



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**EFFECTIVIDAD DE UN PROTOCOLO DE EJERCICIO RESISTIDO
ASOCIADO A TERAPIA VIBRATORIA “WHOLE BODY VIBRATION”,
EN COMPARACIÓN A UN PROTOCOLO DE EJERCICIO RESISTIDO,
EN EL INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR DE MIEMBROS
INFERIORES EN ADULTOS MAYORES QUE ASISTEN AL CENTRO DE
SALUD FAMILIAR PUEBLO NUEVO, DE LA COMUNA DE TEMUCO,
ENTRE LOS MESES DE ABRIL Y SEPTIEMBRE DEL AÑO 2013**

Tesis para optar al grado de
Licenciado en Kinesiología

AUTORES: MARÍA ISABEL LEÓN HEREDIA

BÁRBARA ROJAS GONZÁLEZ

TEMUCO, 2013



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**EFFECTIVIDAD DE UN PROTOCOLO DE EJERCICIO RESISTIDO
ASOCIADO A TERAPIA VIBRATORIA “WHOLE BODY VIBRATION”,
EN COMPARACIÓN A UN PROTOCOLO DE EJERCICIO RESISTIDO,
EN EL INCREMENTO DE LA FUERZA MUSCULAR DE MIEMBROS
INFERIORES EN ADULTOS MAYORES QUE ASISTEN AL CENTRO DE
SALUD FAMILIAR PUEBLO NUEVO, DE LA COMUNA DE TEMUCO,
ENTRE LOS MESES DE ABRIL Y SEPTIEMBRE DEL AÑO 2013**

Tesis para optar al grado de
Licenciado en Kinesiología

AUTORES: MARÍA ISABEL LEÓN HEREDIA

BÁRBARA ROJAS GONZÁLEZ

PROFESOR GUÍA: KLGO. MARÍA GRACIELA CARTER

TEMUCO, 2013

Resumen

Título: Efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria *Whole Body Vibration*, en comparación a un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores, en Adultos Mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo, de la Comuna de Temuco, entre los meses de Abril y Septiembre del año 2013.

Introducción: A través de los años, se ha ido suscitando en Chile un cambio demográfico, donde la cantidad de adultos mayores ha ido incrementándose, a causa del aumento de la esperanza de vida y la mejoría de las condiciones con respecto al ámbito de la salud. Un gran cambio asociado a la edad es el declive progresivo de la masa y fuerza muscular esquelética, cuadro comúnmente conocido como sarcopenia, siendo esta un factor de riesgo de fragilidad y discapacidad física. La forma fisioterapéutica más efectiva que pretende prevenir la sarcopenia y el pobre desempeño muscular asociado es el ejercicio físico. Sin embargo, gran parte de los adultos mayores son reacios o incapaces de ejecutar un programa convencional de ejercicios. Ejercicios en intervenciones de menor volumen y tiempo, con efectos similares tras el entrenamiento, podrían ser una alternativa. En este contexto, una nueva tecnología en lo que a ejercicio se refiere, el *Whole Body Vibration* se ha propuesto como una alternativa segura, autónoma y eficiente para aumentar o mantener la masa y la función muscular.

Objetivo: Comparar la efectividad entre un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” y un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores, en

Adultos Mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo, de la Comuna de Temuco, entre los meses de Abril a Septiembre del año 2013.

Hipótesis: Existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration” en comparación con la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido por sí solo, en cuanto a la mejoría la fuerza muscular de miembro inferior.

Diseño: Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado Doble Ciego.

Material y Métodos: El estudio se realizará a 60 adultos mayores de edad igual o mayor a 65 años que cumplan los criterios de elegibilidad, los cuales se aleatorizaran en dos grupos: experimental (protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration”) y control (protocolo de ejercicio resistido). Los individuos se evaluarán previo inicio del estudio, a los 3 meses y al final del estudio (6 meses).

Conclusiones: Los resultados de la investigación serán un gran aporte para la comunidad científica puesto que la evidencia actual existente es controversial e inconcluyente con respecto a la real efectividad de la nueva terapia que se propone (*Whole Body Vibration*), en comparación a un entrenamiento de tipo resistido común, en la mejoría de la fuerza muscular de miembro inferior en adultos mayores. Esto será de gran importancia tanto a nivel nacional, regional y para el quehacer de nuestra profesión, puesto que proporcionaría una nueva herramienta de tratamiento.

Agradecimientos

Queremos comenzar agradeciendo a nuestro profesora guía, Klgo. María Graciela Carter por su constante apoyo, paciencia, comprensión, motivación, orientación y entusiasmo por nuestro proyecto, lo cual nos permitió enfrentarnos de mejor manera a este importante desafío. También reconocer la empatía y la disposición de los Klgos. Ximena Paillao y Pamela Serón, por darnos sugerencias que fueron de gran ayuda para la realización de nuestro proyecto. Y a todas las personas que han ayudado y facilitado a que este proceso concluya de la mejor manera.

Mari y Barbi

En primer lugar, quiero agradecerle a Dios, porque siempre está conmigo ayudándome y apoyándome incondicionalmente.

Agradecer a mi familia por el apoyo que siempre me dan a través de su cariño y preocupación y por siempre creer en mí.

Agradecer a mi amiga y compañera en este trabajo, María Isabel, por todo su esfuerzo y dedicación y que a pesar de que fue difícil pudimos salir adelante.

Finalmente, agradecer a todos los que en alguna medida colaboraron a que este proyecto saliera adelante.

Bárbara Rojas González

Gracias a Dios, por todo las bendiciones que me ha dado.

Agradecerle a mi familia mis maravillosos padres y hermano por su apoyo incondicional, amor, alegría, comprensión, y por ser mi gran fortaleza en todo momento.

Agradecer a mi gran amiga y compañera de tesis, Bárbara, por todo su esfuerzo, trabajo, comprensión y paciencia , ya que a pesar de las dificultades logramos salir adelante con optimismo.

Y por último agradecer a cada una de las personas que nos brindaron apoyo y consejos para realizar este proyecto de tesis.

María Isabel León Heredia

Índice de Contenidos

Resumen	1
Agradecimientos	3
Índice de tablas	10
Índice de figuras	11
Introducción	12
CAPÍTULO I	
Marco Teórico	15
1. Adulto Mayor y Envejecimiento.....	15
1.1 Definición de los conceptos de Adulto Mayor y Envejecimiento.....	15
1.2. Demografía y Epidemiología del Envejecimiento en Chile.....	17
1.2.1 Demografía y Epidemiología del Envejecimiento en el país.....	17
1.2.2 Demografía y Epidemiología del Envejecimiento en la IX Región....	20
1.2.3 Proyecciones Nacionales del Envejecimiento en Chile.....	21
1.3 Problemas de salud en el Adulto Mayor.....	24
1.3.1 Sarcopenia.....	24
1.3.1.1 Definición.....	24
1.3.1.2 Etiología.....	25
1.3.1.3 Evaluación.....	27
1.3.1.4 Consecuencias clínicas.....	30
2. Ejercicio resistido como intervención para la mejoría de la fuerza muscular...32	
2.1 Conceptos y características.....	32

2.2 Tipos.....	33
2.3 Principios del entrenamiento.....	34
2.4 Precauciones y contraindicaciones.....	35
2.5 Adaptaciones musculares al ejercicio resistido.....	36
2.6 Importancia del ejercicio resistido en el adulto mayor.....	37
3. Terapia Vibratoria (Whole Body Vibration o WBV).....	38
3.1 Conceptos y características.....	38
3.2 Acción y efectos sobre el músculo.....	40

CAPÍTULO II

Revisión de la Literatura.....	44
1. Búsqueda sistemática de la información.....	44
2. Análisis Crítico de la literatura.....	48
3. Conclusión del Análisis Crítico.....	61

CAPÍTULO III

Proyecto de Investigación.....	62
1. Pregunta de Investigación.....	62
1.1 Objetivo General.....	63
1.2 Objetivos Específicos.....	64
2. Justificación.....	65
2.1 Análisis FINER.....	65

CAPÍTULO IV

Material y Método.....	68
1. Diseño de investigación propuesto.....	68
1.1 Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado.....	68
2. Población en estudio.....	71
2.1 Criterios de Inclusión.....	71
2.2 Criterios de Exclusión.....	71
3. Flujograma.....	73
4. Tamaño de Muestra.....	74
5. Aleatorización de la Muestra.....	75
6. Enmascaramiento.....	77
7. Variables y Mediciones.....	78
7.1 Variable independiente o predictora.....	78
7.2 Variable dependientes o de resultado.....	79
7.2.1 Fuerza Muscular de Miembros Inferiores.....	79
7.2.2 Riesgo de Caídas.....	85
7.3 Variables Basales o de Control.....	86
7.3.1 Edad.....	86
7.3.2 Género.....	86
8. Intervención.....	87
8.1 Características generales en común para ambos grupos intervenidos.....	87
8.2 Características de la intervención del grupo experimental (Grupo A).....	97
8.3 Características de la intervención del grupo control (Grupo B).....	100

CAPÍTULO V

Análisis Estadístico	103
1. Hipótesis Alternativa (H_i).....	103
2. Hipótesis Nula (H_0).....	103
3. Análisis Descriptivo.....	103
4. Análisis Inferencial.....	104

CAPÍTULO VI

Consideraciones éticas	105
1. Principios.....	105
2. Riesgos y Beneficios.....	107
3. Autorización del Comité de Ética.....	107
4. Control de los datos.....	108
5. Selección de los individuos.....	108
6. Consentimiento informado.....	108

CAPÍTULO VII

Aspectos Administración y Presupuesto del Estudio	110
1. Aspectos Administrativos.....	110
2. Recursos Humanos.....	110
2.1 Equipo de trabajo.....	110
2.2 Definición de roles.....	110
3. Materiales.....	112
4. Presupuesto.....	113

5. Cronograma de actividades.....	116
5.1 Primera etapa.....	116
5.2 Segunda etapa.....	116
5.3 Tercera etapa.....	116
5.4 Cuarta etapa.....	117
6. Carta Gantt.....	118
Bibliografía.....	121
Anexos.....	130
Anexo N° 1.....	130
Anexo N°2.....	132
Anexo N°3.....	135
Anexo N°4.....	136
Anexo N°5.....	137

Índice de tablas

Tabla 1.- Indicadores relativos a las personas mayores.....	21
Tabla 2.- Criterios de diagnóstico para la Sarcopenia.....	28
Tabla 3.- Mediciones de masa, fuerza y función muscular en investigación y práctica.....	29
Tabla 4.- Horario de subgrupos.....	87
Tabla 5.- Variables de Análisis Descriptivo.....	104
Tabla 6.- Materiales.....	114

Índice de figuras

Figura 1.- Parámetros que influyen en el proceso de envejecimiento.....	16
Figura 2.- Gráfico Población por Grupos de Edad.....	18
Figura 3.- Gráfico Distribución de población estimada al 30 de junio, por sexo y grupo de edad. País 2010.....	22
Figura 4.- Gráfico Índice de Adultos Mayores (IAM) Año 2020.....	23
Figura 5.- Esquema Factores que contribuyen a la sarcopenia.....	27
Figura 6.- Implicaciones de la sarcopenia.....	31
Figura 7.- Pantalla y controles del dinamómetro isométrico.....	80
Figura 8.- Sensor del dinamómetro sin conectar(a), sensor atornillado trabajando a tracción (b).....	80
Figura 9.- Elementos de soporte utilizados en la experimentación.....	81
Figura 10.- Ejercicio para músculos extensores a 0°	82
Figura 11.- Ejercicio para músculos extensores a 60°	83
Figura 12.- Ejercicio para músculos extensores a 90°	84
Figura 13.- Elongación de Isquiotibiales.....	92
Figura 14.- Elongación de Triceps Sural.....	93
Figura 15.- Elongación del Tríceps Braquial.....	94
Figura 16.- Elongación de Flexores de Muñeca.....	94

INTRODUCCION

La fuerza muscular se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse; es algo interno, que puede tener relación con un objeto (resistencia) externo o no. Tanto si la tensión es generada por la oposición de una resistencia externa (acción de la gravedad [peso] o inercia de los cuerpos en movimiento), como si se produce por la tensión de los músculos agonistas y antagonistas.⁽¹⁾

Un gran cambio asociado a la edad es el declive progresivo de la masa y fuerza muscular esquelética, cuadro comúnmente denominado como sarcopenia. Ésta representa un factor de riesgo de fragilidad, pérdida de independencia y discapacidad física, relacionándose con múltiples comorbilidades en ancianos como caídas y declive funcional e incluso es un predictor de discapacidad física, asociada a una peor calidad de vida, mayor soporte social y de cuidados de salud. El impacto de la sarcopenia es inmenso, por lo que el reconocimiento y estudio de esta debilidad muscular en la edad avanzada, además de las estrategias terapéuticas para aminorar las deficiencias funcionales que ésta conlleva, deberían representar una alta prioridad de salud pública.⁽²⁾⁽³⁾

Dado además porque a través de los años, se ha ido suscitando en Chile un cambio demográfico, donde la cantidad de adultos mayores ha ido incrementándose, a causa del aumento de la esperanza de vida y la mejoría de las condiciones con respecto al ámbito de la salud, en cuanto a recursos humanos y técnicos.⁽⁴⁾

La forma fisioterapéutica más efectiva que pretende prevenir la sarcopenia y el pobre desempeño muscular asociado es el estilo de vida activo, o incluso mejor, el ejercicio físico. Sin embargo debido a restricciones en cuanto a disponibilidad de tiempo, limitaciones físicas, fatiga o falta de motivación, un gran número de adultos mayores son reacios o incapaces de ejecutar un programa convencional de ejercicios. Ejercicios en intervenciones de menor volumen y tiempo con efectos similares tras el entrenamiento podrían ser una alternativa. En este contexto, una nueva tecnología en lo que a ejercicio se refiere, el *Whole Body Vibration* podría ser una alternativa segura, autónoma y eficiente para aumentar o mantener la masa y la función muscular. Algunos estudios recientes han demostrado efectos altamente relevantes de esta nueva terapia en masa, fuerza y potencia muscular en adultos mayores, con efectos iguales o incluso mayores en comparación a ejercicios resistidos convencionales. Sin embargo, también existen estudios que declaran que la terapia en cuestión no tiene efectos significativos en los parámetros ya mencionados en la misma población versus un entrenamiento de ejercicio resistido. Es así como la evidencia aún permanece inconcluyente, y se necesitan de más estudios, de mejor calidad metodológica, que puedan determinar verdaderamente los efectos del *Whole Body Vibration*, en comparación a un protocolo de ejercicio resistido común, sobre el desempeño muscular.⁽⁵⁾⁽⁶⁾

Es así que, como a causa de esta interrogante, surge este proyecto de tesis, cuya finalidad es comparar los resultados del ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria (*Whole Body Vibration*) y ejercicio resistido común en el aumento de la fuerza muscular y con ello sus efectos sobre la funcionalidad, y determinar la efectividad de ambas terapias comparadas con el fin de concluir cuál de ambas tiene mayor efecto en el aumento de la fuerza muscular.

CAPÍTULO I

Marco Teórico

1. Adulto Mayor y Envejecimiento

1.1 Definición de los conceptos de Adulto Mayor y Envejecimiento

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha definido Adulto Mayor (AM) como “persona mayor de 65 años”.⁽⁷⁾

La Organización de las Naciones Unidas (ONU), desde un enfoque más bien político- económico, define Adulto Mayor como “toda persona mayor de 65 años, para países desarrollados, y de 60 para los países en desarrollo”.⁽⁸⁾

Sea cual sea su definición, el concepto de Adulto Mayor se encuentra íntimamente relacionado con otro concepto, que corresponde a la etapa del ciclo vital en que este individuo se encuentra inmerso. Dicho concepto se denomina “Envejecimiento”.

El Envejecimiento es un proceso continuo, que consiste en el deterioro de las funciones, progresivo y generalizado, que produce una pérdida de respuesta adaptativa al estrés y un mayor riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con la edad. En los individuos mayores sanos, muchas funciones fisiológicas se mantienen normales en un estado basal, pero al ser sometidos a estrés, se revela una pérdida de la reserva funcional.⁽⁴⁾⁽⁹⁾

La OMS hace una distinción del *envejecimiento como proceso* (“envejecimiento normal”), que representa los cambios biológicos universales que se producen con la edad y que no están afectados por la influencia de enfermedades o del entorno y por tanto no tienen porque conllevar consecuencias clínicas negativas; diferenciándolo del *proceso de envejecimiento* que se encuentra muy influenciado por factores del entorno, como el estilo de vida y las propias enfermedades. Por tanto existe una tendencia a diferenciar lo que es el *envejecimiento fisiológico* sobre el *envejecimiento patológico*, diferenciando el proceso relacionado con el paso del tiempo, con cambios en los órganos y sistemas del organismo; del envejecimiento acelerado por la presencia de alteraciones patológicas o por influencia de factores ambientales.⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾ **(Figura 1)**

Figura 1.- Parámetros que influyen en el proceso de envejecimiento.



Fundación General CSIC. Informe sobre envejecimiento. 2010.

Además, el *envejecimiento como proceso*, posee ciertas características⁽⁴⁾, dentro de las principales se encuentran:

- Universal: propio de todos los seres vivos.
- Irreversible: a diferencia de las enfermedades, no puede detenerse ni revertirse.
- Heterogéneo e individual: cada especie tiene una velocidad característica de envejecimiento, pero la velocidad de declinación funcional varía enormemente de sujeto a sujeto y de órgano a órgano dentro de la misma persona.
- Deletéreo: lleva a una progresiva pérdida de la función. Se diferencia del proceso de crecimiento y desarrollo en que la finalidad de éste es alcanzar una madurez en la función.

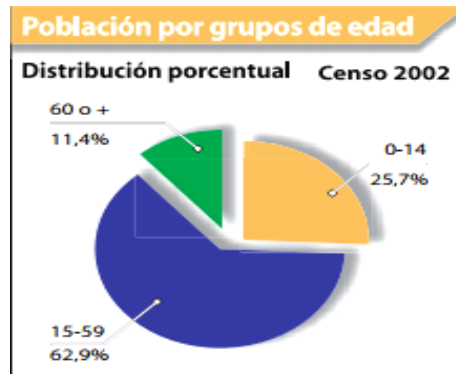
1.2. Demografía y Epidemiología del envejecimiento en Chile

1.2.1 Demografía y epidemiología del envejecimiento en el país

Según los resultados obtenidos del Censo del año 2002, la población total del país corresponde a 15.116.435 habitantes. De esta cifra, 1.717.478 corresponden a adultos mayores, de los cuales 959.429 son mujeres y 758.049 son hombres.⁽¹¹⁾⁽¹²⁾

De acuerdo al mismo Censo, un 25,7% de la población es menor de 15 años y el 11,4% tiene 60 o más años. En cambio, en 1960, estos mismos grupos de edad representaban el 39,6% y el 6,8%, respectivamente.⁽¹¹⁾ **(Figura 2)**

Figura 2.- Gráfico Población por Grupos de Edad.



INE. Síntesis de Resultados Censo 2002. Población total por grupos de edad. 2003.

Es precisamente que, en los años 60, se produce una modificación de la estructura de la población, disminuyendo el aporte porcentual de los menores de 15 años y aumentando el de los adultos mayores.⁽¹³⁾

Desde la década de los años 60, Chile comenzó un descenso sostenido de la fecundidad y, junto a la disminución de la mortalidad que se inició más tempranamente en los años 20, incidieron en que el país hoy se situó en una etapa bastante avanzada en la transición al envejecimiento demográfico de su población.⁽¹⁴⁾

Además de los ya mencionados parámetros demográficos, que han incidido en que el país haya aumentado la población adulto mayor, podemos encontrar otras variables⁽⁴⁾ que también han repercutido en dicho incremento poblacional:

- Mayor longevidad femenina

Una mayor expectativa de vida en la mujer o una mayor mortalidad masculina, a toda edad, determina que en la población predomine el sexo femenino. Este fenómeno es universal y es más acentuado en países desarrollados. Por lo tanto se puede afirmar que a medida que aumenta la expectativa global de vida de una población –como expresión de mayor nivel de desarrollo- la diferencia en la longevidad entre los sexos será todavía mayor. Este desequilibrio entre los sexos ha hecho que la “vejez” se caracterice como femenina.

- La Salud

Las mejores condiciones socioeconómicas de la población chilena, en adición a una mayor cantidad de profesionales de la salud calificados y competentes, están determinando una reducción importante en los riesgos de mortalidad. En la década de los 50, el chileno vivía en promedio 54 años. Actualmente el promedio de vida es alrededor de 74 años, para los hombres, y 80 años, para las mujeres, gracias a los avances tecnológicos en salud y al mejoramiento de la calidad de vida.

Es así como la pirámide poblacional del país ha ido cambiando y sus modificaciones se pueden resumir mediante ciertos indicadores demográficos, tales como: el Índice de Adultos Mayores (IAM) y el Índice de Dependencia Demográfica (IDD). El Índice de Adultos Mayores (IAM), que expresa el número de personas de 60 años o más por 100 menores de 15 años de edad, corresponde a una medida del envejecimiento demográfico de la población. Así, en la medida que aumenta el índice, habrá mayor número de personas de 60 años o más por

cada 100 menores infanto-juveniles. La segunda medida, denominada Índice de Dependencia Demográfica (IDD), es el cuociente entre la población potencialmente inactiva (adulta mayor e infanto-juvenil) y la población potencialmente activa (PPA); esto es, la población entre los 15 y los 59 años de edad. Esta medida demográfica permite evaluar la carga que sustenta la Población Potencialmente Activa (PPA) en el tiempo y la fecha en que este peso demográfico vaya transformándose en una carga económicamente creciente para nuestro país.⁽¹⁴⁾

En el año 2002, el índice de adultos mayores, a nivel nacional, alcanzó los 44 adultos mayores por cada cien menores de 15 años. En el mismo año, el índice de dependencia llegó a alcanzar 59 personas dependientes por cada 100 personas potencialmente activas.⁽¹⁵⁾

1.2.2 Demografía y epidemiología del envejecimiento en la IX Región

De acuerdo a los datos proporcionados por la encuesta CASEN del año 2009, la Región de la Araucanía posee una población de 150.704 adultos mayores, que equivale al 15,6% de dicha población, superando por 0,6% al porcentaje total de adultos mayores del país (15%) correspondiente al del año 2009.⁽¹⁶⁾ **(Tabla 1)**

Tabla 1.- Indicadores relativos a las personas mayores.

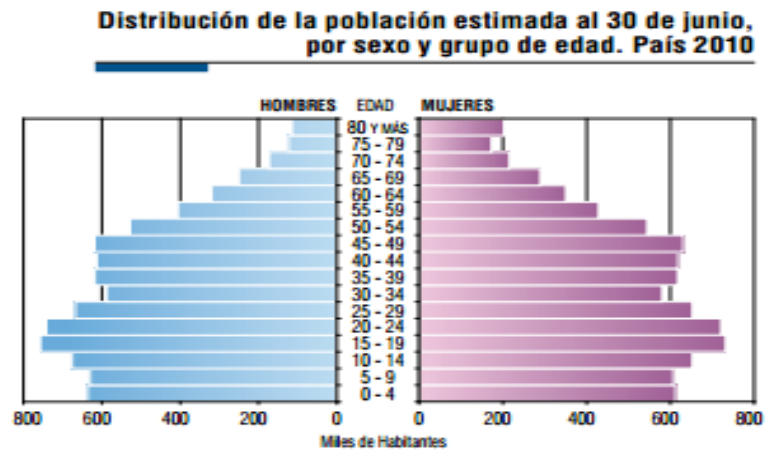
INDICADORES RELATIVOS A LAS PERSONAS MAYORES FUENTE CASEN 2009				LA ARAUCANÍA	TOTAL
Indicadores de envejecimiento	PM Según Sexo	PM Hombres	N	67.418	1.108.618
			%	44,7	43,6
		PM Mujeres	N	83.286	1.432.989
			%	55,3	56,4
	Total Personas Mayores			150.704	2.541.607
	Proporción de PM respecto al total de Población			15,6	15,0
	Población por grupos de Edad		0-59	815.324	14.435.788
			PM 60-64	36.467	710.426
			PM 65-69	35.835	595.660
			PM 70-74	27.805	451.836
			PM 75-79	23.780	368.880
			PM 80 y más	26.817	414.805
	PM Según zona de residencia	Urbano	N	92.590	2.162.856
			%	61,4	85,1
		Rural	N	58.114	378.751
%			38,6	14,9	
Índice de Envejecimiento			67,9	68,4	

Gobierno de Chile. Ministerio de Desarrollo Social. Encuesta CASEN. 2009

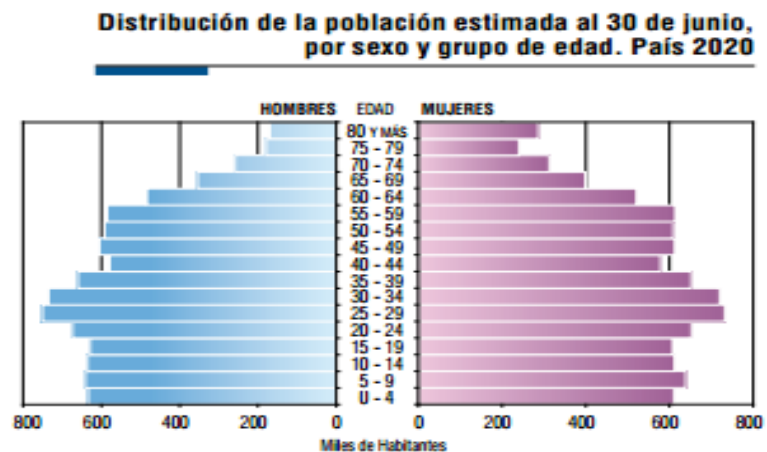
1.2.3 Proyecciones nacionales del envejecimiento en Chile

Con este ritmo de crecimiento de la población adulto mayor, se ha estimado que para la próxima década en nuestro país, ésta alcanzaría los 3,2 millones de habitantes, mientras que la población correspondiente a menores de 15 años no superaría los 3,8 millones. La cifra implicaría un aumento de aproximadamente un 45% de la población adulta mayor y una reducción de casi 2% de los menores de 15 años para el 2020.⁽¹⁴⁾ **(Figura 3)**

Figura 3.- Gráfico Distribución de población estimada al 30 de junio, por sexo y grupo de edad. País 2010.



El envejecimiento demográfico del país es posible observarlo a través de la evolución de los grupos infanto-juvenil y de adultos mayores en las pirámides de población, donde se aprecia una disminución porcentual de los menores de 15 años (-1,7%) y un aumento del grupo de 60 años o más (44,9%) entre 2010 y 2020.

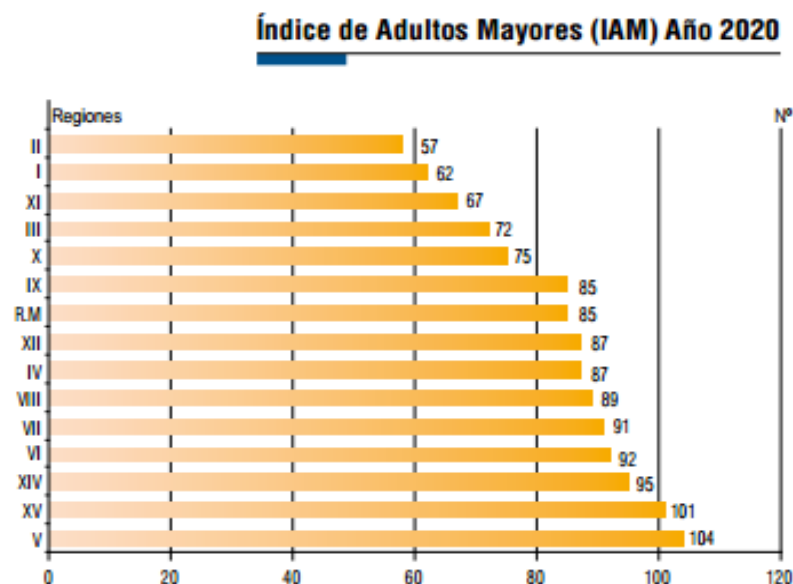


Fuente: Chile Proyecciones y Estimación de población. INE

INE. Boletín Población Adulto Mayor en el Bicentenario. 2010.

Visto de otra forma, se puede decir que habría 86 adultos mayores por cada 100 menores de 15, indicador que aumentaría en 47% al final de la próxima década. Se estima que en el año 2025, el IAM alcanzaría la igualdad de un adulto mayor por cada menor de 15 años.⁽¹⁴⁾ (Figura 4)

Figura 4.- Gráfico Índice de Adultos Mayores (IAM) Año 2020.



INE. Boletín Población Población Adulto Mayor en el Bicentenario. 2010

Como conclusión se puede decir que la cantidad de adultos mayores, en nuestro país, muestra una tendencia a crecer a largo plazo producto de una esperanza de vida cada vez más elevada, un decremento del índice de fecundidad y la mejoría sustantiva de las condiciones de vida y salud. Y es, en esta última área, donde la modificación del perfil epidemiológico entraña nuevos retos, requiriéndose nuevas y mejores técnicas de diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, con el fin de disminuir la presencia de patologías crónicas, e incluso prevenirlas, y otorgarles una mejor calidad de vida a esta población que va en crecimiento.

1.3 Problemas de salud en el Adulto Mayor

El envejecimiento es un proceso dinámico de modificaciones morfológicas, funcionales, psicológicas y bioquímicas que se inician en el momento del nacimiento y se desarrollan a lo largo de nuestras vidas. Dichos cambios, que son normales con el paso de los años, predisponen a una serie de eventos fisiopatológicos que llevan al adulto mayor a presentar variadas discapacidades. Dentro de ellas, cabe destacar el proceso de *sarcopenia* que se genera durante el proceso de envejecimiento y las repercusiones clínicas que ésta tiene en el adulto mayor.

1.3.1 Sarcopenia

1.3.1.1.- Definición

Un importante cambio asociado a la edad es la disminución progresiva de la masa muscular esquelética, una espiral descendente que puede conducir a la disminución de la fuerza y funcionalidad. En el año 1989, Irwin Rosenberg propuso el término “sarcopenia” (de la palabra griega “*sarco*” que significa carne o músculo y “*penia*” que significa pérdida) para describir esta disminución de masa muscular asociada a la edad.⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾

La sarcopenia es un síndrome caracterizado por la pérdida progresiva y generalizada de masa y fuerza muscular esquelética, y que afecta mayoritariamente a los adultos mayores. Aquella pérdida va aumentando con la edad: es del 5 al 13% en personas de entre 60 y 70 años y aumenta hasta aproximadamente un 50% en personas mayores de 80 años, conllevando a un riesgo de consecuencias adversas tales como discapacidad, pobre calidad de vida y muerte.⁽²⁰⁾⁽²¹⁾⁽²²⁾

Tal como ya se ha mencionado, la sarcopenia puede ser causada por el proceso de envejecimiento en sí, pero también puede ser secundaria a inactividad, deficiencias nutricionales, cambios en la función endocrina, entre otros.⁽²³⁾

Por lo tanto, se puede decir que la disminución de la masa y fuerza muscular puede ser el resultante de múltiples factores.

1.3.1.2.- Etiología

La fuerza muscular disminuye proporcionalmente con los años. Con el envejecimiento se produce una reducción del número y del tamaño de las fibras musculares.⁽²⁴⁾

Las fibras tipo II (de contracción rápida) disminuyen en mayor proporción que las fibras tipo I (de contracción lenta) y las unidades motoras reducen su densidad.⁽⁴⁾

Estudios han demostrado que el envejecimiento se acompaña de cambios sustanciales en la capacidad del sistema nervioso para procesar información y activar los músculos. Específicamente, el envejecimiento afecta la capacidad para detectar un estímulo y procesar la información con que generar una respuesta. Las reducciones en la fuerza experimentadas por los adultos mayores están causadas, al menos en parte, por un deterioro de la capacidad para activar al máximo las unidades motoras supervivientes. Esto podría ser en gran medida atribuible a la mencionada anteriormente, remodelación de las unidades motoras. Además, las reducciones en la actividad física durante esta etapa de la vida, contribuyen aún más a la pérdida de fuerza muscular.⁽²⁴⁾

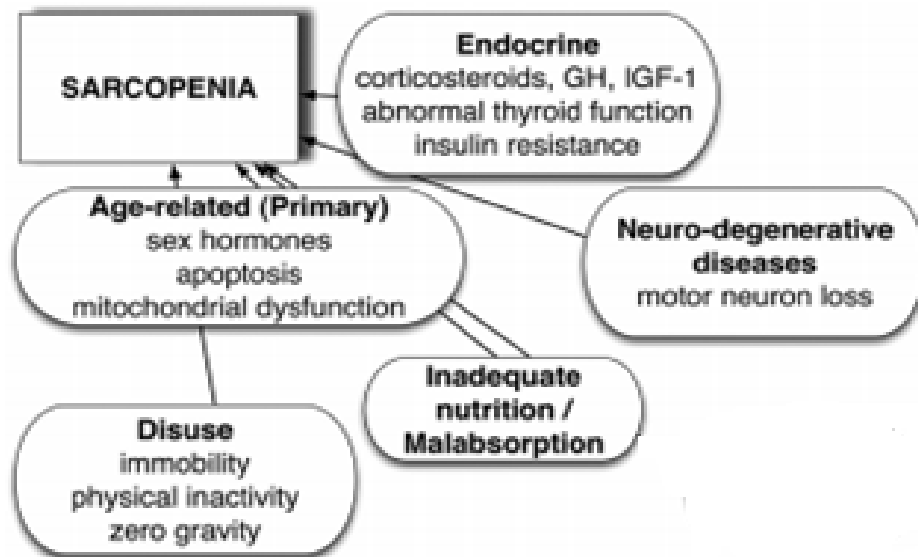
Sin embargo, esta pérdida de fuerza muscular no puede explicarse únicamente por una disminución de la actividad física, puesto que es el resultado de la interacción de varios factores⁽²⁵⁾:

- Factores del sistema nervioso central: conforme se cumplen años se van perdiendo unidades motoras alfa de la médula espinal, lo que provoca atrofia muscular.
- Factores musculares: con la edad se produce una pérdida de la fuerza muscular que pueden desarrollar las fibras musculares y además un descenso en el número de células musculares.
- Factores humorales: con el envejecimiento descienden los niveles de hormonas anabolizantes, como la GH, testosterona y estrógenos, lo que provoca una disminución de su efecto trófico que a su vez produce atrofia muscular. Además frecuentemente con la edad existe un estado de "inflamación subclínica" que hace que aumenten los niveles de interleukina 1 beta, factor de necrosis tumoral (TNF) e interleukina 6 que provoca pérdida de aminoácidos por el músculo.
- Factores de estilo de vida: una vida sedentaria produce una mayor y más rápida pérdida de músculo que una vida activa. De este enfoque debe hacerse énfasis en la mantención de la autonomía a través de la práctica del ejercicio, elemento crucial para la preservación de la función, siendo el músculo el equivalente al motor de la función.

A continuación se resumen de forma esquematizada los factores que contribuyen a la aparición de la sarcopenia una pérdida de motoneuronas alfa,

sumado a factores hormonales y musculares, propios del envejecimiento, y un estilo de vida sedentario, lleva a la sarcopenia. (Figura 5)

Figura 5.– Factores que contribuyen a la sarcopenia



Age and Aging. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis.

2010.

1.3.1.3.- Evaluación

Mientras que la sarcopenia asociada a la edad es común y tiene enormes costos personales y financieros, la sarcopenia aun no tiene una definición clínica ampliamente aceptada, consenso en su criterio diagnóstico, códigos o guías de tratamiento, tanto a nivel nacional como internacional.

Sin embargo, para hacer frente a estas deficiencias, la Sociedad Médica Geriátrica de la Unión Europea (EUGMS) decidió en el año 2009 crear el

European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) para que desarrollara definiciones operacionales y un criterio diagnóstico para la sarcopenia, que pudiera ser usado en la práctica clínica como también en investigación.

El EWGSOP recomienda usar la presencia tanto de pérdida de masa muscular como pérdida de función muscular (fuerza o desempeño) para el diagnóstico de la sarcopenia. Por lo tanto, el diagnóstico requiere la documentación del criterio 1, más la documentación de cualquier criterio 2 o criterio 3. (Tabla 2)

Tabla 2.- Criterios de diagnóstico para la Sarcopenia

Table 1. Criteria for the diagnosis of sarcopenia

Diagnosis is based on documentation of criterion 1 plus (criterion 2 or criterion 3)

-
1. Low muscle mass
 2. Low muscle strength
 3. Low physical performance
-

Age and Aging. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. 2010.

Los parámetros de sarcopenia son la cantidad de músculo y su función. Las variables medibles son la masa, fuerza y desempeño físico. El desafío es el determinar cómo medirlas de mejor manera. También es importante reconocer la variación al repetir las mismas medidas en el tiempo en los mismos individuos.

Un amplio rango de técnicas pueden ser utilizadas para evaluar la masa, fuerza y desempeño físico.

La siguiente tabla corresponde a la lista de sugerencias del EWGSOP para el uso de estas técnicas en investigación y práctica clínica rutinaria.⁽²³⁾ (Tabla 3)

Tabla 3.- Mediciones de masa, fuerza y función muscular en investigación y práctica.

Table 4. Measurements of muscle mass, strength, and function in research and practice^a

Variable	Research	Clinical practice
Muscle mass	Computed tomography (CT)	BIA
	Magnetic resonance imaging (MRI)	DXA
	Dual energy X-ray absorptiometry (DXA)	Anthropometry
	Bioimpedance analysis (BIA)	
	Total or partial body potassium per fat-free soft tissue	
Muscle strength	Handgrip strength	Handgrip strength
	Knee flexion/extension	
	Peak expiratory flow	
Physical performance	Short Physical Performance Battery (SPPB)	SPPB
	Usual gait speed	Usual gait speed
	Timed get-up-and-go test	Get-up-and-go test
	Stair climb power test	

^aPlease refer to the text for a description and references on these measurement techniques.

Age and Aging. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis.

2010.

1.3.1.4.- Consecuencias clínicas

La debilidad muscular se asocia con un declive funcional, afectando la independencia y aumentando el riesgo de caídas en adultos mayores.⁽²⁶⁾⁽²⁷⁾

Las principales consecuencias de la sarcopenia son las relacionadas con la funcionalidad y la dependencia, como son la capacidad de marcha y las caídas. Existe una relación directa entre la fuerza de los extensores de cadera y rodilla y la movilidad y el riesgo de caídas.⁽²⁸⁾⁽²⁹⁾⁽³⁰⁾

Las caídas pueden tener graves consecuencias a nivel de la morbilidad, mortalidad y dependencia. Se estima que uno de cada tres Adultos Mayores que vive en la comunidad sufre una o más caídas al año. A nivel nacional, la encuesta SABE Chile de OPS (2001) arrojó una prevalencia de un 35,3% anual de caídas en adultos mayores viviendo en la comunidad.⁽³¹⁾

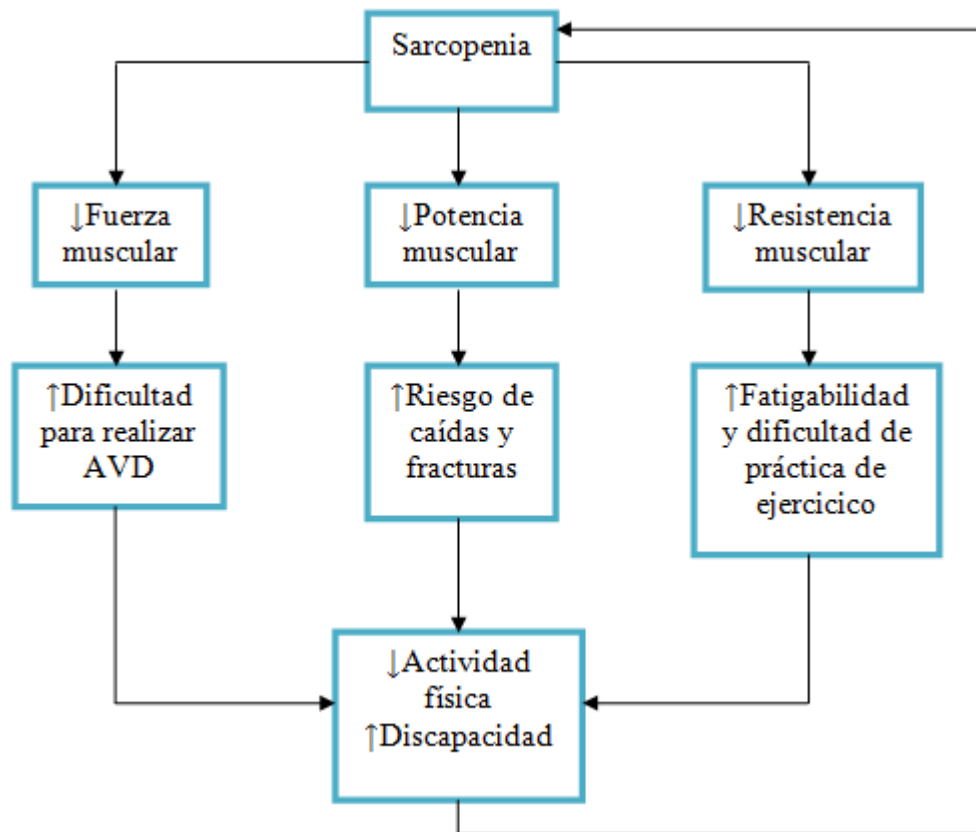
Además de la debilidad muscular, como factor predisponente para caídas, también se encuentra otro factor de riesgo para éstas: el deterioro del equilibrio. Junto a la debilidad muscular, han sido identificados como los principales factores que predisponen a caídas en el adulto mayor.⁽³²⁾⁽³³⁾

Aunque son independientes en sus mecanismos para el incremento del riesgo de caídas, una relación podría presentarse entre estos factores. La debilidad muscular ha sido relacionada con pobre equilibrio en adultos mayores sanos. Una fractura de cadera resultante de una caída debida a déficits en inestabilidad lateral, podría ser en parte atribuible a la debilidad de la musculatura de la cadera.⁽³⁴⁾⁽³⁵⁾

En resumen, los cambios neuromusculares que se producen durante el envejecimiento son responsables, al menos en parte, de la reducción de la fuerza y

de la capacidad de resistencia, pero la participación en una actividad física tiene a disminuir el impacto del envejecimiento sobre el rendimiento muscular. Ello no significa que el envejecimiento biológico pueda detenerse mediante la actividad física regular, pero muchas de las reducciones de la capacidad de esfuerzo físico pueden amortiguarse notablemente con un estilo de vida activo. (Figura 6)

Figura 6.- Implicaciones de la sarcopenia



López J, Fernández A. Fisiología del Ejercicio. 2006.

2. Ejercicio resistido como intervención para la mejoría de la fuerza muscular

2.1 Conceptos y características

Ejercicio Resistido: es cualquier tipo ejercicio activo donde a la contracción muscular dinámica o estática se le opone un tipo de fuerza externa esta puede ser mecánica o manual.

Ejercicio resistido manualmente: es un tipo de ejercicio activo donde la resistencia la ejerce un terapeuta, esta resistencia no se puede medir cuantitativamente. Es una técnica útil en las fases iniciales de programas de entrenamiento cuando el musculo que se quiere fortalecer es débil y solo puede superar una resistencia de leve a moderada.

Ejercicio resistido mecánicamente: es un tipo de ejercicio activo donde la resistencia es aplicada mediante un aparato mecánico o el empleo de una maquina. La resistencia se puede cuantificar, esta técnica es utilizada en programas de ejercicios específicos.

Objetivos:

El objetivo general de este tipo de ejercicio es mejorar la función del paciente. Los objetivos específicos son los siguientes:

- **Aumento de la fuerza (fuerza máxima).**
- **Aumento de la resistencia muscular (fuerza resistencia).**
- **Aumento de la potencia (fuerza velocidad).**

2.2 Tipos

Ejercicio isotónico: es una forma dinámica de ejercicio que se desarrolla con una carga constante o variable a medida que el musculo se acorta o alarga en todo el rango de movimiento disponible. A través de este ejercicio puede desarrollarse la fuerza dinámica, la resistencia y la potencia muscular.

Ejercicio Isocinético: es una forma de ejercicio dinámico en el que la velocidad del acortamiento o elongación del musculo está controlado por un aparato o maquina que controla la velocidad y limita el ritmo de movimiento. La velocidad del movimiento es constante por lo que variara la resistencia aplicada por la maquina, por esto suele llamarse ejerció de resistencia adaptada. Este sirve para aumentar la potencia (fuerza velocidad), la fuerza resistencia y la fuerza máxima.

Ejercicio excéntrico: es un tipo de carga muscular dinámica donde se desarrolla tensión muscular y la elongación física del musculo se produce a medida que se aplica sobre una fuerza externa. La contracción excéntrica implica un trabajo negativo y se produce en gran cantidad de las actividades funcionales como bajar escaleras, además aporta una fuente de amortiguación durante la realización estas actividades en cadena cinética cerrada.

Ejercicio Isométrico: es una forma de ejercicio estática que se produce cuando un musculo se contrae, pero no hay cambio en su longitud ni movimiento articular visible. Aunque el musculo no realice ejercicio físico (Fuerza x distancia), este produce mucha fuerza y tensión. Este tipo de ejercicio produce aumento de fuerza

y resistencia. Esto se logra manteniendo la contracción isométrica por lo menos 6 segundos frente una resistencia, lo que da tiempo para desarrollar un pic de tensión para que se inicien cambios metabólicos en el musculo.⁽³⁶⁾

2.3 Principios del entrenamiento

- **Principio de sobrecarga:** el objetivo del entrenamiento es inducir mecanismos de adaptación en el organismo para que sea capaz de soportar cargas importantes de ejercicio, para lograr esto hay que aumentar la intensidad y la duración del ejercicio. Esto se puede lograr a través de la variación de: frecuencia, intensidad, duración, tipo de ejercicio.
- **Principio de especificidad:** se refiere a la adaptación de los procesos fisiológicos y metabólicos en relación al tipo de sobrecarga aplicada.
- **Principio de individualización:** la carga de entrenamiento es decir la intensidad-duración del ejercicio debe ser propuesta en base a cada individuo y por lo mismo es difícil estimar los cambios fisiológicos y la mejora de su rendimiento, ya que todos los organismos son distintos.
- **Principio de reversibilidad:** al interrumpir el entrenamiento regular aparece el desentrenamiento esto de manera muy rápida ya que al solo pasar dos semanas se pierden las adaptaciones obtenidas por un

entrenamiento regular, el parámetro más sensible a este parece ser las reservas de glucógeno, que disminuyen ya que al haber menos enzimas oxidativas, consume más de este para producir la misma cantidad de ATP a través del metabolismo anaeróbico.

- **Periodización:** este principio tiene que ver con la relación entre los estímulos y pausas y entre los diversos tipos de cargas y su aplicación en cada fase del entrenamiento.

Leyes de periodización:

- ✓ De poco a mucho.
 - ✓ De general a específico.
 - ✓ De simple a complejo.
 - ✓ Alternar trabajo y descanso.
 - ✓ Adaptar y modificar feedback.
- **Variedad:** los estímulos aplicables deben ser diferentes en sus características, volumen, intensidad y forma de ejecución.⁽³⁷⁾

2.4 Precauciones y contraindicaciones

El ejercicio resistido es un método utilizado en los programas de entrenamiento para mejorar la funcionalidad del paciente pero frente a este se debe tener las siguientes precauciones y contraindicaciones⁽³⁶⁾:

Precauciones:

- 1- Cardiovasculares la maniobra de vasalva.

- 2- Fatiga (muscular global o general).
- 3- Recuperación del ejercicio.
- 4- Sobreentrenamiento.
- 5- Movimientos sustitutivos o compensaciones.
- 6- Osteoporosis por la producción de fracturas patológicas.
- 7- Mialgia inducida por el ejercicio.

Contraindicaciones:

- 1- Inflamación.
- 2- Dolor.

2.5 Adaptaciones musculares al Ejercicio Resistido

En el caso de los adultos mayores, el entrenamiento de fuerza facilita la retención de proteínas contráctiles y puede retrasar la pérdida de masa magra y fuerza asociada al envejecimiento. Por otra parte, el entrenamiento de fuerza de alta intensidad realizado por individuos mayores provoca hipertrofia muscular por un aumento del tamaño de las fibras musculares tanto lentas (tipo I) como rápidas tipo (II), con un mayor predominio de las fibras tipo IIa.

Se han observado aumentos significativos tanto en fuerza máxima como en potencia muscular en hombres de 46 y 64 años después de 16 semanas de entrenamiento (Izquierdo y cols., 2001). Las mejoras observadas en la potencia muscular que alcanzaron las personas mayores tras 4 meses de entrenamiento fueron similares a los manifestados por el grupo de 46 años al inicio de entrenamiento, lo que significa que la participación de los adultos mayores en

programas de desarrollo de la fuerza muscular puede suponer recuperar hasta 20 años de edad funcional, en términos de potencia muscular.

El Colegio Americano de Medicina del Deporte (ACSM) sugiere que en personas de mediana edad y edad avanzada el entrenamiento de fuerza para mejorar la condición física general debe realizarse con una frecuencia de dos-tres sesiones por semana. Se deben incluir ejercicios que desarrollen la fuerza de los principales grupos musculares utilizados en la vida diaria. Asimismo, recomienda que la intensidad más apropiada para las personas de mediana edad sea 8-12 RM (aprox. 70-80% de 1RM) y para las personas mayores de 50 años o frágiles 10-15 RM (aprox. 65-75%). En su recomendación general, el ACSM, prioriza realizar entrenamientos de corta duración para favorecer la adherencia de los sujetos.⁽¹⁾

2.6 Importancia del ejercicio resistido en el adulto mayor

Reciente evidencia, en cuanto a ejercicio resistido se refiere, apoya a investigaciones anteriores que dicen que éste es la estrategia más efectiva para combatir la sarcopenia, por medio de la hipertrofia muscular y del aumento de la fuerza y potencia muscular.⁽³⁸⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾

El entrenamiento de fuerza, con ejercicio de resistencia progresiva, es uno de los tipos de entrenamiento de resistencia muscular más utilizados en adultos mayores. Durante este tipo de entrenamiento, los participantes ejercitan sus músculos contra algún grado de resistencia que se va incrementando progresivamente a medida que la fuerza mejora. Corresponde a una intervención

eficaz para mejorar también la funcionalidad física de las personas mayores (en actividades tales como: caminar, subir escaleras, entre otras).⁽⁴¹⁾

Músculos más fuertes significan un ritmo más rápido al caminar, mejora del equilibrio y la capacidad para usar las escaleras, una reducción del uso de ayudas para caminar, y un aumento de la actividad física espontánea. Las personas mayores se suelen caer con frecuencia, y muchas sufren fracturas como resultado de ello. Entre los muchos factores de riesgo reversibles está la debilidad muscular de las extremidades, el deterioro del sentido del equilibrio, y un nivel bajo de condición física general. Éstas son cualidades que pueden mejorar mediante una actividad física regular, lo cual incluye ejercicios de fortalecimiento.⁽⁴²⁾

3.- Terapia Vibratoria (Whole Body Vibration o WBV)

3.1 Conceptos y características

WBV es un estímulo mecánico caracterizado por movimientos oscilatorios entregado a todo el cuerpo desde una plataforma. Los dispositivos disponibles actualmente usan dos sistemas diferentes: (a) vibración vertical, donde toda la plataforma oscila uniformemente hacia arriba y abajo con solamente una traslación vertical; y (b) desplazamientos verticales recíprocos al lado izquierdo y derecho de un fulcro, incrementando las aceleraciones laterales. Los parámetros biomecánicos, incluidos en el entrenamiento WBV, son la posición corporal, amplitud, frecuencia, magnitud y duración.

Los efectos del entrenamiento WBV dependen de los parámetros de entrenamiento⁽⁴³⁾ que están siendo usados:

- Amplitud: grado de movimiento oscilatorio, cumbres de desplazamiento vertical en milímetros;
- Frecuencia: número de impulsos dados por segundo, en Hz;
- Magnitud: aceleración del movimiento, en g's (donde 1 g es la aceleración dada por la gravedad terrestre o 9,81 m/s²); y
- Duración: cantidad total de tiempo que una persona pasa en la plataforma, en segundos o minutos.

Las frecuencias que habitualmente se emplean varían entre los 20 y los 60 Hz o ciclos por segundo. Las frecuencias bajas (< 20Hz) se utilizan para mejorar la propiocepción, la flexibilidad y conseguir la relajación muscular. Frecuencias superiores a los 20Hz serán las que habrá que aplicar si se busca un efecto osteoblástico o de fortalecimiento muscular.⁽⁴⁴⁾

Respecto a la amplitud o desplazamiento en cada ciclo de movimiento sinusoidal, la mayoría de las plataformas permiten desplazamientos de entre 2 y 10mm, con un tiempo habitual de aplicación de entre 4 y 20 minutos, distribuidos en varias series de pocos minutos (1-3min), intercalando periodos de descanso (30-60s), realizándose con una periodicidad de entre 3 y 5 veces a la semana, si bien hay autores que obtienen resultados con un único periodo de aplicación.⁽⁴⁵⁾⁽⁴⁶⁾⁽⁴⁷⁾

Normalmente las plataformas pueden vibrar verticalmente o de forma basculante, con un componente lateral. Las primeras parecen mostrar muy buenos resultados cuando el objetivo es la potenciación muscular, con menor riesgo de

lesiones. Las basculantes por su parte y, en especial si el ritmo de las vibraciones varía estocásticamente, están ofreciendo resultados satisfactorios en la mejora de la propiocepción, al provocar sucesivas y múltiples situaciones de inestabilidad que fomentan el proceso de aprendizaje motor.⁽⁴⁸⁾⁽⁴⁹⁾

3.2 Acción y efectos sobre el músculo

La carga vibratoria produce cambios pequeños en la longitud del músculo que estimula un reflejo de vibración tónica, el cual activa los husos musculares y las motoneuronas alfa y causa la contracción muscular.⁽⁵⁰⁾

Cuando el individuo entra en contacto con la plataforma vibratoria, la vibración, como estímulo mecánico que es, se transmite a lo largo del cuerpo, activando una serie de receptores cutáneos y sensoriales musculares, principalmente husos musculares y órganos tendinosos de Golgi, desencadenando un reflejo tónico vibratorio (RTV), responsable en última instancia de la contracción y relajación muscular.⁽⁵¹⁾⁽⁵²⁾⁽⁵³⁾

Los husos musculares son fibras musculares modificadas, que se disponen en paralelo en el interior del músculo (fibras intrafusales). Su región central carece de fibras contráctiles, localizándose ahí las fibras sensitivas aferentes tipo Ia. Éstas son muy sensibles a los cambios de longitud del músculo y a la velocidad a la que se acorta, y transmiten dicha información desde los husos musculares hacia la médula espinal, donde realizan sinapsis con las alfa-motoneuronas, las cuales, a su vez, vía eferente, provocan la contracción de las fibras extrafusales, originando la contracción muscular. Estas terminaciones

primarias de los husos musculares son las que inician la contracción refleja (RTV). Por su parte, el órgano tendinoso de Golgi se encuentra en el punto de unión musculotendinoso y está innervado por fibras nerviosas sensitivas tipo Ib. Cuando el músculo se estira, el órgano tendinoso de Golgi se estira, y por lo tanto su fibra aferente se activa. Provoca una señal local que excitará a neuronas inhibitorias, que, a su vez, inhiben la motoneurona anterior alfa, relajando al músculo. Así pues, el órgano tendinoso de Golgi percibe la tensión muscular, proporcionando un mecanismo negativo de retroalimentación que evita una tensión excesiva del músculo.⁽⁵⁴⁾

Cuando la tensión aplicada al músculo es muy grande y, por lo tanto, al tendón, el efecto inhibitor debido al órgano tendinoso puede ser tal que produce una relajación brusca de todo el músculo, lo que puede explicar el incremento en la flexibilidad muscular observada tras utilizar la WBV.⁽⁵³⁾

Se ha demostrado, con técnicas de descomposición electromiográfica, que las unidades motoras adicionales que se reclutan al trabajar con la WBV proceden del mismo pool, como cuando se realiza una contracción voluntaria máxima, respetando por tanto el orden de reclutamiento de unidades motoras. Se ha observado también que mientras que en un entrenamiento convencional sólo se implica alrededor del 40% de las fibras musculares, con la plataforma vibratoria el porcentaje asciende hasta el 100%.⁽⁵⁵⁾

Por todo ello, diferentes autores han descrito que el uso de las WBV duplica los efectos de la actividad física, sin requerir apenas esfuerzo por parte del

usuario, en un periodo de entrenamiento más corto. Algunos autores sugieren para explicar este hecho, un incremento en la sincronización de la actividad de las unidades motoras, así como una mejor coordinación entre músculos sinergistas y un aumento en la inhibición de los antagonistas. Los repetidos estiramientos sobre músculos, tendones y ligamentos que acontecen con el movimiento vibratorio, provocan la activación del reflejo miotático y con ello un aumento de las contracciones reflejas y voluntarias, por la mayor implicación de algunas áreas motoras cerebrales.⁽⁴⁷⁾⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾

El estímulo mecánico produce un reflejo de estiramiento y contracción entre 30-60 veces por segundo, por lo que los músculos se contraen de forma más o menos continua, siendo mayor el efecto cuanto más estirado está el músculo. Optimiza la coordinación de las unidades motoras, con menor posibilidad de lesiones por sobrecarga, al presentar un efecto más rápido que el entrenamiento convencional.⁽⁴⁵⁾

Sobre el sistema musculoesquelético, los trabajos publicados señalan un incremento en la fuerza muscular a expensas, principalmente, de la fuerza explosiva, con una disminución del nivel de fatiga muscular. La potencia así como el trabajo muscular aumentan, independientemente de la edad.⁽⁵⁵⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁵⁹⁾

Runge, et al. observaron una mejora en la fuerza muscular de los miembros inferiores, en 34 ancianos tras un tratamiento de 2 meses (6 min al día, tres veces a la semana, 27Hz), así como una mejora en la movilidad articular, al ser capaz la vibración de liberar adherencias articulares, facilitando la flexibilidad

muscular. Por otra parte, se ha descrito que el aumento del flujo sanguíneo a la zona, favorecería la relajación muscular. Fagnani, et al. trabajaron con 13 atletas femeninas durante 8 s (3 veces/s) describiendo frente al grupo control, una mejora en la fuerza de la musculatura extensora de rodilla, en el salto vertical y en la flexibilidad, destacando la capacidad para prevenir lesiones musculotendinosas que el trabajo con plataformas puede significar.⁽⁵³⁾⁽⁶⁰⁾⁽⁶¹⁾

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.- Búsqueda sistemática de la información

Se realizó una búsqueda sistemática de la información en las bases de datos: Pubmed, Pedro, Cochrane y Lilacs .Con el fin de recabar la información necesaria para responder a la pregunta de búsqueda y esclarecer lo novedoso de este estudio y su aporte a la investigación.

Pregunta de búsqueda:

¿Es efectivo el ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria, según la evidencia científica actualmente disponible, para incrementar la fuerza muscular en adultos mayores?

Protocolo de búsqueda:

A continuación se detalla como se realizó la búsqueda en cada una de las bases de datos consultadas.

✓ **Base de datos: PUBMED**

Primero se identificaron los términos de la búsqueda en el sistema MESH:

Vibration:

A continuing periodic change in displacement with respect to a fixed reference. (McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 6th ed).

Muscle Strength:

The amount of force generated by MUSCLE CONTRACTION. Muscle strength can be measured during isometric, isotonic, or isokinetic contraction, either manually or using a device such as a MUSCLE STRENGTH DYNAMOMETER.

Year introduced: 2007

Aged:

A person 65 through 79 years of age. For a person older than 79 years, **AGED**, 80 AND OVER is available.

Year introduced: 1966

Los términos whole body vibration y older adults no fueron encontrados en el sistema MESH, pero se ingresaron como términos libres.

Limites:

- Publication date: 5 years.
- Species: humans.
- Articles types: clinical trial, controlled clinical trial, meta-analisis, randomized controlled trial, systematic reviews.
- Aged: 65+ years.

Frase de búsqueda:

*Whole body vibration AND older adults AND muscle strength

*(whole[All Fields] AND ("human body"[MeSH Terms] OR ("human"[All Fields] AND "body"[All Fields]) OR "human body"[All Fields] OR "body"[All Fields]) AND ("vibration"[MeSH Terms] OR "vibration"[All Fields]) AND older[All Fields] AND ("adult"[MeSH Terms] OR "adult"[All Fields] OR "adults"[All Fields]) AND ("muscle strength"[MeSH Terms] OR ("muscle"[All Fields] AND "strength"[All Fields]) OR "muscle strength"[All Fields])) AND ("2007/06/16"[PDat] : "2012/06/13"[PDat] AND "humans"[MeSH Terms] AND (Clinical Trial[ptyp] OR Controlled Clinical Trial[ptyp] OR Meta-Analysis[ptyp] OR Randomized Controlled Trial[ptyp] OR systematic[sb]) AND "aged"[MeSH Terms])

Resultados de la búsqueda: 11 artículos.

De estos, 3 son revisiones sistemáticas y 8 son ensayos clínicos. Sólo 7, de la totalidad de los artículos, estaban disponibles.

Artículos que parecen responder la pregunta: 4 artículos.

✓ **Base de datos:** PEDRO.

Se ingresaron los siguientes términos: whole body vibration AND older adults AND muscle strength.

Resultados de la búsqueda: 5 artículos.

De estos, 2 son revisiones sistemáticas y 3 son ensayos clínicos. Sólo 1 artículo no estaba disponible.

Artículos que parecen responden a la pregunta: 3 artículos.

- ✓ **Base de datos:** Biblioteca Cochrane.

Se ingresaron los siguientes términos: whole body vibration AND older adults AND muscle strength.

Resultados de la búsqueda: 0 artículos.

- ✓ **Base de datos:** Lilacs.

Se ingresaron los siguientes términos: whole body vibration AND older adults AND muscle strength.

Resultados de la búsqueda : 0 artículos.

Resultados de la búsqueda sistemática de información:

Como resultado final de la búsqueda en las bases de datos ya mencionadas se obtuvieron 16 artículos (11 en pubmed y 5 en pedro, de los cuales 4 se encontraban en ambas bases de datos).

De la totalidad de estos, sólo 5 artículos parecen responder a nuestra pregunta:

- The effect of the whole body vibration exposure on muscle or bone morphology and function in older adults: a systematic review of literature.

Monica Mikhael et al.

- Effects of whole body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial.

Sven S Rees et al.

- Effects of the whole body vibration training on cardiorespiratory fitness and muscle strength in older individuals (a 1-year randomised controlled trial).

An C. G. Bogaerts et al.

- Effect of the whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for female 65 years and older: a randomized- controlled trial.

S.von Stengel et al.

- Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial.

A. Machado et al.

2. Análisis Crítico de la Literatura

De los artículos previamente citados, fueron seleccionados 2 de ellos, de acuerdo a su tipo de población (personas dentro del rango etéreo, desde 65 años de edad hacia adelante), que corresponde a la población de nuestro estudio y al tipo de intervención que aplicaron, para ser analizados críticamente con el uso de las guías para usuarios de la literatura médica publicadas en JAMA⁽⁶²⁾ :

1.-"El entrenamiento "Whole Body Vibration" incrementa la fuerza y masa muscular en mujeres mayores: un ensayo controlado aleatorizado "

" Whole-body vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized-controlled trial"⁽⁵⁾

A. Machado, D. García-López, J. González-Gallego, N. Garatachea.

El estudio pretende medir los cambios en el tejido muscular, potencia y movilidad en mujeres mayores, con 10 semanas de entrenamiento "Whole Body Vibration"(WBV).

Los sujetos estudiados fueron adultos mayores (mujeres) que viven en comunidad, reclutadas a través de anuncios y de cartas personales enviadas por centros comunitarios de adultos mayores, voluntarias a participar en un estudio de

10 semanas de entrenamiento. Los criterios de inclusion para participar en el estudio eran: ser de sexo femenino y tener entre 65 a 90 años de edad. Los criterios de exclusion fueron: enfermedades o medicamentos conocidos que afectasen la fuerza y masa muscular, participar en programas de ejercicios de moderada intensidad por más de 2 horas a la semana; personas que sufren de diabetes, enfermedades neuromusculares o degenerativas, enfermedades serias al corazon, accidente cerebrovascular, tener un implante, bypass o stent. Posteriormente, los participantes fueron informados cuidadosamente sobre el diseño del estudio y firmaron un consentimiento informado por escrito antes de la participacion. La investigacion se llevo a cabo de acuerdo a la declaracion de Helsinki y fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad de Leon, España.

Se utilizó un diseño aleatorizado y controlado. El fisiatra que realizó las evaluaciones era ciego con respecto a la aplicación del entrenamiento WBV, sin embargo, ni los pacientes ni el entrenador que llevó a cabo el programa de entrenamiento fueron cegados, porque era “imposible hacerlo” (según señaló el propio estudio). Los sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los grupos tras la evaluacion inicial: 14 sujetos fueron asignados al grupo control (CON) y 15 fueron asignados al grupo experimental (WBV). Dos sujetos del grupo WBV abandonaron el estudio por problemas de salud no relacionados con el protocolo de entrenamiento y un sujeto del grupo CON abandonó el estudio a causa de problemas ajenos, no relacionados a razones médicas. Por lo tanto, los resultados se obtuvieron a partir de los 26 sujetos restantes (WBV: n=13, media de edad=79 años; CON: n=13, media de edad=76 años).

Se recogieron datos iniciales (pretest) y posteriormente se volvieron a recoger datos similares (post test) a las 10 semanas, tras el periodo de entrenamiento/control. Se realizaron (al pretest y luego al posttest): una tomografía axial computarizada, para medir el área muscular de la sección transversal (CSA) del vasto medial (VM), vasto lateral (VL) y biceps femoral (BF) de la pierna dominante; y la Prueba de Maxima Contraccion Isométrica Voluntaria (MVIC) de los extensores de miembro inferior (cadera, rodilla y tobillo), que fue medida utilizando una máquina de prensa de piernas horizontal. Además, se midió la superficie de actividad electromiográfica (SEMG) del VM, VL y BF de la pierna dominante mientras se realizaba la Prueba de MVIC. Además, se midió el movimiento y la potencia máxima al 20%, 40% y al 60% del MVIC, utilizando la misma máquina de prensa horizontal de piernas. Y por último, se midió la movilidad por medio el Test Time Up and Go (TUG). Una semana antes del pretest los sujetos concurren a 2 sesiones de familiarización con los procedimientos de prueba.

El análisis estadístico se realizó con un análisis de varianza (ANOVA). Las diferencias en los valores de pretest entre grupos se evaluaron utilizando un t-test. El nivel de significancia se fijó en $p < 0,05$ para todas las comparaciones.

El grupo WBV ejercitó durante 10 semanas sobre una plataforma vibratoria (Fitvibe, GymnaUniphy NV, Bilzen, Bélgica). Todas las sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo desde las 09:00-13:00 horas. El entrenamiento WBV consistió en un programa para el tren inferior que constaba de ejercicios sin carga estática y de ejercicios dinámicos. Los ejercicios incluyeron una media sentadilla (ángulo de la rodilla entre 120° y 130°) y una sentadilla profunda

(ángulo de la rodilla 90°) y una amplia postura en cuclillas. El volumen y la intensidad de entrenamiento fueron bajas al principio, pero progresaron lentamente de acuerdo al “Principio de Sobrecarga”. El volumen de entrenamiento fue aumentando sistemáticamente incrementando la duración de las sesiones WBV, el número de series por ejercicio, o el número de diferentes ejercicios. La intensidad del entrenamiento se incrementó al aumentar la amplitud (2-4mm) o la frecuencia (20-40 Hz) de la vibración. Cada sesión de entrenamiento WBV fue precedida por 10 min de calentamiento que incluía ejercicio aeróbico y de estiramiento. Al final de la sesión, los participantes realizaron un período de vuelta a la calma. A los sujetos del grupo CON se les pidió que no cambiaran su estilo de vida durante el estudio y el no participar en ningún tipo de actividad física.

En cuanto a los resultados obtenidos, al pretest el CSA no difirió significativamente para VM y BF entre ambos grupos (WBV y CON). Sin embargo, VL fue mayor para el grupo CON ($P < 0.05$). Al post test, mostró un aumento significativo para VM (8,7%) y BF (15,5%) en el CSA tras 10 semanas de entrenamiento WBV. En contraste, no se detectaron cambios en el grupo CON. Con respecto a la Prueba de MVIC, no existieron diferencias significativas entre los grupos en el pretest. El MVIC aumentó significativamente del pretest al posttest solamente en el grupo WBV (38,8+/- 18,3%).

En el posttest, la EMG reveló diferencias para BF entre ambos grupos ($P < 0,05$). En cuanto a la potencia máxima a diferentes porcentajes del MVIC (20%, 40% y 60%), no hubo diferencias significativas al pretest entre los grupos. Las comparaciones indicaron una disminución significativa, del pretest al posttest, en el grupo CON ($P < 0,05$). Y por último, en cuanto a la movilidad, no hubo

diferencias significativas entre los grupos durante el pretest, pero el grupo WBV aumentó la movilidad del pretest al postest (9,0%); por otro lado, en el grupo CON, no hubo cambios significativos.

Análisis crítico:

Este ensayo fue aceptado para su publicación el 29 de diciembre del 2008 y publicado en la revista *Scandinavian Journal of Medicine and Sport*. Está ingresado en Pubmed y Pedro con una puntuación 5/10.

El objetivo del estudio no se explicita. En cuanto a la población, se especifican claramente los criterios de inclusion y exclusion. Esta misma fue dividida en 2 grupos por aleatorización, de la cual no se describe el método por el cual fue realizada. Antes de comenzar el estudio, cada participante firmó un consentimiento informado.

En cuanto al seguimiento, éste fue completo (10 semanas) pero existieron algunas pérdidas, las cuales no fueron incluidas posteriormente en los resultados. Se llevó a cabo un análisis de los pacientes en los grupos a los que fueron asignados aleatoriamente.

En lo respectivo al cegamiento, el fisiatra que realizó las evaluaciones era ciego, pero los pacientes y el entrenador no lo eran, por lo que los resultados podrían estar sesgados. Además, en el artículo, no se explica si el entrenador, que aplicaba la intervención, estaba previamente capacitado para llevar a cabo una intervención estándar a cada paciente. En cuanto a los grupos, no existían diferencias significativas entre ellos previo al inicio del periodo de entrenamiento (no se detectaron diferencias significativas con respecto a la edad, masa corporal, o IMC; a excepción de la altura). Lo que si difirió entre ambos fue el trato que se les

dio, debido a que al grupo WBV se le aplicó un entrenamiento en plataforma vibratoria; en cambio al grupo CON no se le aplicó ninguna intervención y se le recomendó no cambiar su estilo de vida.

En lo que respecta a los resultados, todos ellos fueron determinados de acuerdo al valor de significancia $p < 0,05$, sin embargo al no incluirse las pérdidas de seguimiento en éstos, se puede decir que no fueron considerados todos los resultados clínicamente importantes. En el artículo, se estimó que la máxima contracción voluntaria isométrica (MVIC) aumentó un 38.8% en el grupo WBV, sin cambios en el grupo CON. Electromiográficamente, la actividad del VM, VL y el BF no difirió en ninguno de los grupos. El CSA aumentó significativamente tras el entrenamiento en el VM (8,7%) y el BF (15.5%). La potencia muscular al 20%, 40% y 60% del MVIC disminuyó del pretest al posttest en el grupo CON, en cambio el entrenamiento evitó su disminución en el grupo WBV. Y por último, la movilidad aumentó significativamente (9,0%) solamente en el grupo WBV.

La aplicación de los resultados de este estudio a potenciales pacientes es dudosa debido a que los criterios de comparación rozan la ética debido a que los grupos no eran homogéneos en cuanto a los tratamientos aplicados a cada uno de ellos (a los miembros del grupo CON se les pidió que no cambiaran su estilo de vida durante el estudio y que no participaran en ningún tipo de actividad física, lo que hace pensar que las comparaciones entre los grupos podrían estar sesgadas.

Según los mismos autores del estudio, los pacientes se familiarizaron rápido con el programa de entrenamiento WBV, la mayoría de ellos disfrutó de la vibración y no les fue difícil ejecutar el entrenamiento. Además, no se reportaron efectos adversos y la adherencia promedio en este grupo fue alta (94,8%). Por lo

que se puede decir que los beneficios del tratamiento superaron a los posibles efectos nocivos del mismo.

En el estudio se señala que es una buena alternativa para adultos mayores que no puedan llevar a cabo un programa estandar de ejercicios y se indica que, con los resultados del estudio, las adaptaciones generadas por el entrenamiento WBV son utiles para contrarestar la perdida de fuerza muscular asociada a la sarcopenia, pero que las diferencias en las amplitudes y vibraciones del tratamiento hacen necesario que se cree un protocolo estandarizado.

2.- “Efectos de Whole Body Vibration en el rendimiento neuromuscular y la composicion corporal en mujeres mayores de 65 años: un ensayo controlado aleatorizado”

“Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized-controlled trial”⁽⁶⁾

S. von Stengel et al, W. Kemmler, K. Engelke, A. Kalender.

Este estudio determinó el efecto adyuvante de WBV, como parte de un programa multifuncional de entrenamiento centrado en factores de riesgo para osteoporosis. En este trabajo, se reportaron los efectos sobre rendimiento neuromuscular y la composición corporal. Los autores de este artículo pusieron a prueba la hipótesis de que el estímulo de la vibración aumenta el efecto en el rendimiento neuromuscular y en la composición corporal cuando se añade a un programa no específico de ejercicio multimodal, diseñado para impactar en una variedad de parámetros relacionados con la salud.

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Erlangen y todos los participantes dieron su consentimiento informado por escrito.

Los sujetos fueron mujeres postmenopausicas, de 65 años y más de edad y que vivian independientemente, las cuales fueron reclutadas por email en la comunidad de Erlangen-Nuremberg, Alemania, entre Mayo del 2005 y Enero del 2006. Los criterios de exclusión fueron: medicación o enfermedades que afectasen el metabolismo óseo consumidos en los últimos 2 años, medicacion que afectase el rendimiento neuromuscular y el riesgo de caidas, implantes en las extremidades inferiores o en la columna vertebral, enfermedades a los ojos que afectasen la retina, y baja capacidad física ($< 50W$ en ergometría). Ciento cincuenta y un mujeres postmenopáusicas de 65-76 años de edad (edad media de $68,5 \pm 3,1$ años) fueron incluidas en el estudio. Los sujetos fueron aleatorizados, por bloques estratificados por edad generados por un programa computacional, en 3 grupos: (1) un grupo de entrenamiento (TG: $n=50$), un grupo de entrenamiento con vibración (VTG: $n=50$) y un grupo de control (de *bienestar*) (CG: $n=51$). Los sujetos no fueron cegados, pero los grupos entrenaban separadamente para evitar el contacto entre ellos.

Las mediciones basales y de seguimiento fueron hechas por el mismo investigador asistente, el cual no estaba informado acerca de la asignacion de los participantes a los respectivos grupos. Se midieron los datos antropométricos, tales como: peso (se utilizó una escala digital), altura (se utilizó un estadiómetro), masa magra y grasa corporal total y grasa abdominal (se utilizó una absorciometría dual de rayos X). También se midió la fuerza maxima isometrica para la extension de pierna, flexion y extension de tronco, y flexion de mano (utilizándose una plataforma de para la medición de fuerza). Además, se midieron la potencia de piernas (por medio de un salto con contramovimiento (CMJ) ejecutado sobre la

plataforma para la medición de fuerza), los datos nutricionales (por medio de una evaluación nutricional) y los factores de confusión que afectan a los criterios de valoración, tales como medicamentos, enfermedades, estilo de vida (que fueron determinados mediante un cuestionario). La intervención comenzó en Enero de 2006 y duró 18 meses.

Grupos de entrenamiento (TG y VTG):

A ambos grupos se les solicitó llevar a cabo 2 sesiones supervisadas de entrenamiento por semana (60 min). Cada sesión incluía: 20 minutos de baile aeróbico, 5 minutos de coordinación y balance, 20 minutos de entrenamiento funcional de fuerza para tronco y extremidades superiores, realizado en el suelo; y por último 15 minutos de entrenamiento de fuerza para piernas sobre las plataformas vibratorias. En ambos grupos, se realizaron los mismos ejercicios dinámicos sobre las plataformas vibratorias: elevación de talón, sentadilla profunda de una pierna y abducción de piernas. En VTG la frecuencia de vibración fue de 25 a 35 Hz (amplitud 1.7-2.0 mm), mientras que en TG las plataformas eran apagadas. A los 3 meses, y nuevamente a los 6 meses, la intensidad del entrenamiento se incrementaba al aumentar la frecuencia (de 25 a 30 Hz y luego a 35 Hz). Después de 6 meses, la elevación de talones fue reemplazada por sentadillas profundas de una pierna con elevación de talones. Además, a los participantes de los grupos de entrenamiento se les solicitó llevar a cabo una sesión de entrenamiento en casa, de 15-20-min, dos veces a la semana, que consistía en una variedad de ejercicios de fuerza y estiramiento, los cuales fueron modificados cada 6 meses.

Grupo control (de bienestar): realizó ejercicio físico ligero y un programa de relajación una vez por semana en bloques de 10 semanas, con un descanso de 10 semanas entre bloques. El programa de baja intensidad y volumen fue diseñado para no generar un impacto en los parámetros físicos correspondientes con los criterios de valoración.

Se usó el Test Kolgomorov-Smirnov para determinar si es que un dato dado siguió una distribución normal. La homogeneidad de la varianza se determinó usando el Test Levine's F. Con excepción de la edad, todas las variables fueron distribuidas normalmente. Para comparar las características de base de los tres grupos se utilizó ANOVA. Alternativamente, para la edad, se usó el Test Kruskal-Wallis.

Siete participantes del grupo VTG, cinco del grupo TG, y cuatro del grupo CG abandonaron el entrenamiento por razones personales y de salud. En total, 46 sujetos del grupo VTG, 47 del grupo TG y 48 del grupo CG se sometieron al período de seguimiento.

En cuanto a los resultados, no hubo cambios significativos en lo que respecta a peso corporal, pero hubo una tendencia a la ganancia en el grupo control (+1,1+-4,9%). Ambos grupos de entrenamiento perdieron grasa corporal a un nivel que fue estadísticamente significativo (VFTG:-2,2+-5,4%; TG:-3.6+-6.0%), mientras que no hubo cambio alguno en el grupo control (0.0+-7.0%). Sin embargo, solamente la diferencia entre el grupo TG y el grupo CG fue significativa. Hubo una pérdida de grasa en la región abdominal en ambos grupos

de entrenamiento (VTG: -12.1 +- 9.0%; TG:-11.4 +-9.1%). La masa magra aumentó significativamente sólo en el grupo TG (+1.3+-3.3%). Esta ganancia fue significativamente más alta que en el grupo control. Nuevamente, no hubo diferencia significativa entre los grupos de entrenamiento.

En cuanto a la fuerza y potencia máxima, sólo el grupo VTG mostró un aumento estadísticamente significativo en fuerza máxima de flexión de tronco (+16.4+-28.1%). Esta diferencia fue significativa en comparación con el valor del grupo CG (+2.1+-29.0%). Ambos grupos de entrenamiento mostraron un aumento estadísticamente significativo en fuerza de extensión de tronco (VTG:+6.2+-17.2%; TG:+6.7 +-18.2%). Estos cambios fueron estadísticamente significativos en comparación con el grupo CG (-3.9+-13.4%). Un incremento de la fuerza máxima de la pierna también se observó en ambos grupos de entrenamiento (VTG.+16.2+-27.1; TG:+11.8+-20.2), pero solamente la diferencia entre VTG Y CG fue significativa (P= 0,21; CI: 10,32 a 156, 77N; ES: 0,56). La potencia de pierna determinada vía CMJ aumentó solamente en el grupo VTG (+7.9+- 13.3%). Sin embargo, las diferencias entre grupos no fueron significativas.

Análisis crítico: Este ensayo fue aceptado para su publicación el 5 de febrero del 2008 y publicado en la revista *Scandinavian Journal of Medicine and Sport*. Está ingresado en Pubmed y Pedro con una puntuación 7/10.

El objetivo no se explicita. La población fue dividida en 3 grupos por aleatorización, a través de un programa computacional. Se describen los criterios exclusion, pero los de inclusion no quedan claros. Cada participante firmó un

consentimiento informado. El seguimiento fue completo (18 semanas), pero existieron algunas pérdidas, las cuales fueron incluidas en los resultados. Todos los participantes fueron analizados en los grupos a los que fueron asignados aleatoriamente.

En cuanto al cegamiento, el investigador que realizó las evaluaciones era ciego pero los pacientes no, sólo se hizo que entrenaran separadamente para evitar el contacto entre ellos y no se explicita si el entrenador estaba ciego o no, por lo que los resultados pueden estar sesgados. Además no explica si el entrenador que aplicaba la intervención estaba previamente capacitado para dar una intervención estándar a cada paciente. En cuanto a los grupos, no existían diferencias significativas entre ellos antes de comenzar el periodo de entrenamiento y a los tres grupos se les aplicó intervención: los grupos VTG y TG tuvieron el mismo entrenamiento realizado sobre la plataforma vibratoria, pero el segundo grupo lo hacía con ésta apagada; y al grupo CG se le aplicó un programa de bienestar que no afectara los parámetros que se evaluaban.

En lo que respecta a los resultados, el estudio indica que el programa de entrenamiento tuvo efectos positivos en el porcentaje de grasa corporal y abdominal pero sin mostrar efecto mayor gracias a la terapia vibratoria; pero en el caso de la potencia y fuerza muscular, los resultados estaban a favor del grupo VTG. El valor p no es específica, pero sí aparece como menor a 0,05 en las tablas de resultados.

Con respecto a los beneficios del tratamiento, los autores del artículo señalan que no se presentaron efectos adversos en los pacientes del grupo VTG, por parte del estímulo vibratorio.

En cuanto a la aplicabilidad a potenciales pacientes, es dudosa debido, a que a pesar de que los grupos de entrenamiento (TG y VTG) eran homogéneos en cuanto a sus tratamiento (la única diferencia entre ambos era que las plataformas eran encendidas o apagadas según el grupo), la existencia de un grupo de control (CG), en el que su programa fue diseñado para no generar un impacto en los parámetros físicos correspondientes con los criterios se evaluaban, hace pensar que las comparaciones entre este grupo y los 2 primeros podrían estar sesgadas.

Por último, se señala en el mismo artículo que no hay protocolo estandarizado en la literatura existente para el entrenamiento Whole Body Vibration por lo que es necesario ejecutar más estudios sobre este tipo de entrenamiento.

3. Conclusión del Análisis Crítico

Se realizó una búsqueda sistemática de la información, en distintas bases de datos, PubMed, Pedro, Biblioteca Cochrane y Lilacs, obteniendo finalmente dos ensayos clínicos que parecían responder a la búsqueda. Al realizar el análisis crítico de estos artículos, se concluye que no existe evidencia de calidad que responda la pregunta de búsqueda, debido a que existe una gran diversidad de protocolos de entrenamiento sobre plataforma vibratoria y no existe un consenso entre los estudios con respecto a este tema. Además, no existen estudios aún publicados que comparen el entrenamiento de resistencia sobre plataforma vibratoria versus el entrenamiento de resistencia común, realizándose los mismos ejercicios con y sin vibración a modo de determinar la real efectividad del ejercicio en plataforma vibratoria sobre el aumento de fuerza en ambos sexos. La mayoría de los estudios tenían varios errores metodológicos, entre ellos: ausencia de enmascaramiento, protocolos de entrenamiento diversos, inespecificación de criterios de inclusión, comparaciones potencialmente sesgadas por protocolos de tratamiento extremadamente heterogéneos, entre otros.

Finalmente se concluye, que a pesar de que existen estudios acerca del tema, aún es necesaria la realización de ensayos clínicos de alta calidad, que respondan la pregunta acerca de la efectividad del ejercicio de tipo resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” versus el ejercicio resistido por sí solo, en el aumento de la fuerza muscular de miembro inferior, en adultos mayores.

CAPÍTULO III

Proyecto de Investigación

1. Pregunta de Investigación

¿Cuál es la efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration”, en comparación a un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores, en Adultos Mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo, de la Comuna de Temuco, entre los meses de Abril y Septiembre del año 2013?

1.1 Objetivo General

Comparar la efectividad entre un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” y un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores, en Adultos Mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo, de la Comuna de Temuco, entre los meses de Abril a Septiembre del año 2013.

1.2 Objetivos Específicos

Primarios

- 1.- Determinar la efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration” en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores.
- 2.- Determinar la efectividad de un protocolo de ejercicio resistido en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores.
- 3.- Determinar si existen diferencias significativas, en efectividad, entre un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration” y un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores.

Secundarios

- 1.- Determinar la efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration” en la disminución del riesgo de caídas.
- 2.- Determinar la efectividad de un protocolo de ejercicio resistido en la disminución del riesgo de caídas.
- 3.- Determinar si existen diferencias significativas, en efectividad, entre un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration” y un protocolo de ejercicio resistido, en la disminución del riesgo de caídas.

2. Justificación

2.1 Análisis FINER

La realización de este ensayo clínico es:

Factible: ambos entrenamientos, tanto el del grupo control y el del grupo intervención, serán reproducibles de llevar a cabo en dependencias del CESFAM Pueblo Nuevo. En cuanto a recursos materiales, las plataformas vibratorias serán costeadas mediante la postulación a fondos concursables, tales como el FONDECYT o Fondos de la Universidad. En lo que respecta al equipo de investigación, éste cuenta con el tiempo suficiente, los conocimientos necesarios y las competencias para desarrollar la investigación. Y por último, la población en estudio será obtenida de la misma entidad donde se realizará el estudio.

Interesante:

Para el país y para la región, sobre la efectividad de un nuevo tipo de entrenamiento, dirigido a paliar una de las problemáticas de salud principales del Adulto Mayor, como es la sarcopenia y las caídas.

Para los pacientes, puesto a que el *Whole Body Vibration* es una forma de entrenamiento que, de acuerdo a los estudios previamente analizados, no es tan estresante para el sistema musculoesquelético y respiratorio, que requiere de menos tiempo por sesión, en comparación a otro tipo de entrenamiento para lograr los mismos fines. Además, según estos mismos estudios, se señala que este tipo de entrenamiento no genera efectos adversos.

Para los profesionales del área, debido a que proporciona una nueva alternativa de trabajo para atender a los Adultos Mayores.

Para el equipo investigador, es de suma importancia esclarecer la dudas respecto al tema y la controversia que existe respecto a su real efectividad.

Novedosa: Debido a que no existe evidencia de calidad que demuestre la verdadera efectividad de este nuevo tipo de entrenamiento, en comparación a un entrenamiento convencional de resistencia, para el aumento de la fuerza muscular en Adultos Mayores. Además, este tipo de entrenamiento no se realiza de manera habitual en nuestro país, y de acuerdo a los resultados que proporcione este estudio (favorables o desfavorables en cuanto al entrenamiento de intervención), podría comenzar a implementarse en centros de salud para el cuidado del Adulto Mayor.

Ética: En la realización de este estudio se respetan los principios fundamentales de la investigación en humanos, los cuales son: el Principio de Autonomía, Beneficiencia, Justicia y No Maleficencia), ya que las intervenciones no presentan riesgos para la salud del paciente. Las personas que se incluirán al estudio contarán con su consentimiento informado. Además, el beneficio potencial de la intervención terapéutica supera posibles riesgos asociados a esta.

Relevante: Debido a que la población de Adultos Mayores, tanto en Chile como a nivel mundial, ha aumentado considerablemente en los últimos años. Por ello, es importante preservar la integridad y mejorar la calidad de vida de este tipo de pacientes, por lo que es necesario investigar la potencial efectividad de este nuevo tipo de entrenamiento (WBV), en comparación a un protocolo común de ejercicio resistido, en la mejoría de la fuerza muscular dado el cuadro de sarcopenia propia del envejecimiento, y las repercusiones de ésta (sarcopenia) en el diario vivir de los adultos mayores, como lo son las caídas, frecuente problemática en estos

pacientes. Es así como este estudio nos permitirá obtener información válida y confiable para su posterior implementación, dado que los ensayos clínicos poseen el mayor nivel de evidencia en cuanto a investigación. De acuerdo a los resultados que se desprendan de este estudio, se puede: aceptar el protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “Whole Body Vibration”, como nueva terapia y comenzar a implementarla, masificándola posteriormente al país (en el caso de que los resultados fuesen favorables para el protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria WBV, en comparación al protocolo de ejercicio resistido convencional) o descartarla como tratamiento para la disfunción muscular en los adultos mayores (en caso de que el entrenamiento de resistencia tuviese mejores resultados en el aumento de la fuerza muscular, en comparación al mismo protocolo de ejercicio pero asociándolo a terapia vibratoria o que se demostrara que éste nuevo tipo de entrenamiento no repercute significativamente en el aumento de la fuerza muscular en el adulto mayor).

CAPÍTULO IV

Material y Método

1. Diseño de investigación propuesto

1.1 Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado

El estudio se llevará a cabo mediante un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado Doble Ciego (Evaluador y Sujetos), en el cual se evaluarán dos grupos de pacientes (uno de tipo control y otro experimental). En el grupo de control se les aplicará un protocolo de ejercicio resistido, mientras que al grupo experimental se le aplicará un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia de vibración (Whole Body Vibration). A ambos grupos, control y experimental, se les realizarán mediciones basales de las variables en estudio, seguimiento y mediciones de resultado de dichas variables. La población de estudio corresponderá adultos mayores que asisten al Centro de Salud Familiar (CESFAM) Pueblo Nuevo.

El diseño del estudio será un Ensayo Clínico Controlado Aleatorizado (ECCA). Este tipo de estudio es uno de los más confiables y cuenta con un alto nivel de evidencia, puede producir la prueba más firme de causa y efecto, produce comparabilidad en los grupos de estudio, elimina sesgos en la asignación y evaluación de los participantes, elimina confusión debida a variables basales y garantiza que las pruebas estadísticas tendrán niveles de significancia válidos, pese a ello es importante mencionar que a menudo resultan costosos y requieren mucho tiempo.⁽⁶³⁾

Es un estudio prospectivo que intenta comparar el efecto y el valor de una o más intervenciones, versus un control, en seres humanos con una condición médica.⁽⁶⁴⁾

Un ensayo clínico es un experimento controlado en voluntarios humanos que se utiliza para evaluar la seguridad y eficacia de tratamientos o intervenciones contra enfermedades y problemas de salud de cualquier tipo. Los ensayos clínicos controlados aleatorizados (ECCA) son considerados el paradigma de la investigación epidemiológica, porque son los diseños que más se acercan a un experimento por el control de las condiciones bajo estudio y porque pueden establecer relaciones causa-efecto si las siguientes estrategias se establecen eficientemente: a) asignación de la maniobra de intervención mediante mecanismos de aleatorización en sujetos con características homogéneas que permiten garantizar la comparabilidad de poblaciones; b) la utilización de un grupo control permite la comparación no sesgada de efectos de dos posibles tratamientos, el nuevo, habitual o placebo; c) el cegamiento de los grupos de tratamiento permite minimizar los posibles sesgos de información y posibilita la comparabilidad de información, y d) finalmente, la incorporación de las estrategias descritas previamente permiten la comparabilidad en el análisis.⁽⁶⁵⁾

Ventajas y Desventajas

Los ensayos clínicos controlados aleatorizados, al igual que otros diseños de investigación analíticos, cuentan con ventajas y desventajas, las que se enumeran a continuación.

Ventajas de los ensayos clínicos controlados aleatorizados:

- **Experimentos controlados:** El investigador diseña un protocolo de investigación en el que define mecanismos de control que operarán antes y durante el desarrollo de la fase experimental con el objeto de cautelar la seguridad del sujeto de experimentación.
- **Estudios prospectivos:** Su ejecución ocurre a lo largo de un período de tiempo definido por el investigador quién participa desde el comienzo, manipulando la variable independiente, hasta el final del experimento, analizando la ocurrencia de la variable dependiente.
- **Rigor para establecer causa:** El ensayo clínico controlado es el único diseño de investigación capaz de comprobar hipótesis causales.
- **Prueba de efectividad, eficacia y equivalencia:** El diseño experimental permite caracterizar la naturaleza profiláctica o terapéutica de diferentes intervenciones médicas.
- **Examina efectos adversos:** El desarrollo de un estudio experimental permite conocer y cuantificar la aparición de efectos colaterales indeseados a consecuencia de la intervención en estudio.

Desventajas de los ensayos clínicos controlados:

- **Complejidad:** La posibilidad de manipular la variable independiente, determinar causalidad y experimentar en seres humanos, confiere a los ensayos clínicos un alto grado de complejidad.
- **Costo:** La naturaleza de los estudios clínicos experimentales exige el uso de productos biológicos, farmacológicos o procedimientos terapéuticos y de control y monitoreo no exentos de costo.⁽⁶⁴⁾

2. Población en estudio

Población Diana

Hombres y mujeres de edad igual o mayor de 65 años, pertenecientes a la comuna de Temuco.

Población Accesible

Hombres y mujeres de edad igual o mayor de 65 años que asisten regularmente al CESFAM Pueblo Nuevo durante el año 2013.

Muestra

Hombres y mujeres de edad igual o mayor de 65 años que asisten regularmente al CESFAM Pueblo Nuevo, de la comuna de Temuco, durante el año 2013, que cumplan con los criterios de inclusión, se les descarte los criterios de exclusión y que accedan voluntariamente a la participación en el estudio.

Criterios de selección

2.1 Criterios de Inclusión:

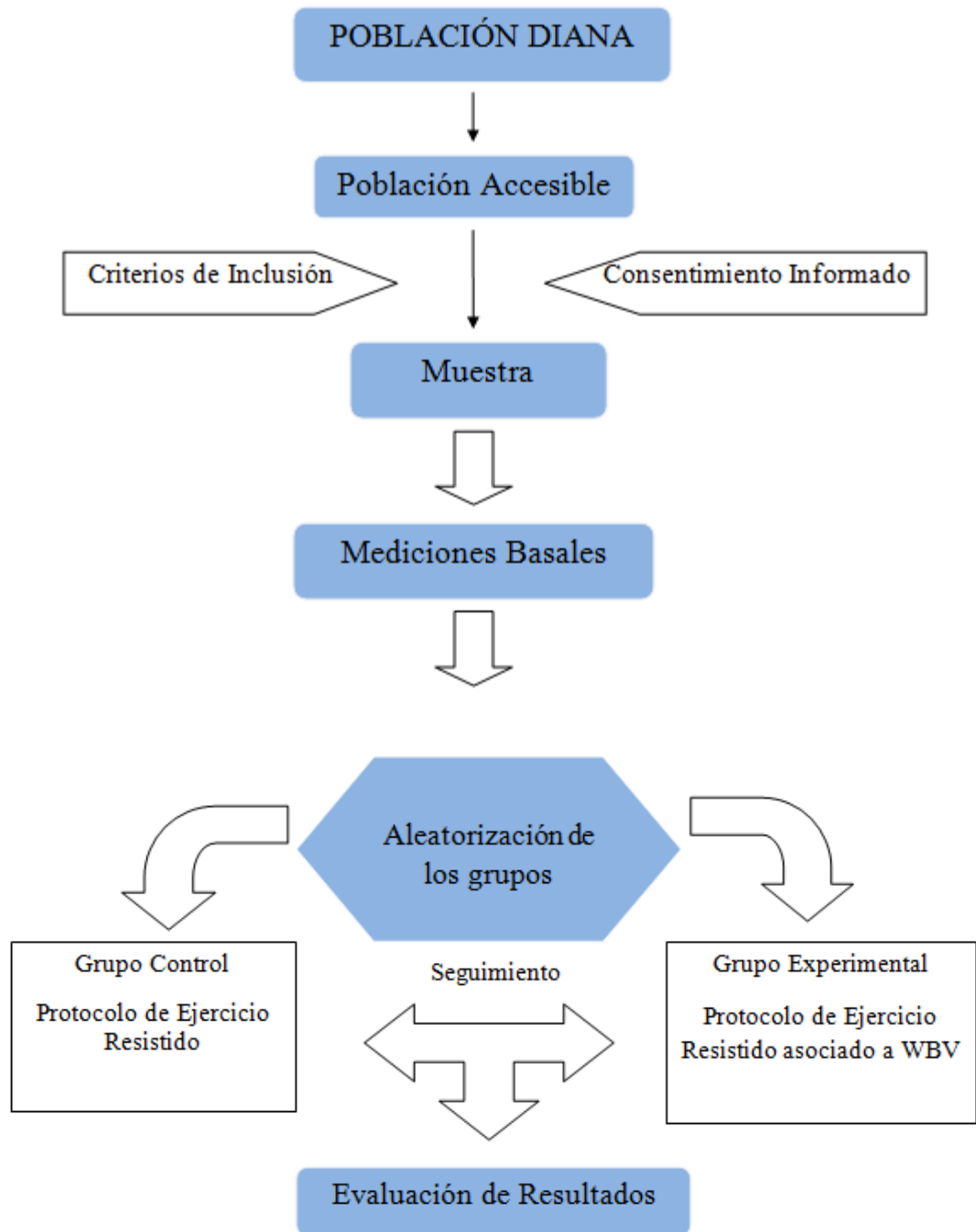
- Pacientes de ambos sexos.
- Pacientes cuya edad sea igual o superior a 65 años.
- Pacientes que se atiendan en el CESFAM Pueblo Nuevo
- Pacientes que acepten voluntariamente a participar de este estudio y firmen la carta de consentimiento informado.

2.2 Criterios de Exclusión:

- Pacientes menores de 65 años de edad
- Pacientes que ingieran medicamentos conocidos por afectar el metabolismo óseo y muscular (masa y fuerza muscular)

- Pacientes que ingieran medicamentos conocidos por afectar el rendimiento neuromuscular y el riesgo de caídas
- Pacientes que actualmente participan en programas de ejercicio resistido por más de 2 horas a la semana en los últimos 2 años
- Pacientes que presenten enfermedades neurológicas, músculo esqueléticas (por ejemplo: artrosis de cadera, artrosis de rodilla), neuromusculares o degenerativas
- Pacientes que tienen un implante, bypass o stent
- Pacientes con implantes o prótesis en las extremidades inferiores o en la columna vertebral
- Pacientes que sufren de epilepsia
- Pacientes con tumores
- Pacientes que sufren de diabetes

3. Flujoograma del estudio



4. Tamaño de muestra

El tamaño muestral de nuestro estudio corresponde a una muestra no probabilística por conveniencia.

El muestreo por conveniencia corresponde a uno de los métodos principales de muestreo no probabilístico. Implica el empleo de una muestra integrada por personas cuya disponibilidad como sujetos de estudio sea más conveniente. Este tipo de muestreo es la técnica que más se utiliza en los estudios de ciencias de la salud. Además, posee la ventaja de ser conveniente y económico, a diferencia del muestreo probabilístico que requiere de habilidades, recursos, tiempo y oportunidad.⁽⁶⁶⁾

Para el cálculo del tamaño muestral, utilizaremos el software de análisis epidemiológico de datos tabulados nQuery Advisor, con los siguientes datos:

- ✓ **Nivel de confianza: 95%**
- ✓ **Error alfa: 5% (0,05)**
- ✓ **Potencia: 80%**
- ✓ **Error beta: 20%**
- ✓ **Diferencia entre la fuerza basal (de extensión de rodilla) y fuerza resultante en el grupo experimental: 119,1 +/- 162,7**
- ✓ **Diferencia entre la fuerza basal y fuerza resultante (para extensión de rodilla) en el grupo control: 84,1 +/- 121,9**

Two group t-test of equal means (unequal n's)			
	1	2	3
Test significance level, α	0,050		
1 or 2 sided test?	2		
Group 1 mean, μ_1	80,000		
Group 2 mean, μ_2	120,000		
Difference in means, $\mu_1 - \mu_2$	-40,000		
Common standard deviation, σ	50,000		
Effect size, $\delta = \mu_1 - \mu_2 / \sigma$	0,800		
Power (%)	80		
n_1	26		
n_2	26		
Ratio: n_2 / n_1	1,000		
$N = n_1 + n_2$	52		

Dando como muestra un total de 52 sujetos efectivos. Considerando el porcentaje de pérdidas, durante el seguimiento, de aproximadamente un 10%, resulta como muestra total 60 sujetos, los cuales deberán cumplir con los criterios de elegibilidad de nuestro estudio y dar su consentimiento informado para posteriormente ser aleatorizados en un grupo control y otro experimental, de 30 sujetos cada uno.

5. Aleatorización de la muestra

En nuestro estudio se utilizará una aleatorización en bloques, dado que este método permite limitar la posibilidad de desbalances en la asignación de los tratamientos, además permite en la medida de lo posible balancear algunos de los sesgos inherentes del proceso de aleatorización simple, distribuyendo uniformemente las variables confundentes.

Para este estudio ($N=60$) se utilizarán bloques con 4 celdas cada uno. El número de bloques está determinado por el número de sujetos incluidos en el

estudio y el número de celdas que se haya decidido incluir en cada bloque. Cada bloque contendrá en cada celda una de las intervenciones y además cada bloque deberá contener un número balanceado de los posibles tratamientos.

El siguiente paso es formar los bloques con todas las combinaciones posibles de tratamientos:

A=Tratamiento Grupo Experimental

B=Tratamiento Grupo Control

A	A	B	B
---	---	---	---

A	B	A	B
---	---	---	---

A	B	B	A
---	---	---	---

B	B	A	A
---	---	---	---

B	A	B	A
---	---	---	---

B	A	A	B
---	---	---	---

Finalmente se le da un número a cada bloque y se procede a asignar el tratamiento de cada sujeto utilizando las combinaciones dentro de los bloques. De esta forma cada grupo quedará con la misma cantidad de sujetos.

6. Enmascaramiento

Para efectos de nuestro estudio se decidió enmascarar tanto al evaluador, pacientes y terapeutas. En el primer caso, el evaluador no tendrá conocimiento de que intervención fue efectuada a cada paciente, todos serán evaluados bajo los mismos criterios, independiente de si son parte del grupo control o del grupo experimental. Las evaluaciones durante el estudio se realizarán: al momento de ingresar al estudio (medidas basales), luego de 3 meses de iniciada la intervención (medidas de resultado) y una vez terminada este período cumplido los 6 meses de intervención (medidas de resultado finales). El evaluador realizará las mediciones y registrará los datos obtenidos, sin realizar consultas acerca de las intervenciones.

En el segundo caso, habrán 2 terapeutas, cada uno tendrá a su cargo uno de los grupos, pero ninguno de los 2 sabrán cuál grupo les fue asignado, sea el experimental o el control.

Y por último, ninguno de los pacientes sabrá a qué grupo ha sido asignado debido al proceso de aleatorización y además porque cada terapeuta mantendrá en estricto silencio a qué grupo pertenece cada paciente. Además, para evitar la posibilidad de que los pacientes, de los distintos grupos, entren en contacto y así pudiesen darse cuenta a qué grupo pertenecen, los protocolos de entrenamiento se realizarán en distintos horarios y días.

7. Variables y Mediciones

7.1 Variable independiente o predictora

La variable predictora será la intervención kinésica: para un grupo, corresponderá a un protocolo de ejercicio resistido; y para el otro grupo corresponderá a un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria (Whole Body Vibration).

Protocolo de ejercicio resistido para el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores en el AM.

Definición: Intento de incrementar la fuerza muscular de miembros inferiores, a través de una serie de ejercicios resistidos.

Descripción: Estos ejercicios tienen por objetivo mejorar la fuerza muscular de MMII para disminuir en algún grado las repercusiones que conlleva la sarcopenia, como es el riesgo de caídas, problemática de gran importancia en el AM. Esto se llevará a cabo mediante ejercicios resistidos, tales como sentadillas unilaterales y bilaterales realizadas en diversos ángulos de flexión de rodilla, entre otros. Estos ejercicios serán llevados a cabo sobre las plataformas vibratorias apagadas.

Protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria (WBV) para el incremento de la fuerza muscular de miembros inferiores en el AM.

Definición: Intento de incrementar la fuerza muscular de miembros inferiores, a través de la terapia base (ejercicio resistido) asociada a terapia vibratoria (Whole Body Vibration), que consiste en que el paciente realice los mismos ejercicios de resistidos mencionados en el protocolo anterior.

Descripción: Estos ejercicios tienen por objetivo mejorar la fuerza muscular de MMII para disminuir en algún grado las repercusiones que conlleva la sarcopenia, como es el riesgo de caídas, problemática de gran importancia en el AM. Esto se llevará a cabo mediante los mismos ejercicios resistidos del protocolo anterior (sentadillas unilaterales y bilaterales realizadas en diversos ángulos de flexión de rodilla, entre otros). Estos ejercicios serán llevados a cabo sobre las plataformas vibratorias encendidas.

7.2 Variables dependientes o de resultado

7.2.1- Fuerza muscular de Miembros Inferiores

Definición: Capacidad que tiene el músculo de producir tensión al activarse.⁽¹⁾

En nuestro estudio, se medirá la fuerza muscular de extensión de rodilla (grupo muscular objetivo: cuádriceps) . La fuerza extensora de rodilla puede ser medida isométricamente o isocinéticamente.⁽²³⁾

En nuestro caso, se medirá de la primera forma.

Tipo de variable: Cuantitativa Continua.

Instrumento de medición: Dinamómetro Isométrico.

Dimensión: Kilogramos (kg).

Para medir las fuerzas ejercidas, se utilizará un dinamómetro digital marca “PRECISION EL-5” con una celda de carga axial, trabajando tanto a tracción como a compresión.⁽⁶⁷⁾

El rango completo de medición del dinamómetro es de -42 kg a 100 kg.

(Figuras 7 y 8)

Figura 7.- Pantalla y controles del dinamómetro isométrico



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

Figura 8.- Sensor del dinamómetro sin conectar, (a) sensor atornillado y (b) trabajando a tracción



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

Elementos de soporte: Para medir fuerza máxima sobre el dinamómetro, se utilizará una cadena para vincular la pierna con el dinamómetro en tracción. Se

utilizará una cadena de acero cuyos eslabones permitieron variar la distancia entre el dinamómetro y el paciente. Además se utilizará un soporte de aluminio con forma de U junto con una almohadilla que se coloca sobre la pierna del individuo para lograr el movimiento sin que el participante notara alguna molestia. (Figura 9)

Figura 9.- Elementos de soporte utilizados en la experimentación.



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

Protocolo de medición

Tanto a los sujetos del grupo de control como a los del grupo experimental se les medirá la Máxima Contracción Voluntaria Isométrica (MCVI) en extensores de la rodilla. El grupo muscular será evaluado en tres ángulos de posicionamiento de la rodilla (0° , 60° y 90°) y en ambas piernas. Para realizar cada medición, el participante será ubicado en una posición que permitiera concentrar el movimiento en el grupo muscular a medir. Para ayudar al sujeto a realizar la MCVI a un ángulo específico, se le indicará que inicie un movimiento en un ángulo ligeramente superior al ángulo de medición y que moviera la pierna hasta llegar al ángulo

requerido, realizando la máxima fuerza. En esa posición se le pedirá que permanezca aproximadamente 2 segundos, sosteniendo la máxima contracción. La distancia desde la rodilla hasta el soporte que une la pierna con el dinamómetro se mantendrá para ambas piernas, en las mediciones para cada ángulo.

Extensor a 0°. El participante se coloca de pie y de espaldas al dinamómetro. Se le instruye para que extienda la rodilla de tal forma que el pie se aleje del soporte. Se le ofrece un soporte de apoyo para los brazos que se coloca delante del sujeto para mejorar la estabilidad. Se le indica que coloque el pie a contraer 15 cm por detrás del contralateral y trate de igualar la posición del mismo realizando fuerza máxima. (**Figura 10**)

Figura 10.- Ejercicio para músculos extensores a 0°.



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

Extensor a 60°. El participante se ubica de pie y de espaldas al dinamómetro, con el pie apoyado sobre un step. Se le indica al paciente que comience en un ángulo mayor (aproximadamente 90°) y extienda la rodilla hasta llegar a 60° realizando la máxima fuerza. **(Figura 11)**

Figura 11.- Ejercicio para músculos extensores a 60°.



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

Extensor a 90°. El paciente se ubica sentado sobre un step enfrente al sensor del dinamómetro y asegurando que la rodilla y la cadera queden alineadas. Se utiliza ahora un brazo fijo sobre el cual el paciente ejercerá la fuerza. Se le indica al sujeto que comience el movimiento de extensión en una posición de aproximadamente 70 grados de rodilla, y que contraiga hasta ángulo de 90°. **(Figura 12)**

Figura 12.- Ejercicio para músculos extensores a 90°



Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

En el caso de nuestro estudio, se espera que para ambos grupos aumente la fuerza muscular del cuádriceps, en comparación a las mediciones basales. La diferencia entre ambos valores, para cada grupo, serán los valores que se compararán en nuestro estudio y con ello determinar finalmente si existen diferencias significativas entre los dos protocolos con respecto a la variable en cuestión.

7.2.2.- Riesgo de caídas

Definición:

La OMS define las caídas como: “consecuencia de cualquier acontecimiento que precipite al paciente al suelo en contra de su voluntad”. El riesgo de caídas se define como un aumento de la susceptibilidad a las caídas que puede causar un daño físico.⁽³¹⁾

Tipo de variable: Cualitativa Ordinal.

Instrumento: Time Up and Go (TUG)

Dimensión: Segundos (Tiempo).

El Timed Up-and-Go mide el tiempo necesario para completar una serie de tareas funcionalmente importantes. Nos sirve como evaluación del equilibrio dinámico. El TUG, usado en evaluación geriátrica, puede servir como una prueba de desempeño físico.⁽²³⁾

Además, es sensible y específico para el riesgo de caídas.

Para realizar el test se requiere del espacio adecuado, un silla, un cono y un cronometro.(Ver Anexo N°1)

El paciente se encuentra sentado en una silla y a tres metros de él se ubica un cono, lo que se le pide es que se levante de la silla y camine en línea recta hacia el cono, de la vuelta y se vuelva a sentar lo más rápido posible. El evaluador se encuentra a un costado a la mitad del trayecto y con un cronometro mide el tiempo desde que el paciente se levanta de la silla hasta que vuelve a sentarse.

Se considera equilibrio normal si se demora 10 o menos segundos y alterado si es mayor o igual a 15 segundos. En cuanto al riesgo de caídas se considera normal menor o igual 10 seg, riesgo leve de caída 10 a 20 seg y alto riesgo de caída mayor 20 seg.⁽²³⁾

En nuestro caso, se esperaría que el puntaje correspondiente como resultado del TUG dé como resultado un menor riesgo de caídas, corroborando así que el incremento de la fuerza de miembros inferiores tiene relación con esta variable.

7.3 Variables Basales o de Control

7.3.1 Edad

Definición: Se define como el tiempo que ha vivido una persona.

En este caso corresponderá a los años cumplidos al momento de ingresar al estudio.

Tipo de variable: Cuantitativa Continua.

Instrumento: Se registrará en la ficha de admisión con la cédula de identidad.

Dimensión: Años de vida.

7.3.2 Género

Definición: Se refiere a los conceptos sociales de las funciones, comportamientos, actividades y atributos que cada sociedad considera apropiado para los hombres y las mujeres.

Tipo de variable: Cualitativa Dicotómica

Dimensión: Se registrará con cédula de identidad en género femenino y masculino.

8. Intervención

8.1 Características generales en común para ambos grupos intervenidos

Ambas intervenciones (ejercicio resistido y ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria) se llevarán a cabo en un periodo comprendido de 6 meses, con sesiones de trabajo de dos veces por semana. Las evaluaciones se realizarán al inicio del estudio (previo a que los pacientes inicien sus respectivos protocolos de entrenamiento), una segunda evaluación después de transcurridos 3 meses y una última evaluación al finalizar el estudio (6 meses).

Cada grupo (experimental y control) se dividirá en 3 subgrupos de 10 personas cada uno, los cuales asistirán en diversos días y horarios. (**Tabla 4**)

Tabla 4.- Horario de subgrupos

Grupo	Días	Horario	Grupo	Días	Horario
Control			Experimental		
GC ₁	Lun-Mié	09:00- 09:45 hrs	GE ₁	Mar- Jue	09:00- 09:45 hrs
GC ₂	Lun-Mié	10:15- 11:00 hrs	GE ₂	Mar-Jue	10:15- 11:00 hrs
GC ₃	Lunes-Mié	11:30- 12:15 hrs	GE ₃	Mar-Jue	11:30- 12:15 hrs

Las variables de entrenamiento⁽⁶⁹⁾, para ambos protocolos de entrenamiento, serán las siguientes:

✓ **Frecuencia:** Número de sesiones de ejercicio por semana. La indicación tradicional es de tres sesiones de entrenamiento por semana. La recomendación es que el entrenamiento individual del A.M. sea como mínimo dos días por semana pero nunca más de cuatro. En nuestro caso, como ya se mencionó anteriormente, corresponderán a dos días por semana.

✓ **Duración :** Extensión de cada sesión de entrenamiento (tiempo en minutos). Sesiones de entrenamiento de larga duración no son necesariamente más eficaces; de hecho los A.M. deben evitarlas, pues pueden aumentar el riesgo de lesión, manifestado por fatiga extrema. Se recomienda un rango de 20 (mínimo) a 45 (máximo) minutos por sesión. Para nuestro estudio, corresponderá a una duración aproximada de 45 minutos, por sesión.

✓ **Grupos musculares:** Los grupos musculares, en nuestro estudio, se clasifican en:

E.E.I.I.: músculos de cadera (glúteos), muslo (cuádriceps e isquiotibiales) y músculos de la pierna (tríceps sural).

Como medida paliativa, a ambas intervenciones se les sumará una serie de ejercicios resistidos focalizados para miembros superiores, debido a que como se ha señalado previamente la sarcopenia no solamente afecta la fuerza muscular de miembros inferiores, sino que también afecta la fuerza muscular global del A.M. Por efectos/características de la plataforma

vibratoria, específicamente de la vibración (tiene mayor efecto mientras menor sea la distancia a la musculatura que se quiere trabajar, es decir que la musculatura que más se potencia de este tratamiento corresponde a aquella propia de tobillo y rodilla) focalizamos la mejoría de fuerza solamente en miembros inferiores; y es por ello que se agregarán a ambos protocolos esta serie de ejercicios resistidos para miembros superiores (brazos: músculos bíceps, tríceps, y músculos del antebrazo).

- ✓ **Ejercicios:** El ejercicio puede ser catalogado como sintético (más de una articulación involucrada dinámicamente en la realización del ejercicio), o analítico (sólo una articulación está dinámicamente involucrada). En el A.M., el programa de entrenamiento de resistencia debe enfocarse principalmente a ejercicios sintéticos.
- ✓ **Número de ejercicios por grupos musculares:** Se ha recomendado que uno a dos ejercicios por grupo muscular son adecuados. Empleando ejercicios sintéticos se ejercita más de un grupo muscular, esto elimina la necesidad de realizar cualquier ejercicio analítico.
- ✓ **Orden de ejercicios y grupos musculares:** Se recomienda realizar primero los ejercicios sintéticos y luego los analíticos. Asimismo se deben trabajar antes los grupos musculares más grandes y después los más pequeños.
- ✓ **Intensidad:** Cantidad de carga de peso utilizado en el entrenamiento. Es considerada la variable más importante del entrenamiento por inducir

mejoras en fuerza y función del músculo. La intensidad se expresa como un porcentaje de la *cantidad del máximo peso que puede levantarse para un ejercicio determinado (1 R.M.)* o su equivalente en número de repeticiones. Los A.M. pueden tolerar altas intensidades de ejercicio, que sirven para aumentar la fuerza muscular significativamente, cuidándose del riesgo de lesión músculo-esquelética.

- ✓ **Repeticiones:** Número de veces que se realiza un movimiento completo de un ejercicio. Hay una relación inversa entre la intensidad y las repeticiones, indicando que tal como aumenta la intensidad, las repeticiones deben disminuir. La intensidad hace referencia a la carga levantada (pesos), en caso de que esta carga no sea incrementada (por ejemplo por ausencia de implementos para hacerlo), la variación necesaria para que se cumpla el principio del programa deberá consistir en ir progresando en el número de repeticiones para mantener la relación de proporción. Se realizará cada repetición lentamente a lo largo de todo el rango de movilidad, puesto que la realización de los ejercicios más rápidamente no aumenta la ganancia de fuerza y puede aumentar el riesgo de lesión.

- ✓ **Series:** Cada serie se refiere al conjunto de repeticiones. Se ha mostrado mejoras en la fuerza muscular usando una a tres series de cada ejercicio durante el programa de entrenamiento. Un promedio de dos series de cada ejercicio es beneficioso para la mayoría de los individuos. Para evitar un exceso de fatiga, se recomiendan periodos de descanso de 1 minuto entre cada serie de ejercicios.

- ✓ **Progresión y variación:** Para lograr óptimos resultados, es importante incluir progresión y variación en el programa de entrenamiento de resistencia, esto involucra incorporar el principio de sobrecarga (ajustar las variables del programa de entrenamiento antes mencionadas, aumentando sus valores).

Los protocolos de entrenamiento serán los mismos tanto para el grupo experimental como para el grupo control, siendo iguales las fases de entrenamiento de *calentamiento previo*, *vuelta a la calma* y *ejercicios de flexibilización* para ambos, tanto en duración (en tiempo) como ejercicios a ejecutar. La única diferencia radicará en la fase de *ciclo específico*, única etapa donde los ejercicios serán realizados sobre las plataformas vibratorias, siendo éstos ejercicios los mismos para ambos grupos, con la excepción de que las plataformas vibratorias se encontrarán apagadas para el grupo control y encendidas para el grupo experimental al momento de llevar a cabo dichos ejercicios, hecho que los pacientes desconocerán.

A continuación, se detallan las fases de entrenamiento para ambos grupos:

1) Calentamiento previo

Objetivo: Preparar al organismo para el ciclo específico, mediante ejercicios de flexibilización.

Duración: 10 minutos

Ejercicios de Flexibilización para M.M.S.S. y M.M.I.I⁽⁷⁰⁾:

a) Elongación de isquiotibiales (**Figura 13**)

- Siéntese de lado en un banco
- Mantenga una pierna estirada sobre el banco
- Mantenga la otra pierna fuera del banco, con la planta del pie apoyada en el suelo
- Enderece la espalda
- Inclínese hacia delante desde las caderas hasta que sienta el estiramiento en la pierna sobre el banco, manteniendo hombro y espalda derechos, en el caso de los adultos mayores que usen prótesis de cadera omitir este ejercicio, a no ser que sea autorizado por el médico. Mantener posición 5 segundos.
- Repita con la otra pierna.

Figura 13.- Elongación de Isquiotibiales

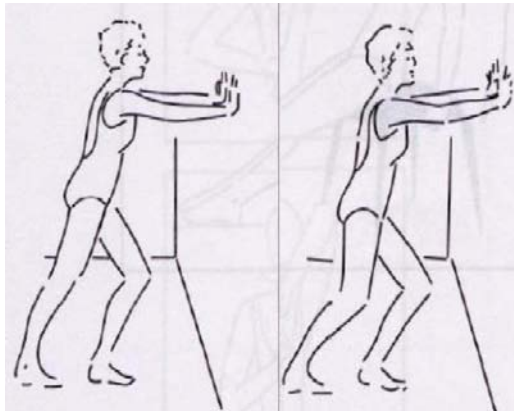


Gobierno de Chile. Comité Nacional para el Adulto Mayor. Guía de ejercicios para un envejecimiento saludable.

b) Elongación de Tríceps Sural (**Figura 14**)

- Pararse con las manos contra la pared con los brazos extendidos
- Lleve una pierna atrás apoyando talón completo
- Mantenga esa posición durante 5 segundos
- Repita con la otra pierna.

Figura 14.- Elongación de Triceps Sural



Gobierno de Chile. Comité Nacional para el Adulto Mayor. Guía de ejercicios para un envejecimiento saludable.

c) Elongación del Tríceps Braquial (**Figura 15**)

- Sostenga la toalla con su mano derecha
- Levante y doble su brazo derecho de manera de deslizar la toalla por la espalda
- Tome el extremo de la toalla con la mano izquierda
- Cambie de posiciones

Figura 15.- Elongación del Tríceps Braquial



Gobierno de Chile. Comité Nacional para el Adulto Mayor. Guía de ejercicios para un envejecimiento saludable.

d) Elongación de Flexores de Muñeca (Figura 16)

- Junte las manos como en posición de orar
- Levante los codos de manera que los brazos queden paralelos al suelo manteniendo las manos una contra la otra
- Mantenga esta posición de 10 a 30 segundos
- Repita 3 veces

Figura 16.- Elongación de flexores de muñeca



Gobierno de Chile. Comité Nacional para el Adulto Mayor. Guía de ejercicios para un envejecimiento saludable.

2) Ciclo específico

Objetivo: lograr intensidad de trabajo planificada mediante la utilización de grandes grupos musculares

Duración: 20 min

Como se mencionó anteriormente, se llevarán a cabo también ejercicios enfocados en musculatura de miembros superiores como medida paliativa (estos se llevarán a cabo fuera de la plataforma vibratoria, previo a los ejercicios resistidos para musculatura de miembros inferiores).

Ejercicios de Bíceps Braquial:

- Siéntese en una silla sin brazos, con la espalda apoyada en el respaldo de la silla.
- Los pies apoyados en el suelo y paralelos a los hombros.
- Sostenga las pesas a ambos lados del cuerpo, brazos derechos y, palmas hacia adentro.
- Lentamente doble un codo, levantando el peso hacia el pecho. (Rote la palma de la mano hasta enfrenar el hombro mientras levanta la pesa).
- Mantenga la posición.
- Lentamente baje el brazo hasta la posición inicial.
- Repita con el otro brazo.

El protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” y el protocolo de ejercicio resistido se realizarán en esta etapa y serán explicados con mayor precisión más adelante.

3) Vuelta a la calma

Objetivo: Disminuir progresivamente el nivel de esfuerzo para evitar complicaciones

Duración: 5 min

4) Elongación muscular

Duración: 10 minutos

Se realizan mismos ejercicios de flexibilización que se realizaron en fase de calentamiento previo.

8.2 Características de la intervención del grupo experimental (Grupo A)

A continuación se detalla el protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria Whole Body Vibration, realizado durante el período de *Ciclo Específico*, para musculatura de miembros inferiores⁽⁵⁾⁽⁶⁾:

Protocolo de Ejercicio Resistido asociado a Terapia Vibratoria WBV para Musculatura de Miembros Inferiores

Terapia base asociada a terapia vibratoria *Whole Body Vibration*.

Ejercicios efectuados sobre plataformas vibratorias encendidas.

Cada posición será enseñada por el terapeuta del respectivo grupo.

Todas las posiciones deben ser mantenidas como mínimo 10 seg.

Cada ejercicio activo se intercala con 1 min de reposo (sin vibración).

Se comenzará con 1 serie (por ejercicio) de 8 repeticiones.

Las frecuencias al inicio son de 25 Hz.

Ejercicios resistidos para musculatura de M.M.I.I:

1. Standing calf (elevación de talones): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y elevar los talones. Mantener las rodillas extendidas y la espalda erguida mirando recto hacia adelante. Es aconsejable contraer el abdomen. Zonas interesadas: triceps sural.
2. One-legged squat (sentadilla mínima unilateral): colocar ambas manos en las manillas. Colocar un pie fuera de la plataforma. Colocar el otro pie al centro de la plataforma y mantener la rodilla (de esa pierna) flexionada a 130° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia

delante. Zonas interesadas: glúteo, cuádriceps, tríceps sural(pierna sobre la plataforma)

3. One-legged deep squat (sentadilla media unilateral): colocar ambas manos en las manillas. Colocar un pie fuera de la plataforma. Colocar el otro pie al centro de la plataforma y mantener la rodilla (de esa pierna) flexionada a 100° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia delante. Zonas interesadas: glúteo, cuádriceps, tríceps sural(pierna sobre la plataforma)
4. Short Squat (sentadilla mínima): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 130° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, tríceps sural.
5. Deep Squat (sentadilla media): Colocar las manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 100° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, pantorrillas.
6. Wide stance Squat (sentadilla ampliacompleta): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 90° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea

recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, tríceps sural.

Se progresará posteriormente a 2 series de 10 repeticiones cada una y se cambiará la frecuencia a 30 Hz (a los 2 meses de iniciada la intervención).

Se progresará posteriormente a 3 series de 10 repeticiones cada una y se cambiará la frecuencia a 35 Hz (a los 4 meses de iniciada la intervención hasta finalizar el estudio).

8.3 Características de la intervención del grupo control (Grupo B)

A continuación se detalla el protocolo de ejercicio resistido, realizado durante el período de *Ciclo Específico*, para musculatura de miembros inferiores⁽⁵⁾⁽⁶⁾:

Protocolo de Ejercicio Resistido para Musculatura de Miembros Inferiores

Terapia base.

Ejercicios efectuados sobre plataformas vibratorias apagadas.

Cada posición será enseñada por el terapeuta del respectivo grupo.

Todas las posiciones deben ser mantenidas como mínimo 10 seg.

Cada ejercicio activo se intercala con 1 min de reposo.

Se comenzará con 1 serie (por ejercicio) de 8 repeticiones.

Ejercicios resistidos para musculatura de E.E.I.I.

1. Standing calf (elevación de talones): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y elevar los talones. Mantener las rodillas extendidas y la espalda erguida mirando recto hacia adelante. Es aconsejable contraer el abdomen. Zonas interesadas: tríceps sural. Variantes: parado sobre una sola pierna y con la otra flexionada hacia los glúteos.
2. One-legged squat (sentadilla mínima unilateral): colocar ambas manos en las manillas. Colocar un pie fuera de la plataforma. Colocar el otro pie al centro de la plataforma y mantener la rodilla (de esa pierna) flexionada a 130° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia

delante. Zonas interesadas: glúteo, cuádriceps, tríceps sural(pierna sobre la plataforma).

3. One-legged deep squat (sentadilla media unilateral): colocar ambas manos en las manillas. Colocar un pie fuera de la plataforma. Colocar el otro pie al centro de la plataforma y mantener la rodilla (de esa pierna) flexionada a 100° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia delante. Zonas interesadas: glúteo, cuádriceps, tríceps sural(pierna sobre la plataforma).
4. Short Squat (sentadilla mínima): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 130° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, tríceps sural. Variantes: (a) sin utilizar el manillar; (b) parado sobre una sola pierna y con la otra flexionada hacia los glúteos.
5. Deep Squat (media sentadilla): Colocar las manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 100° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, pantorrillas. Variantes: (a) sin utilizar el manillar; (b) parado sobre una sola pierna y con la otra flexionada hacia los glúteos.

6. Wide stance Squat (sentadilla completa): Colocar ambas manos en las manillas. Colocar los pies en el centro de la plataforma y separarlos tanto como la distancia entre los hombros. Mantener las rodillas flexionadas a 90° y la espalda lo más erguida posible mirando en línea recta hacia adelante. Zonas interesadas: glúteos, cuádriceps, tríceps sural. Variantes: (a) sin utilizar el manillar; (b) parado sobre una sola pierna y con la otra flexionada hacia los glúteos.

Se progresará posteriormente a 2 series de 10 repeticiones cada una (a los 2 meses de iniciada la intervención)

Se progresará posteriormente a 3 series de 10 repeticiones cada una (a los 4 meses de iniciada la intervención hasta finalizar el estudio).

CAPÍTULO V

Análisis Estadístico

1. Hipótesis Alternativa Hi

Existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria (Whole Body Vibration) en comparación con la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido en cuanto al incremento en la fuerza muscular de miembros inferiores.

2. Hipótesis nula Ho

No existen diferencias estadísticamente significativas entre la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria (Whole Body Vibration) en comparación con la aplicación de un protocolo de ejercicio resistido en cuanto al incremento en la fuerza muscular de miembros inferiores.

3. Análisis descriptivo

El análisis descriptivo se utilizara para medir, registrar, organizar y sintetizar los datos obteniendo conclusiones sobre su distribución y estructura. Para la representación grafica y numérica de las variables se utilizarán tablas y gráficos, de esta forma se aclarará la distribución de frecuencia de cada variable.

(Tabla 5)

Tabla 5.- Variables de Análisis Descriptivo

Variable	Tipo de Medición	Estadística Apropriada
Fuerza	Cuantitativa Continua	Media, Moda, Mediana
Riesgo de Caídas	Cualitativa Ordinal	Media, Moda, Proporciones
Edad	Cuantitativa Discreta	Proporciones, Moda
Sexo	Cualitativa Nominal	Proporciones, Moda

4. Análisis inferencial

El análisis inferencial nos permitirá obtener la significancia estadística que hay entre las variables de exposición y los variables de resultado en nuestro estudio. Para establecer si hubo diferencias estadísticamente significativas en éstas últimas (variables de resultado), antes y después de la aplicación de la terapia en estudio, entre los grupos experimental y de control, se realizará la prueba t-student, para el análisis de las variables cuantitativas continuas, la cual permite comparar el promedio de las variables en estudio entre ambos grupos.

Para efectuar el análisis intragrupos, utilizaremos la prueba t pareada, para evaluar si el cambio en las variables al inicio y después del tratamiento es estadísticamente significativo en cada uno de los grupos.

Para el análisis de las variables cualitativas, se utilizará la prueba de chi² permite establecer si existe o no asociación con la variable independiente.

CAPÍTULO VI

Consideraciones éticas

1. Principios

Toda investigación en seres humanos debe basarse y respetar cuatro principios éticos básicos, los cuales guían la preparación responsable de protocolos de investigación, siendo éstos los siguientes:

- *Principio de Autonomía:* Define el derecho de toda persona a decidir por sí misma en todas las materias que la afecten de una u otra manera, con conocimiento de causa y sin coacción de ningún tipo. Determina también el correspondiente deber de cada uno de respetar la autonomía de los demás. En el caso de nuestra investigación, se dará el poder de decisión a cada uno de los futuros participantes, sin influencias internas ni externas para la firma del consentimiento informado.

- *Principio de Beneficencia:* Define el derecho de toda persona de vivir de acuerdo con su propia concepción de la vida buena, a sus ideales de perfección y felicidad. Íntimamente relacionado con el principio de autonomía, determina también el deber de cada uno de buscar el bien de los otros, no de acuerdo a su propia manera de entenderlo, sino en función del bien que ese otro busca para sí. De acuerdo a esto último, que es nuestra obligación lograr el máximo de beneficios y reducir al mínimo el daño, esto es asegurar que los beneficios que conlleva el estudio sean superiores a los riesgos. En el caso de nuestro estudio, se busca el bien de los pacientes desde su perspectiva al informales de los beneficios de la intervención y

dejar que ellos sean quienes deciden si quieren participar o no, determinando ellos si sienten que podrían mejorar a través de ésta.

- *Principio de No- Maleficencia:* Define el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones biológicas, tales como raza, sexo, edad, situación de salud, etc. Determina el correspondiente deber de no hacer daño, aún cuando el interesado lo solicitara expresamente. En el caso de nuestro estudio, los criterios de inclusión y exclusión no hacen referencia a ningún tipo de discriminación según raza y sexo, debido a que se incluyen a personas de ambos sexos. En cuanto a la edad, se determinó que el rango etáreo de estudio será entre los 65 y 85 años de edad, debido a que la población objetiva de este estudio corresponde a la población Adulto Mayor. En cuanto a la situación de salud, debieron ser excluidas algunas personas a causa de ciertas condiciones que podrían exponerlos a un supuesto riesgo potencial, tales como pacientes con enfermedades vasculares serias, entre otros.

- *Principio de Justicia:* Define el derecho de toda persona a no ser discriminada por consideraciones culturales, ideológicas, políticas, sociales o económicas. Determina el deber correspondiente de respetar la diversidad en las materias mencionadas y de colaborar a una equitativa distribución de los beneficios y riesgos entre los miembros de la sociedad. En nuestro estudio se otorga la máxima igualdad posible, sin discriminar en ningún aspecto y siempre promoviendo beneficios para los pacientes, ya que se busca sentar una base de tratamiento con evidencia y con un mínimo riesgo.

2. Riesgos y beneficios de la investigación

Tanto el entrenamiento de resistencia base como el entrenamiento de resistencia sobre plataforma vibratoria no conlleva riesgos para la salud e integridad física, psicológica y social de los participantes.

Ambos grupos, experimental y control, recibirán un tratamiento de base, por lo cual ningún paciente quedará sin una intervención. Los pacientes serán atendidos por un equipo de profesionales del área de la salud debidamente instruidos respecto a la técnica en estudio. La participación de las personas en este estudio es voluntaria, por lo que un sujeto pudiera retirarse de éste en cualquier momento si así lo estima conveniente, independiente de los motivos que tenga.

Los resultados obtenidos en este estudio irán en directo beneficio de los participantes y de la población de Adultos Mayores, debido a que a través del aumento de la fuerza muscular de miembros inferiores, se logrará disminuir el riesgo de caídas, una gran problemática de salud en esta población, y además se logrará mejorar la calidad de vida de estos pacientes.

Por último, se generarán importantes aportes al conocimiento científico.

3. Autorización del comité de ética

Luego de entregar la carta al Director del Servicio de Salud Araucanía Sur, su Comité de Ética debe analizar nuestro proyecto de investigación, aprobarlo y autorizarnos para la realización del mismo.

4. Control de datos

Se asegura la privacidad y confidencialidad de los datos, permaneciendo la identidad de los participantes en el anonimato. Para esto se generará una base de datos a la cual solo tendrán acceso los investigadores y la información recopilada será codificada para su posterior análisis. Posteriormente, se informará a los pacientes, mediante un informe final, acerca de sus mejorías, de la forma más fácil y explicativa posible.

5. Selección de individuos para la investigación

Todos aquellos sujetos que cumplan con los criterios de elegibilidad, tendrán la misma posibilidad de participar del estudio. No se harán distinciones de raza, sexo, nivel socioeconómico, ideología política, religión, entre otras.

Al haber realizado una aleatorización previa para la asignación de tratamiento de los sujetos, todos los participantes tendrán la misma probabilidad de pertenecer tanto al grupo experimental como al grupo control.

6. Consentimiento informado

Todos los individuos que participen dentro de este estudio deberán firmar un consentimiento informado donde se estipule que han sido plenamente informados acerca de los objetivos, métodos utilizados en el estudio y los resultados que se esperan encontrar. De esta forma los individuos serán conscientes de las características principales de este estudio.

Esto se llevará a cabo luego de haber sido debidamente instruidos por los investigadores en cuanto a en qué consiste el tratamiento y la finalidad del estudio. Además, se dará respuesta a todas las interrogantes e inquietudes que tenga la persona, y así una vez que haya comprendido y aceptado los términos y condiciones, se encontrará en condiciones de firmar el consentimiento informado y finalmente ingresar al estudio.

La carta contiene toda la información pertinente respecto a la investigación, tales como: objetivo del estudio, procedimientos a realizar y lo que implica que haga el paciente, profesionales que estarán dentro de la investigación, además de señalar que la investigación ha sido previamente aprobada por el Comité de Ética del Director del Servicio de Salud Araucanía Sur.

CAPÍTULO VII

Aspectos Administración y Presupuesto del Estudio

1. Aspectos Administrativos

El estudio se llevara a cabo en dependencias del CESFAM Pueblo Nuevo, ubicado en la calle Nahuelbuta N° 2815. El estudio estará coordinado por los dos investigadores principales, quienes se encargaran de velar por los objetivos y la planificación de la investigación a realizar.

2. Recursos humanos

2.1 Equipo de trabajo:

- 2 investigadores principales.
- 2 Kinesiólogos tratantes.
- 1 Kinesiólogo evaluador.
- 1 Estadístico.
- 1 Secretaria.

2.2 Roles en el estudio:

Cada integrante del equipo de trabajo tendrá un rol establecido y definido claramente, los que se detallaran a continuación:

Investigadores principales:

- Se encargan de coordinar y guiar la realización del estudio.
- Escogen a los distintos integrantes del equipo de trabajo.
- Elaboran la planificación y protocolos del estudio que serán entregadas a cada uno de los integrantes de este.

- Programan las reuniones del equipo para conocer tanto los avances, como los posibles problemas que se presenten en la investigación.
- Reclutan a los pacientes o muestra del estudio, a través de la aplicación de los criterios de elegibilidad y el consentimiento informado.
- Deben velar por el cumplimiento de los principios éticos en la investigación, además del cumplimiento de los plazos y protocolos previamente establecidos.
- Junto al estadístico, deben participar en el análisis de datos para obtener los resultados del estudio.
- Se encargan de la interpretación de los resultados y la obtención de conclusiones, de esta manera también son encargados de crear el informe del estudio y darlo a conocer.

Kinesiólogo tratante:

- Deberá estar capacitado, para impartir el entrenamiento ya sea del grupo control o experimental según le corresponda.
- Se encargara de entregarle instrucciones claras y precisas respecto al entrenamiento a cada uno de los pacientes dependiendo del grupo (control y experimental) durante las sesiones.
- Registrara el cumplimiento de la sesiones de entrenamiento de cada uno de los pacientes.

Kinesiólogo Evaluador:

- Es el encargado de realizar las mediciones de fuerza basal, a los 3 y 6 meses en cada uno de los pacientes del estudio.

- Aplicara el TUG y a través de este realizar una medición basal, a los 3 y 6 meses del riesgo de caídas.
- Registrara cada uno de los datos obtenidos en cada una de las mediciones realizadas a los pacientes.

Estadístico:

- Evaluara la metodología del estudio y que este cumpla con las normas para su desarrollo.
- Calculara el tamaño de muestra y aleatorizara a los pacientes para conformar los grupos de estudio.
- Realizara el análisis estadístico descriptivo e inferencial.
- Ingresara los resultados del estudio a la base de datos. Además analizara e interpretara los datos.

Secretaria:

- Encargada de citar a los pacientes en una fecha y hora específica para sus sesiones de entrenamiento. Además registrara la asistencia de cada uno de ellos.

3. Materiales:

- ✓ 10 plataformas Power Plate Pro5.
- ✓ 1 cronómetro.
- ✓ 1 cono.
- ✓ 1 dinamómetro isométrico.
- ✓ 1 barra de aluminio en forma de "U" con almohadilla(soporté del dinamómetro).
- ✓ 1 Cadena (soporte del dinamómetro).

- ✓ 1 Barra (soporte del dinamómetro).
- ✓ 1 una banca o step de madera.
- ✓ 1 Silla.
- ✓ 1 cinta adhesiva.
- ✓ 1 cinta métrica.
- ✓ 10 Mancuernas.
- ✓ Documentos de consentimiento informado.
- ✓ Ficha de evaluación de los pacientes.
- ✓ Carne de asistencia de cada paciente.
- ✓ Cuaderno de registro de asistencia de los pacientes.
- ✓ 1 Computador (registrar los datos de cada sesión de entrenamiento y de evaluación).
- ✓ 1 Impresora.
- ✓ Insumos de oficina.
- ✓ 1 Celular para comunicarse con los pacientes.

4. Presupuesto:

El capital utilizado en el estudio se obtendrá a través de fondos concursables y crédito de entidades bancarias.

Cabe mencionar que el CESFAM Pueblo Nuevo nos facilitara sus dependencias y recursos utilizados en la investigación (como una silla, banca de madera, cono, cinta métrica).(*)

Los kinesiólogos tratantes y el evaluador no recibirán remuneración, ya que serán considerados investigadores secundarios en la publicación del artículo.

A continuación, se muestra el personal y los materiales necesarios para realizar la investigación y sus costos asociados. (Tabla 6)

Tabla 6.- Materiales

MATERIALES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
10 Plataformas	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
1 Cronómetro	\$ 6.990	\$ 6.990
1 Cono	(*)	(*)
1Dinamometro isométrico	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
1 Barra de aluminio en forma de U con almohadilla	\$ 10.000	\$ 10.000
1 Cadena	\$ 3.000	\$ 3.000
1 Barra	\$ 10.000	\$ 10.000
1 Banca o step de madera	(*)	(*)
1 Silla	(*)	(*)
1 cinta métrica	(*)	(*)
1 cinta adhesiva	(*)	(*)

10 mancuernas	\$ 3.000	\$ 30.000
Fichas de evaluación de los pacientes	\$ 10.000	\$10.000
1 Cuaderno de registro de asistencia	\$ 5.000	\$ 5.000
Carne de asistencia de los pacientes	\$ 5.000	\$ 5.000
1 Computador	\$ 140.000	\$ 140.000
1 Impresora	\$ 15.000	\$ 15.000
Insumos de oficina	\$ 100.000	\$ 100.000
1 Teléfono celular	\$ 20.000	\$ 20.000
PERSONAL		
1 Estadístico	\$ 400.000	\$ 400.000
1 Secretaria	\$ 600.000	\$600.000
Gastos imprevistos	\$ 50.000	\$ 50.000
Total	\$ 4.404.990	

5. Cronograma de actividades:

5.1 Primera etapa: (Diciembre del 2012 a Enero de 2013)

- Aprobación de la investigación por el comité de ética del Servicio de Salud Araucanía Sur.
- Obtención de fondos para realizar la investigación.
- Formación y organización del equipo de trabajo.
- Entrega de la planificación del estudio al equipo de trabajo e instrucción de kinesiólogos tratantes y evaluador.
- Adquisición de los materiales necesarios para la implementación del estudio.

5.2 Segunda etapa: (Febrero a Marzo de 2013)

- Reclutamiento de los pacientes.
- Entrega y firma del consentimiento informado.
- Aleatorización de los pacientes en cada uno de los grupos (control y experimental).

5.3 Tercera etapa: (Abril a Septiembre de 2013)

- Evaluación inicial de los pacientes.
- Aplicación del protocolo de ejercicio resistido para miembro inferior asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*”.
- Aplicación del protocolo de ejercicio resistido para miembro inferior.
- Inicio del seguimiento a lo largo de 6 meses.
- Primera reevaluación a los 3 meses y evaluación final a los 6 meses.

5.4 Cuarta Etapa: (Octubre del 2013 a Enero de 2014)


- Ingreso de los datos obtenidos en la investigación a la base de datos.
- Análisis estadístico descriptivo e inferencial de los resultados obtenidos en la investigación.
- Análisis e interpretación de los resultados.
- Conclusiones finales del estudio.
- Redacción del informe final del estudio, con su posterior publicación y difusión.

6. Carta Gantt


Actividades	Meses													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aprobación de la investigación por el comité de ética.	x													
Obtención de los fondos para la investigación.	x													
Formación y organización del equipo de trabajo.	x	x												
Entrega de planificación e instrucción del equipo de trabajo.		x												

Adquisición de los materiales necesarios para la implementación del estudio.			x															
Reclutamiento de los pacientes				x														
Entrega y firma de consentimiento informado.					x													
Aleatorización de los pacientes						x												
Evaluación inicial.							x											
Aplicación de protocolo de entrenamiento grupo experimental.								x	x	x	x	x	x					

Aplicación de protocolo de entrenamiento grupo control.					x	x	x	x	x	x				
Seguimiento					x	x	x	x	x	x				
Reevaluaciones(3 y 6meses)							x			x				
Ingreso de los datos a la base de datos											x	x		
Análisis estadístico												x	x	
Conclusiones finales													x	
Redacción del informe final publicación y difusión													x	x

Primera etapa 

Tercera etapa 

Segunda etapa 

Cuarta etapa 

Bibliografía

- 1.- López J, Fernández A. Fisiología del Ejercicio. 3º Edición. Argentina: Panamericana; 2006.
- 2.- Roubenoff R. Sarcopenia and its implications for the elderly. Eur J Clin Nutr 2000;54: S40-7.
- 3.- Zhong S, Chen CN, Thompson LV. Sarcopenia of ageing: functional, structural and biochemical alterations. Rev Bras Fisioter 2007; 2: 91-7.
- 4.- Marín P; Gac H. Manual de Geriatria y Gerontología. 2º Edición. Chile: Universidad Católica de Chile; 2005.
- 5.- Machado A, Garcia- López D, González- Gallego J, Garatachea N. Whole Body Vibration training increases muscle strength and mass in older women: a randomized- controlled trial. Scand J Med Sci Sports 2010; 20: 200-207.
- 6.- Von Stengel S, Kemmler W, Engelke K, Kalender W. Effect of whole body vibration on neuromuscular performance and body composition for females 65 years and older: a randomized- controlled trial. Scand J Med Sci Sports 2010; 22: 119-127.
- 7.- Organización Mundial de la Salud, Asociación Mundial de Psiquiatría. Declaraciones de Consenso de la OMS y WPA sobre Psiquiatría Geriátrica. Rev Psicogeriatría 2002; 2: 6-2.
- 8.- Dionne MF. Centro de Recreación para Adultos Mayores. [Tesis Licenciatura]. México, Puebla: Universidad de las Américas Puebla; 2004.
- 9.- Fundación General CSIC. Informe sobre envejecimiento. Se obtiene en URL: <http://www.fgcsic.es/files/adjuntos/InformeEnvejecimiento.pdf>

10.- Organización Mundial de la Salud. Hombres, envejecimiento y salud. Se obtiene en URL:

<http://www.imsersomayores.csic.es/documentos/documentos/oms-hombres-01.pdf>

11.- Instituto Nacional de Estadísticas. Censo 2002 Síntesis de Resultados. Se obtiene en URL: <http://www.ine.cl/cd2002/sintesis censal.pdf>

12.- Instituto Nacional de Estadísticas. CIFRAS MAYORES: Número de adultos mayores en Chile según datos del Censo 2002 del INE. Se obtiene en URL: http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/estadisticas_sociales_culturales/adultos_mayores/pdf/cifrasmayores.pdf

13.- Instituto Nacional de Estadísticas. Adulto Mayor en Chile. Se obtiene en URL:

http://www.ine.cl/canales/sala_prensa/noticias/2007/septiembre/boletin/ine_adulto_mayor.pdf

14.- Instituto Nacional de Estadísticas. Población Adulto Mayor en el Bicentenario. Se obtiene en URL:

<http://estudios.sernam.cl/documentos/?eMTQyNzg0NA==>

[Poblaci%C3%B3n Adulta Mayor en el Bicentenario](#)

15.- Instituto Nacional de Estadísticas. Población y Sociedad Aspectos Demográficos. Se obtiene en URL:

http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/demografia_y_vitales/demografia/pdf/poblacion_sociedad_enero09.pdf

- 16.- Gobierno de Chile. Ministerio de Desarrollo Social. Servicio Nacional del Adulto Mayor (SENAMA). Indicadores Relativos a las Personas Mayores. Se obtiene en URL: <http://www.senama.cl/araucaniaSENREG.html>
- 17.- Rosenberg I. Summary comments: epidemiological and methodological problems in determining nutritional status of older persons. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 1231–3.
- 18.- Rosenberg IH. Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* 1997; 127: 990S–91S.
- 19.- Morley JE, Baumgartner RN, Roubenoff R et al. Sarcopenia. *J Lab Clin Med* 2001; 137: 231–43.
- 20.- Jensen J, Lundin-Olsson L, Nyberg L, & Gustafson Y. Fall and injury prevention in older people living in residential care facilities. A cluster randomized trial. *Ann Intern Med* 2002; 136(10): 733-741.
- 21.- Delmonico MJ, Harris TB, Lee JS et al. Alternative definitions of sarcopenia, lower extremity performance, and functional impairment with aging in older men and women. *J Am Geriatr Soc* 2007; 55: 769–74.
22. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB et al. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: The health, aging and body composition study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2006; 61: 1059–64.
- 23.- Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al.; European Working Group on Sarcopenia in Older People. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 2010; 39(4): 412-423.

- 24.- Wilmore JH, Costill DL. Fisiología del esfuerzo y del deporte. 6° Edición. España: Paidotribo; 2007.
- 25.- Molina JC. Sarcopenia en la pérdida funcional: rol del ejercicio. Rev Hosp Clín Univ Chile 2008; 19: 302–8.
- 26.- Gill TM, Williams CS, Tinetti ME. Assessing risk for the onset of functional dependence among older adults: the role of physical performance. J Am Geriatr Soc 1995; 43: 603–609.
- 27.- Deschenes MR. Effects of aging on muscle fibre type and size. Sports Med 2004; 34: 809–824.
- 28.- Kamel HK. Sarcopenia and aging. Nutr Rev 2003; 61:157-67.
- 29.- Burnfield JM, Josephson KR, Powers CM, Rubenstein LZ. The influence of lower extremity joint torque on gait characteristics in elderly men. Arch Phys Med Rehabil 2000; 81: 1153–1157.
- 30.- Puthoff ML, Nielsen DH. Relationships among impairments in lower-extremity strength and power, functional limitations, and disability in older adults. Phys Ther 2007; 87: 1334–1347.
- 31.- Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Manual de Prevención de caídas en el adulto mayor. Se obtiene en URL: <http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/ab1f8c5957eb9d59e04001011e016ad7.pdf>
- 32.- Rubenstein LZ. Falls in older people: Epidemiology, risk factors and strategies for prevention. Age ageing 2006; 35 (Suppl 2): ii37-41.

- 33.- Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey K. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc* 1994; 42: 1110-7.
- 34.- Wiksten DL, Perrin DH, Hartman ML, Giek J, Weltman A. The relationship between muscle and balance performance as a function of age. *Isokinetics Ex Sci* 1996; 6: 125-32.
- 35.- Onambele GL, Narici MV, Maganaris CN. Calf muscle-tendon properties and postural balance in old age. *J Appl Physiol* 2006; 100: 2048-56.
- 36.- Kisner C, Colbyn LA. *Ejercicio Terapéutico*. 1º Edición. España: Paidotribo; 2005.
- 37.- Corbalán R. Actividad física y obesidad. Pontificia Universidad Católica de Chile *Boletín Escuela de Medicina* 1997; 26:42-44. Obtenido en URL: <http://escuela.med.puc.cl/paginas/publicaciones/boletin/html/obesidad/obesidad11.html>
- 38.- de Vos NJ, Singh NA, Ross DA, Stavrinou TM, Orr R, Fiatarone Singh MA. Effect of power-training intensity on the contribution of force and velocity to peak power in older adults. *J Aging Phys Act* 2008; 16(4): 393–407.
- 39.- Fielding RA, LeBrasseur NK, Cuoco A, Bean J, Mizer K, Fiatarone Singh MA. High-velocity resistance training increases skeletal muscle peak power in older women. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50(4): 655–662.
- 40.- Mitzko TA, Cress ME, Slade JM, et al. Effect of strength and power training on physical function in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2003; 58 (2):171–175.

- 41.- Liu CJ, Latham N. Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2009; 8(3): CD002759.
- 42.- Astrand P, Rodahl K, Dahl HA, Stromme SB. *Manual de fisiología del ejercicio*. 1º Edición. España: Paidotribo; 2010.
- 43.- Albasini A, Krause M, Rembitzki I. *Using Whole Body Vibration in Physical Therapy and Sport*. 1º Edición. China: Elsevier; 2010.
- 44.- Rubin C, Turner AS, Bain S, Mallinckrodt C, McLeod K. Anabolism: low mechanical signals strengthen long bones. *Nature*. 2001;412:603-4.
- 45.- Bosco C, Iacovelli M, Tsarpela O, Cardinale M, Bonifazi M, Tihany J, et al. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur J Appl Physiol*. 2000;81:449-54.
- 46.- Torvinen S, Kannus P, Sievänen H, Järvinen T, Pasanen M, Kontulainen, et al. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross over study. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2002;22:145-52.
- 47.- Cardinale M, Lim J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med Sport*. 2003;56:287-92.
- 48.- Haas C, Turbanski S, Kaiser I, Schmidtbleicher D. Effects of whole-body-vibration on postural control in Parkinson´s disease. *Mov Disord*. 2004;19:518.
- 49.- Cochrane DJ, Legg SJ, Hooker MJ. The shortterm effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J Strength Cond Res* 2004;18:828-32.
- 50.- Heyward V. *Evaluación de la Aptitud Física y Prescripción del Ejercicio*. 5º Edición. España: Panamericana; 2008.

- 51.- Haas C, Schmidtbleicher D. Zu den effekten mechanischer schwingungsreize bei m. Parkinson. *Rheuma Aktuell*. 2002;3:8-10.
- 52.- Delecluse C, Roelants M, Verschueren S. Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35:1033-41.
- 53.- Mester J, Kleinöder H, Yue Z. Vibration training: benefits and risks. *J Biomech*. 2006;39:1056-65.
- 54.- Guyton AC, Hall JE. *Tratado de fisiología*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2001.
- 55.- Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S, Bartali B, Cavazzini CH, Guralnik JM, et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1854-7.
- 56.- Mahieu N, Witvrouw E, Van de Voorde D, Michilsens D, Arbyn V, Van den Broeck W. Improving Strength and Postural Control in Young Skiers: Whole-Body Vibrations Versus Equivalent Resistance Training. *J Athl Train* 2006;41:286-93.
- 57.- Roelants M, Delecluse C, Verschueren SM. Wholebody- vibration training increase knee-extension strength and speed of movement in older women. *J Am Geriatr Soc*. 2004;52:901-8.
- 58.- Cardinale M, Bosco C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exerc Sport Sci Rev* 2003;31:3-7.
- 59.- Ronnestad BR. Comparing the performanceenhancing effects of squats on a vibration platform with conventional squats in recreationally resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2004;18:839-45.

- 60.- Fagnani F, Giombini A, Di Cesare A, Pigozzi F, Di Salvo V. Am J Phys Med Rehabil 2006; 85:956-62.
- 61.- Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E, Gourlay M, Tejen O, Richy F, et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. Arch Pphys Med Rehabil 2005; 86:303-7.
- 62.- Gordon H, Guyatt, Sackett DL, Cook DJ. Guías para usuarios de la literatura médica. JAMA 1993; 270: 2598-2601.
- 63.- Presentación ECCA Profesor Ricardo Solano.
- 64.- Gabriel Rada. Revisado 2007 Tomás Merino. El ensayo clínico controlado (ECC). Obtenido en:
<http://escuela.med.puc.cl/recursos/recepidem/estExper03.htm>
- 65.- Eduardo Lazcano-Ponce, MC, Dr en C; Eduardo Salazar-Martínez, M en C, Dr en C; Pedro Gutiérrez-Castrellón, MC, Dr en C; Angélica Angeles-Llerenas, MC, M en C; Adolfo Hernández-Garduño, MC, M en C; José Luis Viramontes, MC, M en C. Ensayos clínicos aleatorizados: variantes, métodos de aleatorización, análisis, consideraciones éticas y regulación. Obtenido en URL:
<http://www.scielo.br/pdf/spm/v46n6/22570.pdf>
- 66.- Polit DF, Hungler BP. Investigación Científica en Ciencias de la Salud. 6° Edición. México: Mc Graw Hill; 2000.
- 67.- Bellegia L, Juárez E, Braidot A, Puig R, Catalfamo P. Valoración cuantitativa del aumento de la fuerza muscular mediante un protocolo isométrico en pacientes con reconstrucción de LCA. 2011.

- 68.- Gobierno de Chile. Ministerio de Salud. Guía Clínica Órtesis (o ayudas técnicas) para personas de 65 años. Se obtiene en URL: <http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/7222754637d38646e04001011f014e64.pdf>
- 69.- Universidad de Chile. Facultad de Medicina. Escuela de Kinesiología. Isamit L, Venegas K. "Reversibilidad y/o Retardo del proceso de sarcopenia, cuantificado en segmento muslo mediante T.A.C., en mujeres adulto mayor institucionalizadas, mediante un programa de ejercicios de resistencia progresiva. 2004.
- 70.- Gobierno de Chile. Comité Nacional para el Adulto Mayor. Guía de Ejercicios para un Envejecimiento Saludable.

Anexos

ANEXO N°1

Test Time Up and Go

Materiales:

- 1 cono
- 1 silla
- 1 cronómetro
- cinta métrica
- cinta adhesiva

1.- Al inicio de la prueba la persona debe estar sentada, con la espalda apoyada contra el respaldo de la silla, con los brazos colgando a ambos costados sin tocar los muslos, y los pies colocados justo detrás de la línea de partida.

2.- La línea de partida se marca con cinta adhesiva en el suelo, delante de la silla y a tres metros de ésta se ubica un cono.

3.- El evaluador se ubica de pie, a un costado de la trayectoria de la persona, a media distancia entre la línea de partida y la marcación a tres metros de ésta.

4.- A la orden de partida, se pide que se levante de la silla y camine en línea recta lo más rápido que pueda en dirección al cono, de la vuelta y regrese a la silla, volviendo a retomar la posición sentado.

5.- El evaluador cronometra el tiempo desde que se da la orden de partida y despegar la espalda de la silla, hasta que el sujeto tras caminar los seis metros y retornar, apoya su espalda contra el respaldo de la silla.

6.- El sujeto podrá realizar una prueba de práctica antes del test que no se cronometrara.

7.- Resultados:

En cuanto al equilibrio dinámico:

Normal: 10 o menos segundos.

Alterado: mayor o igual a 15 segundos.

En cuanto al riesgo de caídas:

Normal: menor o igual 10 segundos.

Riesgo leve: 10 a 20 segundos.

Riesgo alto: mayor a 20 segundos.

ANEXO N°2

Carta de consentimiento informado



Titulo del estudio: Efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” v/s un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembro inferior, en adultos mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo entre los meses de abril y septiembre del año 2013.

Investigadores: *María Isabel León Heredia, alumna de cuarto año de la carrera de Kinesiología de la Universidad de la Frontera, y Bárbara Teresa Rojas González, alumna de cuarto año de la carrera de Kinesiología de la Universidad de la Frontera.*

Objetivo: Comparar la efectividad entre un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” y un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular de miembro inferior, en adultos mayores que asisten al Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo entre los meses de abril y septiembre del año 2013.

Procedimiento: La investigación tendrá dos grupos de tratamiento. Cada uno de estos realizara un protocolo de entrenamiento de ejercicio resistido, con la excepción de que a uno de los grupos se le asociara, a la terapia base (ejercicio resistido), la terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*.. A ambos grupos se les realizara una evaluación de fuerza muscular de los miembros inferiores con un dinamómetro isométrico y se les realizara el test Time Up and Go para medir el

Índice de Caídas. Todos los pacientes serán familiarizados previamente con la evaluación.

Usted tendrá la misma posibilidad al igual que todos los pacientes del estudio de pertenecer a cualquiera de los dos grupos puesto que serán designados aleatoriamente. No se puede cambiar del grupo al cual ha sido asignado.

Si acepta participar, se compromete a: asistir a las sesiones de entrenamiento 2 veces a la semana durante los 6 meses que dura la investigación (si falta a alguna deberá recuperarla en un horario asignado); asistir a las sesiones de evaluación, las cuales serán previo al inicio del estudio, a los 3 meses de iniciada la intervención y al finalizar ésta (6 meses) . Si usted falta y no quiere seguir asistiendo es libre de hacerlo, pero debe exponer sus motivos.

Beneficios : Ambas terapias son beneficiosas, ya que mejoran la fuerza de miembros inferiores, repercutiendo así en la funcionalidad y disminuyendo el riesgo de sufrir una caída. Además, constituirá un aporte para la comunidad científica, para el país, la región y el quehacer kinésico, puesto que de acuerdo a los resultados que proporcione esta investigación, se determinarán la real efectividad de la nueva terapia en comparación a la terapia estándar.

Riesgos: No hay riesgos asociados a ninguna de las dos terapias, solo la sensación de incomodidad que pudiera causar la vibración proporcionada por la plataforma vibratoria en los pacientes del grupo experimental. Esto será previamente evaluado en una sesión de familiarización.

Participación: La participación en el estudio es totalmente voluntaria. No se dará ninguna remuneración a los pacientes. El abandono durante el transcurso del estudio es decisión del paciente, sin verse expuesto a ninguna sanción por aquello.

Confidencialidad y privacidad: Los resultados obtenidos de las mediciones, tanto de fuerza muscular de miembro inferior como riesgo caídas y sus datos personales serán totalmente confidenciales para cualquier persona ajena a la investigación y solo se darán a conocer los resultados finales del estudio, los cuales serán publicados como una forma de contribuir a la comunidad científica y a la sociedad.

Preguntas: En caso de cualquier duda se puede comunicar con los investigadores a los siguientes números: María Isabel León Heredia (05) 6060818 y Bárbara Teresa Rojas González (08) 8131717.

Yo, _____, cedula de identidad

n° _____ a través de este documento, declaro voluntariamente ser parte de esta investigación, además que he recibido una copia de este documento, que he tenido la oportunidad de leerlo personalmente y con mi círculo familiar cercano. Estoy consciente de mis deberes y derechos en este estudio.

Firma del paciente

Firma del investigador 1

Firma del investigador 2

Fecha Temuco Chile

ANEXO N°3

Ficha de evaluación de los pacientes

N° de ficha:

Grupo: 1_

2_

Nombre:

Edad:

Fecha de nacimiento:

Sexo:

Ocupación:

Estado civil:

Dirección:

Teléfono:

<i>Evaluaciones</i>	<i>Inicio</i>	<i>3 meses</i>	<i>6 meses</i>
<i>Fuerza muscular Extremidad inferior (extensores de rodilla)</i>	<i>Derecha: Kg Izquierda: Kg</i>	<i>Derecha: Kg Izquierda: Kg</i>	<i>Derecha: Kg Izquierda: Kg</i>
<i>Time up and Go</i>	<i>Seg</i>	<i>Seg</i>	<i>Seg</i>

Antecedentes mórbidos y enfermedades asociadas:

Medicamentos:

ANEXO N°5

Carta al director del Servicio de Salud Araucanía Sur

Director del Servicio

De Salud Araucanía Sur

Dirección Arturo Prat # 969, Temuco, IX Región

Temuco Diciembre 2012

Señor _____

Nos dirigimos a usted con el fin de solicitar su autorización para la realización de un proyecto de investigación en el Centro de Salud Familiar Pueblo Nuevo. Somos alumnas de 4to año de la carrera de Kinesiología, de la Universidad de la Frontera. Actualmente nos encontramos desarrollando un proyecto de tesis para optar al grado de Licenciado en Kinesiología, este proyecto lleva como nombre: Efectividad de un protocolo de ejercicio resistido asociado a terapia vibratoria “*Whole Body Vibration*” v/s un protocolo de ejercicio resistido, en el incremento de la fuerza muscular del miembro inferior, en adultos mayores. Para poder llevar a cabo la ejecución de dicha investigación debemos contar con la autorización del centro de salud para que derive a los adultos mayores a nuestro estudio y la autorización del kinesiólogo musculo esquelético de este, para llevar a cabo el entrenamiento en la sala de terapia física del lugar.

Adjuntamos, el proyecto y los teléfonos a los cuales Ud. puede comunicarse

A la espera de su respuesta

Atentamente

M° Isabel Leon H. y Bárbara Rojas G.

Alumnas de Cuarto año de Kinesiología

Universidad de la Frontera

Firma