones respecto al ejercicio físico.

En Chile solo un 34,3 % cumple con el control metabólico, es decir mantiene cifras de la hemoglobina glicosilada < al 7% según la encuesta nacional de salud del 2009-10. (8)

Dentro de los fármacos utilizados para el control de la DM tipo 2 en un principio, en nuestro país, se encuentran principalmente dos, los de la familia de las guanidas (metformina) y las sulfonilureas (glibenclamida), que se administran vía oral. (9)

Esta terapia se utiliza junto a la base de un cambio de estilo de vida (comenzar a realizar actividad física y dieta), es más, en los pacientes

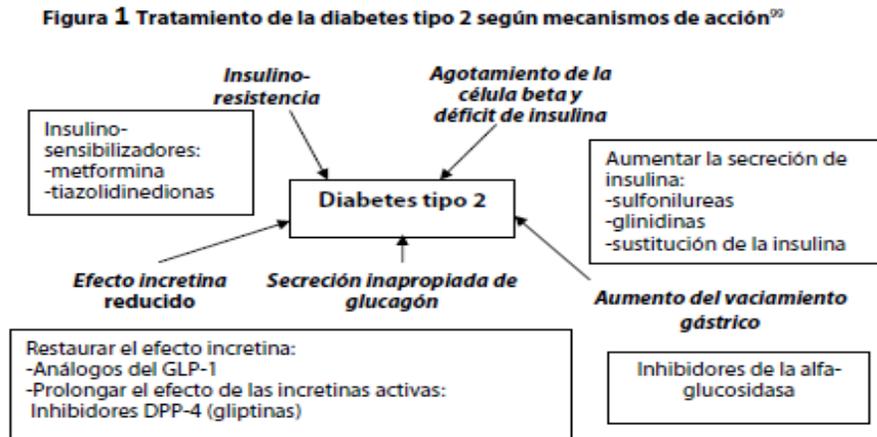
diagnosticados con DM tipo 2 que tengan motivación pueden ser sometidos a un par de meses de terapia no farmacológica, antes de iniciar con los fármacos. (9)

Los objetivos de los antihiperéglucémicos son mantener un control sobre la glicemia, evitando variaciones en la mayor parte del tiempo y con ello prevenir la hiperéglucemia y retardar los problemas crónicos de la diabetes. (9)

La metformina es la primera línea de acción, si no existen contraindicaciones (insuficiencia renal avanzada, alcoholismo), su acción es la disminución en la producción de glucosa por parte del hígado, no produce hipoglicemia y puede generar intolerancia gastrointestinal, por lo que se usa en dosis bajas de 500 mg. Cuando no se logra el control metabólico, es decir mantener la HbA1c < al 7%, se agregan otros fármacos como lo son las sulfonilureas, en donde la glibenclamida es el más usado, o la insulina, por un tema de costo y disponibilidad en el sistema de salud pública. (9)

Según la evidencia estos medicamentos no producirían daño directo sobre el sistema músculo esquelético, pero si se tiene que tener en cuenta sus efectos en el organismo antes de realizar un programa de ejercicio físico, evitando producir una hipoglicemia por ejemplo, ya que se sabe que el ejercicio físico en sí, disminuye la glicemia. (9)

La **Figura 1**, muestra un resumen del tratamiento médico de la DM tipo 2 (3)



### 3.2 Beneficios del ejercicio

Otro concepto que debemos abordar es el ejercicio físico en sí, y el ejercicio en las personas que sufren de diabetes. Actualmente la evidencia muestra que el ejercicio físico ayuda a reducir el riesgo de morbilidad y mortalidad cardiovascular. Este efecto protector se asocia incluso cuando ya existe la presencia de una enfermedad cardiovascular, teniendo un efecto protector mayor. Los beneficios que se han demostrado en personas con diabetes, respecto del ejercicio, muestran que este ayuda a controlar la glicemia y los factores de riesgo asociados al sistema cardiovascular. (10)

Es sabido que en personas con DM tipo 2 existe un funcionamiento anormal de los receptores, específicamente en los mecanismos de señalización dependientes de la insulina que se encargan de regular la entrada de glucosa al músculo esquelético. Sin embargo otros mecanismos que también participan en la captación de glucosa hacia el músculo que se regulan por medio del ejercicio/contracción que no se encuentra alterado, incluso en personas con diabetes. (10)

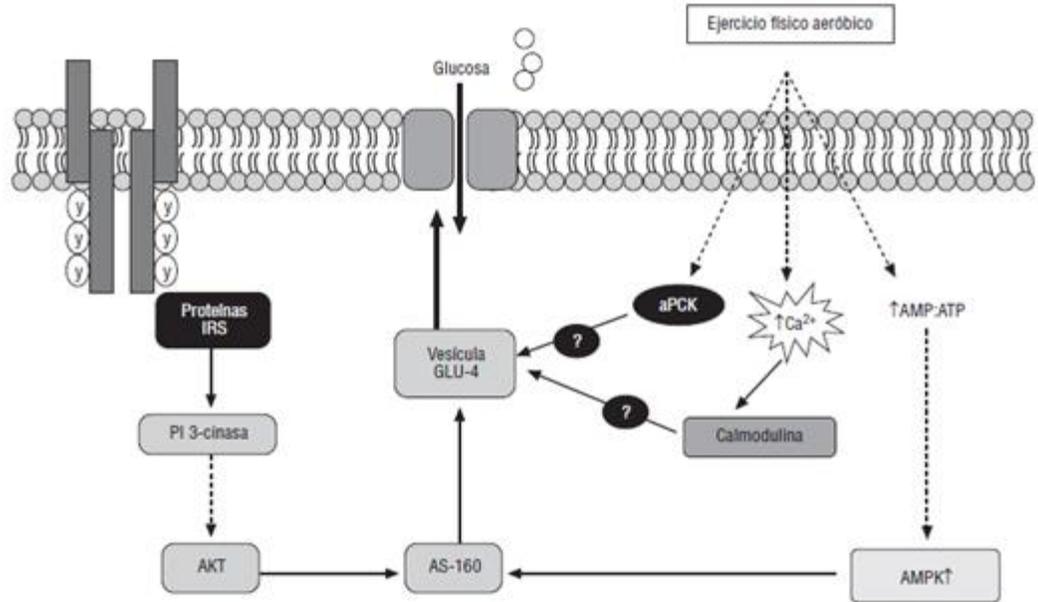
Existen diversos estudios que han demostrado mejorías sustanciales en personas con DM tipo 2 que se han sometido a programas de ejercicio, Nishida et al verificaron que 12 semanas de ejercicio físico (60 min/día 5 veces por semana) mejoraron la sensibilidad a la insulina en el músculo esquelético. (10)

Para dar una explicación al mecanismo molecular que permite explicar cómo el ejercicio ayuda en la captación de glucosa hacia el músculo esquelético, se han propuesto diversas teorías.

Se sabe que la contracción muscular inducida por el ejercicio físico no actúa directamente sobre los receptores de insulina, es decir no ejerce un efecto sobre la fosforilación de sustrato del receptor de insulina 1 (IRS-1) ni tampoco en la actividad de la fosfatidilinositol 3-cinasa (PI3-K). (10)

Se cree que el ejercicio físico actúa de manera indirecta en las proteínas de la señal de insulina como lo son la proteincinasa, activada por AMP, la proteincinasa dependiente de  $Ca^{2+}$ /calmodulina y la proteincinasa C atípica. Estas moléculas participan de la captación de glucosa estimulada por la contracción muscular. (10)

Para explicar el punto de convergencia entre el ejercicio físico y las cascadas de señalización de la insulina se han descrito la existencia de moléculas como la AS160 que ayudarían a inducir a los receptores GLUT-4 para la captación de glucosa por parte del músculo esquelético, como lo muestra la **figura 2** (10)



**Figura 2.** Explicación molecular del efecto del ejercicio en la captación de glucosa por parte del músculo esquelético.

### **3.3 Entrenamiento interválico de alta intensidad**

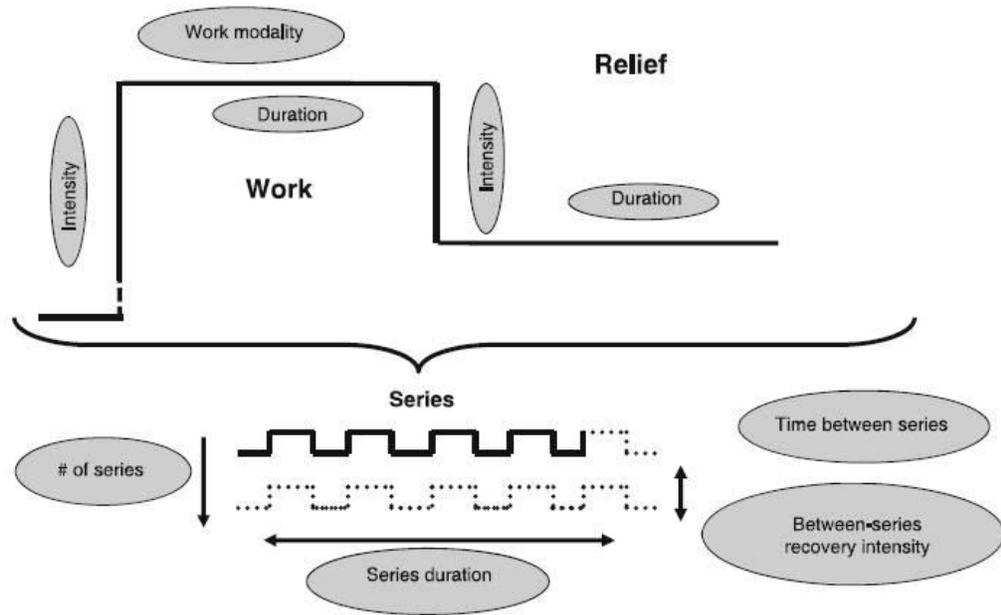
La modalidad de ejercicio que se investigara en esta tesis corresponde al HIIT (High Interval Intensity Training). Para ello lo definiremos y caracterizaremos para comprender los beneficios de esta modalidad en las personas con DM tipo 2. (11)

#### **3.3.1 Definición**

Es un entrenamiento en el que se realizan repeticiones de ejercicio de alta intensidad, con pausas que pueden ser completas o recuperaciones activas (de baja intensidad), para luego efectuar otra repetición de elevada intensidad. Esto provoca que se estimule el cuerpo y ocasione una reestructuración fisiológica que se puede comparar con el impacto que provoca el ejercicio continuado de moderada intensidad, pero en un menor tiempo y volumen de ejercicio total. (11)

Según la evidencia es más agradable que realizar un ejercicio con una intensidad moderada de manera continua. (12, 13)

Para crear un protocolo HIIT se deben tener en cuenta una serie de variables, tales como: Modalidad del estímulo, tipo de pausa, número de repeticiones, duración del estímulo, actividad en la pausa, pausa entre las series, intensidad del estímulo, número de series, duración del programa, duración de la pausa, duración de las series. **Figura 3** (14)

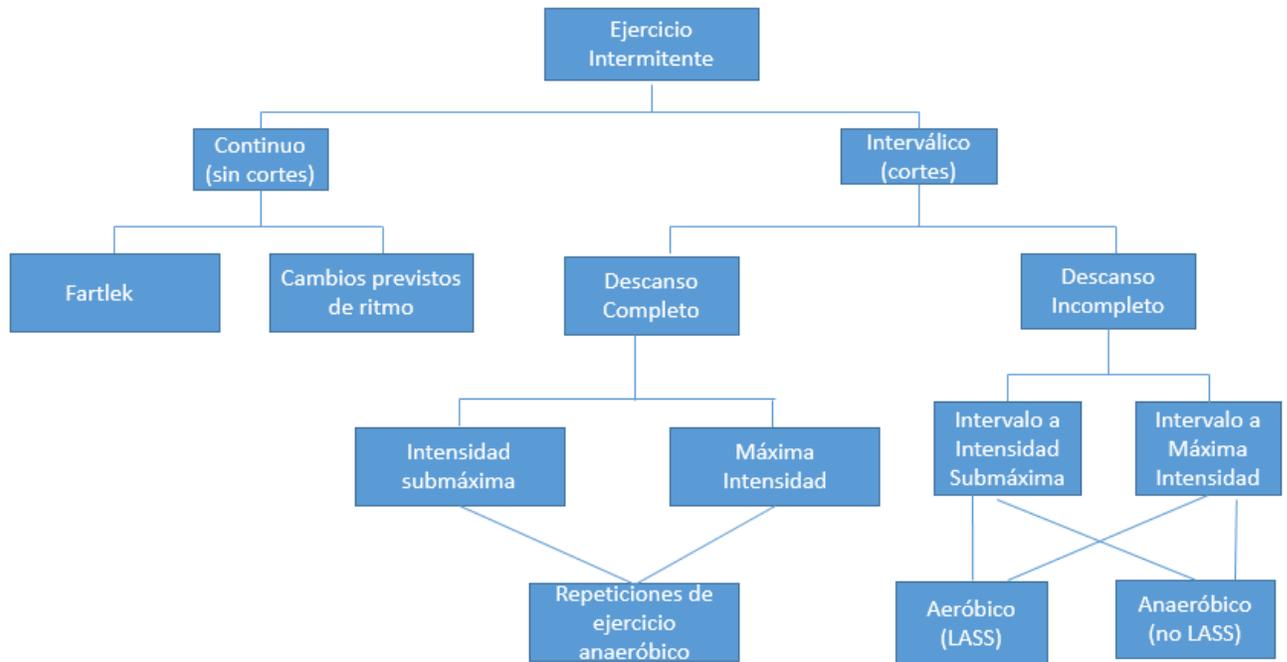


**Figura 3.** Variables de los protocolos HIIT

Para que sea considerado un ejercicio de alta intensidad se debe trabajar sobre el 60% del  $VO_{2m\acute{a}x}$  o mayor al 70% de la frecuencia respiratoria máxima. (15)

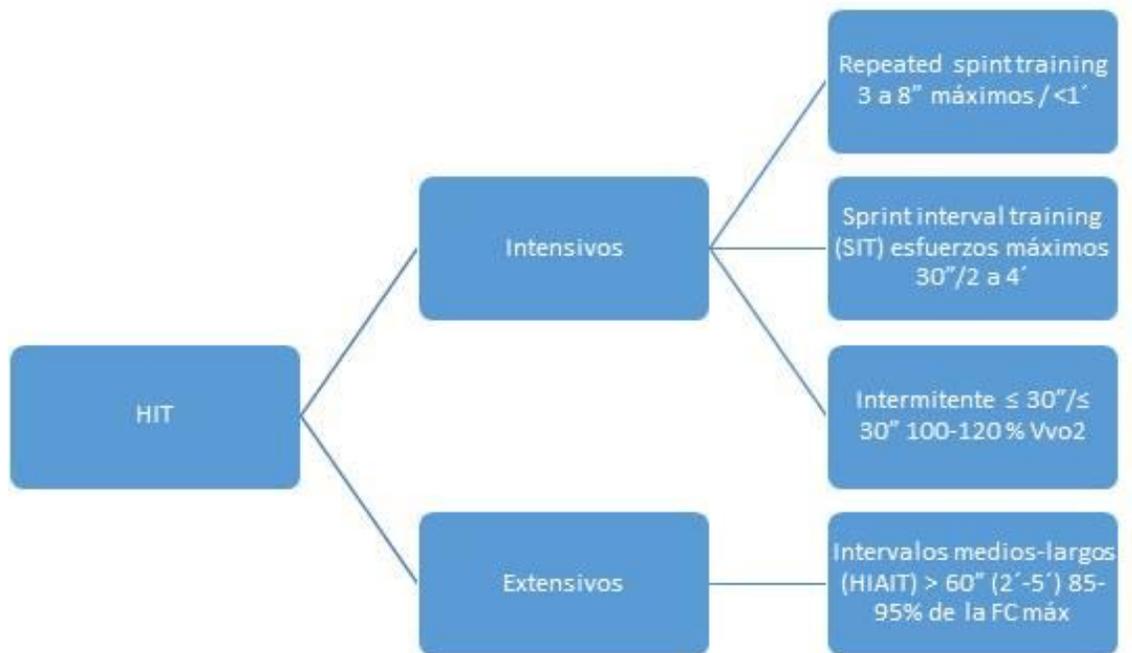
### 3.3.2 Clasificación del HIIT

Podemos clasificar el ejercicio intermitente en dos tipos, uno en el que se realizan “lapsos de recuperación” y otro en el que hay “recuperación completa”. Estos a su vez se subdividen según como cambien su intensidad en: máxima o submáxima. Por otro lado, también se puede clasificar el entrenamiento intermitente en continuo, como el Fartlek y los cambios de ritmo previstos como muestra la **Figura 4.** (16)



**Figura 4. Clasificación del ejercicio intermitente (16)**

Desde que se comienza a utilizar en 1850, han existido muchos protocolos HIIT, los dos más nombrados son el protocolo de Tabata y el de Little-Gibala. A su vez estos se pueden dividir en 2 tipos: Sprint Interval Training (SIT) y Aerobic Interval Training (AIT). En el SIT se realizan generalmente 30 seg. máximas con un tiempo de recuperación completa de 3-4 minutos esto se realiza en 4-6 series de sprints máximos. El AIT es considerado un método extensivo, en él se realiza el ejercicio por 4 minutos con un descanso de 3 a 4 minutos, esto en 4 a 6 series, trabajando al 80-95% del VO<sub>2</sub>máx. como se muestra en la **Figura 5.** (14)



**Figura 5 Protocolos de aplicación HIIT. (14)**

### **3.3.3 Efectos**

#### **3.3.3.1 Generales**

Al ser un tipo de ejercicio físico, va a generar efectos parecidos a los de cualquier ejercicio físico.

Reducir sobrepeso y obesidad, disminuye el riesgo de presentar hipertensión arterial, colesterol alto, disminuye la presión arterial y el riesgo de infarto.

Por otro lado también reduce el riesgo de sufrir osteoporosis y fracturas, pérdida de hueso. Ayuda a conservar o incrementar la masa muscular, conservar fuerza muscular. Mejora la calidad de vida, disminuye la fatiga, etc.

#### **3.3.3.2 Específicos**

##### **1. Mejorar la sensibilidad a la insulina:**

El ejercicio en intervalos de intensidad elevada aplicado en pacientes diabéticos tipo 2, tiene altos efectos hipoglucemiantes luego del ejercicio, además de una mayor duración que el ejercicio de moderada intensidad con igual o mayor duración. Y necesita menor tiempo para obtener dichos efectos. Aunque debe haber un control de la intensidad precisa y personalizado para evitar el incumplimiento por abandono del ejercicio o rechazo de personas poco habituadas a realizar ejercicio físico.(15)

En pacientes con DM2, se observó una mejora de la glucosa en sangre luego de 2 horas de haber ingerido alimento (BG postprandial), esta mejora se observó por 24 horas, mientras que un plan de ejercicio de 2 semanas disminuyó el

BG en promedio un 13% luego de 48 y 72 horas de haber practicado el ejercicio, asimismo se evidencia un aumento de los receptores GLUT4 en un 369%. (15)

## 2. Mejorar la forma física cardiorrespiratoria (VO<sub>2</sub>max).

Tabata comparó un entrenamiento aeróbico de intensidad moderada (70% VO<sub>2</sub>máx durante 60 minutos, 5 días a la semana) con un entrenamiento HIIT (series de 20 segundos a 170% VO<sub>2</sub>máx, 10 segundos de recuperación, 5 días a la semana) en un cicloergómetro durante seis semanas. Tabata encontró que en el grupo de intensidad moderada, el VO<sub>2</sub>máx aumentó en un 10%, pero la capacidad anaeróbica no cambió. Sin embargo, en el grupo de alta intensidad, el VO<sub>2</sub>máx aumentó en un 15% y la capacidad anaeróbica aumentó en un 28%. Este protocolo fue comparado con otros tipos de HIIT y resultó ser el mejor estimulando al máximo tanto los sistemas aeróbicos como anaeróbicos. (17)

Provoca un aumento del VO<sub>2</sub>máx debido principalmente a las adaptaciones del potencial oxidativo muscular, tales como el aumento del número de mitocondrias y de la actividad enzimática de las mitocondrias. (16)

## 3. Reducir la grasa corporal.

Se constataron mejorías en el peso libre de grasa y el aumento de la sensibilidad a la insulina. (18)

## 4. Aumento de la capacidad Oxidativa del músculo:

Este aumento se ve reflejado en la actividad máxima y/o contenido de proteína de las enzimas mitocondriales. (19)

### 3.4 Lesión

Como toda práctica deportiva o la realización de ejercicio físico, esta puede generar una lesión a nivel del sistema músculo esquelético. Esto puede ser más predisponente si existen alteraciones fisiológicas que pueden generar un cambio en la estructura de los componentes de este sistema. Se entiende por lesión a un golpe, herida o daño que se pueda generar en los tejidos del cuerpo. Estas lesiones pueden ser producidas por fuerzas externas o incluso como consecuencia de alguna enfermedad. En nuestra investigación nos centraremos en las lesiones producidas por la diabetes mellitus 2. (20)

#### 3.4.1 Lesiones en diabetes mellitus tipo 2

Dentro de las alteraciones producidas como consecuencia de la diabetes mellitus 2, podemos encontrar variadas patologías que afectan tanto el tejido blando del cuerpo como tendones, músculos, ligamento, bursas y también algunas de carácter más íntegro como son las articulares que repercuten en más de un tejido a la vez. (20)

Trastornos músculo esqueléticos	Prevalencia en pacientes con diabetes	Prevalencia en pacientes sin diabetes
Capsulitis adhesiva	11-30%	2-10%
Limitación de movilidad articular	8-50%	0-26%

Contractura de dupuytren	20-63%	13%
Tenosinovitis flexora	11%	<1%
Hiperostosis esquelética idiopática difusa	13-49%	1.6-13%

Tabla 4. Prevalencia de trastornos músculo esqueléticos en pacientes con y sin diabetes. (28)

La figura resume los factores que hay que tener en cuenta que pueden influir en la lesión músculo esquelética en pacientes con DM tipo 2, lo que nos muestra que no solo influiría el ejercicio físico sino que existen otros factores que también pueden conllevar a la lesión en estos pacientes.

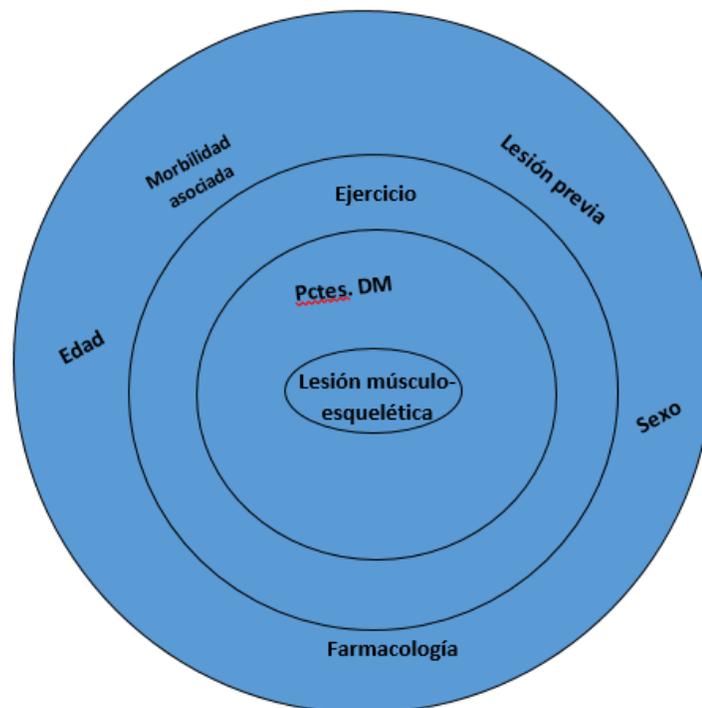


Figura 6. Factores a considerar en las lesiones musculares de diabéticos

### **3.5 Reparación muscular**

El daño o destrucción de las fibras de tejido muscular estriado es perjudicial y compleja ya que las células musculares restantes no pueden generar una división celular para reparar el daño como en otros tejidos del cuerpo humano. Sin embargo el tejido muscular cuenta con la presencia de células uninucleadas, fusiformes que yacen dentro de la lámina basal que se encuentra rodeando cada fibra muscular que reciben el nombre de células satélites. Frente a un daño las células satélite cercanas se activan, proliferan y se diferencian en mioblastos que son capaces de fusionarse con células musculares dañadas, en casos en que el daño es más extenso un conjunto de mioblastos son capaces de fusionarse para de esa manera poder producir nuevas fibras musculares. (21)

Con el paso de los años en el cuerpo se puede observar una disminución en el número de células satélites, lo que produce una declinación en la respuesta a un daño y la capacidad de generar nuevas fibras musculares. Algunos estudios han demostrado que las células satélites de musculatura joven tienen una capacidad reducida en su proliferación y su capacidad para formar nuevas fibras musculares cuando son aplicadas en personas de mayor edad. Lo que hace pensar que las personas de mayor edad que están cursando con una disminución de la masa muscular es debido al aumento en la liberación del regulador paracrino miostatina. La miostatina es un regulador de la musculatura esquelética, que es capaz de inhibir la función de células satélite y el crecimiento muscular. Las funciones de la miostatina, y los mecanismos que regulan la proliferación de células satélite

debido a su relevancia en la condición muscular son áreas activas de la investigación. (22)

Para la formación de sarcómeros nuevos y el crecimiento de miofibrillas en la fibra muscular se requiere de 3 proteínas musculares:

- 1) La titina: es una proteína en extremo larga que abarca la mitad de la longitud del sarcómero; su extremo amino-terminal está sujeto a uno de los discos Z a cada lado del sarcómero, y su extremo carboxilo-terminal, a la banda M.
- 2) La nebulina: se encuentra dentro de la actina de las bandas I.
- 3) La oscurina: rodea los sarcómeros principalmente alrededor de los discos Z y las bandas M.

Estas tres proteínas de gran tamaño sirven como anclaje molecular para la formación de nuevos sarcómeros durante el crecimiento y la reparación muscular.

Las fases que involucran el proceso de reparación son 3:

- 1) Fase inflamatoria: caracterizada por un proceso de hemostasia, junto a la respuesta de neutrófilos y macrófagos durante las primera 72 horas, formación de edema y el inicio del proceso mediante el cual se presente recuperar la vascularización en las fibras lesionadas.
- 2) Fase reparadora: dependiendo del daño de la lesión se presenta, una regeneración fibrilar funcional ideal o la formación de tejido fibroso cicatrizal (reparación patológica). En esta etapa puede ocurrir una alteración en la zona de la lesión modificando las características histológicas del tejido afectado.

3) Fase de remodelación: existe una producción de matriz extracelular (fibroblastos), que está compuesto de: células miooblásticas (células satélite y leucocitos mononucleados) que reparan las miofibrillas, en condiciones no óptimas existe gran deposición de colágeno y actividad fibroblástica, que trae como consecuencia la formación de tejido fibroso en lugar de muscular y una reorientación fibrilar. (1, 2)

### **3.5.1 Reparación muscular en Diabéticos**

A diferencia de la reparación muscular en personas normales, en las personas diabéticas, estudios han encontrado que existen diferencias que alterarían este proceso. Se ha descrito que la acumulación de lípidos y la resistencia insulínica, efectos característicos de las personas que presentan diabetes mellitus, inducen a una disfunción mitocondrial en el músculo esquelético. (23)

Se ha observado que además de la disfunción mitocondrial en personas que presentan diabetes y obesidad existe un menor número de mitocondrias y de menor tamaño, que se acompaña de una alteración estructural en estas. Teniendo en cuenta la función que desempeñan las mitocondrias en el metabolismo de las células musculares, estos procesos explicarían las complicaciones presentes en las personas que presentan diabetes mellitus, existiendo una disminución en la respiración celular, lo que conlleva a una alteración en la producción de proteínas mitocondriales que a su vez lleva a una disminución en la generación de ATP. (23)

Un estudio realizado en ratones con diabetes demostró que existe una alteración en la reparación del músculo esquelético debido a una alteración en los miocitos. Esta alteración explicaría la miopatía del músculo esquelético presente en personas con diabetes mellitus, complicación crónica que no solo afectaría la reparación muscular sino que también afectaría a largo plazo provocando debilidad muscular producto de una distrofia miotónica. (24, 25)

## CAPITULO IV

### 4.1 Búsqueda sistemática de la información

La búsqueda de la información en las distintas bases de datos como PEDRO, Embase, Scielo y Cochrane nos otorgaron “0 resultados” al relacionar los términos “diabetes mellitus type 2” como pacientes; “Hiit”, “interval training” a modo de intervención y “injury”, “lesión” como resultado.

Al contrario al realizar la búsqueda en la base de datos PubMed usando como las siguientes palabras en el buscador Mesh:

**Pacientes:** "Diabetes Mellitus, Type 2"[Mesh].

**Intervención:** “high intensity interval training” [Mesh].

**Resultado:** "Back Injuries"[Mesh] OR "Foot Injuries"[Mesh] OR "Ankle Injuries"[Mesh] OR "Knee Injuries"[Mesh] OR "Leg Injuries"[Mesh].

Y como términos libres:

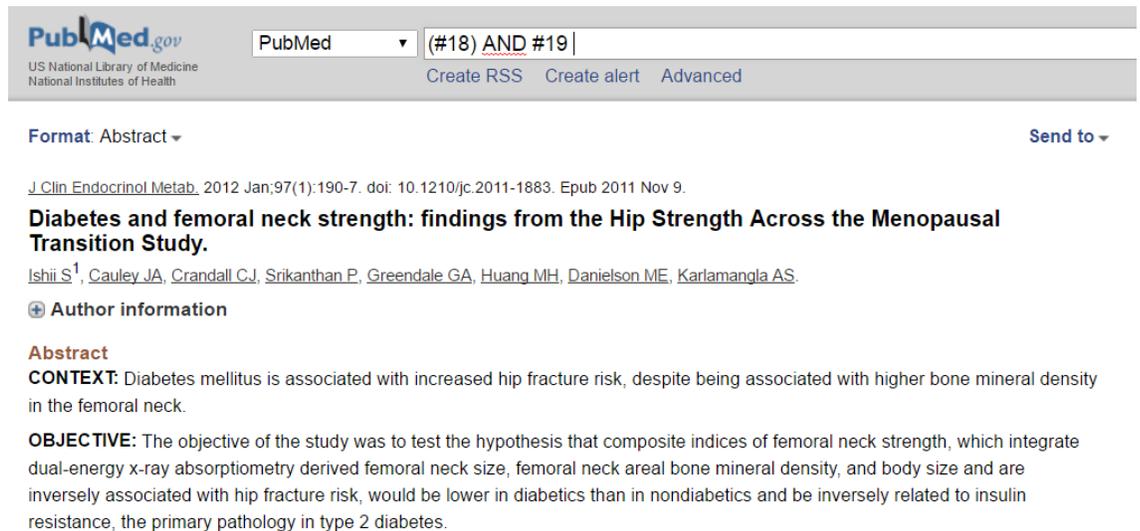
**Pacientes:** diabetes mellitus y diabetes mellitus type 2.

**Intervención:** high interval training, high intensity intermittent training, high intensity intermittent exercise, high intensity interval training y interval training.

**Resultado:** Lesion y Injury.

Los resultados entregados en la búsqueda Mesh fueron relacionados entre sí con el operador booleano “AND”. Los términos libres al relacionar las búsquedas de pacientes se utilizó el operador “OR” al igual que los de intervención y resultado, para luego relacionar los distintos grupos de pacientes,

intervención y resultados con el operador booleano “AND”. Los resultados finales para la búsqueda de términos libres y Mesh fueron reunidos con el operador “AND”. Dando como resultado 1 estudio que no es capaz de responder a nuestra pregunta de búsqueda y se muestra a continuación.



PubMed.gov  
US National Library of Medicine  
National Institutes of Health

PubMed (#18) AND #19  
Create RSS Create alert Advanced

Format: Abstract Send to

J Clin Endocrinol Metab. 2012 Jan;97(1):190-7. doi: 10.1210/jc.2011-1883. Epub 2011 Nov 9.

**Diabetes and femoral neck strength: findings from the Hip Strength Across the Menopausal Transition Study.**

Ishii S<sup>1</sup>, Cauley JA, Crandall CJ, Srikanthan P, Greendale GA, Huang MH, Danielson ME, Karlamangla AS.

Author information

**Abstract**

**CONTEXT:** Diabetes mellitus is associated with increased hip fracture risk, despite being associated with higher bone mineral density in the femoral neck.

**OBJECTIVE:** The objective of the study was to test the hypothesis that composite indices of femoral neck strength, which integrate dual-energy x-ray absorptiometry derived femoral neck size, femoral neck areal bone mineral density, and body size and are inversely associated with hip fracture risk, would be lower in diabetics than in nondiabetics and be inversely related to insulin resistance, the primary pathology in type 2 diabetes.

Debido a que el estudio obtenido como resultado no es capaz de responder a la pregunta búsqueda, la lectura crítica se realizará de un estudio que relaciona las variables “diabetes mellitus” y “ejercicio interválico”.

## **4.2 Análisis crítico de la literatura**

### **Continuous vs interval training on glyceimic control and macro and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients**

W. Mitranun<sup>1</sup>, C. Deerochanawong<sup>2,3</sup>, H. Tanaka<sup>4</sup>, D. Suksom<sup>1</sup>

Tipo de artículo: Ensayo Clínico Aleatorizado, Año de publicación: 2014;

Revista: Scandinavian Journal of Medicine Science in Sports

#### **1 ¿Se orienta el ensayo a una pregunta claramente definida?**

Sí, porque la población de estudio, la intervención están bien definidos 43 participantes con diabetes tipo 2 fueron asignados al azar a 3 grupos el control de los sedentarios, CON (ejercicio aeróbico continuo), INT (entrenamiento de ejercicio aeróbico intervalo) y los resultados claramente enunciados y definidos, ya que quieren saber cuál tipo de ejercicio es mejor en el control de la glucemia y la vasodilatación dependiente del endotelio.

#### **2 ¿Fue aleatoria la asignación de los pacientes a los tratamientos?**

Si, fue al azar, pero no específica si hubo o no cegamiento.

**3 ¿Fueron adecuadamente considerados hasta el final del estudio todos los pacientes que entraron en él?**

Si fueron adecuadamente considerados, pues no se interrumpió el estudio de forma precoz. El seguimiento fue completo, algunos participantes fueron excluidos si han completado menos de 80% del programa de entrenamiento. Un sujeto se retiró de cada grupo de ejercicio por el final del estudio. Y se analizaron los pacientes en el grupo correspondiente de aleatorización.

**4 ¿Se mantuvieron ciegos al tratamiento los pacientes, los clínicos y el personal del estudio?**

No menciona que haya habido algún tipo de cegamiento de los pacientes, clínicos y personal de estudio, solo que los pacientes fueron aleatorizados al grupo correspondiente.

**5 ¿Fueron similares los grupos al comienzo del ensayo?**

Si, los grupos fueron similares gracias al proceso de aleatorización representando, quedando una distribución de 16 sujetos en el grupo SED, 15 sujetos en el grupo CON y 15 sujetos en el grupo de INT, y fue homogéneos en cuanto a sexo y edad.

**6 ¿Al margen de la intervención en estudio los grupos fueron tratados de igual modo?**

Si, ya que las muestras y las mediciones en todos los grupos fueron realizadas en las mismas fechas, específicamente las muestras sanguíneas tomadas dentro del mismo margen horario.

**7 ¿Es muy grande el efecto del tratamiento?**

Si, el efecto del tratamiento fue grande debido a que se registraron múltiples variables con distintos exámenes como: la composición corporal, consumo máximo de oxígeno, porcentaje de masa corporal, índice de masa corporal, porcentaje de grasa corporal, relación cintura-cadera, frecuencia cardíaca, estos presentaron un resultado significativo mayor tanto en el grupo de ejercicio continuo como en el grupo de ejercicio interválico, presentando este último una mayor cantidad de variables significativas en comparación al continuo.

**8 ¿Cuál es la precisión de este efecto?**

La precisión durante todo el estudio y para cada medición fue de ( $P < 0.05$ ), por lo que es considerado un valor significativo, pues es el valor mínimo requerido en los estudios del área de la salud.

También se utilizó la comparación múltiple de Tukey para determinar las variables significativas entre los grupos, se realizó también análisis de correlación y regresional para una correcta examinación de las asociaciones de las variables.

**9 ¿Pueden aplicarse estos resultados en tu medio o población local?**

Sí, porque la metodología utilizada está estandarizada también en nuestro medio, sin embargo para extrapolar estos resultados debería realizarse este tipo de estudio en la población chilena, debido a las diferencias étnicas, sociales y culturales.

**10 ¿Se tuvieron en cuenta todos los resultados de importancia clínica?**

Si, pues se comparó cada uno de los resultados de las mediciones entre los grupos interválico, continuo y sedentario, esta información se ve claramente reflejada en las tablas de datos obtenidos, antes y después de la intervención, concluyéndose en cada uno de los ámbitos estudiados.

**11 ¿Los beneficios a obtener justifican los riesgos y los costes?**

Los beneficios si se justifican, ya que, cada uno de los exámenes determinaba una variable crítica en el pacientes sedentarios con diabetes mellitus tipo 2 siendo estos mismos de bajo costo y en cuanto a los riesgos las terapias implementadas en el estudio no generan un mayor riesgo al momento de su realización por parte de los pacientes (tratamiento interválico y continuo).

## **CAPITULO V**

### **5.1 Justificación de la pregunta de investigación**

#### **5.1.1 Factible**

A nivel nacional encontramos una alta prevalencia de diabetes mellitus tipo 2, la federación internacional de diabetes (IDF en inglés) estima una prevalencia de 12,32% en mayores de 20 años o sea 1,7 millones de chilenos padece esta enfermedad superando el promedio mundial de 8,19%. Esta situación se ve acentuada localmente, siendo la región de la Araucanía la de mayor índice a nivel país con un 12,7%, es decir, unas 100.000 personas aproximadamente con diabetes viven en la región de la Araucanía de las cuales el 19,7% tiene un control constante sobre su patología, lo que equivale a 19.700 personas, que sería nuestra población objetivo. (1-3)

Asimismo no es necesario contar con un lugar físico, ni implementos de gimnasio para llevar a cabo la investigación, pues no es de tipo experimental sino observacional, en este sentido solo se requiere conocer donde se aplica HIIT a estos pacientes y los permisos institucionales pertinentes ( CESFAM de Fundo el Carmen, Amanecer, Los Laureles y Melipeuco), además quienes aplicarán la evaluación serán personas que no necesitan de la experiencia profesional acerca del tema central de la investigación, aunque recibirán capacitación para su realización.

### **5.1.2 Interesante**

A nivel de profesionales de la salud será interesante tener evidencia actualizada en cuanto a la seguridad de la terapia que aplican a sus pacientes. Pues el HIIT actualmente es una metodología masiva utilizada en salud en pacientes diabéticos, por lo tanto, será interesante hacer esta investigación para estar seguros de que no es un riesgo de lesiones músculo-esqueléticas en diabéticos o si por el contrario es un factor protector en estas personas.

### **5.1.3 Novedoso**

Es novedoso puesto que actualmente en los estudios con diabéticos que utilizan como medida terapéutica el HIIT no hay registros de lesiones, puesto que se remiten exclusivamente a informar sobre los parámetros fisiológicos relativos en su mayoría a pérdida de peso o disminución de la glicemia, por lo tanto, no existe evidencia encontrada en la literatura acerca de si el HIIT provoca o no daños músculo esqueléticos, por lo tanto serán resultados significativos y además es una inquietud por parte de los investigadores que realizan estudios con estos pacientes. Igualmente es un tema inexplorado a largo plazo, ya que la mayoría de las investigaciones existentes se remiten a períodos de tiempo no mayores a 4 meses.

#### **5.1.4 Ético**

La investigación se realizaría tomando en consideración todos los aspectos éticos, pues se buscaría obtener el beneficio para los participantes y no se hará daño a los pacientes ni físico ni psicológico, guardando la privacidad de sus datos personales. Además para participar en la investigación se utilizará un consentimiento informado, no transgrediendo ninguno de los cuatro principios de la bioética (autonomía, beneficencia, no maleficencia, justicia), e incluso el estudio será sometido a un comité de ética en salud para ser aprobada su aplicación.

#### **5.1.5 Relevante**

Como no existen estudios, será relevante aportar tanto para el conocimiento científico como para la salud y nos dejará en claro si aplicar esta medida terapéutica basada en el ejercicio provoca o no mayores riesgos que beneficios. Esto es de suma importancia dado que estos pacientes presentan complicaciones crónicas que pueden afectar la función muscular que ameritan un mayor cuidado durante la realización de ejercicio. Además de comprobarse que conlleva consecuencias, da pie a futuras investigaciones en este ámbito para realizar prevención o modificación de los protocolos establecidos.

## **5.2 Diseño de estudio**

Estudio de cohorte prospectivo.

### **5.2.1 Justificación del diseño de estudio**

Los estudios analíticos se pueden dividir en diseños observacionales o experimentales, para efecto de la realización de este trabajo el tipo de estudio escogido fue el de cohorte, que corresponde a un estudio analítico de tipo observacional, lo que quiere decir que los investigadores se mantienen al margen de los sucesos ocurridos o que puedan ocurrir, ya que el objetivo de este estudio es observar si la aplicación del HIIT en personas con DM tipo 2 es un factor predisponente de lesión músculo esquelética. Además se tendrá en cuenta la temporalidad en las que se harán las mediciones, para ello se llegó a consenso de seguir a los sujetos en estudio a futuro, es decir un estudio de tipo prospectivo, con la finalidad de detectar sucesos que no están presentes en el inicio de la investigación.

Características de estudio analítico:

- Existencia de un grupo control.
- Comparabilidad en los grupos.
- Control de factores diferentes al de interés.
- Medición de efecto del azar mediante pruebas de significación. (26)

Como ya se mencionó, en el estudio de cohorte existe un grupo bien definido sobre la base de la presencia o ausencia de una exposición hipotetizado para una enfermedad, con la finalidad de seguirlos en el tiempo para observar la ocurrencia del resultado.

En los estudios de cohorte prospectivo, el investigador escoge o define una muestra de individuos en los cuales aún no está presente el desenlace, en este caso, sería la presencia de una lesión músculo esquelética en personas con DM tipo 2 que realicen actividad física como método de control de su glicemia, específicamente HIIT; en un principio, se miden los factores que podrían predecir la aparición de dicho desenlace, para luego efectuar un seguimiento al grupo y medir al final de la intervención o durante ella la aparición del desenlace en estudio.

Los estudios de cohorte son los únicos que pueden establecer la incidencia en forma directa, esto debido a que se comienza con personas expuestas y se busca la aparición del desenlace. (26)



**Figura 7.** Características de un estudio de cohorte prospectivo con fases de su realización. (26)

## **5.3 Ventajas y desventajas de un estudio de cohorte prospectivo.**

### **5.3.1 Ventajas**

- Ayuda a establecer relación causa efecto.
- Permite medir variables completamente.
- Permite estudiar varios eventos.
- Eficiente para evaluar eventos poco frecuentes.
- Permite prevenir sesgos de selección.

### **5.3.2 Desventajas**

- Diseño caro.
- No puede usarse en enfermedades raras.
- Efecto de variables confundentes. (26, 27)

## **Capítulo VI**

### **6.1 Metodología del estudio**

#### **6.1.1 Sujetos de estudio**

**Población diana:** Esta población para este estudio está conformada por personas que padezcan diabetes mellitus tipo2, teniendo como tratamiento para su patología la realización de ejercicio mediante un programa de ejercicios HIIT o un tratamiento médico farmacológico.

**Población accesible:** Una parte de la población diana a la cual se tiene acceso considerando características temporales como geográficas para ser incluidos en el estudio, que en este caso estaría compuesta por las personas con DM2 con tratamiento farmacológico o HIIT y pertenezcan al programa de crónicos de su CESFAM en la provincia de Cautín.

## **6.1.2 Criterios de Elegibilidad**

### **6.1.2.1 Criterios de inclusión**

- Presentar Diabetes mellitus tipo 2
- Como máximo 5 años de evolución de la enfermedad desde su diagnóstico.  
Para mantener la población homogénea.
- Edad entre 40-50 años para considerar un grupo de estudio homogéneo.
- Que se atienda en alguno de los centros de salud descritos en el estudio.

### **6.1.2.2 Criterios de exclusión**

- DM2 descompensada en último control médico, en un plazo menor a 3 meses.
- Haber Pertenecido a un programa HIIT con anterioridad (Personas que estén en el grupo farmacológico o grupo HIIT, no deben haber recibido HIIT antes, pues condicionaría a lesión).
- Padecimiento de enfermedad o trastornos psicológicos que generen conflicto o dificultad para seguir las instrucciones.
- Comorbilidad asociada descompensada: Enfermedad cardiaca, Dislipidemia, HTA.
- Que no haya Firmado el consentimiento informado.

### **6.1.2.3 Criterios de pérdida.**

- Muerte.
- Cumplimiento inferior al 70% en el programa HIIT.
- Descompensación grave de la diabetes mellitus en el grupo farmacológico.
- Abandono voluntario.
- Cambio de domicilio fuera de la provincia de Cautín.

### 6.1.3 Muestreo

Del total de sujetos que se encuentran sometidos a HIIT dentro del programa de crónicos, se estima que este tratamiento lo reciben aproximadamente 100 sujetos en los CESFAM de la provincia de Cautín, nuestro estudio pretende hacer un análisis de la totalidad de estos sujetos. Por lo cual este primer grupo no tendrá una muestra como tal, sino que, abarcará a toda la población que cumpla con los criterios de inclusión y exclusión lo que equivale a 120 usuarios considerando un ajuste del 20%.

Los sujetos pertenecientes al grupo farmacológico serán seleccionados de CESFAM en los cuales no se aplica HIIT como medida terapéutica, se considerará el mismo número de usuarios del primer grupo. La modalidad de reclutamiento en que se seleccionaran será a través de un aleatorizado simple con el uso del programa Epidat 4.2.

Este estudio solamente considerará un muestreo del grupo no expuesto a HIIT, y ese “n” será igual al “n” del HIIT detectado, la obtención de ese grupo será aleatoria, idealmente serán obtenidos en el mismo espacio temporal.

#### **6.1.4 Flujograma de Intervención**

Teniendo ya una propuesta de investigación con una problemática atingente, el medio de financiamiento y una población en la que se quiere trabajar, éste se presentará para su aprobación por parte del comité de ética. Posteriormente a la aprobación del comité de ética en salud se seleccionarán los recintos de salud en los cuales se realizará el estudio.

Luego se procederá a gestionar la aprobación de los centros de salud que serán parte del estudio y la capacitación de los reclutadores y evaluadores por parte de los kinesiólogos investigadores.

Ya con la aprobación de los centros de salud estos serán separados en 2 grupos, los centros de salud que implementan HIIT y tratamiento farmacológico y el otro que sólo utiliza tratamiento farmacológico para el control de la diabetes.

Las enfermeras que cumplen el rol de reclutadoras, informarán a los usuarios del estudio, aplicarán los criterios de inclusión y exclusión para cada uno de los grupos. En el caso del grupo médico-farmacológico se recepcionará la información para su posterior aleatorización por parte de los investigadores.

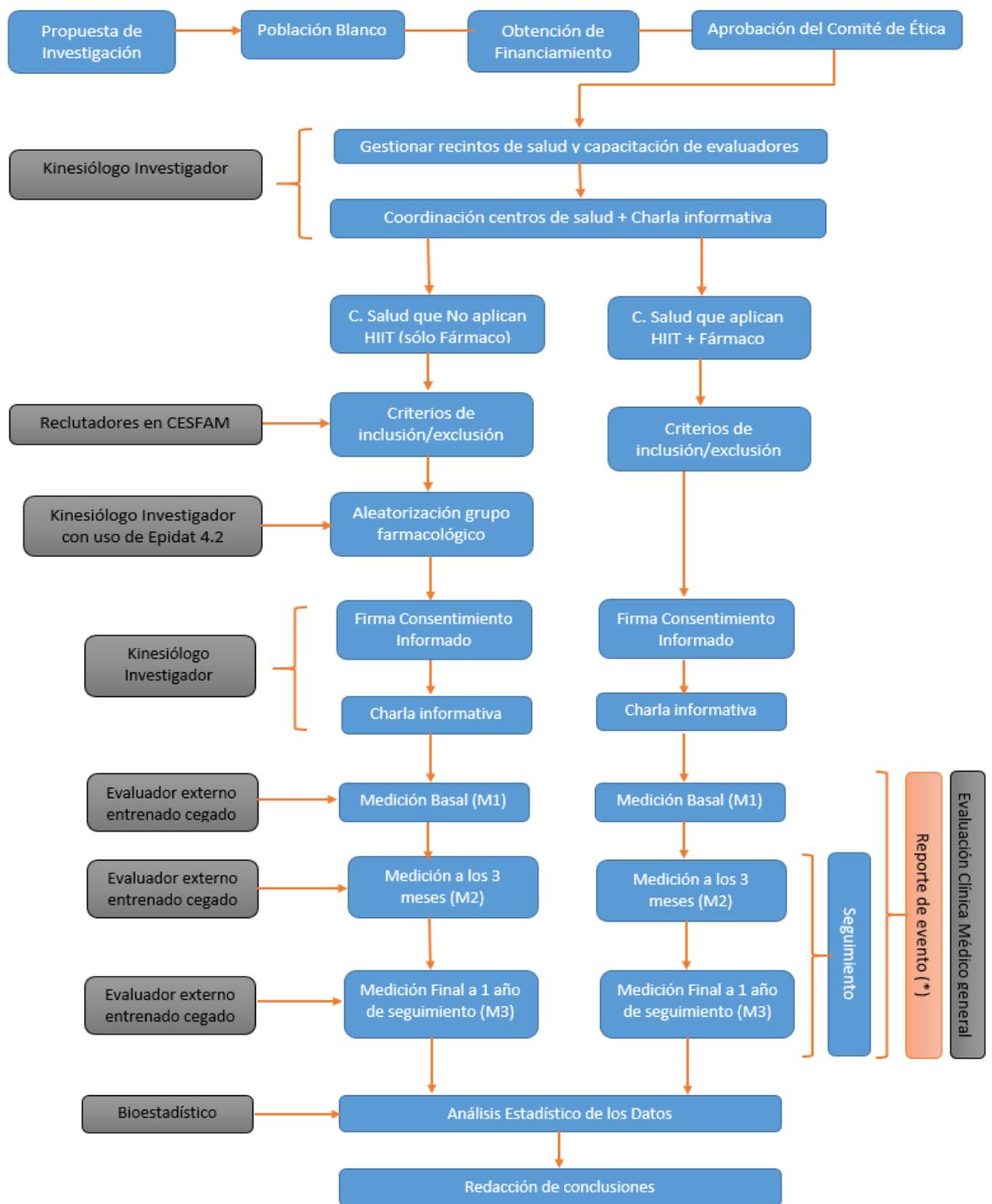
Luego de tener los 2 grupos conformados para el estudio se realizará una charla informativa para cada grupo por separado para evitar la contaminación de los mismos, Explicando que el estudio consta de una importante colaboración por parte de los pacientes por el autorreporte de la lesión músculo esquelética del miembro inferior.

Los evaluadores externos cegados a la distribución de los grupos realizarán la medición basal (M1) a ambos grupos. En el grupo HIIT se realizará esta medición y se dará inicio a su programa de entrenamiento.

Se da inicio a la toma de datos basales y al ciclo de autorreporte de lesión por parte del sujeto de estudio, en estos casos será derivado a un médico general externo al estudio que se encuentra cegado y que realizará una evaluación músculo-esquelética de miembro inferior en busca de dolor, inflamación o impotencia funcional. En esta evaluación al presentar dos de los tres parámetros se le considerará una lesión efectiva para el estudio. Esta etapa se le dará fin luego de 1 año desde la medición basal del último sujeto incorporado al estudio.

La segunda medición (M2) de las variables a los grupos por parte de los evaluadores externos cegados a la distribución de estos se realizará 3 meses después de la medición de los datos basales. Se informa a los sujetos de estudio el inicio de fase de seguimiento que será de 1 año posterior a M2 y la importancia del reporte de lesión en miembro inferior durante este tiempo.

Finalizado el periodo de 1 año, se realiza la tercera y última medición (M3) por los evaluadores externos que continuarán cegados, los datos de esta medición serán recepcionados por los investigadores para su análisis estadístico.



(\*) El reporte de evento (lesión músculo esquelética) está considerado para los 2 grupos, no solo a un lado del flujograma.

**Figura 8.** Resumen de flujograma

## **6.1.5 Variables o mediciones**

### **6.1.5.1 Variable independiente o de exposición**

Entrenamiento Interválico de Alta Intensidad (HIIT).

El HIIT es un entrenamiento en el que se realizan repeticiones de ejercicio de alta intensidad, con pausas que pueden ser completas o recuperaciones activas (de baja intensidad), para luego efectuar otra repetición de elevada intensidad estos ejercicios pueden realizarse tanto en cicloergometro como en piso. Para efectos de la tesis se considerará la práctica de HIIT en cicloergometro.

### **6.1.5.2 Variable dependiente o de resultado**

#### **Lesión músculo-esquelético**

Se entiende por lesión a un golpe, herida o daño que se pueda generar en los tejidos del cuerpo. Estas lesiones pueden ser producidas por fuerzas externas, como consecuencia de alguna enfermedad o la práctica de algún deporte. Como toda práctica deportiva o la realización de ejercicio físico, esta puede generar una lesión a nivel del sistema músculo-esquelético, que puede ser más predisponente si existen alteraciones fisiológicas que pueden generar un cambio en la estructura de los componentes de este sistema.

El diagnóstico de las lesiones músculo-esquelético será clínico, es decir basado en la historia clínica y en una exploración física que será llevado a cabo por un médico general, que será el que lleve a cabo el diagnóstico en caso de presentarse lesión muscular en algún paciente.

Dentro de la historia clínica se recogerán antecedentes locales y generales (lesiones similares ocurridas anteriormente, antecedentes de fármacos para el tratamiento de otras patologías que no sea diabetes mellitus, predisposición a sufrir lesiones, etc.), la descripción del momento en el que ocurre la lesión, y la evolución inmediata (para saber si pudo seguir ejercitándose o tuvo que abandonar la práctica del ejercicio), y el examen físico se efectuará por medio de una inspección de la zona afectada (en busca de presencia de equimosis, inflamación, deformidad del perfil de la masa muscular, cambio de temperatura, color de la piel), de la palpación (buscando zonas dolorosas o espasmo muscular), movilidad activa pidiéndole una contracción al paciente (hay que observar si lo puede realizar, si le resulta doloroso, etc.) y valorando la flexibilidad analítica del músculo en la movilidad pasiva. Para ver ficha de evaluación músculo esquelética (ver **Anexo 1**).

Los datos de las variables de control junto con el reporte de lesiones se reunirán en una ficha de evaluación común para cada participante. (Ver **Anexo 2**).

### **6.1.5.3 Variables de control**

#### **Edad**

Es el tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento. (30)

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa.

Para medir la variable Edad se le pedirá al participante de la investigación su cédula de identidad y se registrará en años sin considerar los meses.

## **Sexo**

Corresponde a la condición orgánica que distingue a los machos de las hembras. (31)

**Tipo de variable:** Cualitativa nominal (dicotómica).

Para medir la variable Sexo se le pedirá al participante de la investigación su cédula de identidad y se registrará la opción que aparezca en este, es decir, Hombre o Mujer.

## **Tiempo de evolución de la Diabetes**

Corresponde al período de tiempo (meses, años) transcurrido desde el diagnóstico de la enfermedad.

**Tipo de variable:** Cuantitativa continua.

Para medir esta variable, se revisará la ficha clínica del participante y se registrará el tiempo de evolución de la Diabetes en meses o años.

## **Residencia (urbano/rural)**

Se define como el lugar en el que se vive. (32)

**Tipo de variable:** Cualitativa nominal (dicotómica).

Para medir esta variable se utilizará un cuestionario donde se registrará la opción Urbano/Rural según corresponda.

## **Escolaridad**

Se define como el nivel educacional del individuo.

**Tipo de variable:** Cualitativa nominal.

Para medir la variable Escolaridad se utilizará un cuestionario donde se registrará las opciones de:

- Sin escolaridad.
- Básica (completa/incompleta).
- Enseñanza Media (completa/incompleta).
- Técnico superior o universitario (titulado/no titulado).

## **Peso corporal**

Corresponde a la masa total de una persona. (33)

**Tipo de variable:** Cuantitativa continua.

Para medir el Peso corporal se utilizará una balanza digital. Los participantes deberán estar sin calzado y ropa pesada. El evaluador debe vigilar la postura de la persona, que debe ser erguida, y observar que mantenga ambos pies dentro de la pesa. El resultado final corresponderá a la cifra final que de la balanza digital y se registrará en Kilogramos.

## **Índice de Masa Corporal (IMC)**

El Índice de Masa Corporal es un indicador simple de la relación entre el peso y la talla que se utiliza frecuentemente para identificar el sobrepeso y la obesidad en los adultos. (34)

**Tipo de variable:** Cuantitativa continua.

Se medirá utilizando la fórmula:  $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2$ . El resultado se registrará y se clasificará según los valores de referencia: ( $\text{Kg}/\text{m}^2$ )

- Normo peso: 18.5-24.9.
- Exceso de peso:  $\geq 25$ .

### **Presión arterial**

Se define como la fuerza que ejerce la sangre contra las paredes de las arterias. (35)

**Tipo de variable:** Cuantitativa continua.

Se medirá aplicando el procedimiento para medir presión arterial con esfigmomanómetro de mercurio mediante el método auscultatorio (técnica de Korotkoff). Para ello se deben tener en cuenta algunas precauciones como el diámetro del manguito inflable, la posición del paciente, la técnica de aplicación, etc. Los valores que obtenga el evaluador se registrarán en milímetros de mercurio (mmHg), tomando como referencia los valores de normalidad según el MINSAL y se clasificará en: (PAS/PAD mmHg):

- Normal: 120-129 y/o 80-84 Normal alta 130-139 y/o 85-89.
- HTA Etapa 1: 140-159 y/o 90-99.
- HTA Etapa 2: 160-179 y/o 100-109.
- HTA Etapa 3:  $\geq 180$  y/o  $\geq 110$ .

## **Percepción del esfuerzo**

Corresponde a la valoración subjetiva causada, en parte, por los cambios metabólicos durante el ejercicio. (36)

**Tipo de variable:** Cuantitativa discreta.

La variable de Percepción del esfuerzo se medirá registrando el valor que mencione el paciente aplicando la escala de Borg modificada. Este valor corresponderá a la percepción que tenga el participante de cada sesión de ejercicio HIIT. El valor se registrará según la asignación del participante, la escala va desde 0 a 10. (Ver **Anexo 3**).

## **Fuerza muscular**

Se define como la capacidad de producir tensión por parte del músculo al contraerse. (37)

**Tipo de variable:** Cuantitativa continúa.

La fuerza muscular se medirá mediante la fuerza prensil (relación entre fuerza prensil y fuerza muscular general) por medio de un dinamómetro, el participante se encontrará sentado con flexión de hombro y codo a 90°, luego se le solicitará la contracción (que apriete el dinamómetro) y se registrará el resultado. Se realizarán tres mediciones por mano, realizando un promedio entre las mediciones de cada lado y se registrará el resultado final de ambos lados.

## **Actividad física**

Se define como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que exija gasto de energía.(38)

**Tipo de variable:** Cualitativa ordinal.

Se medirá aplicando el Cuestionario Internacional de Actividad Física IPAQ **Anexo 4**. Los obtenidos en caminatas, actividad física moderada y actividad física vigorosa se suman y se clasifican en:

- Alto:
  1. Reporte de 7 días en la semana de cualquier combinación de caminata, o actividades de moderada o alta intensidad logrando un mínimo de 3.000 MET-min/ semana.
  2. Cuando se reporta actividad vigorosa al menos 3 días a la semana alcanzando al menos 1.500 MET-min/semana.
- Moderado:
  1. Reporte de 3 o más días de actividad vigorosa por al menos 20 minutos diarios
  2. Cuando se reporta 5 o más días de actividad moderada y/o caminata al menos 30 minutos diarios.
  3. Cuando se describe 5 o más días de cualquier combinación de caminata y actividades moderadas o vigorosas logrando al menos 600 MET-min/semana.

- Bajo:

1. Se define cuando el nivel de actividad física del sujeto no esté incluido en las categorías alta o moderada.

### **Calidad de vida**

La OMS lo define como la “percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas, sus inquietudes, está influido por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con el entorno”. (39)

**Tipo de variable:** Cualitativa dicotómica.

Se medirá mediante la aplicación del cuestionario Short Form 36 SF-36

**Anexo 5**, validado para personas mayores de 14 años en Chile, cuyo puntaje varía de 0 a 100 puntos que va desde “menos sanos” a “más sanos”.

**Tabla 5. Resumen de variables**

Variable	Clasificación o tipo	Medición e instrumento	Resultado o valores
Edad	Cuantitativa continua	Se medirá mediante la revisión de la cédula de identidad	Se registrará en años
Sexo	Cualitativa nominal (dicotómica)	Se medirá mediante la revisión de la cédula de identidad	Opción: Hombre/Mujer
Tiempo de evolución de la diabetes	Cuantitativa Continua	Se medirá mediante la revisión de la ficha clínica	Se registrará en meses o años
Residencia (urbano/rural)	Cualitativa nominal (dicotómica)	Se medirá mediante el reporte por medio de un cuestionario	Opción: Urbano/Rural
Escolaridad	Cualitativa nominal	Se medirá mediante el reporte por medio de un cuestionario o certificado de estudios.	Opciones: - Sin escolaridad, - Básica (completa/incompleta) - Enseñanza

			<p>Media</p> <p>(completa/incompleta)</p> <p>- Técnico superior o universitario (titulado/no titulado)</p>
Peso corporal	Cuantitativa continua	Se medirá utilizando una balanza digital.	Se registrará en Kilogramos (Kg)
IMC	Cuantitativa continua	Se medirá utilizando la fórmula: $IMC = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Talla}^2}$	Se clasifican según valor de referencia: (Kg/m <sup>2</sup> ) Normo peso: 18.5-24.9 Exceso de peso: $\geq 25$
Presión arterial	Cuantitativa continua	Esfigmomanómetro de mercurio mediante el método auscultatorio (técnica de Korotkoff)	(PAS/PAD mmHg) Normal 120-129 y/o 80-84 Normal alta 130-139 y/o 85-89 HTA Etapa 1 140-159 y/o 90-99

			HTA Etapa 2 160-179 y/o 100-109  HTA Etapa 3 $\geq$ 180 y/o $\geq$ 110
Percepción del esfuerzo	Cuantitativa discreta	Escala de Borg modificada	Asignación desde el 0 al 10 según la percepción de esfuerzo del sujeto
Fuerza muscular	Cuantitativa continua	Fuerza prensil (relación entre fuerza prensil y fuerza muscular general) por medio de un dinamómetro	Los resultados se registrarán de acuerdo a la cantidad de fuerza que genere la persona en kilogramos (Kg).
Actividad física	Cualitativa ordinal	IPAQ	Categorización según nivel de actividad física bajo los criterios establecidos por el IPAQ:  Nivel de actividad física alto  Nivel de actividad física moderada

			Nivel de actividad física bajo
3-Calidad de vida	Cualitativa dicotómica	Short Form 36 SF-36	El puntaje varía de 0-100 puntos, que va desde “menos sanos” o “peor” puntuación a “más sanos” o “mejor” puntuación.

## 6.2 Propuesta de Análisis Estadístico

**Hipótesis nula:** El HIIT no se asocia con un mayor riesgo de lesión músculo esquelética en población diabética tipo 2 que presenten complicaciones crónicas.

**Hipótesis alternativa:** El HIIT es un factor predisponente para generar lesión músculo esquelética en pacientes con diabetes mellitus tipo 2 que presenten complicaciones crónicas.

### 6.2.1 Plan de Análisis de Datos

Considerando que la variable de exposición es una variable nominal lo que nos permitirá que se clasifique a los sujetos de estudio en 2 grupos con y sin HIIT de acuerdo a esta clasificación se analizarán otras variables.

Para la variable resultado, también corresponde a una variable nominal, esta variable será analizada de acuerdo a la proporción de sujetos con y sin el evento, para el resto de las variables se harán análisis descriptivo.

Se realizará un contraste de hipótesis de proporciones, para lo cual utilizaremos pruebas de hipótesis unilateral.

Para las variables cualitativas se utilizarán tablas que nos muestra la proporción de sujetos en cada categoría.

Las pruebas de significancia estadística se basarán en un nivel de significancia de 0,05 ocupando el valor estadístico  $\chi^2$  para saber si hay o no diferencia entre los grupos.

Para cuantificar el efecto de la exposición sobre la presencia de la lesión se utilizará análisis estadístico utilizando modelos de regresión que nos permite determinar el RR.

Complementariamente el análisis considera la utilización de gráficos y tablas para facilitar la comprensión de los resultados de cada una de las variables.

### **6.3 Aspectos o consideraciones ética**

El estudio se basará en la Declaración internacional de la OMS para investigación en seres humanos, respetando los principios de: valor, validez científica, selección equitativa, proporción favorable riesgo/beneficio, evaluación independiente, consentimiento informado y respeto a los sujetos inscritos. (40)

#### **6.3.1 Respeto por la Autonomía**

El respeto por la autonomía del individuo, que se sustenta esencialmente en el respeto de la capacidad que tienen las personas para su autodeterminación en relación con las determinadas opciones individuales de que disponen, este principio se cumple, dando libertad a cada participante a decidir por sí mismos el ingresar al estudio por medio del consentimiento informado, el cual deja en claro todos los detalles y por menores del estudio, las condiciones y requerimientos del participante y la capacidad de éste de abandonar el estudio cuando lo encuentre necesario, sin dar un justificación. (29)

### **6.3.2 Beneficencia**

Este principio consiste en la obligación ética de aumentar, tanto como sea posible, los beneficios y reducir al mínimo los daños y prejuicios que el individuo pueda recibir, esto se cumple al término del estudio, cuando se obtengan las conclusiones, lo cual nos brindara información importante de la seguridad de esta terapia de ejercicios por el bien mayor de la población de pacientes diabéticos, ya que, la implementación de programas de acondicionamiento físico en diabéticos va en aumento a medida que pasa el tiempo. (29)

### **6.3.3 No Maleficencia**

“Primum non nocere”, es decir, no hacer daño al paciente, Se trata de respetar la integridad física y psicológica de la vida humana, esto se cumple al evitar todo acto que atente contra la integridad psicológica de los participantes pues todos los datos que sean recabados en esta investigación no identificarán a ninguno de los participantes individualmente por su nombre, en tal caso se utilizará un número por cada participante cuando sea analizada la información del estudio. Además se asegurará la confidencialidad de los datos personales obtenidos a terceros. También mediante los criterios de elegibilidad, se pretende evitar cualquier tipo de comorbilidades extras que pudieran afectar al participante al formar parte de este estudio, pues se excluyen aquellos que tengan mayores complicaciones. (29)

### **6.3.4 Justicia**

Este principio está relacionado con la norma moral de dar a cada quien lo que necesita, de la cual se derivan diversas obligaciones, como realizar una adecuada distribución de los recursos, proveer a cada paciente de un adecuado nivel de atención, este principio se cumple al no discriminar por su raza, género, nivel educacional o situación económica a ningún participante del grupo que se intervendrá con terapia HIIT dado que se captara la totalidad de estos pacientes pero si se aplicaran los criterios de elegibilidad y para tomar la muestra del grupo farmacológico se cumplirá por medio de la aleatorización para evitar la discriminación. (29)

### **6.4 Comité de Ética**

Para corroborar que durante la realización del estudio se están respetando los 4 principios nombrados con anterioridad, la investigación será presentada ante el comité de ética científico de la Universidad de la Frontera, Que tendrá la labor de velar por la correcta realización del estudio, teniendo las facultades de sancionar, fiscalizar e incluso detener el estudio si en algún momento se altera o modifica la relación estudio y respeto de los 4 principios de la ética.

## **CAPÍTULO VII**

### **7.1 Administración y presupuesto del estudio.**

#### **7.1.1 Administración**

Este estudio se va llevar a cabo en los CESFAM de Fundo el Carmen, Amanecer, Los Laureles y Melipeuco que son quienes actualmente tienen implementado este tipo de intervención en salud, y otros cuatro CESFAM de la provincia de Cautín. La realización del estudio se solicitará de modo formal mediante una carta y reunión con las autoridades de cada centro de salud.

#### **7.1.2 Recursos Humanos**

**Kinesiólogos investigadores:** serán los encargados de la realización del estudio y todas las etapas que este comprende, realizar las gestiones con los centros de salud, explicar los entrenamientos, supervisar la buena realización de estos por parte de los participantes, entre otras actividades.

**Evaluadores:** son los exclusivos evaluadores de los participantes, estarán a cargo de la toma de los parámetros basales, intermedios y finales de cada sesión, son quienes utilizarán los instrumentos de medición y aplicación de escalas, antes de consignarlos en la ficha de evaluación de cada sujeto. Se contratarán 4 evaluadores externos, los cuales serán entrenados para su función.

**Reclutadores:** serán las enfermeras de los CESFAM correspondientes quienes estarán encargadas de seleccionar a las personas para el estudio según los criterios que se comunicaron en la charla informativa. Se contratarán un total de 16 reclutadores.

**Bioestadístico:** será la persona que llevará a cabo el análisis de los datos luego de que haya finalizado el estudio.

**Médico general:** en caso de que algún participante presente lesión músculo esquelética, será el encargado del diagnóstico de este a través de la evaluación adjuntada en el estudio. (Ver **Anexo 2**).

### 7.1.3 Resumen de gastos en Recursos

<b>Recursos Humanos</b>	<b>Gastos</b>	<b>Total</b>
Kinesiólogo investigador (3)	Alimentación y transporte	<b>\$1.000.000</b>
Médico general (4) evaluación de 30 min. En caso de autorreporte de lesión	Valor por hora: \$10.000	<b>1.200.000</b>
Bioestadístico (1)		<b>\$200.000</b>
Reclutadores (16)	\$4.500 por paciente	<b>\$1.080.000</b>
Evaluadores externos (4) medición 1	\$3.500 por paciente	<b>\$840.000</b>
Evaluadores externos (4) medición 2	\$2.000 por paciente	<b>\$840.000</b>
Evaluadores externos (4) medición 3	\$2.000 por paciente	<b>\$840.000</b>
<b>Total</b>		<b>\$6.000.000</b>

Tabla 6. Gastos en recursos humanos

<b>Recursos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor por unidad</b>	<b>Total</b>
Pesas digitales	4	\$30.000	<b>\$120.000</b>
Esfingomanómetro	4	\$20.000	<b>\$80.000</b>
Huinchas métricas	4	\$300	<b>\$1.200</b>
Dinamómetro prensil de mano	4	\$50.000	<b>\$200.000</b>
<b>Total</b>			<b>\$401.200</b>

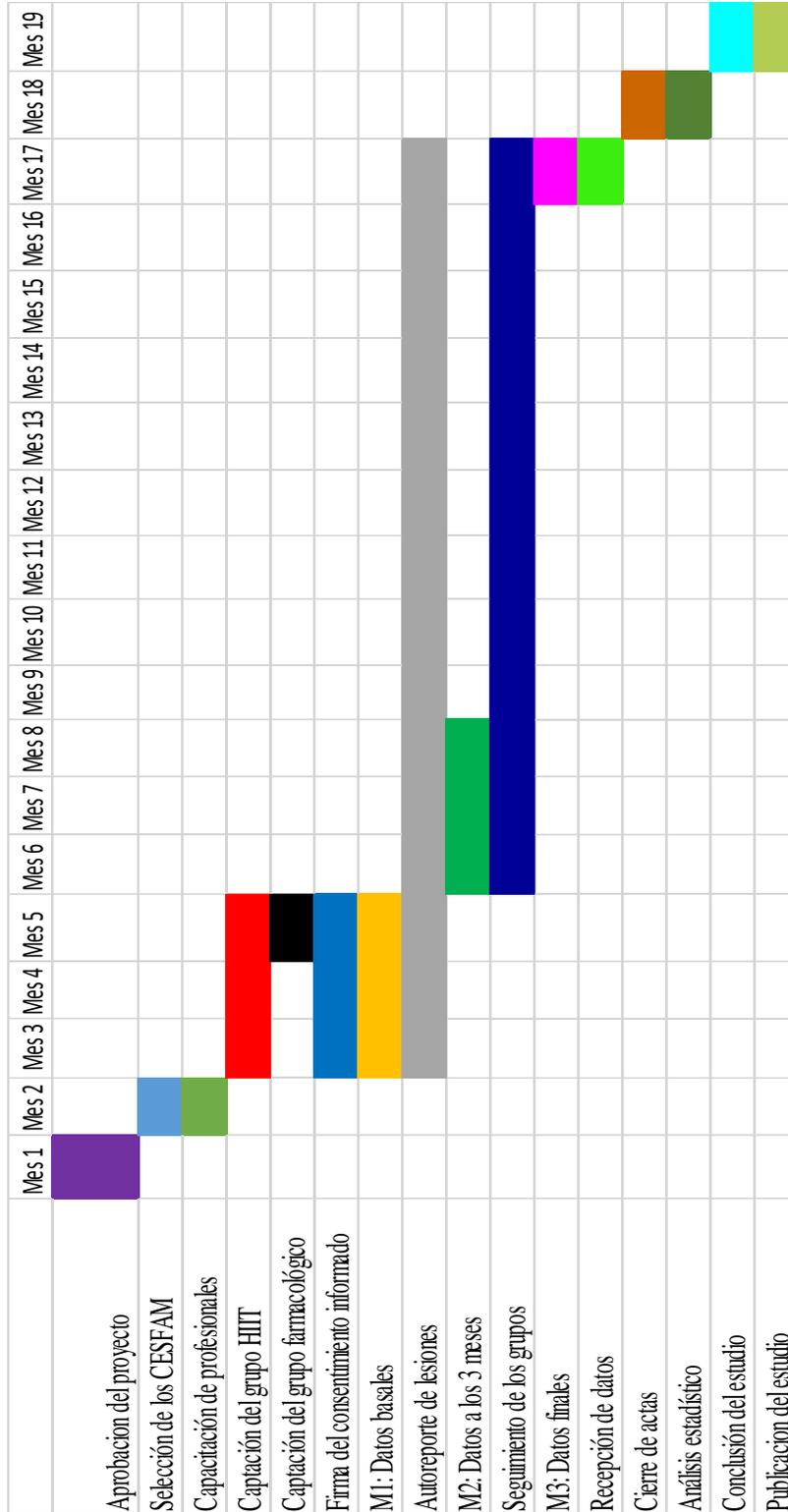
Tabla 7. Gastos en recursos materiales.

<b>Material</b>	<b>Costos</b>
Impresora, tinta de impresora, resmas de papel, carpetas, varios.	<b>\$150.000</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$150.000</b>

Tabla 8. Gastos en recursos de oficina.

# CAPÍTULO VIII

## 8.1 Carta Gantt



## REFERENCIAS

1. Fox, S.I. Fisiología humana. 12° edición. México: McGraw-Hill; 2014.
2. Guyton, A.C. Compendio de fisiología médica. 12° edición. España: ELSEVIER; 2012.
3. Ministerio de Salud. Guía Clínica de Diabetes Mellitus Tipo 2. Santiago: MINSAL, Enero 2010.
4. Aschner Pablo; Guías ALAD 2006 de diagnóstico control y tratamiento de la Diabetes Mellitus Tipo 2. Asociación Latinoamericana de Diabetes
5. Mediavilla, J.J. Complicaciones de la diabetes mellitus. Diagnóstico y tratamiento. ELSEVIER. 2001; 27(03): 132-145.
6. Muñoz sara, Paolinelli P, Miranda E, S.M., P. P., E. M. Caso clínico radiológico Infarto muscular diabético. Rev Med Clin CONDES. 2009; 20(5):722 - 725.
7. M a García rubiales, P Gallar, O Ortega, M.A.G, .P.G, .O.O. Infarto muscular diabético: una rara complicación en diabetes mellitus de larga evolución. Servicio de Nefrología Hospital Severo Ochoa Leganés (Madrid). 1998; 28(2): 722 - 725.
8. Evaluación de las características y cambios en el tratamiento de la diabetes en la población general chilena. ENS2003 y ENS2009-10. Facultad de medicina PUC, departamento de salud pública. Marzo, 2013.
9. Araya, V. Diagnóstico actual y alternativas de tratamiento médico en diabetes mellitus tipo 2. Rev. Hosp Clin Univ Chile. 2012; 03(23): 197-2013.

10. Ramírez, R, Da silva, M.E, Fernández, J.M. Evidencia actual de intervenciones con ejercicio físico en factores de riesgo cardiovascular. *Andal Med Deporte*. 2010; 4(4):141-151.
11. Gibala mj, M.J.G, Mcgee sl, S.L.M. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev*. 2008 Apr;2(1): 58-63
12. Bartlett jd, J.D.B, Close gl, G.L.C, Maclaren dp, D.P.M, Gregson w, W. G. High-intensity interval running is perceived to be more enjoyable than moderate-intensity continuous exercise: implications for exercise adherence. *J Sports Sci*. 2011 Mar; 29; 6(1): 547–553.
13. Martin j Gibala, M.J.G, jonathan p little, J.P.L, Maureen j macdonald, M.J.M. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*. 2012 Jan 30; 5(1): 1077–1084.
14. Añon pablo, P.A. Entrenamiento intervalado de alta intensidad (HIIT) y su efectividad para la mejora de la composición corporal: claridad frente a la confusión. [Http://g-secom/](http://g-secom/). Weblog. [Online] Available from: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/blog/entrenamiento-intervalado-de-alta-intensidad-hiit-y-su-efectividad-para-la-mejora-de-la-composicion-corporal-claridad-frente-a-la-confusion> [Accessed 10 Agosto, 2013].
15. Adams op, O.P. A. The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy* 2013; vol. 6 (PMC3587394): 113–122.

16. Tschakert g, G.T, Hofmann p, P.H. High-intensity intermittent exercise: methodological and physiological aspects. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013 Jun 24.; 6(1): 600-10.
17. Tabata i, I.T, Irisawa k, K.I, Kouzaki m, M.K, Nishimura k, K.N, Ogita f, F.O. The impact of brief high-intensity exercise on blood glucose levels. *Med Sci Sports Exerc.* 1997 Mar 29; 1(1): 390-395.
18. Sam o shepherd, S.O.S, Matthew cocks, M.C, Christopher s shaw, C.S.S. Sprint interval and endurance training are equally effective in increasing muscle microvascular density and eNOS content in sedentary males. *The Journal Physiol.* 2013 Feb 1; 3(1): 641–656.
19. Burgomaster ka, K.A.B, gibala mj, M.J.G, Hughes sc, S.C.H. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol.* 2005 Feb 10.; 6(1): 1985-90.
20. Mínguez, M, Panadero, G, Bernabeu, P. Manifestaciones músculo esqueléticas de la diabetes mellitus. *Rev Sociedad Val Reuma.* 2008; 4(1): 18-20.
21. Medina B. Intervención fisioterapéutica I tema N° 5: cicatrización de los tejidos. Universidad de Santander. 2015.
22. Seibert, M.J, Xue, Q.L, Fried, L.P, Walston, J.D. Variación polimórfica en el gen de la miostatina humana (GDF-8) y la asociación con las medidas de fuerza en Salud de la Mujer y Envejecimiento cohorte II. *Am Soc Geriatric.* 2001; 49(8).

23. Jheng, H, Huang, S, Hughes, M. Molecular insight and pharmacological approaches targeting mitochondrial dynamics in skeletal muscle during obesity. ANNALS academy of sciences. 2015; 1350(11): 82-94.
24. Howard, A, Mcneil, A, Xiong , F, Xiong, W, Mcneil, P. A Novel Cellular Defect in Diabetes. ADA. 2011; 60(11): 3034-3043.
25. Hasbum, B, Ampudia, F, Carmena, R. Paciente diabético con debilidad muscular generalizada. Endocrinología y nutrición. 2003; 50(05): 169-170.
26. Solano, R, Serón, P. Diseños de investigación clínica. Facultad de medicina. CIGES.
27. Hernández M, Garrido F, López S, Diseño de estudios epidemiológicos. Scielo public health. [Online] Marzo-Abril 2000; 42(2): disponible en: [http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0036-36342000000200010](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342000000200010) [Accessed 27 June 2016].
28. Smith et al. Musculoskeletal Manifestations of diabetes mellitus. Br J Sports Med 2003;37:30–35
29. Lolas F. Bioética, el dialogo moral en las ciencias de la vida”. editorial mediterráneo 2ª edición, Chile, año 2001.
30. Oxforddictionariescom. 1. Oxford Dictionaries Spanish. [Online]. Available from:<http://www.oxforddictionaries.com/es/definicion/espanol/edad> [Accessed 6 October 2016].
31. Oxforddictionariescom. 1. Oxford Dictionaries Spanish. [Online]. Available from: <https://es.oxforddictionaries.com/definicion/sexo> [Accessed 6 October 2016].

32. Rae, I. Diccionario de la lengua española. [Online]. Available from:  
<http://dle.rae.es/?id=W9hpKPy> [Accessed 6 October 2016].
33. Ahua, K. Técnicas antropométricas para la evaluación de la composición corporal. In: Suverza, A, Haua, K (eds.) Manual de antropometría. México: Universidad iberoamericana; 2009. p. 35-37.
34. Who.int. 1. Organización Mundial de la Salud. [Online]. Available from:  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/> [Accessed 6 October 2016].
35. Publicacionesmedicinauc.cl. [Online]. Available from:  
<http://publicacionesmedicina.uc.cl/ManualSemiologia/210PresionArterial.htm>  
PA [Accessed 6 October 2016].
36. Valencia ch, A, Hilario j, J, Díaz m, L. Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo máxima en pacientes postinfartados. Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación. 2012;24(1): 5-9.
37. Gonzáles, J.J, Gorostiaga, E. Fundamentos Del Entrenamiento de la Fuerza: Aplicación Al Alto Rendimiento Deportivo. (3rd ed.). España: Gonzáles; 2002.
38. Serón, P, Muñoz, S, Lanas, F. Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población Chilena. Rev méd Chile.2010;138(10): 1232-1239.
39. Ecuredcu. [Online]. Available from:  
[http://www.ecuredcu/Calidad\\_de\\_vida](http://www.ecuredcu/Calidad_de_vida) [Accessed 6 October 2016].
40. Lolas F y Quezada A ed. Programa regional de bioética OPS, OMS, 2003.

## **Anexos**

### **Anexo 1: Ficha de evaluación para lesión muscular**

ID participante: \_\_\_\_\_

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

Médico: \_\_\_\_\_

➤ Anamnesis remota

➤ Anamnesis actual

- Fármacos que esté tomando:
- Mecanismo de lesión:

➤ Examen Físico

1) Inspección:

- Equimosis: Si/No
- Deformidad del perfil de la masa muscular: Si/No
- Cambio de temperatura:
- Color de la piel:

1) Palpación:

- 2) Movilización pasiva:
- 3) Movilización activa:

- Es posible la contracción muscular: Si/No

➤ Observación médica:

## Anexo 2: Ficha de evaluación general

Ficha de evaluación

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

### ➤ Datos participantes

Nombre:	Fecha de nacimiento:	Teléfono:
Domicilio: (urbano/rural)	Sexo: Masculino Femenino	ID:

- 1) Tiempo evolución de Diabetes Mellitus 2: \_\_\_\_\_ (meses/años)
- 2) Escolaridad: (marque la alternativa)
  - \_\_\_ Sin escolaridad.
  - \_\_\_ Básica (completa/incompleta).
  - \_\_\_ Enseñanza Media (completa/incompleta).
  - \_\_\_ Técnico superior o universitario (titulado/no titulado).

### ➤ Medidas basales

- 1) Peso: \_\_\_\_\_ (Kilogramos).
- 2) Talla: \_\_\_\_\_ (metros).
- 3) IMC: \_\_\_\_\_ (Kg/m<sup>2</sup>).
- 4) Presión arterial: \_\_\_\_/\_\_\_\_ (mm/Hg).

### ➤ Puntajes de escalas

- 1) Escala de Borg: \_\_\_\_\_
- 2) IPAQ: \_\_\_\_\_ (según nivel actividad física)
- 3) SF-36: \_\_\_\_\_

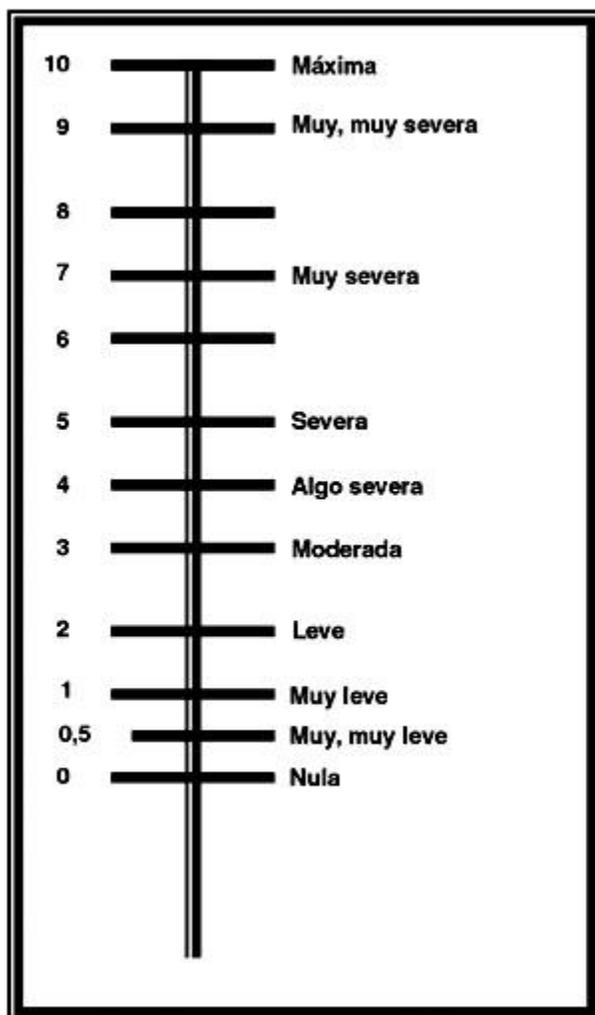
### ➤ Prueba especial

- 1) Fuerza muscular prensil (promedio) : \_\_\_\_\_ (Kilogramos).

### ➤ Apartado especial en caso de presentar lesión

Presentó lesión muscular durante el tiempo que duró el estudio: Si/No (Seleccione la alternativa según su caso).

### Anexo 3: Escala de Borg Modificada



## Anexo 4: Cuestionario Internacional de Actividad Física (Octubre de 2002)

### PARTE 1: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON EL TRABAJO

La primera sección es relacionada con su trabajo. Esto incluye trabajos con salario, agrícola, trabajo voluntario, clases, y cualquier otra clase de trabajo no pago que usted hizo fuera de su casa. No incluya trabajo no pago que usted hizo en su casa, tal como limpiar la casa, trabajo en el jardín, mantenimiento general, y el cuidado de su familia. Estas actividades serán preguntadas en la parte 3.

1. ¿Tiene usted actualmente un trabajo o hace algún trabajo no pago fuera de su casa?

Sí

No →

*Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE*

Las siguientes preguntas se refieren a todas las actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días como parte de su trabajo pago o no pago. Esto no incluye ir y venir del trabajo.

2. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, construcción pesada, o subir escaleras como parte de su trabajo? Piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física vigorosa relacionada con el trabajo →  
*Pase a la pregunta 4*

No sabe/No está seguro(a)

3. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **vigorosas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

4. Nuevamente, piense solamente en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo Usted actividades físicas **moderadas** como cargar cosas ligeras como parte de su trabajo? Por favor no incluya caminar.

\_\_\_\_\_ días por semana

No actividad física moderada relacionada con el trabajo  
*Pase a la pregunta 6*



5. ¿Cuánto tiempo en total usualmente le toma realizar actividades físicas **moderadas** en uno de esos días que las realiza como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

6. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos como parte de su trabajo? Por favor no incluya ninguna caminata que usted hizo para desplazarse de o a su trabajo.

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna caminata relacionada con trabajo  
*Pase a la PARTE 2: TRANSPORTE*



7. ¿Cuánto tiempo en total pasó generalmente caminado en uno de esos días como parte de su trabajo?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 2: ACTIVIDAD FÍSICA RELACIONADA CON TRANSPORTE**

Estas preguntas se refieren a la forma como usted se desplazó de un lugar a otro, incluyendo lugares como el trabajo, las tiendas, el cine, entre otros.

8. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días viajó usted en un vehículo de motor como un tren, bus, automóvil, o tranvía?

\_\_\_\_\_ días por semana

No viajó en vehículo de motor



*Pase a la pregunta 10*

9. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días viajando en un tren, bus, automóvil, tranvía u otra clase de vehículo de motor?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

Ahora piense únicamente acerca de montar en bicicleta o caminatas que usted hizo para desplazarse a o del trabajo, haciendo mandados, o para ir de un lugar a otro.

10. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días montó usted en bicicleta por al menos 10 minutos continuos para ir de un lugar a otro?

\_\_\_\_\_ días por semana

No montó en bicicleta de un sitio a otro



*Pase a la pregunta 12*

11. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días montando en bicicleta de un lugar a otro?

\_\_\_\_\_ horas por día

\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

12. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por al menos 10 minutos continuos para ir de un sitio a otro?

\_\_\_\_\_ días por semana

- No caminatas de un sitio a otro → *Pase a la PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA*

13. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando de un sitio a otro?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

- No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 3: TRABAJO DE LA CASA, MANTENIMIENTO DE LA CASA, Y CUIDADO DE LA FAMILIA**

Esta sección se refiere a algunas actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días en y alrededor de su casa tal como como arreglo de la casa, jardinería, trabajo en el césped, trabajo general de mantenimiento, y el cuidado de su familia.

14. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como levantar objetos pesados, cortar madera, palear nieve, o excavar en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ días por semana

- Ninguna actividad física vigorosa en el jardín o patio →  
*Pase a la pregunta 16*

15. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

- No sabe/No está seguro(a)

16. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como cargar objetos livianos, barrer, lavar ventanas, y rastrillar en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ días por semana

- Ninguna actividad física moderada en el jardín o patio →  
*Pase a la pregunta 18*

17. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** en el jardín o patio?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

18. Una vez más, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los **últimos 7 días**, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas **moderadas** tal como cargar objetos livianos, lavar ventanas, estregar pisos y barrer **dentro de su casa**?

\_\_\_\_\_ días por semana

Ninguna actividad física moderada dentro de la casa →

*Pase a la PARTE 4:  
ACTIVIDADES FÍSICAS DE  
RECREACIÓN, DEPORTE Y  
TIEMPO LIBRE*

19. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas **moderadas** dentro de su casa?

\_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 4: ACTIVIDADES FÍSICAS DE RECREACIÓN, DEPORTE Y TIEMPO LIBRE**

Esta sección se refiere a todas aquellas actividades físicas que usted hizo en los últimos 7 días únicamente por recreación, deporte, ejercicio o placer. Por favor no incluya ninguna de las actividades que ya haya mencionado.

20. Sin contar cualquier caminata que ya haya usted mencionado, durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted por lo menos 10 minutos continuos en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ días por semana
- Ninguna caminata en tiempo libre → *Pase a la pregunta 22*
21. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día
- No sabe/No está seguro(a)
22. Piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas vigorosas tal como aeróbicos, correr, pedalear rápido en bicicleta, o nadar rápido en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ días por semana
- Ninguna actividad física vigorosa en tiempo libre → *Pase a la pregunta 24*
23. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día
- No sabe/No está seguro(a)
24. Nuevamente, piense únicamente acerca de esas actividades físicas que hizo por lo menos 10 minutos continuos. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tal como pedalear en bicicleta a paso regular, nadar a paso regular, jugar dobles de tenis, en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ días por semana
- Ninguna actividad física moderada en tiempo libre → *Pase a la PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)*
25. Usualmente, ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas en su tiempo libre?
- \_\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_\_ minutos por día
- No sabe/No está seguro(a)

**PARTE 5: TIEMPO DEDICADO A ESTAR SENTADO(A)**

Las últimas preguntas se refieren al tiempo que usted permanezca sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto incluye tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) mirando televisión. No incluya el tiempo que permanezca sentado(a) en un vehículo de motor que ya haya mencionado anteriormente.

26. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un día en la semana?

\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

27. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció **sentado(a)** en un día del fin de semana?

\_\_\_\_ horas por día  
\_\_\_\_ minutos por día

No sabe/No está seguro(a)

**Este es el final del cuestionario, gracias por su participación.**

## Anexo 5: cuestionario de salud sf-36 versión española 1.4

### Instrucciones:

Las preguntas que siguen se refieren a lo que usted piensa sobre su salud. Sus respuestas permitirán saber cómo se encuentra usted y hasta qué punto es capaz de hacer sus actividades habituales.

Conteste cada pregunta tal como se indica. Si no está seguro/a de cómo responder a una pregunta, por favor conteste lo que le parezca más cierto.

### MARQUE UNA SOLA RESPUESTA

1. En general, usted diría que su salud es:
  - 1) Excelente
  - 2) Muy buena
  - 3) Buena
  - 4) Regular
  - 5) Mala
  
2. ¿Cómo diría que es su salud actual, comparada con la de hace un año?
  - 1) Mucho mejor ahora que hace un año
  - 2) Algo mejor ahora que hace un año
  - 3) Más o menos igual que hace un año
  - 4) Algo peor ahora que hace un año
  - 5) Mucho peor ahora que hace un año

### Las siguientes preguntas se refieren a actividades o cosas que usted podría hacer en un día normal.

3. Su salud actual, ¿le limita para hacer **esfuerzos intensos**, tales como correr, levantar objetos pesados, o participar en deportes agotadores?
  - 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
  
4. Su salud actual, ¿le limita para hacer **esfuerzos moderados**, como mover una mesa, pasar la aspiradora, jugar a los bolos o caminar más de una hora?
  - 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
  
5. Su salud actual, ¿le limita para **coger o llevar la bolsa de la compra**?
  - 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada

6. Su salud actual, ¿le limita para **subir varios pisos** por la escalera?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
7. Su salud actual, ¿le limita para **subir un solo piso** por la escalera?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
8. Su salud actual, ¿le limita para **agacharse o arrodillarse**?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
9. Su salud actual, ¿le limita para caminar **un kilómetro o más**?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
10. Su salud actual, ¿le limita para caminar **varias manzanas** (varios centenares de metros)?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
11. Su salud actual, ¿le limita para caminar **una sola manzana** (unos 100 metros)?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada
12. Su salud actual, ¿le limita para **bañarse o vestirse por sí mismo**?
- 1) Sí, me limita mucho
  - 2) Sí, me limita un poco
  - 3) No, no me limita nada

**Las siguientes preguntas se refieren a problemas en su trabajo o en sus actividades cotidianas.**

13. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que **reducir el tiempo** dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?
- 1) Sí
  - 2) No

14. Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo **menos** de lo que hubiera querido hacer, a causa de su salud física?

- 1) Sí
- 2) No

15. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que **dejar de hacer algunas tareas** en su trabajo o en sus actividades cotidianas, a causa de su salud física?

- 1) Sí
- 2) No

16. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo **dificultad** para hacer su trabajo o sus actividades cotidianas (por ejemplo, le costó más de lo normal), a causa de su salud física?

- 1) Sí
- 2) No

17. Durante las 4 últimas semanas, ¿tuvo que **reducir el tiempo** dedicado al trabajo o a sus actividades cotidianas, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- 1) Sí
- 2) No

18. Durante las 4 últimas semanas, ¿hizo **menos** de lo que hubiera querido hacer, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- 1) Sí
- 2) No

19. Durante las 4 últimas semanas, ¿no hizo su trabajo o sus actividades cotidianas tan **cuidadosamente** como de costumbre, a causa de algún problema emocional (como estar triste, deprimido, o nervioso)?

- 1) Sí
- 2) No

20. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, los vecinos u otras personas?

- 1) Nada
- 2) Un poco
- 3) Regular
- 4) Bastante
- 5) Mucho

21. ¿Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las 4 últimas semanas?

- 1) No, ninguno
- 2) Sí, muy poco
- 3) Sí, un poco
- 4) Sí, moderado
- 5) Sí, mucho
- 6) Sí, muchísimo

22. Durante las 4 últimas semanas, ¿hasta qué punto el dolor le ha dificultado su trabajo habitual (incluido el trabajo fuera de casa y las tareas domésticas)?

- 1) Nada
- 2) Un poco
- 3) Regular
- 4) Bastante
- 5) Mucho

**Las preguntas que siguen se refieren a cómo se ha sentido y cómo le han ido las cosas durante las 4 últimas semanas. En cada pregunta responda lo que se parezca más a cómo se ha sentido usted.**

23. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió lleno de vitalidad?

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) Muchas veces
- 4) Algunas veces
- 5) Sólo alguna vez
- 6) Nunca

24. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo estuvo muy nervioso?

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) Muchas veces
- 4) Algunas veces
- 5) Sólo alguna vez
- 6) Nunca

25. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió tan bajo de moral que nada podía animarle?

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) Muchas veces
- 4) Algunas veces
- 5) Sólo alguna vez
- 6) Nunca

26. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió calmado y tranquilo?

- 1) Siempre
- 2) Casi siempre
- 3) Muchas veces
- 4) Algunas veces
- 5) Sólo alguna vez
- 6) Nunca

27. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo tuvo mucha energía?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Muchas veces
  - 4) Algunas veces
  - 5) Sólo alguna vez
  - 6) Nunca
28. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió desanimado y triste?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Muchas veces
  - 4) Algunas veces
  - 5) Sólo alguna vez
  - 6) Nunca
29. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió agotado?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Muchas veces
  - 4) Algunas veces
  - 5) Sólo alguna vez
  - 6) Nunca
30. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió feliz?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Muchas veces
  - 4) Algunas veces
  - 5) Sólo alguna vez
  - 6) Nunca
31. Durante las 4 últimas semanas, ¿cuánto tiempo se sintió cansado?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Muchas veces
  - 4) Algunas veces
  - 5) Sólo alguna vez
  - 6) Nunca
32. Durante las 4 últimas semanas, ¿con qué frecuencia la salud física o los problemas emocionales le han dificultado sus actividades sociales (como visitar a los amigos o familiares)?
- 1) Siempre
  - 2) Casi siempre
  - 3) Algunas veces
  - 4) Sólo alguna vez

5) Nunca

Por favor, diga si le parece cierta o falsa **cada una** de las siguientes frases.

33. Creo que me pongo enfermo más fácilmente que otras personas.

- 1) Totalmente cierta
- 2) Bastante cierta
- 3) No lo sé
- 4) Bastante falsa
- 5) Totalmente falsa

34. Estoy tan sano como cualquiera.

- 1) Totalmente cierta
- 2) Bastante cierta
- 3) No lo sé
- 4) Bastante falsa
- 5) Totalmente falsa

35. Creo que mi salud va a empeorar.

- 1) Totalmente cierta
- 2) Bastante cierta
- 3) No lo sé
- 4) Bastante falsa
- 5) Totalmente falsa

36. Mi salud es excelente.

- 1) Totalmente cierta
- 2) Bastante cierta
- 3) No lo sé
- 4) Bastante falsa
- 5) Totalmente falsa

## **Anexo 6:**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Investigadores: Horacio Fabres, Matías Mancilla, Héctor Rodríguez**

En este documento se explica en que consiste el estudio y su rol como participante:

Indicaciones:

- Lea detenidamente el formulario.
- Cualquier cosa que no entienda, pídale al investigador que le explique.
- Puede decidir no unirse al estudio.
- Si se une al estudio, puede cambiar de parecer más tarde o retirarse en cualquier momento.
- No hay ninguna sanción ni pérdida de servicios o beneficios si decide no participar en el estudio o si se retira más tarde.

Este estudio de investigación se está llevando a cabo para determinar si el entrenamiento interválico de alta intensidad que se realiza en los CESFAM es un predisponente de lesión músculo esquelético en pacientes con diabetes mellitus tipo 2, con esto se pretende proteger a quienes realizan este tipo de intervención, fomentando nuevos protocolos de ejercicio o adaptando el protocolo actual en los distintos CESFAM de la provincia de Cautín.

Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética al cual está adscrito el establecimiento de salud, para la participación de personas.

A continuación se detallan los puntos más importantes que usted debe saber acerca del estudio y de su participación en él:

**1- Objetivo del estudio:** Determinar si el entrenamiento interválico de alta intensidad es un predisponente de lesión músculo esquelético en pacientes con diabetes mellitus tipo 2.

**2- Participación:** si participa en el estudio, se le pedirá lo siguiente:

- Que acepte que le realicen evaluaciones no invasivas al inicio del estudio, una evaluación intermedia luego de 3 meses y una evaluación al final del estudio.
- El estudio tendrá una duración de aproximada de 1 año, durante el cual se sugiere no realizar otro tipo de ejercicio físico.
- Que acepte que se le tome la presión sanguínea.
- Usted recibirá los resultados de todas las mediciones.

**3- Riesgos:** los riesgos potenciales por participar en este estudio son:

- Una molestia temporal durante un minuto cuando el manguito o la banda para tomar la presión sanguínea se aprieta alrededor del brazo, muy raras veces las personas quedan con un moretón debido a esta prueba.

- Cabe destacar que estas pruebas serán realizadas por personal calificado tomando todas las precauciones necesarias para su seguridad física y mental cuando se realicen las pruebas.
- Usted puede rehusarse si siente alguna incomodidad.

#### **4- Beneficios:**

- Recibirá atención por parte de un personal capacitado, el cual explicará y lo orientará en las evaluaciones correspondientes.

**5- Información confidencial del participante:** los datos de este estudio se mantendrán confidenciales hasta donde lo permita la ley. Al ser publicado, no habrá ningún resultado que lo identificará, ni tampoco será asociado a ningún hallazgo. Todos los registros de su estudio serán asignados al mismo número de identificación.

Bajo ciertas circunstancias, la información que lo describe podrá ser divulgada a revisores internos y externos de este proyecto, pero esta no tendrá su nombre. Los resultados de este estudio podrán ser publicados o presentados en reuniones profesionales, pero las identidades de todos los participantes de la investigación permanecerán anónimas.

**6- Derechos como voluntario del estudio:** su participación en este estudio de investigación es totalmente voluntaria. Puede elegir no participar. No habrá ninguna sanción para usted si elige no participar. Puede elegir no responder a

preguntas específicas o dejar de participar en cualquier momento sin dar explicaciones.

**7- Significado de la firma en éste formulario de consentimiento:** Su firma en este formulario significa que:

- Entendió la información que se le proporcionó en este formulario.
- Tuvo la oportunidad de hacer preguntas al investigador y mencionar cualquier preocupación.
- El investigador le respondió a sus preguntas y preocupaciones.
- Considera que entiende el estudio de investigación y riesgos potenciales que están involucrados.

**Declaración de consentimiento**

Doy mi consentimiento en forma voluntaria para participar en este estudio. Se me dará una copia de este documento de consentimiento para mis registros.

---

Firma del participante Fecha

---

Nombre Impreso del participante

### **Declaración de la persona que obtiene el consentimiento informado**

He explicado cuidadosamente a la persona que participa en el estudio qué es lo que puede esperar. Certifico que cuando esta persona firma este formulario, a mi leal saber y entender, entiende el propósito, los procedimientos y los posibles riesgos potenciales de la participación.

También certifico que él o ella:

- Habla el idioma que se utilizó para explicar esta investigación.
- Lee suficientemente bien como para entender este formulario, o de lo contrario, esta persona es capaz de escuchar y entender cuando se le lee este formulario.
- No tiene ningún problema que pueda hacerle difícil comprender lo que significa participar en esta investigación.

---

Firma de la persona que obtiene Fecha el consentimiento

---

Nombre en letra de imprenta de la persona que realizará el estudio

Cualquier pregunta que desee hacer durante el proceso de investigación podrá contactar al número xxxxxxxxxx y mail xxxxxxxx.