



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE MEDICINA
ESCUELA DE KINESIOLOGÍA

**EFFECTOS DEL HÁBITO TABÁQUICO EN PARÁMETROS
FISIOLÓGICOS EN UNA SESIÓN DE RESISTENCIA MUSCULAR
DE EXTREMIDAD INFERIOR EN MUJERES ADULTOS MAYORES
ENTRE 65 - 75 AÑOS.**

FRANCISCA CONSTANZA PELLET VARGAS
VALENTINA IGNACIA SEPÚLVEDA CHAPARRO

Tesis para ser presentada en la Escuela de Kinesiología de la Universidad Finis
Terrae para optar al título de Kinesiólogo.

Profesor guía: Klgo. Rodolfo Hidalgo Navarrete

Santiago, Chile

2014

i

DEDICATORIA

A nuestras familias por estar con nosotras en este largo proceso, apoyarnos y darnos las herramientas para salir adelante. A nuestros profesores, por su paciencia, enseñanzas y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Finis Terrae, por poner a nuestra disposición el gimnasio y a la escuela de kinesiología por facilitarnos los implementos necesarios para realizar las mediciones.

A nuestro docente guía, Rodolfo Hidalgo, por ayudarnos siempre que lo necesitamos y tener una gran disponibilidad para juntarse con nosotras.

Al profesor Hermann Zbinden por su gran disponibilidad, por aclararnos dudas e impulsarnos a seguir con el proyecto.

A la kinesióloga Marcela Cires por ayudarnos a reclutar la muestra.

A todos aquellos que hicieron posible que esta tesis pudiese llevarse a cabo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
ABREVIATURAS	ix
INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO	3
1. Demografía y Epidemiología.....	3
2. Envejecimiento	5
3. Fuerza Muscular	8
3.1 Factores que Influyen en la Fuerza.....	9
3.1.1 Reclutamiento de Unidades Motoras	9
3.1.2 Sincronización de la Unidad Motora.....	10
3.1.3 Ciclo Estiramiento-Acortamiento	10
3.1.4 Inhibición Neuromuscular	10
3.2 Grupo Muscular Cuádriceps Femoral	10
4. Ejercicio de Resistencia Muscular	12
4.1 Período de Calentamiento.....	13
4.2 Escala de Borg.....	15
5. Actividad e Inactividad Física.....	16
6. Parámetros Fisiológicos.....	19
6.1 Frecuencia Cardíaca (FC).....	19
6.1.1 FC en Reposo	19

6.1.2 FC en Envejecimiento	19
6.1.3 Respuesta Cardiovascular al Ejercicio	20
6.2 Frecuencia Respiratoria (FR)	20
6.2.1 Ventilación Pulmonar Durante el Ejercicio	20
6.2.2 FR en Envejecimiento	21
6.3 Presión Arterial	21
6.4 Saturación de Oxígeno (SaO ₂)	22
6.4.1 SaO ₂ en Envejecimiento	24
7.Hábito Tabáquico	25
7.1 Efectos del Tabaco	27
8. Justificación del problema de investigación	30
8.1 Formulación del problema	30
8.2 Pregunta de investigación.....	30
8.3 Objetivo general.....	30
8.4 Objetivos específicos	30
8.5 Hipótesis de trabajo	31
8.6 Hipótesis nula	31
MATERIALES Y MÉTODOS	32
Metodología de la Obtención de Datos y de la Intervención Realizada.....	33
Variables de Estudio	36
Variables Dependientes.....	36
Variables Independientes	37

Análisis Estadístico	39
RESULTADOS.....	40
Gráfico 1	42
Gráfico 2	43
Gráfico 3	44
Gráfico 4	45
Gráfico 5	47
DISCUSIÓN	48
CONCLUSIÓN	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	66
Anexo 1.....	66
Anexo 2.....	67
Anexo 3:.....	68
Anexo 4.....	71
Anexo 5.....	72
Anexo 6.....	73
Anexo 7.....	74

RESUMEN

La siguiente propuesta de investigación comprende el estudio cuantitativo observacional de una muestra de adultos mayores de sexo femenino. La muestra representa 30 individuos, entre los cuales se incluyen aquellas mujeres de $68,93 \pm 3,92$ años, sedentarias, fumadoras y no fumadoras, cuya presión arterial se encuentra dentro de rangos normales o presente hipertensión arterial estadio I controlada con fármacos.

Lo que se quiere probar es que en los fumadores la variación de ciertos parámetros fisiológicos es mayor, luego de ser sometidos a una sesión de ejercicio de resistencia muscular en extremidad inferior. Los parámetros a medir serán: Frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y saturación de oxígeno. Así como también se preguntará por la percepción de esfuerzo en reposo y una vez terminado el ejercicio.

Los valores de las medias para ambos grupos fueron similares. Sin embargo se observa una tendencia de variación mayor en el grupo fumador, así como también post ejercicio inter grupo.

Los resultados obtenidos confirman la hipótesis de trabajo del presente estudio: “Existen diferencias significativas en la respuesta fisiológica que genera una sesión de ejercicio de resistencia muscular en mujeres adultos mayores entre 65-75 años con y sin hábito tabáquico”.

Palabras clave: Adulto mayor, resistencia muscular, sarcopenia, tabaco.

ABSTRACT

The following research proposal considers a quantitative observational study of a sample of elderly women. The sample represents 30 individuals, including women that are $68,93 \pm 3,92$ years old, sedentary smokers and nonsmokers, whose blood pressure is within normal ranges or present stage I hypertension controlled with drugs.

What is wanted to be proved is that, in the case of smokers, the variation of certain physiological parameters, after being subjected to a single session of lower extremity muscle resistance exercise, is greater. Heart rate, respiratory rate, blood pressure and oxygen saturation will be measured. Also, individuals will be asked for their perceived effort at rest once the exercise is complete. The mean values for both groups were similar. However, a trend of greater variation in the smoker group is observed, as well as a greater variation after the exercise session, between both groups.

The obtained results confirm the working hypothesis of this study: "There are significant differences in the physiological response that is generated in a muscular resistance workout session in elderly women, in between 65 to 75 years old, with and without a smoking habit".

Keywords: Elderly, muscular strength, sarcopenia, snuff.

ABREVIATURAS

CO ₂	:	Dióxido de carbono
DE	:	Desviación estándar
DM	:	Diabetes Mellitus
E°	:	Energía.
EEII	:	Extremidades inferiores.
EPOC:		Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
FC	:	Frecuencia cardiaca
FR	:	Frecuencia respiratoria
GH	:	Hormona del crecimiento
Hb	:	Hemoglobina
HbO ₂	:	Hemoglobina oxigenada
HTA	:	Hipertensión arterial
IL6	:	Interleuquina 6
LMP	:	Latidos por minuto
MMSE:		Mini mental test
NO	:	Óxido nítrico
OMS	:	Organización Mundial de la Salud
O ₂	:	Oxígeno

PA	:	Presión arterial
PaO ₂	:	Presión arterial de oxígeno
PAS	:	Presión arterial sistólica
PAD	:	Presión arterial diastólica
PCR	:	Proteína C Reactiva
RPM	:	Respiraciones por minuto
RVS	:	Resistencia vascular sistémica
SaO ₂	:	Saturación de oxígeno
TNF α :		Factor de necrosis tumoral alfa

INTRODUCCIÓN

El envejecimiento de la población chilena es una característica demográfica que adquiere cada vez mayor importancia en el país, destacando los cambios demográficos a nivel nacional donde la población va en aumento, estimándose 20.205.000 habitantes para el año 2050.^{1,2} De esta forma, crecerá 31,2% en los próximos 50 años, con este crecimiento disminuido en comparación con lo observado entre 1950 y 2000, periodo en que aumentó 153,2%, lo que muestra una disminución de la natalidad sumado a un aumento en la esperanza de vida, las proyecciones muestran que en el año 2050 se llegaría a 170 adultos mayores por cada 100 niños demostrando así que la población Chilena está presentando un sostenido envejecimiento.^{2,3} Teniendo en cuenta la importancia de la independencia y una buena calidad de vida en este grupo etario, que presenta un alto porcentaje de enfermedades cardiometabólicas, sumado a inactividad física, tabaquismo, entre otros factores de riesgo, aumenta aún más el deterioro del sistema musculo esquelético representado por la sarcopenia, que presentan un riesgo asociado a caídas, fragilidad, disminución y pérdida de la independencia funcional.^{4,5,6}

La motivación del estudio yace en la búsqueda de mayor respaldo científico frente a la relación que la evidencia actual establece entre el hábito tabáquico y como varían los parámetros fisiológicos, luego de haber realizado un ejercicio de resistencia muscular en extremidad inferior, levantando el 60% del peso corporal. Además, es una buena instancia para definir los alcances del análisis del comportamiento de ciertos parámetros fisiológicos en ciencias del ejercicio de resistencia muscular, conocer su variabilidad y utilidad en la rehabilitación.

Este grupo de edad, representa un segmento creciente de la población nacional que por las características propias del proceso de envejecimiento, está requiriendo y utilizando una proporción cada vez mayor de los recursos de los sistemas de salud.¹

MARCO TEÓRICO

1. Demografía y Epidemiología

Hacia la mitad de este siglo, se estima que la población de Chile llegará a los 20.205.000 habitantes. De esta forma, crecerá 31,2% en los próximos 50 años, variación que contrasta con lo observado entre 1950 y 2000, periodo en que aumentó 153,2%.²

La población total de Chile estimada al 30 de Junio de 2012 es de 17.402.630 habitantes y específicamente la de 65 años o más es de 1.659.670 habitantes.³

Del total en Chile 8.612.483 son hombres y 8.790.147 son mujeres. En adultos mayores las mujeres son 56,9% (944.732 personas) y los hombres 43,1% (714.938 personas).³

La Región Metropolitana cuenta con el mayor número de adultos mayores del país, correspondiente a 39,2% seguida por Valparaíso con 12,1% y Bío Bío con 12,1%.³

Para el año 2050 se estima que la población en Chile llegará a 20.205.000 habitantes, de los cuales 9.904.861 serían hombres y 10.300.139

mujeres. Los adultos mayores corresponderán a un 21,6%, lo que indica un sostenido envejecimiento de la población chilena.²

La esperanza de vida al nacer, sería de 82,1 años entre 2045 y 2050. Las mujeres podrían vivir 85,4 años y los hombres 79,0 años.²

Con lo que respecta al índice de renovación, éste representa el número de adultos mayores por cada 100 niños entre 0 y 14 años. Este indicador refleja la dinámica de envejecimiento de la población. En el año 1950 había 18,7 adultos mayores por cada 100 niños, en el año 2005 esta relación aumenta a 46,1. En el 2050 alcanzaría a 170 adultos mayores por cada 100 niños, es decir, que por cada 10 adultos mayores habrá sólo 6 niños menores de 15 años.²

Según la organización Panamericana de la salud, el año 2013, Chile es considerado el país con los índices más altos de tabaquismo a nivel Sudamericano, donde el 40,6% de los mayores de 15 años son fumadores, el 35 % de los menores de 15 años también lo son, cifras preocupantes, que si bien han disminuido con la implementación de la ley antitabaco siguen preocupando al sistema de salud.⁷

2. Envejecimiento

El envejecimiento es considerado como un cambio cronológico, ocasionado por una serie de procesos que ocurren en el organismo, pero que con el tiempo van perdiendo su capacidad de adaptabilidad y deterioro funcional.⁸

La disminución de la movilidad e independencia son factores de riesgo comunes de discapacidad, hospitalizaciones y mortalidad.^{8,9}

La causante principal del deterioro funcional es la sarcopenia. Es una de las mayores consecuencias del envejecimiento y se refleja en la pérdida de masa y fuerza muscular, siendo mayor la de ésta última. Hay mayor tendencia a la acumulación de masa grasa y se pierde masa magra, lo cual empieza aproximadamente a los 25 años de edad. Entre los 30 y los 80 años se pierde un 30 a 40% de la masa muscular. Dicha pérdida no es lineal y se acelera con la edad.^{8, 10, 11, 12,13}

La grasa e infiltración de tejido conectivo en el músculo esquelético, pueden representar hasta el 15% del área de sección transversal en adultos sedentarios, lo que genera un estado pro-inflamatorio con aumento de cortisol y factor de necrosis tumoral que acelera el deterioro funcional del músculo, asociado a esto también hay una disminución de hormonas anabólicas como, testosterona y hormona del crecimiento (GH) lo que limita la capacidad de aumentar el tamaño del músculo con la edad.^{8,11,14,15}

La sarcopenia en el envejecimiento involucra una disminución de la función neuromuscular, la masa muscular y la atrofia de fibras musculares, especialmente tipo 2, lo cual se atribuye a la pérdida de motoneuronas α por desuso, ya que se genera una denervación de las unidades motoras.^{8,17,18}

Los estudios electromiográficos durante las contracciones musculares han demostrado hasta una disminución del 25% en las unidades motoras presentes en el músculo de adultos mayores en relación con los adultos jóvenes. Un menor número de neuronas motoras aumenta el tamaño de las unidades motoras que quedan, lo que hace que cada neurona motora inerve un mayor número de fibras musculares, lo cual contribuye a la disminución de la fuerza muscular.⁸

Se produce una disfunción neuromuscular, una disminución en el acoplamiento excitación-contracción resultante de una disminución en la concentración de miosina, la reducción de la sensibilidad al calcio y la absorción por el retículo sarcoplásmico.^{8,10}

Al evaluar la relación entre la edad y el área de sección transversal del cuádriceps femoral utilizando la ecografía, las mujeres mayores tienen una masa muscular 33% más baja que las personas más jóvenes.⁸

Producto del declive de la función cognitiva, es importante evaluarla, dentro de los múltiples instrumentos para determinar la capacidad cognitiva, el mini mental test (MMSE) es uno de los más utilizados.¹⁹

Es un test breve de función cognitiva básica, que proporciona un diagnóstico grueso de la orientación de la persona en el tiempo y en el espacio, de la memoria reciente, el registro y la capacidad aritmética.¹⁹

Folstein, lo diseñó como una ayuda para ser aplicado en la evaluación cognitiva de pacientes ancianos en la práctica clínica. Se le denominó Mini porque se concentra sólo en aspectos cognitivos de la función mental excluyendo ánimo y conductas mentales anormales. Mide, orientación, registro, memoria reciente, atención/concentración, lectoescritura, habilidad visual/espacial, comprensión y lenguaje.¹⁹

La sensibilidad del test para detectar demencia fluctúa entre 76 - 100% y la especificidad entre 78 - 100%.¹

3. Fuerza Muscular

Es la capacidad de actuar sobre un cuerpo de cierta masa y generar un efecto. La aplicación de una fuerza sobre un cuerpo puede ser la modificación del estado de movimiento y/o la modificación de su aspecto físico.²⁰

Sapega, define la fuerza como la capacidad del músculo de desarrollar una tensión activa.²¹ Por otra parte Knapik la define como el torque máximo que puede desarrollar un grupo muscular durante una contracción voluntaria.²²

El nivel de fuerza necesario para satisfacer las exigencias de la vida cotidiana no varía a lo largo de la vida. No obstante, la fuerza máxima de una persona, generalmente es muy superior a las exigencias cotidianas, pero va reduciéndose de forma constante con el envejecimiento. Por ejemplo, la capacidad para ponerse de pie estando inicialmente sentado comienza a hacerse difícil a partir de los 50 años. Ya a los 80 años se convierte en una tarea casi imposible para algunas personas. Los ancianos son generalmente capaces de realizar actividades que requieren sólo intensidades moderadas de fuerza muscular.¹⁴

La fuerza de extensión de la rodilla en hombres y mujeres de un nivel de actividad normal disminuye rápidamente una vez pasados los 45 años.¹⁴

La tasa de disminución de la fuerza muscular se acelera hasta 15 % a 20 % por década durante la sexta y séptima, a partir de los 70 años en adelante, esta aumenta a un 30%.¹¹

Alrededor de la octava década, la masa muscular ha disminuido en un 50 % en comparación con la masa muscular máxima durante la edad adulta.¹⁶

La tasa de descenso puede ser significativamente menor (sólo un 0,3 % de disminución por año) en los hombres y mujeres de edad avanzada que mantienen un alto nivel de actividad.¹⁶

La capacidad de sostener el esfuerzo muscular de baja intensidad también disminuye con la edad, en parte debido a la reducción de suministro de sangre, la densidad capilar en el músculo, disminución de la densidad mitocondrial, los cambios en el nivel de actividad enzimática, y la disminución del transporte de la glucosa, como resultado, la fatiga muscular puede tender a ocurrir más fácilmente en los ancianos.^{16, 23}

Con la disminución de la fuerza en las personas mayores, hay una pérdida de las capacidades funcionales como, subir escaleras, y levantarse de una silla.^{24, 25}

3.1 Factores que Influyen en la Fuerza

3.1.1 Reclutamiento de Unidades Motoras: Cuando se activan más unidades motoras, más fuerza se desarrolla, el reclutamiento se inicia con pequeñas unidades motoras y luego unidades motoras más grandes.²⁸

La fuerza muscular aumenta si la frecuencia de descarga neuronal aumenta.²⁸

3.1.2 Sincronización de la Unidad Motora: Es la activación simultánea de varias unidades motoras, que se traduce en un incremento de la fuerza. Tiene un rol importante durante las contracciones musculares rápidas y genera gran influencia en el rendimiento de las actividades que requieren la co-activación de múltiples músculos al mismo tiempo.²⁸

3.1.3 Ciclo Estiramiento-Acortamiento: Se define como la combinación de una acción excéntrica y una concéntrica. Se considera un movimiento pliométrico, que mejora el rendimiento durante la acción muscular concéntrica, lo que se produce por: una acumulación de energía (E°) elástica durante la fase excéntrica, para ser liberada durante la fase concéntrica, una activación del reflejo de estiramiento y una optimización de la activación muscular.²⁸

3.1.4 Inhibición Neuromuscular: Ocurre como resultado de la retroalimentación neural a partir de músculos y diversos receptores articulares que pueden reducir la producción de fuerza en el músculo agonista. Como el órgano tendinoso de Golgi, que funciona como un mecanismo de protección e impide que se genere daño muscular durante esfuerzos máximos o submáximos. La disminución de la inhibición podría explicar en parte el aumento en la capacidad de generar fuerza, visto como un resultado del entrenamiento.²⁸

3.2 Grupo Muscular Cuádriceps Femoral

La importancia de este grupo muscular, escogido en nuestro estudio, radica en las consideraciones funcionales importantes, mediante activaciones isométrica donde actúa como estabilizador y protector de la rodilla, excéntricas

donde controla el ritmo de descenso del centro de masa del cuerpo como al sentarse o agacharse aportando también amortiguación y por último contracciones concéntricas aceleran la tibia o el fémur durante la extensión de rodilla, la funcionalidad que aporta diariamente este grupo muscular a la posición bípeda, como sus acciones durante la marcha y las transferencias, son de importancia para las actividades de la vida diaria y para la mantención de la independencia.^{11, 25, 26, 27}

4. Ejercicio de Resistencia Muscular

La resistencia muscular, se entiende como la capacidad de producir tensión que tiene el músculo al activarse. Ésta capacidad está en relación con una serie de factores como, la mecánica muscular, factores morfológicos, neurales y el entorno muscular.²⁸

El ejercicio de resistencia es cualquier forma de ejercicio activo en el que la contracción muscular dinámica o estática es resistida por una fuerza externa aplicada manualmente o mecánicamente.¹⁶

La resistencia es un término general que se refiere a la capacidad para realizar actividades de baja intensidad, repetitivas, o actividades sostenidas durante un período prolongado de tiempo.¹⁶

El ejercicio de moderada intensidad corresponde a un 60% de 1RM/peso corporal, éste se entiende como el peso máximo que se puede levantar solamente una vez. En este tipo de ejercicio se presenta una correlación a esta intensidad determinada por el número de repeticiones, lo que correspondería a realizar 12 repeticiones (67% de 1RM).^{14, 39, 30, 31}

El entrenamiento de resistencia ha demostrado mejorar la fuerza muscular de los adultos mayores que cursan con sarcopenia.⁸

Esto podría ser debido a hipertrofia de la fibra individual, ya que el entrenamiento de resistencia aumenta la síntesis de proteína muscular, número de miofibrillas, actina y filamentos de miosina, sarcoplasma y tejido conectivo.⁸

El entrenamiento de resistencia también aumenta el número de unidades motoras reclutadas para realizar una tarea dada, lo que les permite actuar sincronizadamente, logrando un aumento de la capacidad de generar fuerza.^{8,9}

Dependiendo de la naturaleza (tipo, frecuencia, intensidad y duración) y del estímulo (ejercicio o entrenamiento), la respuesta adaptativa puede tomar diferentes formas. Hipertrofia, es cuando las fibras aumentan su tamaño pero mantienen su estructura basal, y sus propiedades fisiológicas y bioquímicas. Remodelación sin hipertrofia, es cuando las miofibras no aumentan de tamaño pero sufren modificaciones de sus características estructurales y enzimáticas notorias, y que generalmente van acompañadas de cambios en la microvascularización.^{14, 32}

Dentro de los cambios a nivel muscular, éstos, se deben al incremento de la actividad contráctil que está asociada con los cambios inducidos por el entrenamiento hacia un músculo más oxidativo.³²

4.1 Periodo de Calentamiento

El propósito del período de calentamiento es aumentar los numerosos ajustes fisiológicos antes una actividad física.³³

Las respuestas fisiológicas durante este período es un aumento de la temperatura muscular, cuanto mayor sea la temperatura, mejor será la eficiencia de la contracción muscular debido a una disminución de la viscosidad muscular sumado a un aumento en la tasa de conducción nerviosa.³³

Se necesita una mayor cantidad de oxígeno para satisfacer las demandas de energía para el músculo. La extracción de la hemoglobina es mayor a temperaturas más altas, lo que facilita los procesos oxidativos.³³

La dilatación de los capilares previamente obstruidos, aumenta el suministro de oxígeno a los músculos activos, minimizando el déficit de oxígeno y la formación de ácido láctico.^{33, 34}

Un período de calentamiento incrementará la frecuencia cardíaca y respiratoria, preparándonos para el eficaz y seguro funcionamiento del corazón, vasos sanguíneos, pulmones y músculos durante los ejercicios más enérgicos que seguirán. Un buen calentamiento también reduce la intensidad de la inflamación muscular y articular que experimentamos durante las primeras fases del programa de ejercicios y puede reducir el riesgo de lesiones. Un calentamiento aceptable comenzaría con 5 o 10 min de estiramiento, seguidos por 5 o 10 min de actividad aeróbica de baja intensidad usando el tipo de ejercicio que sirve para entrenar la capacidad de resistencia aeróbica.^{35, 36, 37}

El cicloergometro de brazo ofrece una modalidad segura para ejercer el codo, el hombro, y la musculatura del tronco y reducir al mínimo la tensión metabólica y cardiorrespiratoria y el esfuerzo percibido. La parte superior del cuerpo puede contribuir a la potencia muscular.^{38,39}

4.2 Escala de Borg

La escala de Borg ha sido propuesta para su uso en la programación de la intensidad del ejercicio. Con este método, los individuos subjetivamente clasifican la intensidad con la que creen que están haciendo ejercicio. Una clasificación numérica determinada corresponde a la intensidad relativa percibida del ejercicio. Cuando se usa la escala correctamente, este sistema para controlar la intensidad del ejercicio ha demostrado ser muy preciso.^{40, 41, 42}

5. Actividad e Inactividad Física

La actividad física se define como movimientos producidos por la contracción del músculo esquelético que aumenta el gasto energético.^{17, 43}

La mayoría de las cualidades físicas declinan a un ritmo constante desde la mediana edad hasta edades avanzadas. Ello es la consecuencia de reducciones de la resistencia muscular, cardiovascular y de la fuerza.¹⁶

La actividad física está relacionada con el bienestar, actúa como un factor protector. Se relaciona con un menor riesgo de enfermedad cardiovascular, mejora la calidad de vida y promueve la independencia física, éste se relaciona con de forma independiente con la longevidad, tanto en poblaciones sanas como en grupos con enfermedad existente.^{9, 12, 44, 45}

Por otro lado, la fuerza es una de las cualidades físicas que tiene influencia en la calidad de vida de esta cohorte de edad, y existen suficientes evidencias que tiene múltiples beneficios para las personas mayores. Previene la sarcopenia, es un factor determinante en el mantenimiento de la independencia, y presenta una correlación negativa con el riesgo de caídas.^{44, 45}

La práctica habitual de actividad física en tiempo libre tiene efectos beneficiosos sobre el desarrollo de lesiones vasculares e influye de forma favorable en otros factores de riesgo vascular: Reduce los valores de colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos; incrementa los valores de

colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad, reduce el sobrepeso y la presión arterial, se suma a esto una mejor calidad de vida e independencia en adultos mayores.^{12, 44, 46}

El Colegio Americano de Medicina del Deporte recomienda para todos los adultos mayores un programa de entrenamiento con un componente de trabajo de resistencia muscular.²⁴

Factores que afectan el rendimiento muscular incluyen las cualidades morfológicas de los músculos: Neurológicas, influencias bioquímicas y biomecánicas, así como, cardiovasculares, respiratorias, cognitivas y la función emocional. Para que una persona pueda responder y controlar las fuerzas aplicadas al cuerpo y llevar a cabo las exigencias físicas de la vida diaria de una manera segura y eficiente, los músculos deben ser capaces de producir, mantener y regular la tensión muscular para satisfacer estas demandas.^{11, 14, 15, 46}

La inactividad física se define como actividades que no incrementen sustancialmente el gasto energético sobre el nivel basal.¹⁷

La inactividad física se define como presentar un nivel de actividad física total menor a 600 METS / semana. Como también realizar menos de 20 min. /semana de actividad física regular o someterse menos de 125 min./semana de actividad física moderada.^{47,48}

Se ha observado que es el cuarto factor de riesgo en lo que respecta a la mortalidad mundial (6% de las muertes registradas en todo el mundo). Además

se estima que es la causa principal de aproximadamente un 21-25 % del cáncer de mama y del colon, el 27% de los casos de diabetes, el 30% de la carga de la cardiopatía isquémica.⁴³

La inactividad física se está convirtiendo en un problema de salud pública cada vez de mayor magnitud.^{43, 46}

Los adultos mayores pasan un promedio de 9,4 horas al día de forma sedentaria, lo que equivale al 65-80% de su tiempo de vigilia.⁴⁹

La inactividad conduce a pérdida de la función y ésta a fragilidad en adultos mayores. Es mayor en las mujeres, en los niveles socioculturales inferiores, y aumenta conforme avanza la edad, se destaca también que las mujeres de edad avanzada siguen participando en las actividades de la vida diarias más que los hombres.^{12, 46, 50}

Al menos un 60% de la población mundial no realiza actividad física necesaria para obtener beneficios en la salud.⁴³

En Chile, el sedentarismo es prácticamente la regla en la población, siendo bajo el porcentaje de aquellos que realizan vida física activa. La Encuesta Nacional de Salud reporta una prevalencia de sedentarismo total de 89,4%, siendo de 90,8% para mujeres y de 87,9% para hombres.⁴⁴

6. Parámetros Fisiológicos

6.1 Frecuencia Cardíaca (FC)

La FC es uno de los parámetros cardiovasculares más sencillos de evaluar e informativo. Refleja la intensidad del esfuerzo que debe hacer el corazón para satisfacer las demandas incrementadas del cuerpo cuando está inmerso en una actividad.¹⁴

6.1.1 FC en Reposo

La frecuencia cardíaca en reposo es entre 60-80 latidos/min. En individuos sedentarios, desentrenados y de mediana edad, el ritmo en reposo puede superar los 100 latidos/min. La FC normalmente decrece con la edad.¹⁴

6.1.2 FC en Envejecimiento

Con el envejecimiento, se producen numerosos cambios cardiovasculares, lo cuales permiten que el sistema satisfaga las demandas impuestas sobre él al desempeñar sus funciones con la máxima eficacia.^{14, 51}

El corazón aumenta su tamaño y peso, presentando alrededor de los 70 años aumento del grosor de ambos ventrículos como respuesta al aumento de la resistencia periférica elevada del adulto mayor, a nivel miocárdico hay degeneración celular con infiltración grasa e incremento de los depósitos de colágeno que provoca fibrosis y por ende rigidez ventricular. Finalmente se genera una reducción en la adaptación frente al estrés.⁵²

Uno de los cambios más notables que acompañan al envejecimiento manifestándose en una reducción de la frecuencia cardíaca máxima. El hombre promedio de 60 años tiene una FC máxima de aproximadamente 160 latidos/min. Se estima que la FC máxima disminuye poco menos de un latido por minuto cada año, conforme se envejece.¹⁴

6.1.3 Respuesta Cardiovascular al Ejercicio

Cuando se empieza a hacer ejercicio la FC aumenta directamente proporcional al incremento de la intensidad del ejercicio.¹⁴

6.2 Frecuencia Respiratoria (FR)

6.2.1 Ventilación Pulmonar Durante el Ejercicio

Aumenta el consumo de oxígeno (O_2), seguido por una elevación continua y más gradual de la profundidad y del ritmo de la respiración.¹⁴

La elevación inicial de la ventilación se produce por la mecánica del movimiento corporal.^{14, 53}

A medida que el ejercicio progresa el metabolismo incrementado de los músculos genera un aumento la temperatura, más dióxido de carbono (CO_2), más protones, esto último es percibido por los quimiorreceptores, que estimulan el centro inspiratorio, incrementando el ritmo y profundidad de la respiración, ya que se requiere una mayor ventilación alveolar para aumentar el aporte de O_2 y eliminar el CO_2 .^{14, 53}

6.2.2 FR en Envejecimiento

Los cambios en la función respiratoria conforme avanza la edad pueden estar dados por una disminución de la distensibilidad de la pared y del parénquima pulmonar producto de calcificaciones a nivel condrocostal, cifosis dorsal y aumento del diámetro antero posterior del tórax. Estos cambios estructurales pueden ampliar el volumen residual, disminuir el volumen corriente y deteriorar la oxigenación arterial.^{8, 52, 54}

6.3 Presión Arterial

Presión ejercida por la sangre sobre las paredes de los vasos. Se divide en presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD).^{14, 55, 56}

La PAS representa la presión más alta en la arteria, y corresponde a la sístole ventricular del corazón.^{14, 55, 56}

La contracción ventricular impulsa la sangre a través de las arterias con gran fuerza, lo que ejerce una elevada presión sobre la pared arterial.^{14, 55, 56}

La PAD, corresponde a la diástole ventricular cuando el corazón está en reposo, y tiene una duración mayor.^{14, 55, 56}

Las alteraciones en la presión arterial se controlan en gran medida por cambios específicos en las arterias, arteriolas y venas. La vasoconstricción generalizada incrementa la presión arterial, y la dilatación generalizada la reduce.^{14, 55, 56}

La OMS considera como límite de normalidad una PAS de 140 mmHg y una PAD de 90 mmHg en personas no tratadas con fármacos antihipertensivos.^{57, 58}

La hipertensión es el término clínico que describe el trastorno en el cual la presión arterial está crónicamente por encima de su nivel normal sano. La causa de la hipertensión suele ser desconocida en el 90% de los casos, pero generalmente se puede controlar perdiendo peso, con dieta, ejercicio y en ocasiones medicación.^{14, 46, 59, 60}

Según el séptimo informe del Joint National Committee 7 (JNC 7) y European Society of Hypertension/ European Society of Cardiology (ESH/ESC 2003) se considera hipertensión estadio I 140-159 mmHg de PAS, 90-99 mmHg. de PAD; estadio II de 160-179 mmHg. de PAS, 100-109 mmHg. de PAD.⁴⁶

La presión arterial sistólica (PAS) en el ejercicio de resistencia muscular aumenta de forma directamente proporcional al incremento de la intensidad, puede ser de 120 mmHg de reposo y superar los 200 mmHg al llegar a agotamiento.^{14, 59}

Aumenta a consecuencia de un mayor gasto cardiaco y ayuda a conducir rápidamente la sangre a través del sistema vascular.^{14, 59, 60}

La presión arterial diastólica (PAD) puede o no variar con el ejercicio de resistencia muscular, con independencia de la intensidad. Si aumenta 15 mmHg o más, es considerado como una respuesta anormal.^{14, 59, 60}

6.4 Saturación de Oxígeno (SaO₂)

La SaO₂ proporciona información sobre la adecuada función respiratoria.⁶¹

La transferencia de oxígeno desde los pulmones a las células del tejido se lleva a cabo principalmente por las moléculas de hemoglobina en los eritrocitos.^{53, 61}

El contenido total de oxígeno en la sangre incluye el oxígeno de la hemoglobina (Hb) unida (97% -98% del contenido total de oxígeno) y el oxígeno disuelto en el plasma. El nivel de oxigenación es evaluado por la saturación de hemoglobina saturada de oxígeno arterial.^{53, 61}

Tiene el mismo valor en todo el sistema arterial, ya que el oxígeno se extrae de la sangre sólo en los capilares.⁶¹

La concentración de oxígeno disuelto en la sangre arterial se mide por la presión arterial de oxígeno (PaO_2).^{53, 61}

Los valores típicos de la PaO_2 para adultos situados a nivel del mar es entre 80 y 100 mmHg y los de la SaO_2 entre 96% y 98%.^{53, 61}

Con respecto a la sangre venosa, el rango normal de la saturación de oxígeno es del 70% -80%, y la presión parcial de oxígeno varía en el intervalo de 40-50 mmHg.⁶¹

PaO_2 y la SaO_2 tienen gran importancia clínica y fisiológica, ya que dependen del correcto funcionamiento a nivel respiratorio y están directamente relacionados con el suministro de oxígeno a los órganos.^{53, 61}

Se puede evaluar de forma no invasiva por oximetría de pulso, que se basa en impulsos fotopleletismográficos en dos longitudes de onda, generalmente en las regiones rojas e infrarrojas. Ésta ha demostrado ser una herramienta útil para la evaluación del sistema respiratorio, que permite un mejor diagnóstico y seguimiento de pacientes.^{61, 62}

6.4.1 SaO₂ en Envejecimiento

La hipoxemia fisiológica de la vejez afectaría en un grado menor a la saturación de la Hb con O₂, ya que la PaO₂ se mantendría en la meseta de la curva de disociación.⁵⁴

7. Hábito Tabáquico

Se define hábito como costumbre adquirida por repetición que, si bien se puede automatizar, es posible abandonar sin dificultades, si así se decide.⁵³

El tabaquismo, activo o pasivo, mata a unos 6 millones de personas cada año en todo el mundo. La enfermedad cardiovascular es responsable del 40% de todas las muertes relacionadas con el tabaquismo, el cual es considerado factor de riesgo cardiovascular primario.⁶³

En el fumador regular se desarrolla una adicción progresiva que dificulta o impide la cesación del consumo, de manera que ya no se trata de un hábito, sino de una enfermedad adictiva, apropiadamente denominada tabaquismo.⁵³

Los sujetos con dependencia por la nicotina se reconocen porque recurren a conductas que persiguen mantener un nivel alto de este alcaloide en la sangre. Fuman el primer cigarrillo al despertar, fuman en cama cuando está enfermos, evitan situaciones en que no pueden fumar, fuman más de 16 cigarrillos diarios (292 paquetes/ año).⁵³

Se ha establecido que para considerar a fumadores aquellas personas que consuman 20 o más cigarrillos /día, como también que fumen durante un periodo de tiempo ≥ 20 años .⁶⁴

Diversas sustancias contenidas en el tabaco pueden provocar lesiones del endotelio vascular, promover el desarrollo de lesiones ateroscleróticas y potenciar los fenómenos de agregación plaquetaria y trombosis, que son los que finalmente llevan hacia las complicaciones cardiovasculares.⁴⁶

El cese de este hábito tabáquico provoca una disminución del riesgo proporcional al tiempo de abandono, se iguala al riesgo de un no fumador al cabo de 10-15 años.⁴⁶

La OMS reconoce el consumo de tabaco como una enfermedad en sí misma, responsable de la producción de otras enfermedades, pero cuyas principales características están determinadas por el hecho de ser adictiva, crónica, incapacitante, capaz de producir la muerte prematura y susceptible de ser tratada.⁵³

Según la OMS el tabaco es responsable de la muerte en el mundo de 4 millones de personas anualmente, y de continuar las actuales tendencias de consumo en 2020 producirá 10 millones de muertes entre los fumadores actuales.⁴⁶

Aunque el número de fumadores ha disminuido de forma constante durante los últimos 50 años, 20% de los adultos estadounidenses todavía fuman regularmente. Un tercio de estos son "los fumadores pesados", que consumen 20 o más cigarrillos al día. En contraste a nivel nacional, la última Encuesta Nacional de Salud muestran que 40,6% de la población adulta fuma de manera habitual (44,2% la prevalencia de hombres y 37,1% la de mujeres). Estas estadísticas indican que fumar cigarrillos es un problema de salud que continúa siendo importante en Chile, a pesar de la nueva legislación, por la Ley 19.419, los cambios están orientados a restringir el consumo de cigarrillos en lugares

públicos, evitar que los menores de edad estén expuestos al humo del cigarrillo y prohibir la venta de cigarrillos a menores de edad.^{64, 65}

7.1 Efectos del Tabaco

El consumo de tabaco constituye un importante problema de salud pública, ya que el tabaquismo es un factor de riesgo importante para la enfermedad cardiovascular, EPOC, osteoporosis y el cáncer de pulmón. También se asocia con un mayor riesgo para adquirir otras enfermedades como cataratas, neumonía, y cáncer de cuello uterino, riñón, páncreas y estómago.^{13, 18, 46, 64, 66, 67, 68, 69}

Se ha demostrado una asociación entre el tabaquismo y el aumento de los niveles de la sarcopenia en ancianos fumadores de largo plazo.¹⁰

Esto sugiere que el fumar tiene efectos nocivos directos sobre el metabolismo de la proteína muscular, ya que perjudica el proceso de síntesis de ésta, lo que puede conducir a la pérdida de la independencia y la discapacidad con la edad avanzada.^{17, 18, 27, 64}

La capa delgada de células que recubre el interior de los vasos sanguíneos, conocido como el endotelio, juega un papel complejo en la biología vascular.⁶⁸

La disfunción endotelial inducida por el tabaquismo es iniciada por la reducción en la biodisponibilidad del óxido nítrico (NO), vasodilatador endógeno y aumento de la expresión de moléculas de adhesión. El aumento de la adhesión

plaquetaria y de macrófagos en fumadores provoca el desarrollo de un ambiente pro coagulante e inflamatorio, lo que lleva a vasoconstricción del músculo liso.^{18, 46, 70,72, 72}

El NO regula el tono vascular, la perfusión coronaria, la permeabilidad capilar y la agregación plaquetaria, además de desempeñar un importante papel en el control de la angiogénesis, inflamación y la proliferación celular vascular. Modula las respuestas inotrópicas, cronotrópicas, la respiración mitocondrial, el consumo miocárdico de O₂ y su eficiencia mecánica.^{55, 73}

Dentro de los efectos del tabaco, se genera una pared vascular aterogénica, se desencadenan estados de enfermedad como aterosclerosis, diabetes mellitus (DM), enfermedad coronaria, hipertensión arterial (HTA) e hipercolesterolemia.^{71, 72}

Un número de condiciones en las que se produce pérdida de masa muscular se han asociado con una disminución de la tasa de renovación muscular como resultado de la síntesis de proteína muscular deprimida.^{17, 18, 72, 74}

Se han encontrado citoquinas circulantes que se asocia negativamente con las tasas de síntesis de proteínas musculares y puede contribuir a la atrofia del músculo esquelético y la reducción de la capacidad funcional, que mide las concentraciones plasmáticas de factor de necrosis tumoral (TNF - α), interleuquina 6 (IL-6) y proteína C reactiva (PCr), así como la expresión del gen TNF- α en el músculo.^{18, 44, 57, 64, 69, 75}

Se sugiere que el tabaquismo tiene un efecto pro-sarcopenia que probablemente predispone a los fumadores a una disminución acelerada de la función física y la pérdida de la independencia.⁶⁴

El aumento de la expresión de la miostatina en fumadores es consistente con la función de ésta como un inhibidor del crecimiento muscular, que generalmente se expresa en los modelos de atrofia. Además, debido a la inhibición generada por la miostatina del mantenimiento muscular a través del reclutamiento de las células satélites, es probable que la tasa de reducción de la síntesis de proteína muscular en fumadores sea, al menos en parte, mediada por ese mecanismo.^{64, 74}

La reducción de la síntesis de proteína muscular como consecuencia del consumo de tabaco habitual podría ser debido a un efecto directo de la nicotina u otros subproductos tóxicos del humo del cigarrillo o un efecto indirecto debido a las diferencias en el estilo de vida, más notablemente el consumo de alcohol y la inactividad actividad física.^{17, 64}

8. Justificación del problema de investigación

8.1 Formulación del problema

El problema fue planteado en relación al efecto que produce el tabaco sobre la función muscular y la variación en frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y saturación de O₂ en mujeres adultos mayores entre 65 – 75 años que vivan en la comunidad, en Santiago durante el 2014.

8.2 Pregunta de investigación

¿Existen diferencias en la respuesta fisiológica que genera una sesión de ejercicio de resistencia muscular de extremidad inferior en mujeres adultos mayores entre 65-75 años con y sin hábito tabáquico?

8.3 Objetivo general

Determinar si existen diferencias en los efectos agudos de una sesión de resistencia muscular en parámetros fisiológicos de adultos mayores con y sin hábito tabáquico que viven en la comunidad en Santiago el año 2014.

8.4 Objetivos específicos

- I. Determinar la percepción de esfuerzo frente al ejercicio de resistencia muscular en fumadores y no fumadores.

- II. Pesquisar cómo se comportan los parámetros fisiológicos metabólicos y cardiorrespiratorios frente al ejercicio de resistencia muscular en ambos grupos.

- III. Comparar la respuesta aguda ante el ejercicio de resistencia muscular entre el grupo de fumadores y el de no fumadores.

8.5 Hipótesis de trabajo

Existen diferencias significativas en la respuesta fisiológica que genera una sesión de ejercicio de resistencia muscular en mujeres adultos mayores entre 65-75 años con y sin hábito tabáquico.

8.6 Hipótesis nula

No existen diferencias en la respuesta fisiológica que genera una sesión de ejercicio resistencia muscular en mujeres adultos mayores entre 65-75 años con y sin hábito tabáquico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del siguiente estudio, presenta un enfoque cuantitativo donde se recogen y analizan datos numéricos sobre las variables. Es de tipo observacional donde las variables de estudio son analizadas y observadas sin intervenir en ellas. Con alcance analítico según la finalidad del estudio donde se establece una relación causa-efecto; según la secuencia temporal longitudinal ya se espera una secuencia temporal y por último según la relación cronológica de los hechos, es prospectivo donde el diseño del estudio fue realizado previo a la toma de datos.

Dentro del universo del estudio se encuentran adultos mayores de Santiago entre 65 y 75 años. La población comprende adultos mayores de sexo femenino entre 65 y 75 años. Se realizó un muestreo por conveniencia, el tamaño final de la muestra son 30 mujeres adultos mayores con una edad promedio de $68,93 \pm 3,92$ años, que viven en la comunidad en Santiago durante el año 2014, separadas en dos grupos de 15 mujeres fumadoras y 15 mujeres no fumadoras.

Dentro de los criterios de inclusión se encuentra, presión arterial normotenso (140/90 mmHg.), hipertenso grado I (160-179/100-109 mmHg.) controlado con fármacos, sedentarias, que nunca hayan fumado y que actualmente fumen entre 16 y 20 cigarrillos diarios o por un tiempo mayor a 20 años.

Se excluirá de la muestra mujeres con HTA no controlada, deterioro cognitivo (MMSE <13), uso de ayudas técnicas, consumo de fármacos inhibidores

del sistema nervioso central, EPOC, antecedentes de algún evento cardiovascular o que esté cursando con algún cuadro agudo (resfrío, dolor de cabeza o estomacal).

Metodología de la Obtención de Datos y de la Intervención Realizada

Se citó a los pacientes previo acuerdo de horario y sala en la Universidad Finis Terrae, donde se entregó una ficha para recolección de datos personales (anexo 1), se aplicó mini mental test (anexo 2) por una de las evaluadoras, se midió su masa corporal con una balanza electrónica marca AROQUIMED, modelo ADE por la otra evaluadora y se calculó el 60 % de su peso corporal usado posteriormente en el protocolo de ejercicio de resistencia muscular. Realizadas las evaluaciones, se explicó el protocolo de ejercicio al cual fueron sometidas mediante una presentación Power Point realizada por ambas evaluadoras y se resolvieron dudas.

Se les mostró y enseñó el uso de la silla de cuádriceps con el objetivo de que se familiaricen con la máquina. Posteriormente se les entregó el consentimiento informado (anexo 3) el cual fue firmado por cada participante para ser sometidas al estudio. Se agendaron días y horas de aplicación del protocolo.

La intervención se realizó en el gimnasio ubicado en el tercer piso del edificio Ambéres sur de la Universidad Finis Terrae, dentro de un horario de 16:00-19:00 horas, durante los meses Agosto – Octubre.

Constó de una sesión para cada participante. Se midió y registró los siguientes parámetros fisiológicos: FC mediante pulsómetro marca POLAR F6 BLK, modelo US #190023352 ; FR mediante fonendoscopio marca Littman, modelo Classic II durante un minuto controlado mediante cronómetro marca

JUNSO, modelo JS-307; PA mediante esfigomanómetro marca Riester, modelo Exacta; SaO₂ mediante oxímetro de pulso marca NONIN Onyx, modelo 9500.

Se tomó una medición basal de los parámetros antes descritos posterior a 5 minutos de descanso. Se realizó un calentamiento, utilizando un cicloergometro de brazo marca CANDO magnetic, modelo S/N#T12003560 durante 10 minutos, con una intensidad moderada, equivalente a 12 – 14 puntos en la escala de Borg (Anexo 5).

El ejercicio de resistencia muscular consistió en 3 series de 12 extensiones de rodilla en silla de cuádriceps marca SportsArt Fitness, modelo Leg extensión DF 100, con el 60% de su peso corporal, con un minuto de pausa entre series.

Durante las evaluaciones se constató que la muestra fue incapaz de levantar el peso calculado teórico correspondiente. Es por esto que se reajustó el peso al 60% del RM estimado según el Colegio Americano con la siguiente ecuación:

$$2,5 * \text{Numero de Repeticiones} = X1$$

$$100 - X1 = X2$$

$$X2 / 100 = X3$$

$$\text{Peso Levantado} / X3 = \text{Estimado de 1 RM.}$$

Se les dio un periodo de recuperación de 2 minutos, entre un intento y otro. Se volvieron a someter al protocolo realizando 3 series de 12 repeticiones con una pausa de un minuto entre series. Inmediatamente terminado el ejercicio de resistencia muscular, se volvieron a evaluar los parámetros fisiológicos por la

misma evaluadora que consigno los anteriores, registrándolos en la planilla de registro (anexo 4) y la otra evaluadora aplicó la escala de Borg (anexo 5).

Variables de Estudio

Variables Dependientes

Frecuencia Cardiaca.

a) Definición conceptual: Número de contracciones ventriculares por minuto efectuadas por el corazón.¹⁴

b) Definición operacional: Medida en latidos por minuto o pulsaciones por minuto mediante un pulsómetro.

2. Frecuencia Respiratoria

a) Definición conceptual: Número de respiraciones que efectúa un ser vivo, movimiento rítmico entre inspiración y espiración regulado por el sistema nervioso central.⁵³

b) Definición operacional: Medida en respiraciones por minuto mediante el uso de fonendoscopio.

3. Presión Arterial

a) Definición conceptual: Presión que la sangre ejerce desde el interior sobre la pared arterial.¹⁴

b) Definición operacional: Medida en mmHg a través de esfigmomanómetro aneroide.

4. Saturación de Oxígeno:

a) Definición conceptual: Es el contenido de oxígeno de una muestra de sangre expresado en porcentaje de su capacidad. Normalmente con una presión parcial de oxígeno de 80-90 mmhg; la saturación arterial de oxígeno es de 94-97%.^{53, 61}

b) Definición operacional: En porcentaje de la saturación de la Hb por moléculas de O₂.

5. Percepción de Esfuerzo:

a) Definición conceptual: Acto de detectar e interpretar sensaciones que provienen del cuerpo durante el ejercicio.^{41, 42}

b) Definición operacional: Objetivado mediante la escala de Borg enumerada del 6 al 20.

Variables Independientes

1. Hábito tabáquico

a) Definición conceptual: Se define como hábito cualquier costumbre adquirida por repetición que si bien se puede automatizar es posible abandonar sin dificultad si así se decide.⁵³

b) Definición operacional: Consumo mayor o igual a 16 cigarrillos diarios, periodo de consumo mayor a 20 años

2. Protocolo de Ejercicio

a) Definición conceptual: Plan escrito y detallado de un experimento científico, un ensayo clínico o una actuación médica.³³

b) Definición operacional: Número específico de las variables del ejercicio, tales como: Series, repeticiones, carga, descanso.

Variables Desconcertantes

- Estado anímico
- Sueño y cansancio
- Motivación

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En este estudio se utilizó el programa Microsoft Excel para la tabulación de los datos, éstos se presentan en relación a su promedio y DE.

Se utilizó el programa Graph Pad Prism 5.0 para el análisis estadístico.

Para determinar las diferencias entre la media de ambos grupos se utilizó la prueba t de Student.

Para los datos Pre y post ejercicio, t-Student pareado y entre fumadores y no fumadores t-Student no pareado.

Para determinar la normalidad de los datos se utilizó el estadígrafo Shapiro – Wilk. El nivel de significancia utilizado fue $\alpha = 0.05$.

RESULTADOS

La muestra correspondió a 30 sujetos, de los cuales 15 corresponden a fumadores y 15 a no fumadores. El rango de edad fluctuó entre los 65 y 75 años, con un promedio de $68,93 \pm 3,92$. Las características de la muestra se encuentran descritas en el anexo 6 y 7.

Se realizaron 30 mediciones correspondientes a una sesión de ejercicio de trabajo muscular en silla de cuádriceps, como se ha descrito anteriormente en materiales y métodos.

El análisis de la FC muestra una variación significativa tanto pre como post en fumadores y no fumadores, también al comparar inter grupo. (Ver gráfico 1).

La segunda variable analizada fue la FR, donde observamos una variación significativa entre pre y post ejercicio en el grupo fumador, de igual forma en el grupo no fumador. Por otro lado, presenta una variación significativa terminado el ejercicio al comparar ambos grupos. (Ver gráfico 2).

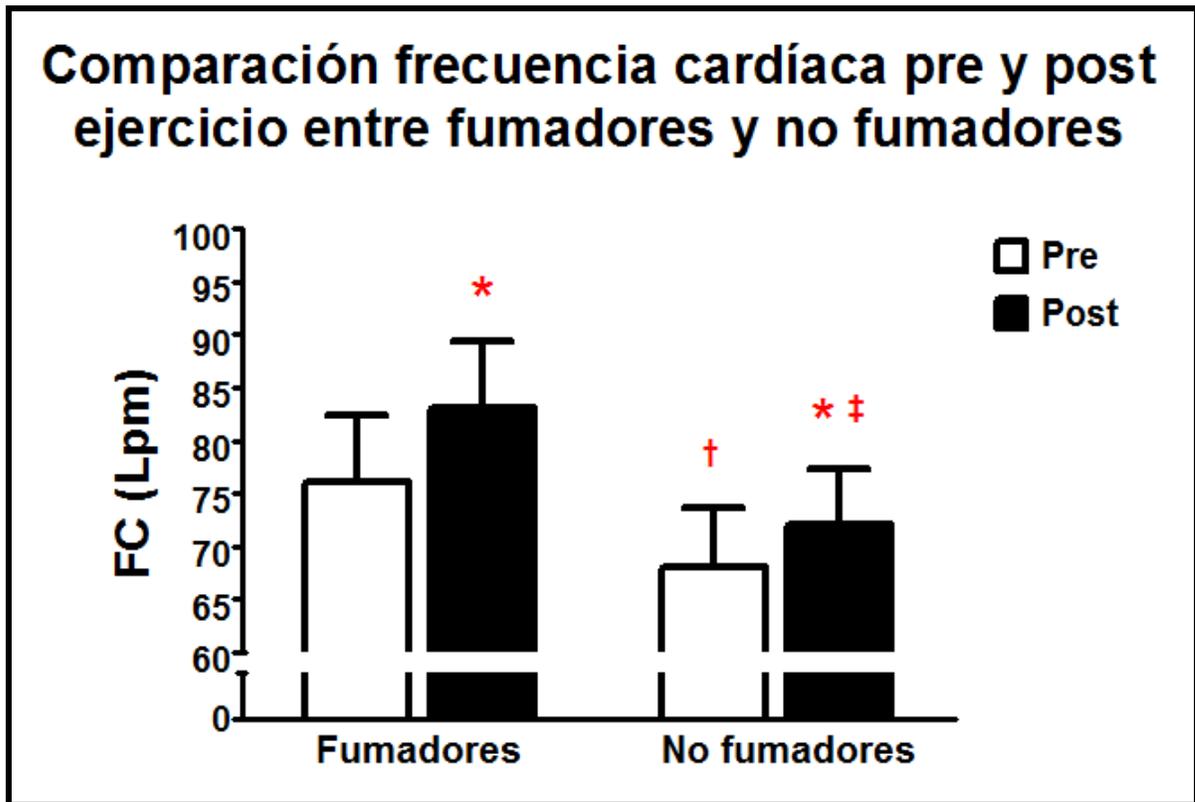
Dentro de la variable hemodinámica la PAS observamos una variación significativa entre pre y post ejercicio en grupo fumador como también en el no fumador, y post ejercicio. Se observa también una variación significativa post ejercicio comparada entre ambos grupos. (Ver gráfico 3).

Por otro lado la PAD sólo muestra diferencia significativa comparando pre y post ejercicio en fumadores y en el grupo no fumador pre y post ejercicio. No existe variación significativa al comparar inter grupo tanto pre como post ejercicio. (Ver gráfico 4).

El 76,6% del total de la muestra es hipertensa, del grupo fumador el 100% presenta HTA y el grupo no fumador presenta un 53,3% de HTA. De aquellas mujeres que presentan HTA, el 100% se encuentra en el estadio I.

Con respecto a la última variable analizada, la SaO₂ no presentó variación significativa en ambos grupos. (Ver gráfico 5).

Gráfico 1

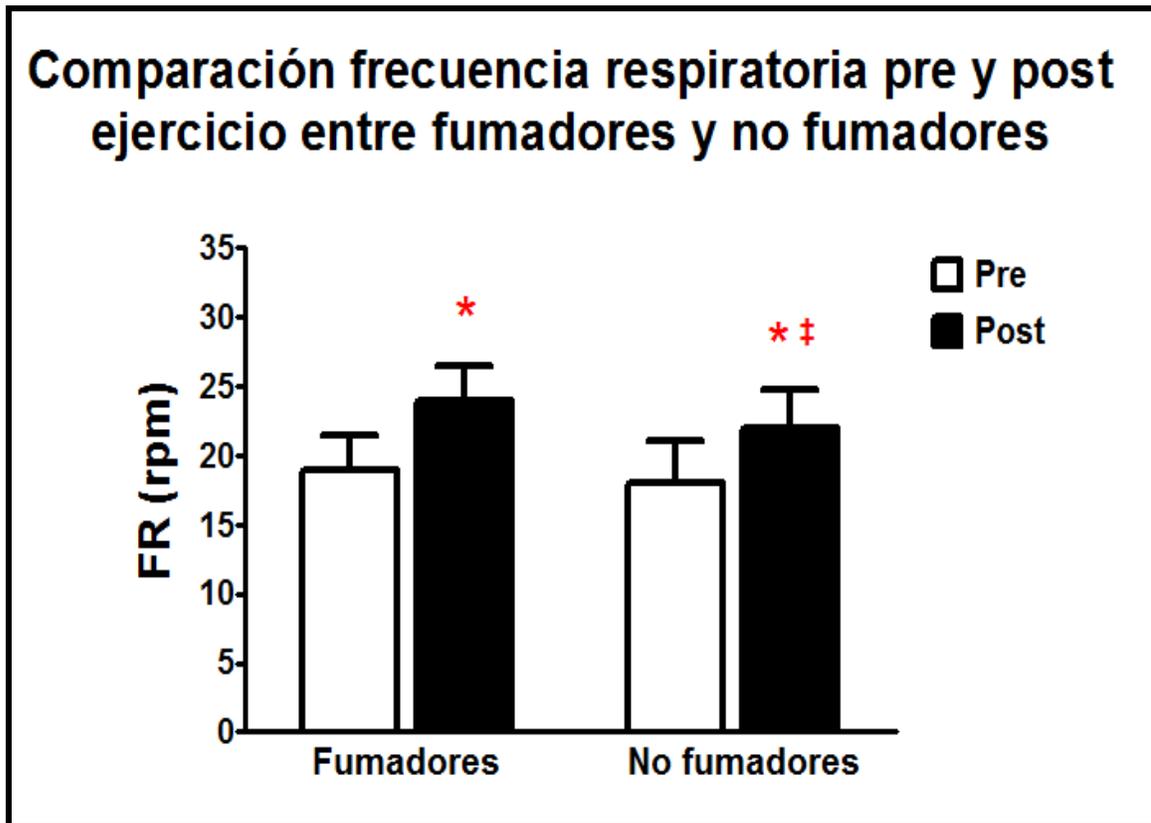


El efecto agudo del ejercicio genera una variación estadísticamente significativa (*) entre ambos grupos, como también pre (†) y post (‡) ejercicio en el grupo no fumador.

La FC varía de manera significativa tanto pre $76 \pm 6,3$ latidos/min (lpm) como post ejercicio $83 \text{ lpm} \pm 6,4$ en el grupo fumador ($P < 0,0001$), como también en el grupo no fumador pre $68 \text{ lpm} \pm 5,7$ y post $72 \text{ lpm} \pm 5,3$ ($P < 0,0001$).

Comparando inter grupo se observa una variación significativa (*) ($P < 0,0001$) posterior al ejercicio como basal ($P 0,0004$).

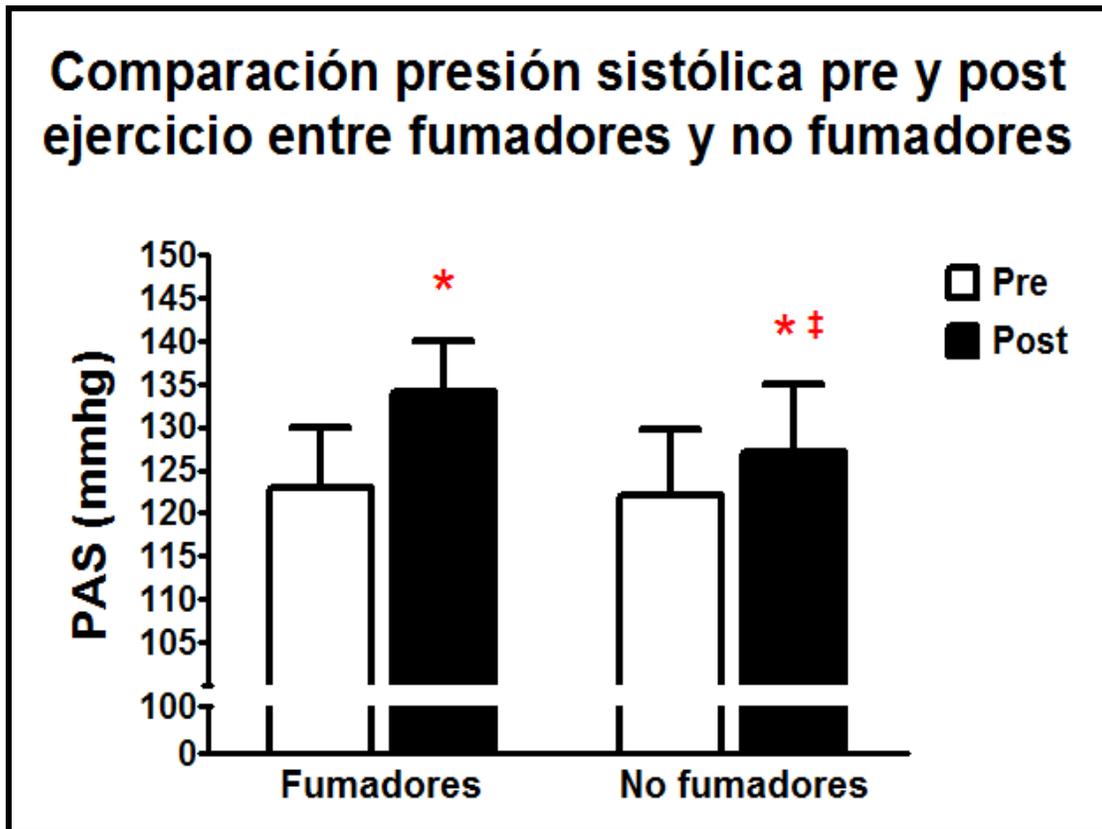
Gráfico 2



Existe un efecto agudo estadísticamente significativo entre ambos grupos (*) al igual que post ejercicio en no fumadoras (‡).

Se observa una variación significativa entre pre 19 respiraciones/min (rpm) \pm 2,5 y post 24 \pm 2,5 grupo fumador ($P < 0,0001$) de igual forma en el grupo no fumador desde un basal 18 rpm \pm 3 terminando post ejercicio con 22 rpm \pm 2,8. Por otro lado presenta una variación significativa post ejercicio ($P 0,0322$) al comparar ambos grupos.

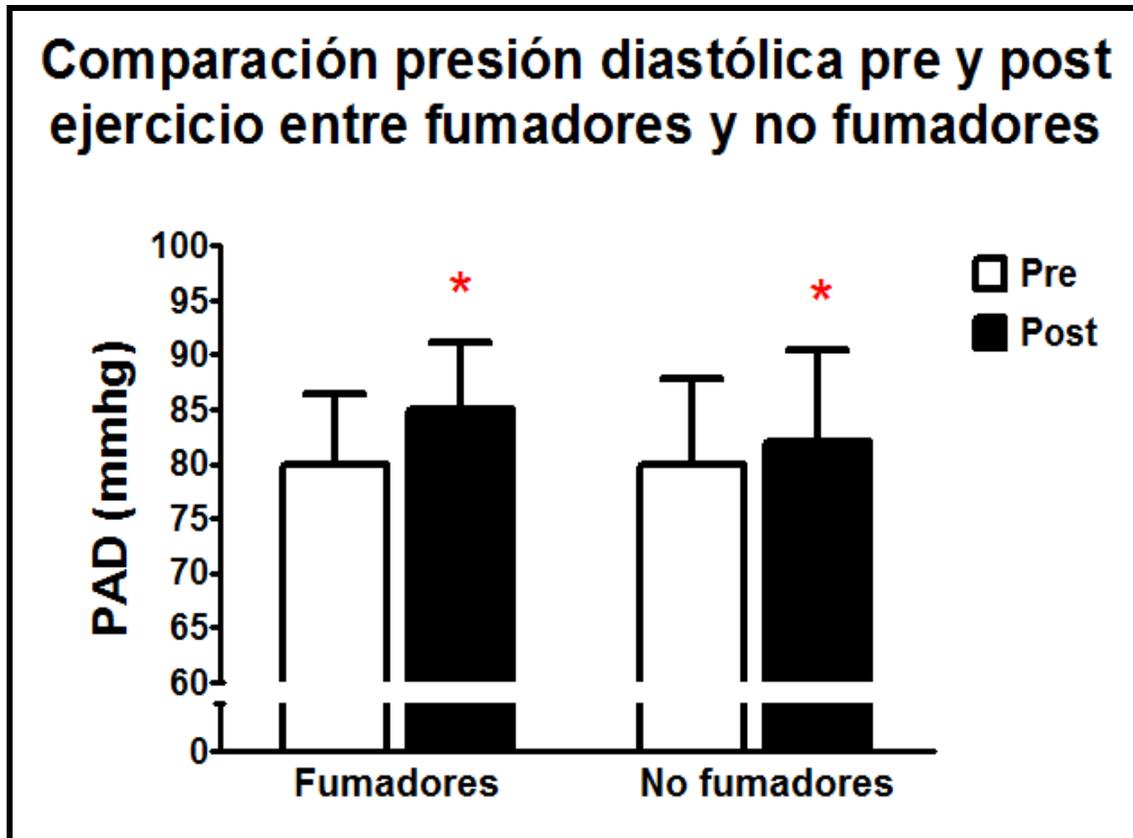
Gráfico 3



Se observa una variación significativa al comparar ambos grupos (*), como posterior al ejercicio en el grupo no fumador (‡).

Se aprecia una variación significativa pre ejercicio de 123mmHg \pm 7 y post ejercicio 134 mmHg \pm 6 en grupo fumador como también en el no fumador, 122 mmHg \pm 7,7 y post ejercicio 127 mmHg \pm 7,0 (P <0,0001 y P 0,002 respectivamente). Se observa también una variación significativa post ejercicio comparada entre ambos grupos (P 0,0041).

Gráfico 4

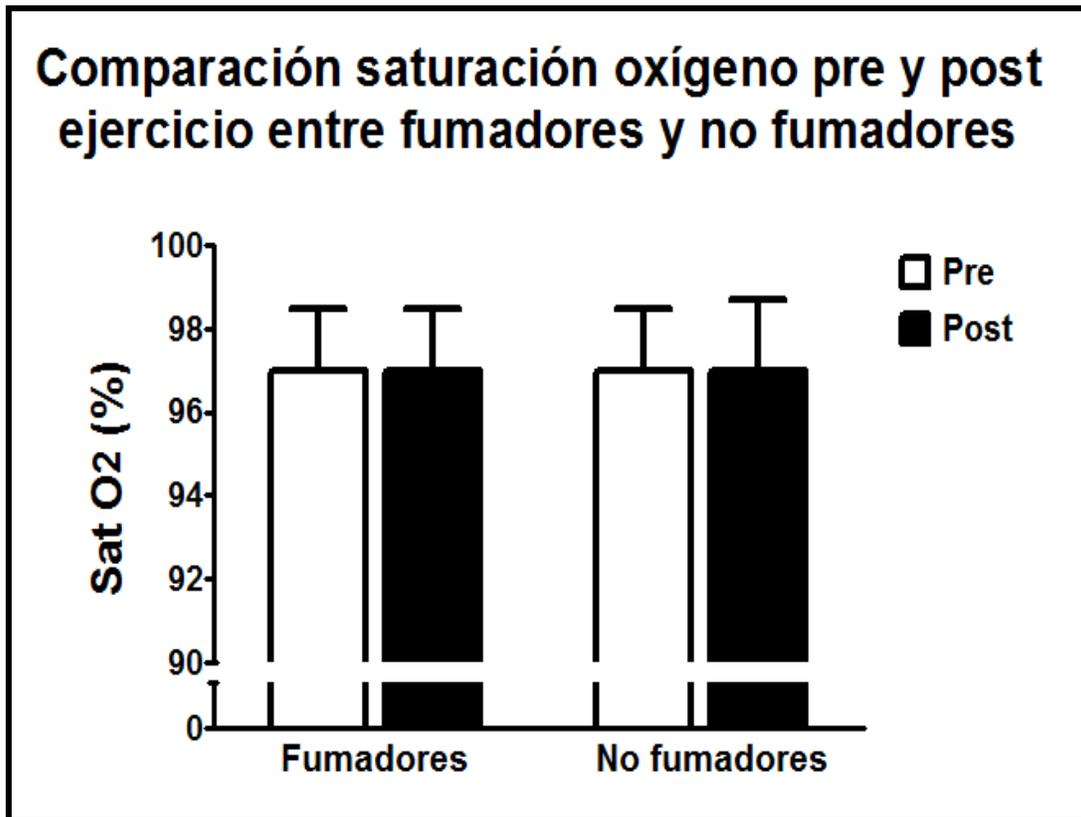


Se genera una variación estadísticamente significativa al comparar ambos grupos (*), no se observan variaciones significativas al comparar el pre como el post ejercicio.

Por otro lado la PAD sólo muestra diferencia significativa comparando pre 80 mmHg \pm 6,4 y post ejercicio 85 mmHg \pm 6,1 en fumadores (P 0,003) y en el grupo no fumador pre ejercicio 80 mmHg \pm 7,8 y post 82 mmHg \pm 8,4 (P 0,0321).

No existe variación significativa al comparar inter grupo tanto pre (P 0,4899, como post ejercicio P 0,1833).

Gráfico 5



No se observan cambios significativos entre ambos grupos como tampoco pre y post ejercicio.

DISCUSIÓN

En relación a los resultados obtenidos en la muestra es importante mencionar en primer lugar que los efectos del tabaco, repercuten de forma importante a nivel sistémico, ya que pudimos darnos cuenta de que tres de cuatro parámetros evaluados presentan mayor variación en aquellas personas que fuman.

Dentro de los resultados de la variación de PAS se evidencia un cambio significativo en ambos grupos posterior al trabajo muscular. Se llega al mismo resultado que Larry W et al, 2012, Iglesias et al, 2014, Rabelo et al, 2013, Neto et al, 2014, Okamoto et al, 2013 que mencionan y relacionan un efecto agudo del ejercicio sobre la PAS generando un aumento que puede estar dado principalmente por un aumento de gasto cardiaco a expensas de una mayor FC y el la resistencia vascular sistémica, que presenta un aumento en su basal en los fumadores generado por la vasoconstricción ocasionada por la disfunción endotelial donde disminuye la producción y función del NO, principal vasodilatador endógeno, efectos que potencian negativamente a los procesos fisiológicos propios del envejecimiento como son, la disminución del lumen arterial provocado por la aterosclerosis, aumento de la rigidez arterial.^{14, 51, 55, 76}

El comportamiento de la FR en ambos grupos muestra un aumento estadísticamente significativo post ejercicio lo que está respaldado por mecanismos fisiológicos conocidos como son el aumento del metabolismo muscular, que genera aumento de la temperatura, CO₂, ion hidrógeno, lo cual produce estimulación a nivel de quimiorreceptores que censan dichos cambios y estimulan el centro inspiratorio incrementando la FR y la profundidad de la respiración para aumentar la ventilación alveolar, aumentar el aporte de O₂ y producir un barrido de CO₂.^{18, 53}

Los cambios asociados al envejecimiento normal aumento de secreciones mucosas más adherentes ya que se genera una deshidratación de éstas sumado a una disminución de la función ciliar lo que aumentaría la resistencia al flujo aéreo de maneja fisiológica.⁵⁴

Por otra parte se observa en el grupo fumador un aumento significativo post ejercicio no así en el grupo no fumador, esto podría deberse a las condiciones que presenta la vía aérea, entre las que destaca una mayor resistencia al flujo aéreo generada por la contracción del musculo liso bronquial de los sujetos fumadores.

La FC presentó un aumento significativo post ejercicio en ambos grupos lo que concuerda con lo descrito en la literatura, la FC promedio basal fue mayor en el grupo fumador, esto podría deberse al estado pro inflamatorio sumado al daño endotelial que provoca una vasoconstricción permanente aumentando la RVS, debiendo aumentar la FC para satisfacer las nuevas demandas a las que se somete el organismo.^{18, 64, 70}

Hay que destacar que la variación de FC es aún mayor en el grupo fumador, esto se puede explicar por la RVS, ya que se encuentran es un estado de vasoconstricción permanente, generado por menor biodisponibilidad de NO y aumento de la agregación plaquetaria, por lo cual el corazón debe hacer aún más fuerza para poder bombear sangre para satisfacer la demanda a la cual se somete en ejercicio.^{71, 72, 75}

En cuanto a la SaO₂ se observa que no hay diferencias en el promedio entre ambos grupos como tampoco pre y post ejercicio inter grupo. Siendo el parámetro que mostró menos variación. Esto se asemeja con lo descrito por Oyarzún, 2009, que dice que la SaO₂ basal no sufre cambios asociados con el envejecimiento.⁵⁴

Rosello et.al. En su trabajo sobre el impacto del tabaquismo sobre los parámetros hematológicos encontraron una asociación positiva entre fumadores y la concentración de hemoglobina, al igual que Pollini et. al. Al medir hemoglobina y glóbulos rojos en fumadores. El tabaquismo quizás contribuya a la elevación de la hemoglobina por la exposición de los individuos al monóxido de carbono que se une a la hemoglobina para formar carboxihemoglobina, la cual origina una desviación a la izquierda de la curva de disociación del oxígeno de la hemoglobina, lo que deteriora levemente la oxigenación tisular.⁷⁷

De igual manera, si observamos los resultados obtenidos en el grupo fumador, La oxigenación tisular no reflejó variaciones significativas, lo que nos lleva a pensar que el organismo de la muestra fumadora logra compensar y satisfacer las demandas impuestas por el ejercicio.

Para compensar la disminución de la capacidad de liberación de oxígeno los fumadores podrían mantener un nivel de hemoglobina más alto que los no fumadores.⁷⁷

Por otra parte Mena et al, 1999, establece que la curva de disociación de la Hb sufre una desviación hacia la derecha generada por el aumento de temperatura, CO₂, disminución del ph con el fin de aumentar la disociación de O₂ a nivel tisular, por lo que la curva de disociación no debería variar, ya que la PaO₂ se mantiene dentro de la meseta de la curva de disociación.⁵³

Dentro de las limitaciones de nuestro estudio nos encontramos con que, si bien el grupo de personas evaluadas se comportó de manera responsable, al momento de realizar el ejercicio de resistencia muscular en silla de cuádriceps, ninguna pudo levantar el 60% de su peso corporal durante una extensión de

rodilla, lo que nos llevó a realizar modificaciones en el ejercicio, a pesar de esto todas realizan sus AVD de forma independiente y sin molestias.

La fuerza de extensión de rodilla tanto en hombres como en mujeres disminuye pasado los 45 años.¹⁴

Se describe también que la tasa de disminución puede ser significativamente menor, sólo un 0.3% de disminución por año, en adultos mayores que mantienen un alto nivel de actividad física según Marcell et al, 2014.^{14, 16}

Cabe destacar también la importancia de la medición de sarcopenia clínicamente a través de la fuerza de cuádriceps como un importante músculo anti gravitatorio que permite realizar actividades de la vida diaria como sentarse, ponerse de pie desde una silla, caminar, subir escaleras, agacharse, entre otras actividades que le generan independencia al adulto mayor afectando su calidad de vida, disminuyendo el riesgo de caída en esta población.^{4, 12, 24, 25, 78}

Aunque el tabaquismo es reconocido como un importante problema de salud pública, ya que aumenta considerablemente el riesgo de enfermedades cardiovasculares y varios tipos de cáncer, se sugiere que el tabaquismo también pueden tener efectos adversos sobre el sistema músculo-esquelético y por lo tanto la función física, se podría hacer una referencia a nivel endotelial ya que el músculo está sumamente irrigado, disminuyendo el sustrato, la entrega de aminoácidos. Se describe es que podría presentar una alteración a nivel de síntesis proteica, un aumento en la actividad de la miostatina muscular, pero se encuentra poco descrito el mecanismo de acción implicado.^{10, 64, 74}

Realizar actividad física habitual presenta beneficios sobre las lesiones vasculares influyendo de manera favorable sobre la reducción de los valores de colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos, incrementa los valores de colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad, reducción del sobrepeso tanto como de la presión arterial.⁴⁶

Todos éstos factores están presentes en nuestra muestra sedentaria, es por esto, que los beneficios demostrados en la literatura se podrían aplicar en esta población, generando con ello, beneficios para la salud y calidad de vida de los adultos mayores.⁴⁶

El aumento del riesgo de sarcopenia en los fumadores reportado por Castillo et al. y Szulc et al. Estaba presente incluso después de haber sido sometidos a actividad física, lo que sugiere, que fumar potencia el deterioro muscular generado por el proceso de envejecimiento, donde el tabaquismo es probablemente responsable de la supresión del metabolismo de la proteína muscular.¹⁷

El 76,6% del total de la muestra es hipertensa, todas controladas farmacológicamente, algunas con más de un medicamento, se propone que el ejercicio periódico se utilice como co-ayudante en la terapia para controlar la presión arterial y así a mediano o largo plazo poder disminuir la dosis del fármaco consumido.

En cuanto a la percepción de esfuerzo en mujeres con hábito tabáquico positivo es mayor en comparación con el otro grupo, lo que sugiere que el tabaco

causa efectos directos a nivel de la resistencia muscular, probablemente en la oxigenación de la musculatura, como también, aumentando la resistencia de la vía aérea.^{72, 79}

Dentro de los efectos de practicar actividad física con regularidad, cabe destacar que el ejercicio retarda la fragilidad y promueve independencia, lo cual es sumamente importante en adultos mayores, ya que siempre lo que buscamos en ellos es funcionalidad para mejorar y/o mantener su calidad de vida.^{4, 9, 12, 24, 43}

El ejercicio de resistencia muscular se define como cualquier forma de ejercicio activo en que la contracción muscular dinámica es resistida por una fuerza externa aplicada manual como mecánicamente, lo que refiere que se pueden usar distintos implementos como bandas elásticas, el propio peso del cuerpo haciéndolo de un costo económico bajo y accesible a toda la población mayor.^{8, 16, 28}

Al evaluar la relación entre la edad y el área de sección transversal del cuádriceps utilizando ecografía, muestra que las mujeres adultos mayores tienen una masa muscular de un 33% más baja que mujeres jóvenes. Lo que podría explicar el declive natural de la masa muscular que con ello trae disminución en la capacidad de generar tensión. No sólo disminuye la masa y la fuerza muscular, también se ve afectada la eficacia de la contracción muscular donde se muestra una disminución del 25% en las unidades motoras de un adulto mayor en relación a adultos jóvenes medidos por electromiografía según lo descrito por Mandy et al, 2013.⁸

Una función física deficiente, dolor, ejercicio limitado y tabaquismo son factores de riesgos significativos y potencialmente modificables para la mortalidad derivada de la historia clínica. Sin embargo, estos factores de riesgo en general, no se evalúan de forma sistemática, según Sokka et al, 2011. Proponemos que es importante incluirlos y tomarlos en cuenta para poder disminuir la morbimortalidad asociada, no sólo a este grupo etario, sino que en la población general.⁵

Rogers et al, 2014 propone que los adultos mayores son más propensos a iniciar una rutina regular de actividad física cuando un proveedor de atención en salud escribe una receta para la actividad física, incluyendo el tipo, la frecuencia y la duración específica de las sesiones de ésta.¹²

Los beneficios que se podría lograr al someterse a un programa de entrenamiento de resistencia muscular, incluyen disminuir los riesgos potenciales provocados por el tabaco, la sarcopenia y las enfermedades cardiometabólicas asociadas. Pudiendo lograr un aumento de la funcionalidad, independencia y calidad de vida en esta población que va en aumento y presenta cada vez una esperanza de vida mayor, así como también disminuir los altos costos a nivel sanitario, consultas, medicamentos y hospitalizaciones.^{1, 2, 3, 9,10, 12}

A modo de proyección, ya que dentro de los cambios generados por el envejecimiento normal se encuentra un aumento de la infiltración grasa al músculo, como el cambio porcentual que se genera entre la masa grasa y la masa magra son de importancia a nivel fisiológico. En un futuro estudio se podrían implementar la medición del porcentaje de masa magra v/s porcentaje de masa grasa, realizando la corrección del perímetro muscular para analizar la relación entre área de sección transversal y fuerza muscular, sumado a esto realizar el mismo estudio comparando mujeres sedentarias y activas físicamente.^{8, 23, 44, 52}

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que se acepta la hipótesis de trabajo del presente estudio, “Existen diferencias significativas en la respuesta fisiológica que genera una sesión de ejercicio trabajo muscular en mujeres adultos mayores entre 65-75 años con y sin hábito tabáquico”.

Los valores de las medidas para ambos grupos fueron similares. Sin embargo se observa una tendencia de variación mayor en el grupo fumador, así como también post ejercicio inter grupo.

La literatura nos provee de conocimiento sobre el efecto perjudicial que produce la inactividad física, el tabaquismo así como también los efectos positivos tanto agudos como crónicos al realizar actividad física. Con esta investigación, se demuestra que la variación de parámetros cardiopulmonares al someterse a trabajo muscular presenta variaciones concordantes con lo descrito en la literatura.

Es así como se pueden buscar los efectos crónicos del trabajo muscular constante en esta población sedentaria.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) Quiroga PL, Albala CB, Klaasen GP. Validación de un test de tamizaje para el diagnóstico de demencia asociada a edad, en Chile. Rev Méd Chile. 2004; 132:467-478.
- (2) Instituto Nacional De Estadística. Compendio Estadístico. Santiago: INE; 2012.
- (3) Instituto nacional de estadística. Chile hacia el 2050 Proyecciones de Población. Monografías Estadísticas N°1. Santiago: Marcela Torrejón; Agosto 2005.
- (4) Fortin M, Haggerty J, Almirall J, Bouhali T, SassevilleM, Lemieux M. Lifestyle factor and multimorbidity : a cross sectional study. BMC Public Health. 2014; 14:686.
- (5) Sokka T, Pincus T. Poor physical function, pain and limited exercise: risk factors for premature mortality in the range of smoking or hypertension, identified on a simple patient self-report questionnaire for usual care. BMJ Open. 2011; 1:232-237.
- (6) Claassens L, Widdershoven GA, Van Rhijn SC, Van Nes F, Van Groenou MB, Deeg DJ, et.al. Perceived control in health care: A conceptual model based on experiences of frail older adults. J Aging Stud. 2014;31:159–170.
- (7) Organización Panamericana de la salud. Tabaquismo. [citado 10 Jul 2014]. Disponible en: <http://www.paho.org/chi>
- (8) Mandy L, Gault, Mark ET. Envejecimiento, capacidad funcional y entrenamiento con ejercicio excéntrico- artículo de revisión. Aging and Disease. 2013; 4:351-363.

- (9) Pahor M, Guralnik JM, Ambrosius WT, Blair S, Bonds DE, Church TS, et. al. Effect of Structured Physical Activity on Prevention of Major Mobility Disability in Older Adults The LIFE Study Randomized Clinical Trial. *JAMA*. 2014; 311(23):2387-2396.
- (10) Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Sarcopenia and smoking: a possible cellular model of cigarette smoke effects on muscle protein breakdown. *Ann.NY.Acad.Sci*. 2012; 6:47-53.
- (11) Chan OY, Van Houwelingen AH, Gussekloo J, Jeanet W, Blom JW, den Elzen PW. Comparison of quadriceps strength and handgrip strength in their association with health outcomes in older adults in primary care. *AGE*. 2014; 36:9714.
- (12) Rogers CE, Cordeiro M, Perryman E. Maintenance of Physical Function in Frail Older Adults. *Nurs Clin N Am*. 2014; 49:147-156.
- (13) Della PA, Garnham AP, Peake JM, Cameron-Smith D. Effect of exercise training on skeletal muscle cytokine expression in the elderly. *BBI*. 2014; 5:589-595.
- (14) Larry W, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise 5th.ed*.USA: Human Kinetics; 2012.
- (15) Amorim JS, Salla S, Thelha CS. Factors associated with ability in the elderly: systematic review. *Rev Bras Epidemiol*. 2014; 17:(4)830-41.
- (16) Marcell T, Hawkins S, Wiswell R. Leg strength declines with advancing age despite habitual endurance exercise inactive older adults. *JSCR*.2014; 2(28):504-513.
- (17) Rom O, Kaisari S, Aizenbud D, Reznick AZ. Lifestyle and Sarcopenia— Etiology, Prevention, and Treatment. *RMMJ*. 2012; 39:546-555.

- (18) Caron MA, Morissette MC, Thériault ME, Nikota JK, Stämpfli MR, Debigare R. Alterations in Skeletal Muscle Cell Homeostasis in a Mouse Model of Cigarette Smoke Exposure. *PLoS ONE*. 2013; 78:557-570.
- (19) Keeley DW, McClary MA, Oliver GD, Dougherty CP. A pre-post performance comparison of the long head of the biceps brachii muscle oxygenation in young baseball pitchers. *JSMPPF*. 2014; 54(1):118-123.
- (20) Serway et al. *Physics for Scientists and Engineers*. 6^a.ed. Barcelona: Brooks/Cole; 2004.
- (21) Sapega A. Muscle performance evaluation in orthopaedic practice. *J Bone and Joint Surg*. 1990; 72:1562-1574.
- (22) Knapik JJ, Jones BH, Bauman CL, Harris J. Strength, flexibility and athletic injuries. *Sport Med*. 1992; 14: 277-282.
- (23) Mueller M, Andreas F, Vogt M, Steiner S, Lippuner K, et al. Different response to eccentric and concentric training in older men and women. *Eur J Appl Physiol*. 2009; 107:145–153.
- (24) Krishnathasan D, Vandervoort A. Eccentric Strength Training Prescription for Older Adults. *Top Geriatr*. 2000; 76(15):29-40.
- (25) Neuman DA. La rodilla. En: Neuman DA. *Fundamentos de la Rehabilitación Física Cinesiólogía Del Sistema Musculo esquelético*. Milwaukee, USA: Paidotribo; 2007.
- (26) Drake RL, Vogl W, Mitchell A, Gray M. *Anatomía para estudiantes*. España: Mediterraneo; 2007.

- (27) Morse CL, Wüst RC, Jones DA, de Haan A, Degens H. Muscle fatigue resistance during stimulated contractions is reduced in young male smokers. *Acta Physiol.* 2007; 191:123–129.
- (28) Tudor BO. *Periodization Theory and Methodology of Training*. 5a.ed. UK: Edition Human Kinetics; 2009.
- (29) Cormie P et.al. Developing maximal neuromuscular power:part 1-biological basis of maximal power production. *Sports Med.* 2011; 41(1):17-38.
- (30) Neto GR, Sousa JB, Silva GC, Gil AL, Salles BF, Novaes JS. Acute resistance exercise with blood flow restriction effects on heart rate, double product, oxygen saturation and perceived exertion. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2014; 54:1387-1395.
- (31) Bompa T, Carrera MC. *Periodization training for sports: Science-based strength and conditioning plans for 20 sports*. 2nd. ed.,USA: Human Kinetics; 2005.
- (32) Thomas R. Baechle, et al. *Essentials of Strength Training and Conditioning*. National Strength and Conditioning Association. 3a.ed. USA: Human Kinetics; 2008.
- (33) Boffi FM. Entrenamiento y adaptación muscular. Sustratos y vías metabólicas para la producción de energía. *R. Bras. Zootec.* 2008; 37:110-122.
- (34) Kisner C, Colby L. *Therapeutic exercise foundations and techniques*. Ohio, USA: Editorial Davis Company; 2007.

- (35) Bergh U, Ekblom B. Influence of muscle temperature on maximal strength and power output in human muscle. *Acta Physiologica Scandinavica*. 1979; 107: 332-337.
- (36) Ribeiro AS, Romanzini M. Effect of different warm-up procedures on the performance of resistance training exercise. *PMK*. 2014; 119:133-145.
- (37) Hoffman JR. *Physiological Aspects of Sports Training and Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2002.
- (38) Bishop D. Warm Up I: Potential Mechanisms and the Effects of Passive Warm Up on Exercise Performance. *Sports Med*. 2003; 33(6):439-454.
- (39) Clare MG, Robergs R, Findlay M B, Baker JS The Effect of Prior Upper Body Exercise on Subsequent Wingate Performance *Biomed Res Int*. 2014; 20:14-32.
- (40) Elmer SJ, Marshall CS, McGinnis KR, Van Haitsma TA, LaStayo PC. Eccentric arm cycling: physiological characteristics and potential applications with healthy populations. *European Journal of Applied Physiology*. 2013; 113:2541-2552.
- (41) Castellanos RF, Pulido MR. Validez y confiabilidad de la escala de esfuerzo percibido de Borg. *Ens. Inv Psic*.2009; 1(14):169-177.
- (42) Arós F, Boraita A, Alegria E, Alonso A, Bardají A, Lamiel R, et.al. Guías de práctica clínica de la Sociedad Española de Cardiología en pruebas de esfuerzo.*Rev. Esp. Cardiol*.2000; 53:1063-1094.
- (43) Organización Mundial de la Salud. *Tabaquismo* [citado 20 Nov 2014]. Disponible en: www.who.int 2014

- (44) Serón P, Muñoz S, Lanás F. Nivel de actividad física medida a través del cuestionario internacional de actividad física en población Chilena. *Rev Med Chile* 2010; 138:1232-1239.
- (45) Romo PV, Barcala FR. Recomendaciones sobre actividad física para personas mayores: efecto del entrenamiento de fuerzas sobre la condición física. *Rev. Sicol Deport.* 2012; 2(21):373-378.
- (46) Suárez CF. *Protocolos riesgo vascular*. 2ª.ed. Madrid (España): Sociedad Española de Medicina interna. Suárez CF editor; 2006.
- (47) Ying C, Kuay LK, Huey TC, Hock LK, Hamid HA, Omar MA, et al. Prevalence and factors associated with physical inactivity among Malaysian adults. *SAJTMPH*. 2014; 45(2):467-480.
- (48) Vaz CF, Beavers DP, Hankinson JL, Flynn G, Berra K, Stephen B. et al. Respiratory Impairment and Dyspnea and Their Associations with Physical Inactivity and Mobility in Sedentary Community-Dwelling Older Persons. *JAGS*. 2014; 62:622–628.
- (49) Harvey JA, Chastin FM, Skelton DA. How Sedentary are Older People? A systematic Review of the Amount of Sedentary Behavior. *J Aging Phys Act*. 2014;8:889-895.
- (50) Martin KR, Koster A, Murphy RA, Van Domelen DR, Hung M, Brychta RJ, et al. Changes in Daily Activity Patterns with Age in U.S. Men and Women: National Health and Nutrition Examination Survey 2003–04 and 2005–06. *JAGS*. 2014; 62:1263–1271.
- (51) Iglesias ES, Boullosa DA, Carballeira E, Sánchez TO, Mayo X, Xabier Castro XG, et al. Effect of set configuration on hemodynamics and cardiac

autonomic modulation after high-intensity squat exercise. *Clin Physiol Funct Imaging*.2014; 8:445-450.

- (52) Gac H. Algunos cambios relacionados al envejecimiento. *Visión actualizada de la geriatría y gerontología*. 2000; 29:1-2.
- (53) Cruz E, Moreno R. Aparato respiratorio, fisiología y clínica. 4^a.ed. Santiago de Chile: Mediterraneo; 1999.
- (54) Oyarzún MG. Función respiratoria en la senectud. *Rev Méd Chile*. 2009; 137:411-418.
- (55) Barret E. Kim, Barman M. Susan, Boitano S., Brooks L. Heedwen. Ganong, fisiología médica. 23^a.ed. México: McGraw-Hill; 2010.
- (56) Guyton A, Hall J. Tratado de fisiología médica.12^a.ed. España: Elsevier; 2011.
- (57) Molina R, Guija E, Ortega M, García L, Gonzales A, et.al. Manual de hipertensión arterial en la práctica clínica de atención primaria. España: Soc. Andaluza de Med.Fam; 2006.
- (58) Mota MR, Oliveira RJ, Terra DF, Pardono E, Dutra MT, Almeida JA, et.al. Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. *Int. J. Gen. Med*. 2013; 26:581–587.
- (59) Tibana RA, Boullosa DA, Leicht AS, Prestes J. Women with metabolic syndrome present different autonomic modulation and blood pressure response to an acute resistance exercise session compared with women without metabolic síndrome. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013; 7:122-129.
- (60) Alves JP, Nunes RB, Stefani GP, Dal Lago P. Resistance Training Improves Hemodynamic Function, Collagen Deposition and Inflammatory Profiles: Experimental Model of Heart Failure. *Plos ONE*. 2014; 87(9):656-663.

- (61) Nitzan M, Romem A, Koppel R. Pulse oximetry: fundamentals and technology update. *Med Devices*.2014; 7:231-239.
- (62) Bruno KF, Barletta FB, Felipe WT, Silva JA, Goncalves AH, Estrela C. Oxygen saturation in the dental pulp of permanent teeth: a critical review. *J Endod*. 2014; 40(8):1554-1557.
- (63) Athyros VG, Katsiki N, Doumas M, Karafiannis A, Mikhaidis DP. Effect of tobacco smoking and smoking cessation on plasma lipoproteins and associated major cardiovascular risk factor : narrative review. *Curr Med Res*. 2013; 29(10):1263-1274.
- (64) Winther AP, Magkos F, Athertin P, Selby A, Smith K, Rennie MJ, et.al. Smoking impairs muscle protein synthesis and increases the expression of myostatin and MAF bx in muscle. *AJPEM*.2007; 3(29)843-848.
- (65) Repetto P, Margarita Bernales M. Percepción del nivel de consumo y su relación con el consumo de cigarrillos en adolescentes chilenos. *Rev Med Chile*. 2012; 140:740-745.
- (66) Planchuelo MS. Mujer y tabaco. *Prev Tab*. 2001; 3(3):117-119.
- (67) Alonso SV. Enfermedades relacionadas con el consumo de tabaco en la mujer. *Prev Tab*. 2001; 3(3):161-165.
- (68) Plaza DM. Prevención y tratamiento del tabaquismo en la mujer. *Prev Tab*. 2001; 3(3):165-171.
- (69) Hansen MJ, Chen H, Jones JE, Langenbach SY, Vlahos R, Gualano RC, et al. The Lung Inflammation and Skeletal Muscle Wasting Induced by Subchronic Cigarette Smoke Exposure Are Not Altered by a High-Fat Diet in Mice. *PLoS ON*. 2013; 122(8):778-786.
- (70) Liao JK. Linking endothelial dysfunction with endothelial cell activation. *J Clin Invest*. 2013; 123(2):540-541.

- (71) Walker AE, Kaplon RE, Pierce GL, Nowlan MJ, Seals DR. Prevention of age-related endothelial dysfunction by habitual aerobic exercise in healthy humans: possible role of nuclear factor Kb. *Clinical Science*.2014;127:645–654.
- (72) Messner B, Bernhard D. Smoking and cardiovascular disease: Mechanisms of endothelial dysfunction and early atherogenesis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 2014; 34(3)509-515.
- (73) Tamargo J, Caballero R, Gómez R, Núñez L, Vaquero M, Delpón E. Efectos del óxido nítrico sobre la función cardíaca. *Rev Esp Cardiol*. 2006; Suppl 26:S3-20.
- (74) Rom O, Reznick AZ, Keidar Z, Karkabi K, Aizenbud D. Smoking cessation-related weight gain-beneficial effects on muscle mass, strength and bone health. *Addiction*. 2014; 7:88-102.
- (75) Norman K, Stobaüs N, Kulka K, Schulzke J. Effect of inflammation on handgrip strength in the non-critically ill is independent from age, gender and body composition. *EJCN*. 2014; 66(68):155–158.
- (76) Okamoto T, Min S, Sunaga MS. Arterial compliance and stiffness following low intensity resistance exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2014; 114:235–241.
- (77) Echagüe G, Díaz V, Pistilli N, Ríos R, Echeverría O, Alonso E, et.al. Niveles de hemoglobina en varones fumadores. *Mem. Inst. Invest. Cienc. Salud*. 2005; 3(1):221-230
- (78) Ramirez RC, Castillo A, De la Fuente C, Campos CJ, Andrade D, Álvarez C, et.al. High- speed resistance training is more effective than low-speed resistance training to increase functional capacity and muscle performance in older women. *Experi Geronto*. 2014; 5(8)55-62.

- (79) Etheridge T, Atherton PJ, Wilkinson D, Selby A, Rankin D, Webborn N, et.al. Effects of hipoxia on muscle protein synthesis and anabolic signaling at rest and in response to acute resistance exercise. *Am J Physiol End Metab.* 2011; 301(4):697-702.

ANEXOS

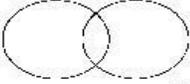
Anexo 1

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre:	
Edad:	
Co- morbilidades:	
Medicamentos:	
Peso:	
Nivel de actividad física:	
Cirugías previas:	
Hábito tabáquico:	
MMSE:	

EVALUACIÓN COGNITIVA

EVALUACION COGNITIVA (MMSE ABREVIADO)

<p>1. Por favor, dígame la fecha de hoy.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Sondee el mes, el día del mes, el año y el día de la semana</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Anote un punto por cada respuesta correcta.</p> </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Mes</td> <td style="text-align: center;">B I F N</td> <td style="text-align: center;">M A I</td> <td style="text-align: center;">N S</td> <td style="text-align: center;">N R</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Día mes</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Año</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Día semana</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="font-size: small;">N.S = No sabe N.R = No responde</p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	Mes	B I F N	M A I	N S	N R	Día mes					Año					Día semana				
Mes	B I F N	M A I	N S	N R																	
Día mes																					
Año																					
Día semana																					
<p>2. Ahora le voy a nombrar tres objetos. Después que se los diga, le voy a pedir que repita en voz alta los que recuerde, en cualquier orden. Recuerde los objetos porque se los voy a preguntar más adelante. ¿Tiene alguna pregunta que hacerme?</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="font-size: x-small;">Explique bien para que el entrevistado entienda la tarea. Lea los nombres de los objetos lentamente y a ritmo constante, aproximadamente una palabra cada dos segundos. Se anota un punto por cada objeto recordado en el primer intento.</p> <p style="font-size: x-small;">Si para algún objeto la respuesta no es correcta, repita todos los objetos hasta que el entrevistado se los aprenda (máximo 5 repeticiones). Registre el número de repeticiones que debió hacer.</p> </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CORRECTA</td> <td style="text-align: center;">NO SABE</td> </tr> <tr> <td>Arbol</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Mesa</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Avión</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p> <p>Número de repeticiones:</p>	CORRECTA	NO SABE	Arbol		Mesa		Avión													
CORRECTA	NO SABE																				
Arbol																					
Mesa																					
Avión																					
<p>3. Ahora voy a decirle unos números y quiero que me los repita al revés:</p> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">1 3 5 7 9</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Anote la respuesta (el número) en el espacio correspondiente.</p> </div> <p style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">La puntuación es el número de dígitos en el orden correcto. Ej. 9 7 5 3 1 = 5 puntos</p>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Respuesta Entrevistado</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Respuesta Correcta</td> <td style="text-align: center;">9</td> <td style="text-align: center;">7</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Nº de dígitos en el orden correcto: </p> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	Respuesta Entrevistado						Respuesta Correcta	9	7	5	3	1								
Respuesta Entrevistado																					
Respuesta Correcta	9	7	5	3	1																
<p>4. Le voy a dar un papel; tómelo con su mano derecha. dóblelo por la mitad con ambas manos y colóquese sobre las piernas:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Entregue el papel y anote un punto por cada acción realizada correctamente.</p> </div>	<p>Ninguna acción 0</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Toma papel con la mano derecha</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dobla por la mitad con ambas manos</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Coloca sobre las piernas</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	Toma papel con la mano derecha		Dobla por la mitad con ambas manos		Coloca sobre las piernas															
Toma papel con la mano derecha																					
Dobla por la mitad con ambas manos																					
Coloca sobre las piernas																					
<p>5. Hace un momento le leí una serie de 3 palabras y Ud., repitió las que recordó. Por favor, dígame ahora cuáles recuerda.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Anote un punto por cada palabra que recuerde. No importa el orden.</p> </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CORRECTO</td> <td style="text-align: center;">INCORRECTO</td> <td style="text-align: center;">NR</td> </tr> <tr> <td>Arbol</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Mesa</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Avión</td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	CORRECTO	INCORRECTO	NR	Arbol			Mesa			Avión										
CORRECTO	INCORRECTO	NR																			
Arbol																					
Mesa																					
Avión																					
<p>6. Por favor copie este dibujo:</p> <p style="font-size: x-small;">Muestre al entrevistado el dibujo con los círculos que se cruzan. La acción está correcta si los círculos no se cruzan más de la mitad. Confiatícas un punto si el dibujo está correcto.</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;">  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center;">Sume los puntos anotados en los totales de las preguntas 1 a 6</p> </div>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">CORRECTO</td> <td style="text-align: center;">INCORRECTO</td> <td style="text-align: center;">NR</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">TOTAL = <input style="width: 30px;" type="text"/></p>	CORRECTO	INCORRECTO	NR																	
CORRECTO	INCORRECTO	NR																			
<p>Suma total = <input style="width: 40px;" type="text"/></p> <p>El puntaje máximo obtenible es de 19 puntos.</p> <p style="font-weight: bold;">Normal = >14 Alterado = <13</p>																					

Anexo 3:

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del Proyecto: Efectos del hábito tabáquico en parámetros fisiológicos en una sesión de resistencia muscular de extremidad inferior en mujeres adultos mayores entre 65 -75 años.

Sra.,Srta.:

El propósito de este documento es entregarle toda la información necesaria para que Ud. pueda decidir libremente si desea participar en la investigación que se le ha explicado verbalmente, y que a continuación se describe en forma resumida.

Resumen del proyecto:

Lo que se quiere probar es que el ejercicio de resistencia muscular produce un efecto agudo significativo en ciertos parámetros fisiológicos en aquellas mujeres con hábito tabáquico positivo en comparación con no fumadoras.

Las variables fisiológicas a evaluar serán: frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y saturación.

Los participantes serán evaluados luego de haber estado 5 minutos en reposo y luego de realizar trabajo muscular de resistencia en silla de cuádriceps.

Se citará sólo en una oportunidad en el gimnasio de la Universidad Finis Terrae.

Si usted acepta participar en este estudio se le aplicarán los procedimientos que se describen a continuación para la obtención de datos ya mencionados.

1. Medición de frecuencia cardiaca: Se medirá mediante un pulsómetro.
2. Medición de frecuencia respiratoria: Se medirá mediante fonendoscopio.

3. Medición de saturación arterial: Se medirá mediante un oxímetro de pulso.

4. Medición de presión arterial: Se medirá mediante un esfigmomanómetro.

Es importante señalar que todos los datos personales obtenidos son confidenciales y la muestra obtenida será utilizada exclusivamente para fines científicos. A su vez destacar que su participación es completamente voluntaria, si no desea participar del presente proyecto de investigación, su negativa no traerá ninguna consecuencia para usted.

Al respecto, expongo que:

He sido informado/a sobre el estudio a desarrollar y las eventuales molestias, incomodidades y ocasionales riesgos que la realización del procedimiento implica, previamente a su aplicación y con la descripción necesaria para conocerlas en un nivel suficiente.

He sido también informado/a en forma previa a la aplicación, que los procedimientos que se realicen, no implican un costo que yo deba asumir.

Estoy en pleno conocimiento que la información obtenida con la actividad en la cual participaré, será absolutamente confidencial, y que no aparecerá mi nombre ni mis datos personales en libros, revistas y otros medios de publicidad derivadas de la investigación ya descrita.

Adicionalmente, los investigadores responsables han manifestado su voluntad en orden a aclarar cualquier duda que me surja sobre mi participación en la actividad realizada.

He leído el documento, entiendo las declaraciones contenidas en él y la necesidad de hacer constar mi consentimiento, para lo cual lo firmo libre y voluntariamente, recibiendo en el acto copia de este documento ya firmado.

Yo,, Cédula
de identidad N°....., de
nacionalidad....., mayor de edad, con domicilio en

.....
....., Consiento en participar en la investigación denominada: "Efectos del hábito tabáquico en parámetros fisiológicos en una sesión de resistencia muscular en extremidad inferior en mujeres adultos mayores

Anexo 5

ESCALA DE BORG

Escala de Borg de Percepción Subjetiva del Esfuerzo		
Clasificación	Escala	Equivalente en FC
6		60-80
7	Muy, muy leve	70-90
8		80-100
9	Muy leve	90-110
10		100-120
11	Leve	110-130
12		120-140
13	Un poco duro	130-150
14		140-160
15	Duro	150-170
16		160-180
17	Muy duro	170-190
18		180-200
19	Muy, muy duro	190-210
20		200-220

Modificado de: Buceta 1998.

Anexo 6

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Grupo No fumador (n= 15)

		Promedio	Desviación Estándar
Edad		68,93	4,19
Peso		71,51	9,62
Cigarrillos diarios		0	0
Tabaquismo (años)		0	0
Cirugias cardiaca - pulmonar		0	0
		Total	
Enfermedades	HTA	8	
	DM	5	
	DISLIPIDEMIA	3	
Medicamentos	Enalapril	8	
	Furozemida	3	
	Metformina	5	
	Atorvastatina	3	

Anexo 7

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Grupo fumador (n = 15)

	Promedio	Desviación Estándar
Edad	65,53	2,74
Peso	68,24	7,56
Cigarrillos diarios	18,26	1,48
Tabaquismo (años)	35,66	7,77
Cirugías cardiaca - pulmonar	0	0
		Total
Enfermedades	HTA	15
	DM	10
	DISLIPIDEMIA	8
Medicamentos	Enalapril	15
	Furozemida	9
	Metformina	9
	Atorvastatina	8