

**UNIVERSIDAD DE LEÓN**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**



**EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y PARÁMETROS DE REFERENCIA  
ENTRE LAS POBLACIONES DE MAYORES DE LA PROVINCIA DE LEÓN -  
ESPAÑA Y MINAS GERAIS -BRASIL**

**CÍNTIA CAMPOLINA DUARTE ROCHA**

**LEÓN 2012**



**UNIVERSIDAD DE LEÓN**

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS



**EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y PARÁMETROS DE REFERENCIA  
ENTRE LAS POBLACIONES DE MAYORES DE LA PROVINCIA DE LEÓN -  
ESPAÑA Y MINAS GERAIS -BRASIL**

DIRECTOR:

DR. JOSÉ ANTONIO DE PAZ FERNÁNDEZ

**LEÓN 2012**



**UNIVERSIDAD DE LEÓN**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS BIOMÉDICAS**



**EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y PARÁMETROS DE REFERENCIA  
ENTRE LAS POBLACIONES DE MAYORES DE LA PROVINCIA DE LEÓN -  
ESPAÑA Y MINAS GERAIS -BRASIL**

Memoria presentada por la Licenciada Cintia  
Campolina Duarte Rocha para la obtención  
del título de Doctora en Ciencias de la  
Actividad Física y del Deporte.

**LEÓN 2012**





Universidad de León

**INFORME DEL DIRECTOR DE LA TESIS**

El Dr. D. José Antonio de Paz Fernández como Director de la Tesis Doctoral titulada **"EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y PARÁMETROS DE REFERENCIA ENTRE LAS POBLACIONES DE MAYORES DE LA PROVINCIA DE LEÓN - ESPAÑA Y MINAS GERAIS -BRASIL"** realizada por D<sup>a</sup>. Cintia Campolina Duarte Rocha en el programa de doctorado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de León, informa favorablemente el depósito de la misma, dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo que firman, en León a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Fdo: Dr. José Antonio de Paz Fernández





Universidad de León

## ADMISIÓN A TRÁMITE DE LA TESIS DOCTORAL

El órgano responsable del programa de doctorado de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte e la Universidad de León en su reunión celebrada el día \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ ha acordado dar su conformidad a la admisión a trámite de lectura de la Tesis Doctoral titulada **"EVOLUCIÓN DE LA CONDICIÓN FÍSICA Y PARÁMETROS DE REFERENCIA ENTRE LAS POBLACIONES DE MAYORES DE LA PROVINCIA DE LEÓN -ESPAÑA Y MINAS GERAIS -BRASIL"** dirigida por el Dr. D. José Antonio de Paz Fernández, elaborada por D<sup>a</sup>. Cintia Campolina Duarte Rocha.

Lo que firman, en León a \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Vº Bº

La Secretaria

Fdo: Dr. Juan José Garcia Viéitez

Fdo: Dr. Pilar Sanchez Collado



## ÍNDICE DE CONTENIDO

Agradecimientos.....	I
Índice General.....	V
Abreviaturas.....	IX
Índice de tablas.....	XIII
Índice de Quadros y Figuras.....	XV
Resumen.....	XIX



A mis grandes amores,  
Sandro, Isabela y Matheus



# Agradecimientos

Gustaría de agradecer a mi director Dr. José Antonio de Paz, por haber confiado en este proyecto, por me mostrar que el aprendizaje durante la elaboración de una tesis, va muy alíen de la producción científica. Gracias por su dedicación, paciencia y amistad. Ha sido para mí, un ejemplo profesional. A usted mis mas sinceros agradecimientos.

A mis compañeros de doctorado, que siempre estuvieron dispuesto en colaborar durante todo el estudio, en especial a la "Equipo Sudaca", que se han convertido en amigos (Nelson, Amelia, Fernanda), por además de la ayuda, por los divertidos momentos en el camino para los pueblos donde hicimos las evaluaciones en España. A todos los alumnos de Educación Física que colaboraron con las evaluaciones en Brasil.

Agradezco especialmente a todos los Señores y Señoras mayores que hicieron parte de esto estudio. A vosotros mis más sinceros agradecimiento.

A mi padre por el cariño y apoyo, al Sr. Pacheco y D. Jaira por también apostaren en mí, y en especial, a mi Madre, mi gran amiga; gracias por creer que podría hacerlo.

A los pequeños grande amores de mi vida, Isabela y Matheus, por mi recibieren siempre con una sonrisa, que me alimentaba de determinación para concretizar esto trabajo. Que esta conquista sirva de estímulo en sus vidas, para que vosotros nunca dejen de mirar sus sueños y sus objetivos.

Y si hay alguien a quien realmente debo agradecerle es Sandro, mi amor. Por haber sido el pilar y el estímulo constante que me ha permitido enfrentarme a un proyecto como este, en el que ha participado activamente, con su tiempo, su dedicación y su trabajo. Gracias, por su empuje y determinación constante y por su fe y convicción en mi trabajo. Gracias por estar a mi lado, sin tu esto no hubiera sido posible.



Y por ultimo, a todos/as los que no han sido nombrados/as pero que de alguna manera y a lo largo de estos años han estado implicados en el proyecto de elaboración de esto trabajo.

Gracias a todos que un día soñaran y hoy hacen parte de este momento de realización y de conquista.



## ÍNDICE GENERAL

<b>1- INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2- ANTECEDENTES</b> .....	9
2.1- ENVEJECIMIENTO.....	9
2.2- ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN .....	16
2.2.1- Envejecimiento poblacional español .....	17
2.2.2- Envejecimiento poblacional brasileño .....	18
2.2.3 – Envejecimiento poblacional de Castilla y León.....	19
2.2.4 – Envejecimiento poblacional de Minas Gerais.....	20
2.3- SALUD Y CALIDAD DE VIDA .....	21
2.4 - LAS ENFERMEDADES EN LOS ANCIANOS.....	22
2.4.1 - Sarcopenia.....	23
2.4.2– Obesidad.....	28
2.5 - ENVEJECIMIENTO DE LOS SISTEMAS DEL ORGANISMO .....	29
2.5.1- Función Muscular .....	30
2.5.2- Función Cardiovascular .....	32
2.5.3- Función Nerviosa.....	32
2.5.4- Función Pulmonar.....	33
2.6- CINEANTROPOMETRÍA .....	34
2.6.1- Composición Corporal y el Envejecimiento.....	35
2.6.2- Composición Corporal y Obesidad.....	36
2.6.2.1- IMC: Índice De Masa Corporal y Envejecimiento.....	37
2.6.2.2- ICC: Índice Cintura/Cadera, Circunferencia de la Cintura y Envejecimiento.....	38
2.7 – APTITUD FÍSICA .....	39
2.7.1- Componentes de la Aptitud Física relacionados con la Salud.....	40
2.7.2- Componentes de la Condición Física en la Capacidad Funcional de los Mayores.....	43

2.7.2.1- Equilibrio .....	43
2.7.2.2- Flexibilidad .....	45
2.7.2.3- Resistencia Muscular Localizada.....	45
2.7.2.4-Capacidad Cardiopulmonar .....	47
2.8 – ENVEJECIMIENTO Y ACTIVIDAD FÍSICA .....	48
2.9 - EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA EN MAYORES .....	50
2.9.1- Criterios de clasificación del Test.....	52

### **3-OBJETIVO.....57**

3.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
----------------------------------	--------------------------------------

### **4- METODOLOGÍA.....61**

4.1- MATERIAL Y MÉTODO .....	61
4.1.1- Diseño Experimental.....	61
4.2 - POBLACIÓN Y MUESTRA.....	62
4.2.1 - Criterios de Inclusión.....	63
4.2.2 - Evaluación de los Voluntarios .....	63
4.3 – CINEANTOPOMETRÍA .....	64
4.3.1 – Masa Corporal.....	64
4.3.2 - Estatura Corporal .....	64
4.3.3 – Índice de Masa Corporal .....	64
4.3.4 - Perímetro de la Cintura .....	65
4.3.5 - Perímetro de la Cadera.....	65
4.3.6 – Índice Cintura Cadera .....	65
4.4- PRUEBAS FUNCIONALES .....	66
4.4.1 – Sentar y Levantar: 30 Segundos.....	66
4.4.2 - Flexión de Codo.....	66
4.4.3 - Equilibrio Estático .....	67
4.4.4- Timed Up-and-Go Test.....	68
4.4.5– Flexibilidad del Miembro Inferior .....	68
4.4.6 – Flexibilidad del Miembro Superior.....	69

4.4.7- Marcha Estacionaria (TM2')	70
4.4.8- Sustentación	71
4.5- METODOLOGÍA ESTADISTICA (TM2')	71
<b>5- RESULTADOS</b>	<b>75</b>
5.1 – CINEANTROPOMETRÍA	77
5.2 – CAPACIDAD FUNCIONAL	81
5.2.1 – Flexibilidad	81
5.2.2 – Sentar y Levantar	84
5.2.3 – Flexión de Codo	85
5.2.4 – Timed Up-and-Go Test	86
5.2.5 – Equilibrio	87
5.2.6 –Sustentacion	87
5.2.7 –Marcha Estacionaria (TM2')	88
5.3- ANÁLISIS CORELACIONAL	89
<b>6 – DISCUSIÓN</b>	<b>95</b>
6.1-COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA	95
6.2- CINEANTROPOMETRIA	96
6.2.1 – Masa Corporal, Talla e IMC	96
6.2.2- Cintura, Cadera e ICC	101
6.3 – CAPACIDAD FUNCIONAL	104
6.3.1 – Flexibilidad	104
6.3.2.- Sentar y Levantar	109
6.3.3 – Flexión de Codo	113
6.3.4 – Timed Up-and-Go	116
6.3.5 – Equilibrio	121
6.3.6 – Sustentación	121
6.3.7 – Marcha Estacionaria (TM2')	126
6.4- ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES	129

6.4.1- Análisis Correlacional entre las Pruebas Funcionales en el Grupo de los Hombres .....	129
6.4.2- Análisis Correlacional entre las Pruebas Funcionales en el Grupo de las Mujeres.....	131
<b>7- CONCLUSIÓN .....</b>	<b>139</b>
<b>7- REFERENCIAS.....</b>	<b>145</b>

## ABREVIATURAS

%	Porcentaje
$\sigma$	Desviaciones estándar
#	Diferencia significativa entre sujetos del mismo sexo, pero de diferentes países
*	Diferencia significativa entre diferentes sexos en el mismo país
<	Menor que
>	Mayor que
↑	Aumento
↓	Disminución
1HB	Grupo de hombres de 60-64 años de Brasil
1HE	Grupo de hombres de 60-64 años de España
1MB	Grupo de mujeres de 60-64 años de Brasil
1MH	Grupo mujeres de 60-64 años de España
2HB	Grupo de hombres de 65-69 años de Brasil
2HE	Grupo de hombres de 65-69 años de España
2MB	Grupo de mujeres de 65-69 años de Brasil
2MH	Grupo de mujeres de 65-69 años de España
3HB	Grupo de hombres de 70-74 años de Brasil
3HE	Grupo de hombres de 70-74 años de España
3MB	Grupo de mujeres de 70-74 años de Brasil
3MH	Grupo de mujeres de 70-74 años de España
4HB	Grupo de hombres de 75-79 años de Brasil
4HE	Grupo de hombres de 75-79 años de España
4MB	Grupo de mujeres de 75-79 años de Brasil
4MH	Grupo de mujeres de 75-79 años de España
5HB	Grupo de hombres con 80 años o más de Brasil
5HE	Grupo de hombres con 80 años o más de España
5MB	Grupo de mujeres de con 80 años o más de años de Brasil
5MH	Grupo de mujeres con 80 años o más de España
AAHPERD	<i>"American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance"</i>
ACSM	<i>"American College of Sports Medicine"</i>

ADN	Ácido desoxirribonucleico
ADN <sub>mt</sub>	Ácido desoxirribonucleico mitocondrial
AFRS	Aptitud física relacionada a la salud
AGEs	Productos finales de la glicosilación avanzada
AVD	Actividad de la vida diaria
CC	Circunferencia de la Cintura
cm	Centímetros
CURS	Calidad de vida relacionada a la salud
D <sub>2</sub> R	Receptores de dopamina
EC	Enfermedades Cardiovasculares
et al	Colaboradores
EWGSOP	Grupo de trabajo europeo sobre la sarcopenia en personas mayores
FB	Fibras Glucolíticas
Fibras Tipo I	Fibras Lentas
Fibras Tipo II	Fibras Rápidas
Fibras tipo II <sub>a</sub>	Fibras Rápidas Intermediarias
Fibras Tipo II <sub>b</sub>	Fibras Glucolíticas
GH	Hormona de Crecimiento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia y Estadística
IC	Índice de Conicidad
ICC	Índice Cintura-Cadera
IGF-1	Factor de crecimiento insulínico tipo-1
IMC	Índice de masa corporal
INE	Instituto Nacional de Estadística
Kg	Kilogramos
Kg/m <sup>2</sup>	Kilogramos sobre metros al cuadrado
Km <sup>2</sup>	Kilómetros
m	Metros
$\bar{x}$	Medias
m/s <sup>-1</sup>	Metros por segundos
mg/dl	Miligramos por decilitros
ml.kg.min <sup>-1</sup>	Milímetros por kilogramo por minuto
°	Grados

O <sub>2</sub>	Oxígeno
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Naciones Unidas
Par-Q	<i>"Physical Activity Readiness Questionnaire"</i>
r =	Índice de Correlación
s <sup>-1</sup>	Segundos
SFT	<i>"Senior Fitness Test"</i>
SNC	Sistema Nervioso Central
SO	Fibras Lentas Oxidativas
VO <sub>2máx</sub>	Consumo Máximo de Oxígeno
VO <sub>2pico</sub>	Consumo de Oxígeno Pico



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabla 1	Índices de Envejecimiento.....	18
Tabla 2	Etapas de la Sarcopenia según EWGSOP.....	25
Tabla 3	Nomenclatura numérica de los grupos etarios.....	75
Tabla 4	Distribución de la muestra en grupos de franja etarias y países.....	76
Tabla 5	Variable Masa Corporal de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España.....	77
Tabla 6	Variable Talla de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España.....	78
Tabla 7	Variable IMC de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España.....	79
Tabla 8	Variable cintura de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España.....	79
Tabla 9	Variable Cadera de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España.....	80
Tabla 10	Variable Cintura-Cadera (ICC) de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España .....	81
Tabla 11	Flexibilidad del miembro superior derecho de los mayores evaluados en Brasil y España.....	82
Tabla 12	Flexibilidad del miembro superior izquierdo de los mayores evaluados en Brasil y España.....	82
Tabla 13	Flexibilidad del miembro inferior derecho de los mayores evaluados en Brasil y España.....	83
Tabla 14	Flexibilidad del miembro inferior izquierdo de los mayores evaluados en Brasil y España.....	83
Tabla 15	Número de repeticiones en la prueba sentar y levantar de hombres y mujeres de Brasil y España.....	84
Tabla 16	Número de repeticiones en la prueba flexión de codo de hombres y mujeres de Brasil y España.....	85

Tabla 17	Tiempo gasto en la realización de la prueba de agilidad de los mayores de Brasil y España.....	86
Tabla 18	Número de intentos en la realización de la prueba de equilibrio de hombres y mujeres de Brasil y España.....	87
Tabla 19	Tiempo de sustentación de la mancuerna en la prueba funcional de hombres y mujeres de Brasil y España.....	88
Tabla 20	Número de ciclos realizados por los mayores de Brasil y España en la prueba de la Marcha estacionaria.....	89
Tabla 21	Correlación entre las pruebas de la capacidad funcional en los hombres Brasil-España.....	91
Tabla 22	Correlación entre las pruebas de la capacidad funcional en las mujeres Brasil-España.....	92

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1	Clasificación de las teorías del envejecimiento.....	15
Figura 1	Localización del estado de Minas Gerais.....	21
Figura 2	Consecuencias funcionales de los cambios relacionados con la edad en la sarcopenia.....	27
Figura 3	Diseño Experimental.....	62
Figura 4	Prueba Sentar y levantar.....	66
Figura 5	Prueba de flexión de codo.....	67
Figura 6	Prueba de " <i>Timed Up and Go</i> ".....	68
Figura 7	Prueba de flexibilidad del miembro inferior.....	69
Figura 8	Prueba de flexibilidad del miembro superior.....	70
Figura 9	Prueba de la marcha estacionaria.....	71



# Resumen

---



## RESUMEN

Las personas mayores se están volviendo un grupo diana cada vez más importante en lo que se refiere a la promoción de la salud y la preservación de la capacidad funcional. La razón es que la edad se relaciona con los problemas en la salud que son cada vez más prevalentes, y los cuidados de la salud asociados, suponen más a los costos que están empezando a tener un impacto económico significativo en todos los países, por lo que muchos gobiernos establecen estrategias y modelos públicos de prevención de la salud (Van Lerberghe et al., 2008). Uno de los principales problemas relacionados con la edad mayor es un declino acentuado en la capacidad funcional y una pérdida de la independencia (Frontera y Bigard, 2002). De esta manera, la evaluación de la capacidad funcional en personas mayores abre un campo de posibilidades de acciones en distintos contextos en un intento de preservar y mantener la calidad de vida en la vejez, siendo de gran importancia científica y social, trayendo alternativas que permitan la intervención en programas sociales y de salud.

Mejorar la aptitud física puede permitir que estas personas realicen las actividades de la vida diaria con menos esfuerzo, extendiendo su autonomía funcional y permitiendo que los mayores tengan una vida con más independencia y dignidad el mayor tiempo posible.

Por todo ello, es por lo que propuso la realización de este estudio con el fin de caracterizar la condición física de una muestra de personas mayores de España y de Brasil, promoviendo parámetros de referencia colaborando así, con datos que pueden venir a la ayudar a la promover soluciones para intentar minimizar o se posible evitar los efectos nocivos del envejecimiento.

Participaron de este estudio 1126 mayores, 657 de España y 469 participantes de Brasil, todos con más de 60 años de edad. Los participantes fueron sometidos a una batería de tests funcionales que tenían como objetivo evaluar los principales componentes de la aptitud física asociada a la salud como la fuerza, el equilibrio estático y dinámico, la flexibilidad, la resistencia muscular y la capacidad cardiovascular.

Los resultados apuntaron para un descenso de todos estos componentes funcionales al paso de los años, principalmente en las edades más avanzadas. Las mujeres presentaron un peor desempeño en las pruebas que los hombres, y los españoles presentaron de manera general mejores niveles de capacidad funcional que los brasileños.

El mantenimiento y la prevención de las capacidades para desempeñar actividades básicas de la vida diaria son puntos básicos para prolongar el mayor tiempo posible la independencia, manteniendo la capacidad funcional de los adultos mayores.

# Introducción

---



## 1- INTRODUCCIÓN

Una de las mayores preocupaciones de la comunidad sociosanitaria, es el aumento de la proporción de la población mayor, tanto en los países desarrollados como en los países en vías de desarrollo en el mundo (Timiras, 1997). Si se considera la población mundial, entre 1950 y 1980 el porcentaje de adultos mayores con respecto a la población total se mantuvo alrededor de 8%, mientras que en el 2000 ascendió a 10%. Las tendencias previstas del envejecimiento demográfico mundial, estimase que en 2030 este porcentaje ascenderá a 16,6% y en 2050 a 21,4%. En otras palabras, mientras que en 2000 una de cada diez personas en el mundo era un adulto mayor, a mitad de siglo será una de cada cinco (United Nations, 2002).

No solo los ancianos viven más tiempo, sino que representan también el segmento de la población que crece con mayor rapidez en los países más desarrollados (Timiras, 1997). La mejora de las condiciones socio económicas en la mayor parte de los países europeos ha contribuido a una mejor calidad de vida, y como consecuencia, a una mayor esperanza de vida de su población, se proyecta que para 2050 aumentará en seis años más para los hombres y cinco para las mujeres. Las tasas de natalidad han descendido en todos los países europeos en los últimos 30 años, pero de forma más acentuada en los países del sur de Europa, donde se incluye España, por lo que ha originado un envejecimiento poblacional aún más llamativo (INE, 2009). Según un informe de Naciones Unidas, en el año 2050 España será el país más envejecido del mundo; el 44,1% de la población española será mayor de 60 años y la media de edad será de 55,2 años frente a una mediana global mundial de 36,2 años (United Nations, 2002).

Esta tendencia se ha observado ya en los países en desarrollo, como es el caso del Brasil. En 2025, el índice del envejecimiento brasileño será, probablemente, 3 veces mayor que el observado en el 2000. La población brasileña tendrá, entonces, más de 50 adultos con 65 años o más por cada conjunto de 100 jóvenes menores de 15 años (IBGE, 2010).

El envejecimiento se ha descrito como un proceso, o conjunto de procesos inherentes a todos los seres vivos y se expresa por la pérdida de la capacidad de adaptación y por la reducción de la capacidad funcional (Roos et al., 1997). El envejecimiento se asocia así, con numerosos cambios que afectan a la funcionalidad, la movilidad, la autonomía y la salud de esta población y por lo tanto, a su calidad de vida (Carvalho y Soares, 2004).

El envejecimiento, desde el punto de vista fisiológico, no ocurre necesariamente de forma paralela al aumento de la edad cronológica, existiendo una considerable variación individual; este proceso surge acompañado de una serie de cambios en los diferentes sistemas del organismo: nivel antropométrico, muscular, cardiovascular, pulmonar, neural y del resto de las funciones orgánicas. Todos ellos experimentan la merma de las capacidades orgánicas y de los cambios en el funcionamiento fisiológico (Matsudo et al., 2000).

El envejecimiento está marcado por una disminución de las capacidades motoras, reducción de la fuerza, flexibilidad, velocidad y de los niveles de  $VO_{2max}$ , dificultando la realización de las actividades diarias. Las alteraciones fisiológicas durante el envejecimiento pueden disminuir la capacidad funcional, comprometiendo la salud y la calidad de vida del anciano. Estas alteraciones acontecen en todos los sistemas orgánicos viéndose modificadas las estructuras y las funciones del sistema cardiovascular, del sistema respiratorio, del sistema nervioso central y periférico y del sistema endocrino (Adams et al., 2000).

Gran parte de los trabajos de investigación sobre el envejecimiento se han centrado tradicionalmente en la salud, pero en los últimos tiempos el concepto de capacidad funcional está llamando cada vez más la atención. Aunque hace mucho que se valora la trascendencia de la funcionalidad sobre la salud y la enfermedad, no fue hasta los años 50 que se reconoció su importancia, a la medida que aumentaba la cantidad de personas mayores y discapacitadas y que crecía la incidencia de enfermedades crónicas (Katz y Stroud, 1989).

Parte de las evidencias epidemiológicas apoyan un efecto positivo del estilo vida activo y /o de la participación de los individuos en programas de actividad física y ejercicio en la prevención y minimización de los efectos perjudiciales del envejecimiento. Los investigadores enfatizan cada vez la necesidad de que la actividad física sea una parte fundamental de los programas en todo el mundo para promover la salud. No se puede pensar hoy en "prevenir" o minimizar los efectos del envejecimiento, sin que además de las medidas generales de salud, se incluya la actividad física (Matsudo et al., 2000).

Así, la evaluación del nivel de capacidad funcional en personas mayores puede ayudar a orientar las intervenciones dirigidas a la esta población, pues es fundamental para la determinación del riesgo de dependencia futura, de complicaciones o instauración de enfermedades crónicas, de probabilidad de caídas, y en definitiva esta íntimamente relacionada con índices de morbilidad y de mortalidad (Shubert et al., 2006).

Teniendo en cuenta que el rendimiento en las actividades diarias se determina por la integración de diversas capacidades y habilidades físicas, las pruebas físicas se utilizan como herramientas importantes para determinar el perfil funcional de los ancianos, ya que, además de permitir la predicción de posibles cambios longitudinal de la capacidad funcional, se pueden utilizar para la evaluación del efecto de las intervenciones basados en programas de ejercicios (Rogers et al., 2003; Enright et al., 2003).

En la actualidad existe un gran número de pruebas cuyo objetivo es evaluar la condición física de una población específica. En la mayoría, estas pruebas, están diseñadas para grupos poblacionales concretos, por lo que no serían fiables y recomendables aplicar indistintamente a cualquier grupo de edad por los riesgos que podría suponer. Con el fin de solucionar esta problemática metodológica, escogemos una batería de test que pudiera ser aplicable a la población mayor y que tuviera una fácil aplicación, no necesitando de instrumentos especiales para su ejecución.

Las pruebas que componen la batería "*Senior Fitness Test*" (SFT) recogen el mayor número de componentes de la condición física asociados con la independencia funcional, mientras que otras baterías realizadas para valorar los mayores se centran únicamente en algún componente concreto. La SFT puede realizarse en personas con diferentes edades entre 60 y 94 años de edad y con niveles de capacidad física y funcional distintos, ya que esta batería cubre un amplio rango de capacidad funcional, desde los más frágiles a los "*elite*". Las pruebas son de fácil aplicación en cuanto al equipamiento y espacio necesarios, por lo que puede realizarse fuera del laboratorio. La SFT tiene valores de referencia expresados en percentiles para cada uno de los test (obtenidos de un amplio estudio realizado a 7000 personas) lo que nos permite comparar los resultados con personas del mismo sexo y edad. Todas estas cualidades nos permiten utilizar esta batería tanto en el ámbito de investigación como en el de la aplicación práctica (Rickli y Jones, 2002).

Además, se hace necesario conocer antes de iniciar cualquier propuesta la situación funcional y orgánica del adulto mayor que permitan individualizar su trabajo físico proporcionando al mismo, los beneficios de una actividad física segura y bien recomendada para su edad, y así, una mejor salud y calidad de vida.

# Antecedentes

---



## **2- ANTECEDENTES**

### **2.1- ENVEJECIMIENTO**

El envejecimiento es un fenómeno que comienza en la concepción y culmina con la muerte (Harris, 2001). Así el envejecimiento es un proceso caracterizado por la aparición de una serie de transformaciones en el organismo que conducen a la disminución de la capacidad funcional de sus órganos y sistemas y por tanto a una menor posibilidad de adaptación a los estímulos procedentes de los mundos circundantes e interiores.

Además, es un proceso universal, que afecta a toda la población y al organismo entero. Al mismo tiempo existe una gran variabilidad dentro de la población anciana en lo que se refiere a correspondencia entre edad cronológica y fisiológica (Troen, 2003). La edad cronológica es la que tiene un individuo en función del tiempo transcurrido desde su nacimiento, medido por los patrones al uso (años, meses, días). La edad fisiológica corresponde al estado funcional de los órganos comparados con patrones establecidos para cada edad o grupo de edades. Es por tanto un concepto biológico. Su medida es difícil y se realiza mediante la determinación reglada de diferentes parámetros como los referentes al tipo antropométrico, por ejemplo el índice de masa corporal, o de tipo fisiológico como la presión arterial o el metabolismo basal, etc (Troen, 2003).

El envejecimiento no es el mismo para todos, tiene distinto ritmo en unos individuos y otros. Incluso en un mismo anciano ciertos órganos, tejidos y funciones se conservan mientras que otras se hallan más o menos afectadas, lo que hace que existan personas más envejecidas que otras a pesar de tener la misma edad cronológica (Rose, 1999; Harris, 2001; Troen, 2003).

Desde el punto de vista funcional, se ha definido envejecimiento cuando se han producido un 60% de las modificaciones fisiológicas atribuibles a la edad. Sin embargo, desde el punto de vista fisiológico, se define como aquella situación en la que hay una evidente capacidad disminuida para mantener la homeostasis (Mataix y Rivero, 2002).

En términos generales, el envejecimiento provoca en el individuo una pérdida de la capacidad de mantener el medio interno cuando se enfrentan a los cambios en el ambiente externo. Un buen ejemplo de ello es la menor capacidad de las personas mayores para soportar temperaturas extremas, infecciones, o en general las situaciones en que se produce el estrés. La fuerza y la elasticidad del sistema muscular esquelético se encuentran deterioradas, los riñones producen menor filtración, existe una disminución en la ventilación pulmonar y un menor flujo sanguíneo máximo a través del corazón. También es frecuente encontrar intolerancia a la glucosa asociada con el envejecimiento. El envejecimiento provoca pérdidas importantes en la visión, en la capacidad auditiva, en la memoria, en la coordinación motora. La mayoría de los órganos vitales sufren fenómenos asociados con la atrofia o degeneración, entre los más importantes están las células del miocardio, las células de conducciones neurales y las células musculares (Viña et al., 2007).

Así, a la hora de estudiar el envejecimiento nos encontramos con la dificultad de establecer la etapa de la vida en la que el ser humano inicia su senescencia. La llamada edad senil o senectud es el periodo de la vida que comienza comúnmente a los 60 años. Sin embargo, en los países desarrollados aplican este término a personas mayores de 65 años (OMS, 1984).

Actualmente no están establecidas con absoluta nitidez las causas que conducen al envejecimiento, por lo que se han propuesto diferentes teorías que tratan de explicar este fenómeno, el deterioro y los cambios degenerativos que se producen (Troen, 2003). En el año 1990, Mevdevev, en una excelente revisión indicó que había más de 300 teorías del envejecimiento y el número va en aumento. Sin embargo, si analizadas en la perspectiva del fenómeno al que pretenden explicar, estas "teorías" no son mutuamente excluyentes, siendo consideradas complementares (Troen, 2003).

Las teorías evolucionistas intentan explicar el origen del envejecimiento y las diferencias en la longevidad entre las especies. A continuación describimos los tres postulados de las teorías evolucionistas: de la acumulación de mutaciones, la pleiotropía antagónica y la soma desechables.

La Teoría del Acumulo de las Mutaciones fue propuesta por Peter Medawar en el año 1952, la teoría la acumulación de mutaciones considera que la fuerza de selección natural disminuye con la edad (Mangel, 2001). Durante el proceso de adaptación, habría presión intensa de selección para eliminar una mutación nociva, cuya manifestación en los individuos jóvenes podría afectar la función reproductiva en una población. Sin embargo, si estas mutaciones no se manifiestan hasta la edad mayor, algunos individuos morirán fallecidos antes de la expresión de la misma. Así, los individuos transmitirían mutaciones deletéreas de acción-tardía de una generación para otra, ocurriendo un acumulo de mutaciones en el genoma (Teixeira y Guariento, 2010).

La Teoría Pleiotropía Antagónica fue formulada por George Williams en 1957 (Kirkwood, 2002). La hipótesis es que hay genes con efectos beneficiosos para la juventud, que se tornan perjudiciales en la fase tardía de la vida. Por lo tanto, los genes seleccionados potencializarán el vigor juvenil, siendo favorable a la reproducción, sin embargo, posteriormente causarán cambios característicos de la senescencia. En el hábitat natural, el mantenimiento de estos genes en la población sería beneficioso para favorecer la reproducción (Gavrilov, y Gavrilova, 2002).

La Teoría de la Soma Descartable fue propuesta por Kirkwood, en 1977. Según este investigador, como la mortalidad es alta en animales en la naturaleza, no sería productivo el uso de la energía para mantener el organismo más allá de su tiempo de vida (Kirkwood, 2002). La energía sería dirigida a mejorar la capacidad reproductiva del individuo, pero no para mantenerlo vivo indefinidamente.

La idea de que la etiología del envejecimiento puede ser única, tal vez un gen o la disminución de un sistema fisiológico, fue sustituida por el principio de que el proceso es multifactorial e involucra una interacción de los mecanismos moleculares, celulares y sistémicos (Weinert y Timiras, 2003). En los siguientes párrafos señalamos algunos de estos factores etiológicos.

La Teoría de la Catástrofe de Errores, desarrollado por Orgel en 1963, propone que se puede producir una acumulación de errores aleatorios en las proteínas que sintetizan el ADN o otras moléculas "*template*" (modelo), comprometiendo el

mecanismo de la síntesis proteica. Esta acumulación de errores de transcripción y de traslación en la síntesis proteica disminuiría la fidelidad de la traducción de la misma y establecería un *feedback* positivo, introduciendo errores en las proteínas producidas en un proceso de auto amplificación. En ese caso habría una acumulación posterior de proteínas erróneas que resultaría en un "error-catastrófico" es decir, un resultado incompatible con la vida (Ryazanov y Nefsky, 2002; Teixeira y Guariento, 2010).

La "teoría de las mutaciones somáticas", fue uno de los primeros intentos de comprender el fenómeno del envejecimiento a nivel molecular. Esta teoría surgió del hallazgo de que la dosis de radiación subletal a menudo se acompaña de una disminución en la duración de la vida (Curtis, 1963). La atrofia, la modificación de la color del pelo y la disminución del tiempo de la vida de las ratas sometidas a la radiación parecía apoyar esta teoría. Sin embargo, el análisis matemático de las curvas de supervivencia de las ratas expuestas a radiación ionizante expresa un aumento de la tasa de mortalidad inicial, período en el cual las radiaciones ionizantes tuvieron el mayor efecto, pero no una mayor tasa de mortalidad al largo del tiempo. La mortalidad temprana evidenciada en las ratas sometidas a la radiación ionizante no han sido causados por el proceso del envejecimiento, pero sí por las patologías neoplásicas que causó la radiación (Mota et al., 2004).

Muchos de los conceptos descritos en las teorías del envejecimiento son aplicables en las ciencias de la vida. Entre estas, la teoría más actualizada esta la teoría de los radicales libres propuesta por Harman 1956 (Oliveira et al., 2010). Esta teoría ha sido continuamente estudiada y modificada a lo largo de los años, y por el momento es sin lugar a dudas la teoría más aceptada. La teoría es simple, y estipula que el envejecimiento ocurre como consecuencia del daño acumulativo producido por los radicales libres que se liberan como resultado de la respiración. Los radicales libres son designados como especies reactivas de oxígeno y nitrógeno causando daños en las biomoléculas (Oliveira et al., 2010). La acumulación de estas moléculas con la edad en las células y tejidos, como resultado de un aumento de la producción de las especies reactivas, o de una disminución en la capacidad antioxidante y / o de la velocidad de remoción y reparación de las mismas, constituye uno de los fenotipos del

envejecimiento que se han originado "La teoría del radical libre" (Beckman y Ames, 1998; Oliveira et al., 2010).

Así, la teoría de los radicales libres con base en el ADN mitocondrial (ADNmt), denominada teoría mitocondrial del envejecimiento, postula que los mecanismos de regulación de la producción de radicales libres se convertirá en ineficaz con el envejecimiento. La acumulación de estos superóxidos causa daños en las membranas, causando una disfunción mitocondrial que puede culminar en daño a los tejidos y en la muerte (Johnson et al., 1999; Teixeira y Guariento, 2010).

Los sistemas fisiológicos son indispensables para la vida. Tres sistemas (nervioso, endocrino e inmunológico) desempeñan funciones claves en la coordinación intersistémica y en el control de las repuestas interactivas/defensivas del organismo a los estímulos internos y externos. Las teorías neuroendocrinas y neuroendocrina-inmunológicas se describen a la continuación consideran que la desregulación de las funciones realizadas por estos sistemas están relacionados con el envejecimiento. La tercera teoría es el ritmo/velocidad de la vida, que une el envejecimiento al gasto de energía (Teixeira y Guariento, 2010).

En 1965, Hayflick y Moorhead propusieron la hipótesis de la senescencia celular: un proceso que modifica la fisiología, al limitar la capacidad de replicación de las células normales en cultivos (Troen, 2003; Pérez y Sierra, 2009). Las células somáticas normales tienen un potencial limitado para la replicación: aproximadamente cincuenta divisiones, de acuerdo con el límite Hayflick. Este potencial es alcanzado con disminución progresiva de la velocidad de las divisiones y con las manifestaciones que son características de las células senescentes. Estas manifestaciones incluyen cambios morfológicos previsibles y la "expresión genética asociada con el envejecimiento", que son los patrones de los cambios en la expresión de los genes que acompañan al bloqueo replicativo (Sidiropoulos, 2005; Teixeira y Guariento, 2010).

Por lo tanto, la "Teoría Neuro-endocrino" considera que la incapacidad fisiológica del organismo asociada con la edad se puede explicar con base en la alteración hormonal derivado de la modificación de la expresión génica. Las hormonas

tienen un papel importante en el mantenimiento trófico y en la de integración de los procesos de mantenimiento de la función de los tejidos, por lo que su deficiencia tiene como resultado al deterioro de la función del tejido. El hallazgo de que la alteración de las hormonas asociado con la edad y fenotipo del envejecimiento son idénticos entre los individuos de la misma especie, refuerza la importancia de la influencia genética en la regulación neuro-endocrino (Sonntag et al., 1999).

La teoría neuroendocrina-inmune aborda las alteraciones en las respuestas inmunológicas asociadas a la edad y se basa en dos supuestos referentes al envejecimiento: se observa una disminución en la capacidad funcional del sistema inmunológico, como lo demuestra la respuesta mitogénica disminuida de las células T y por la resistencia reducida a las infecciones; ocurre un aumento de la propiedad autoinmune (aumento de los niveles de anticuerpos séricos) (Balcombe y Sinclair, 2001).

El envejecimiento saludable depende del mantenimiento de la capacidad funcional y plasticidad. También es necesario para la inducción de respuestas compensatorias por la nutrición y práctica de ejercicio físico. Según el Troen (2003), la sensibilidad a la insulina de los tejidos periféricos "diana" mediada por señales neuroendocrinas e inmunitarias, es un ejemplo de plasticidad funcional. A pesar de que disminuye en la vejez, esta sensibilidad se puede mejorar mediante la restricción calórica (Teixeira y Guariento, 2010).

La Teoría Ritmo/velocidad de la vida propuesto por Pearl en 1928, considera que el consumo de energía representa una limitación en la longevidad, pues la generación de las especies reactivas de oxígeno está involucrada en la senescencia celular (Sohal y Weindruch, 1996).

En el cuadro 1, esquematizamos brevemente algunas de las teorías del envejecimiento siguiendo la clasificación propuesta por Weinert y Timiras (2003).

TEORÍA	DESCRIPCIÓN
<p><u>Evolutiva</u> Acumulo de mutaciones</p> <p>Pleiotropía antagónica</p> <p>Soma desechable</p>	<p>La selección natural se convierte en "negligente" con mutaciones que afectan a la salud en la vejez.</p> <p>Los genes beneficiosos en los jóvenes se convierten en nocivos en la fase post-reproductiva.</p> <p>Las células somáticas se mantienen sólo para asegurar éxito en la reproducción por lo que son desechables después de este período</p>
<p><u>Molecular – celular</u> Error-catástrofe</p> <p>Mutaciones somáticas</p> <p>Senescencia celular / telómero</p> <p>Los radicales libres / ADN</p> <p>Glicosilación (AGEs) / uniones cruzadas</p> <p>Muerte celular</p>	<p>Describe errores que se producen en los mecanismos de síntesis de proteínas que se van acumulando en una generación de proteínas hasta que se produce la muerte celular.</p> <p>Se plantea el envejecimiento como la acumulación de mutaciones en el ADN de las células somáticas.</p> <p>El fenotipo del envejecimiento es causado por el aumento de la frecuencia de las células senescentes. La senescencia celular puede ser debido al acortamiento de los telómeros (senescencia replicativa).</p> <p>Postula el envejecimiento como el efecto de los daños causados en el organismo por los radicales libres. El metabolismo oxidativo produce radicales libres altamente reactivas, que posteriormente causan daño a los lípidos, en proteínas y ADN mitocondrial.</p> <p>Expone la formación de enlaces moleculares entre las cadenas de las biomoléculas, lo que aumenta con la edad dando lugar a los productos generados por la acción de los radicales libres. La acumulación de AGEs en las proteínas de matriz extracelular tiene consecuencias nocivas y contribuye al envejecimiento.</p> <p>La muerte celular programada ocurre por eventos genéticos o en función de la crisis</p>

	programa del genoma.
<u>Sistémica</u> Neuroendocrino	Alteraciones en el control neuroendocrino de la homeostasis tiene como resultado cambios fisiológicos relacionados con la edad.
Neuroendocrino-inmunológico	La disminución de la función inmunológica asociada con el envejecimiento tiene como resultado el aumento de la incidencia de enfermedades autoinmunes.
Ritmo / Velocidad de la Vida	Hay una energía potencial para el metabolismo de cada organismo vivo.

**Cuadro 1:** Clasificación de las teorías del envejecimiento según Weinert y Timiras (2003).

Sin embargo ninguna teoría explica con suficiencia todos los cambios del proceso de envejecimiento, el cual es complejo y variado, describiéndose como un efecto acumulativo de la interacción de muchas influencias a lo largo de la vida, la herencia, el ambiente, las influencias culturales, la dieta, el ejercicio, la diversión, las enfermedades y otros muchos factores. Todo lo cual hace impredecible cómo y cuándo será el envejecimiento de una persona (Troen, 2003).

## 2.2- ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

El envejecimiento de la población es un fenómeno mundial sin precedentes en la historia de la humanidad. En las últimas décadas se han sucedido una serie de cambios importantes, como avances en la medicina, mejores condiciones higiénicas y hábitos de vida más saludables, que han hecho que se haya producido una substancial reducción de la tasa de mortalidad, junto con un aumento de la esperanza de vida. Esto, unido al descenso del índice de natalidad, ha hecho que los ancianos constituyan una parte considerable de la población total (González, 1996; Sancho et al., 2000).

El envejecimiento de la población consistente en la presencia de un número cada vez mayor de ancianos en nuestras sociedades, tanto en valores absolutos como relativos, respecto a otros grupos de edades y al total de la población. Durante el último

siglo mejoras drásticas en la expectativa de la vida se han experimentado en muchos países del mundo (Ferreira et al., 2010). Datos demográficos revelan que la población mundial con más de 60 años edad se triplicará de 600 millones en 2000, a más de 2 billones para el año de 2050 (Loenneke y Pujol, 2011; Breen y Phillips, 2011).

Pero no sólo la población está envejeciendo, sino que también los ancianos están envejeciendo. De hecho, el grupo de edad que presenta un crecimiento más rápido es el de los ancianos “más ancianos”, es decir, los que tienen 80 años y más. Este grupo está experimentando un incremento anual del 3,8% y representa el 12% del total de las personas de edad (González, 1996; Sancho et al., 2000).

### 2.2.1- Envejecimiento poblacional español

Según las proyecciones demográficas del INE, España para 2050 será uno de los países más viejos del mundo con 12.800.000 personas que tendrán más de sesenta y cinco años, equivalente al 31,2 % de su población total. En la actualidad la esperanza de vida se fija en la España en 82 años de promedio, en la que los varones viven unos 78,9 años y las mujeres casi 84,9. Además, el número de nonagenarios y aún de centenarios crece en progresión geométrica (INE, 2010).

También es un hecho constatable, que cada vez hay menos nacimientos en los países desarrollados (en España la tasa actual ronda el 1,07 hijos por mujer en edad fértil). Este preocupante decrecimiento del índice de natalidad puede ser debido a razones económicas, culturales, existenciales, etc. De cualquier modo, lo que está claro es que de continuar así cada vez habrá menos niños y jóvenes y más mayores.

Ciertamente, el envejecimiento de la población en España es un fenómeno vinculado tanto al aumento de la esperanza de vida como a la propia caída de la natalidad, dado que se trata de un proceso relativo. Por tanto, la proporción de gente mayor entre la población no es más que el reflejo tanto de su incremento absoluto como, simultáneamente, del crecimiento del resto de generaciones. En el caso español, justamente, se dan simultáneamente ambos fenómenos. Por una parte, se ha

incrementado notablemente la esperanza de vida a partir de los 65 años (desde los 10 años de aplazamiento en 1950 hasta los 20 años actuales) y por tanto ha aumentado el volumen absoluto de personas mayores de 65 años y por otra la generación de menos de 25 años está perdiendo efectivos progresivamente, hecho que refleja el impacto mencionado de caída de la natalidad.

En 2009 la edad media de la población española se sitúa 40,95 años. Hace veinte años era de 36,21. Un 16,7% de la población cuenta con más de 64 años. Castilla y León con un 22,4%, Galicia (21,9%) y Principado de Asturias (21,8%) presentan las poblaciones más envejecidas. Las personas octogenarias superan la cifra de 2,2 millones y la mayoría son mujeres (64,6%). Por otro lado, alrededor de un 15,5% de la población aún no alcanza la edad laboral (INE, 2009).

Índices de envejecimiento (> 65 años). 1960-2020				
País	1960	1986	2000	2020
USA	9.3	12.1	12.2	16.2
Dinamarca	11.2	15.3	14.9	20.1
Suecia	11.8	17.5	16.6	20.8
Reino Unido	11.7	15.3	14.5	16.4
Italia	9.1	13.1	15.4	19.1
Francia	11.6	13.2	15.2	19.5
Alemania	10.6	15.1	17.0	21.7
Suiza	11.0	14.7	16.8	24.4
<b>ESPAÑA</b>	<b>8.2</b>	<b>12.8</b>	<b>14.6</b>	<b>17.9</b>

**Tabla 1:** Índices de Envejecimiento. Fuente: INE (2009).

### 2.2.2- Envejecimiento poblacional brasileño

El envejecimiento de la población es un fenómeno mundial y en Brasil los cambios se producen de manera radical y muy rápida. Las proyecciones más conservadoras indican que en 2020, el Brasil será el sexto país en el mundo en número de personas mayores, con un contingente de más de 30 millones individuos (Carvalho y

Gacia, 2003; Veras, 2009). El número de ancianos en Brasil aumentó de 3 millones en 1960 a 7 millones en 1975 y de 20 millones en 2008 - un aumento de casi el 700% en menos de 50 años (Veras, 2009).

En las últimas décadas, Brasil ha registrado una reducción significativa en la población con edad hasta 25 años y un aumento del número de ancianos (IBGE, 2010). Y esta diferencia es más evidente se comparar a las poblaciones hasta 4 años de edad y encima de los 65 años. En 2010, de acuerdo con la Sinopsis del Censo Demográfico, el país tenía 13,8 millones de niños hasta 4 años y 14 millones de personas con más de 65 años (IBGE, 2010).

La nueva expectativa de vida del brasileño es de 73,1 años. Entre las mujeres son registradas las menores tasas de mortalidad. Ellas representan el 55,8% de las personas con más de 60 años. Según el Instituto Brasileño de Geografía Estadística (IBGE, 2010) en 1980 la esperanza de vida de las mujeres era de 65,75 años y en 2010 pasó a ser de 77,01 años. La expectativa de vida de los hombres ha variado de 59,66 años a 69,42 años en el mismo periodo.

### 2.2.3 – Envejecimiento poblacional de Castilla y León

Más de dos millones de españoles superan los ochenta años y constituyen el 4,6 por ciento del total de la población del país, según el padrón municipal publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2009), que también confirma a Castilla y León como la comunidad más envejecida.

En Castilla y León el mayor número de personas mayores se concentra, como regla general, en aquellas zonas donde hay más población, aunque este orden se altera en el caso de Valladolid y León, pues aunque la primera es la provincia más poblada, es la segunda la que tiene mayor número de personas mayores de 65 años (Perspectivas del envejecimiento activo en Castilla y León, 2009).

Analizando los indicadores de envejecimiento para Castilla y León se puede observar cómo el índice de envejecimiento muestra la existencia de casi dos personas mayores de 65 años por cada menor de 15 años. En el caso del índice de sobre-envejecimiento se constata como las personas de 85 y más años representan el 14,28% de todos los mayores en Castilla y León, siendo en España el 11,76%. Esta diferencia se evidencia también al calcular la edad media de las personas mayores, que en el caso Castellano-leonés es de 76,85 años, mientras que en el ámbito nacional se sitúa en los 75,97 años (Perspectivas del envejecimiento activo en Castilla y León, 2009).

Los porcentajes de personas con 80 o más años por provincias en Castilla y León según datos del INE (2008) son: Zamora (9,5%); Soria (9,09%); Ávila (8,3%); León (7,8%); Salamanca (7,7%); Palencia (7,6%); Segovia (7,16%); Burgos (6,7%) y Valladolid (5,21%).

#### 2.2.4 – Envejecimiento poblacional de Minas Gerais

Minas Gerais es una de las 27 unidades federativas de Brasil, siendo la cuarta mayor en extensión territorial, que es de 586.528 km<sup>2</sup>, superior a la de Francia. Está localizada en la región sudeste del país, la más desarrollada de Brasil y se limita al sul y sudoeste con São Paulo, como muestra la figura 1.

Es el según estado brasileño más populoso, con un total de 19.583.789 personas residentes en 2010, distribuidos en 853 municipios, quedándose atrás solamente de São Paulo. (IBGE, 2010)

La población en Minas Gerais, así como en el Brasil esta envejeciendo. En Minas Gerais, el aumento de la población mayor en la última década fue de 42%. El número de ancianos en el estado ya ultrapasa 2,3 millones de habitantes. Proporcionalmente, los mayores son responsables por 11,8% de la población del estado. En el Censo 2000, representaban 9,1% (IBGE, 2010).



Figura 1: Localización del estado de Minas Gerais

### 2.3- SALUD Y CALIDAD DE VIDA

La Organización mundial de Salud (OMS) define la Salud como el "Estado de completo bienestar físico, mental y social". Este estado de bienestar es sin duda una característica importante, pero resulta sólo un síntoma subjetivo, entre otros, de poseer una buena salud.

De acuerdo con Victor et al. (2000), la calidad de vida incluye una gran variedad de áreas de la vida. Los modelos de calidad de vida van desde la satisfacción con la vida o el bienestar social a los modelos basados en conceptos de independencia, control, habilidades sociales y cognitivas.

El concepto de calidad de vida es contemplado como una medida del estado de salud de las personas, incluso es usado indistintamente como estado de salud, estado funcional, calidad de vida o evaluación de necesidades (Guyat et al., 1993; Nanda y Andresen, 1998; Urzúa, 2010).

La Calidad de vida, puede estar basada en tres principios fundamentales: la capacidad funcional, nivele socioeconómico y la satisfacción personal (González, 1993), y puede estar relacionado con otros componentes tales como: la capacidad física, el estado emocional, la interacción social, el estado de actividad intelectual, factores económicos y de auto-protección de la salud (González, 1993; Burckhardt y Anderson, 2003, Galisteu et al., 2006). Teniendo en cuenta la calidad de vida en la vejez, hay que subrayar que está íntimamente relacionado con el mantenimiento de la autonomía en esta fase de la vida. El adulto mayor que mantiene su capacidad funcional, su autonomía

se refleja en el desempeño de las actividades de la vida diaria (Sayeg, 1998, Sousa et al., 2003).

Uno de los propósitos fundamentales de una vida saludable es el de incrementar el período de años con calidad vividos, lo que no lleva necesariamente consigo un incremento del número total de años de vida. Se cree que no sólo es importante la vida sino también la calidad de la misma.

#### 2.4 - LAS ENFERMEDADES EN LOS ANCIANOS

La incidencia de las principales enfermedades que conducen a la muerte se incrementa con el transcurso de la edad. Por eso no es frecuente encontrar ancianos que no presenten alguna enfermedad, no obstante, un mayor con una o más enfermedades crónicas puede ser considerado un anciano saludable. Así, el concepto clásico de salud de la Organización Mundial de la Salud (OMS) encuentra inadecuado para describir el universo de salud de los ancianos, ya que la ausencia de enfermedades es privilegio de pocos y el completo bienestar puede ser alcanzado por pocos (Mello, 2004).

Entre los ancianos las enfermedades cardiovasculares (EC) son la principal causa de enfermedad y muerte: el 81% de los adultos que fallecen por EC tienen 65 años o más (Jackson y Wenger, 2011; Roger et al., 2011). Son múltiples las enfermedades del aparato circulatorio y del corazón que pueden aparecer en edades avanzadas. Tanto por su frecuencia como por su influencia en producir fragilidad e incapacidad en los ancianos, las enfermedades cardiovasculares son las más frecuentes (Roger et al., 2011).

Por otra parte la Diabetes es la enfermedad endocrina más frecuente y uno de los principales problemas de salud en el anciano. Varios estudios han demostrado que en función del envejecimiento la tolerancia de la glucosa (tanto oral como intravenosa) se ve disminuida y se considera que también está disminuida la capacidad para metabolizarla con la edad. En los ancianos, en general una carga de glucosa provoca una respuesta insulínica anormal que va acompañada de una elevación de los niveles de glucosa en el plasma. La intolerancia a la glucosa asociada con la edad se caracteriza

por un incremento moderado de la glucemia en aproximadamente 1 mg/dl por década y un ligero incremento en los valores básales de insulina (Fink et al., 1983).

La morbilidad asociada con enfermedades reumáticas crónicas está bien documentada (Nüesch et al., 2011), y la artrosis, en general, es una de las causas más importantes de discapacidad en personas de edad avanzadas (Hirvensalo et al., 2000). Es además un hecho conocido que las enfermedades articulares en su conjunto afectan a alrededor del 60% de las personas mayores de 50 años y a un 9% de los hombres y el 18% de las mujeres mayores de 65 años que llevan a situaciones extremas de inmovilidad en el anciano (Davis et al., 1991; Carvalho et al., 2010).

La pérdida de masa ósea es una consecuencia universal e inevitable del proceso de envejecimiento. La consecuencia más directa con implicaciones sobre la salud, es la aparición de osteoporosis, que trae consigo graves consecuencias clínicas. La más frecuente es el dolor de espalda que a su vez, influyen en el bienestar y en las actividades de la vida diaria. La osteoporosis también es la principal causa de fractura de cadera y ésta, una precipitante importante de mortalidad y sobre todo de descenso en la calidad de vida de las personas que la han sufrido (Cook et al., 1999; Aranha et al., 2006).

Nosotros nos centramos en las afecciones crónicas denominadas sarcopenia y obesidad.

#### 2.4.1 - Sarcopenia

Rosenberg (1989), acuñó primero el término Sarcopenia, del griego, que significa literalmente la pobreza de la carne. Así, la sarcopenia se definió inicialmente como la pérdida de la masa muscular asociada a la edad (Rosenberg, 1989), pero esta definición, concepto biológico y clínico de sarcopenia, fue evolucionado de manera dramática para intentar abordar una perspectiva más amplia sobre esta importante parte del proceso del envejecimiento (Abellan et al., 2011). Sin embargo, las actuales investigaciones sobre los mecanismos de la sarcopenia y sus consecuencias funcionales se ven obstaculizadas por una ausencia de consenso en su definición y una evaluación

metodológica estandarizada (Abellan, 2010; Pahor y Cesari, 2011). Con esta dificultad en la definición resulta complicado aportar cifras de prevalencia de sarcopenia entre la población anciana (Abellan et al., 2011).

Así, el Grupo de Trabajo Europeo sobre la Sarcopenia en Personas Mayores (EWGSOP) desallorado en 2009, elaboró una definición clínica y práctica de la sarcopenia relacionada a la edad. El EWGSOP sugiere etapas conceptuales para definir la sarcopenia como "presarcopenia", "sarcopenia" y "sarcopenia severa" (Tabla 2). La "presarcopenia", es una etapa que se caracteriza por baja masa muscular, sin impacto sobre la fuerza muscular o en el rendimiento físico. Esta etapa sólo se puede identificar por técnicas que miden con precisión la disminución en la masa muscular y la clasifica de acuerdo con las referencias estándar de la población, con estándar debajo de la media de la población normativa (adultos jóvenes y sanos). La "sarcopenia", está caracterizada por una etapa en que ocurre una disminución en la masa muscular, de la fuerza muscular o en el rendimiento físico. "sarcopenia severa" es la etapa caracterizada por la identificación de los tres criterios (baja masa muscular, fuerza muscular y rendimiento físico). Reconocer las etapas de la sarcopenia puede ayudar a la selección de tratamientos y establecimiento de metas apropiadas de recuperación (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Las definiciones de la sarcopenia la asocian a una pérdida de la fuerza y una disminución de la función muscular (Cruz-Jentoft et al., 2010; Thomas, 2010), pero no está claro, si la debilidad muscular es resultado de la pérdida de la masa muscular o de un perjuicio cualitativo del tejido muscular. La disminución de las masa del músculo después de 50 años de edad está a un ritmo de 1% hasta 2% por año, pero la fuerza disminuye en un 1,5% por año y hasta un 3% después de la edad de 60 años (Abellan et al., 2011). Incluso son observadas mayores disminuciones en la fuerza en individuos sedentarios, y dos veces más alta en hombres que en las mujeres (Abellan et al., 2011).

Hay muchos mecanismos que están involucrados en el desarrollo de la sarcopenia, incluyendo las alteraciones en las hormonas sexuales, la síntesis de proteínas, la proteólisis, cambios neuromusculares, problemas endocrinos (por ejemplo, la resistencia a la insulina), aumento en la cantidad de grasa muscular, cambios

musculares, disminución de la actividad física y una alimentación inadecuada (Janssen, 2011; Rolland et al., 2008; Morley et al., 2001.). Lo que es importante tener en cuenta es que los mecanismos y causas de la sarcopenia pueden variar de persona a persona.

ETAPA	MASA MUSCULAR	FORÇA MUSCULAR	RENDIMIENTO FÍSICO
Presarcopenia	↓		O
Sarcopenia	↓	↓	↓
Sarcopenia Severa	↓	↓	↓

**Tabla 2:** Etapas de la Sarcopenia según EWGSOP (Cruz-Jentoft et al., 2010).

Recientemente, se ha sugerido que la sarcopenia primaria sea utilizada para definir la sarcopenia que es causada por el envejecimiento en sí, y que la sarcopenia secundaria sea utilizada para definir aquella causada por falta de uso (inmovilidad, falta de actividad física o reposo prolongado en la cama), enfermedades (asociada con insuficiencia avanzadas de los órganos, enfermedades inflamatorias, cáncer o enfermedades endocrinas), y/o nutrición inadecuada y mala absorción (ingesta inadecuada de energía o proteínas, malabsorción, trastornos gastrointestinales, uso de medicamentos que causan anorexia) (Janssen, 2011; Cruz-Jentoft et al., 2010). En algunas personas, una sola causa de la sarcopenia puede ser fácilmente identificada, mientras que en otros, no hay ninguna causa aparente. Por lo tanto, puede ser difícil o imposible desentrañar sarcopenia primaria de la sarcopenia secundaria en personas con determinada edad (Janssen, 2011; Cruz-Jentoft et al., 2010).

Una razón fundamental para el estudio de la pérdida de la masa muscular relacionada con la edad es la creencia de que la pérdida de la masa muscular es un indicativo de una pérdida de la fuerza y de la función muscular. Por lo tanto, en la cadena causal, se cree que la sarcopenia causa una pérdida de la fuerza que a su vez podría causar el deterioro funcional y discapacidad física. De hecho, aunque la definición inicial de sarcopenia de 1989 se centró exclusivamente en la pérdida de la masa muscular, con el tiempo la definición de la sarcopenia se convirtió en la pérdida de la masa muscular, de la función y fuerza muscular. Esta evolución de la definición de la

sarcopenia puede verse en varias revisiones de la literatura (Morley et al., 2001; Roubenoff, 2001; Vandervoort y Symons, 2001; Cederholm et al., 2011).

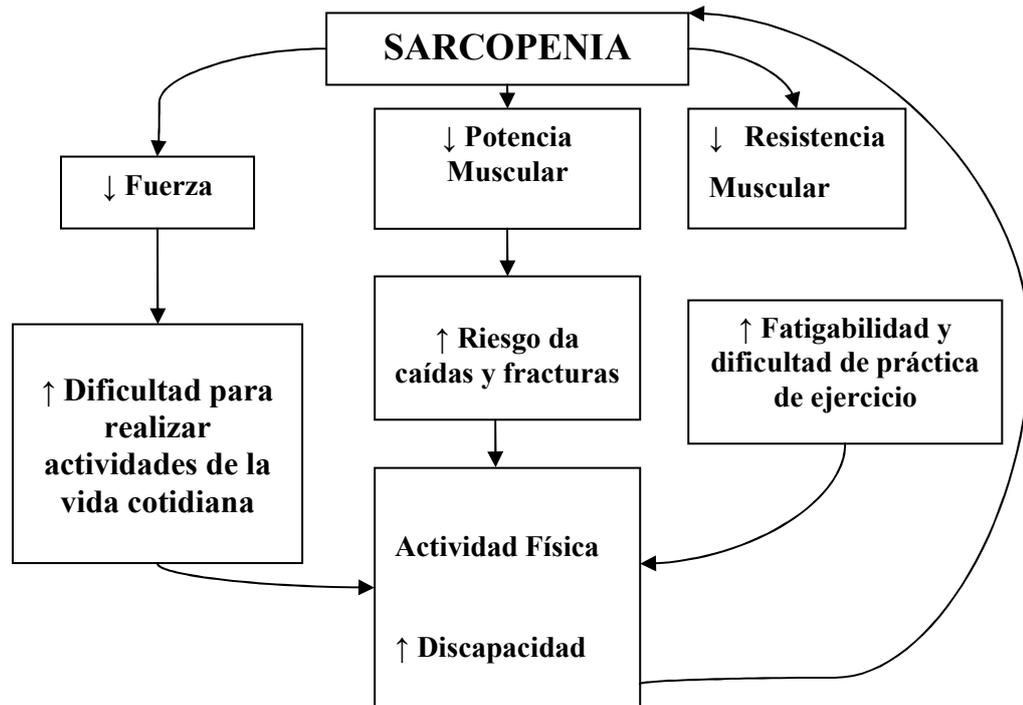
La masa muscular es el resultado del equilibrio entre síntesis y catabolismo de las proteínas. Los factores anabólicos son físicos (tensión, contracción) y químicos. En los últimos incluyen las hormonas (insulina, testosterona, GH, IGF-1) y nutrientes. Los factores catabólicos incluyen la denervación, desuso muscular, estrés oxidativo, citosinas proinflamatorias, acidosis, resistencia a la insulina y las hormonas glicocorticoides (Timmerman y Volpi, 2008).

Los resultados de varios estudios transversales indican que la masa muscular y su tamaño disminuyen aproximadamente el 6% por década en personas con cerca de 45 años de edad (Cruz-Jentoft et al., 2010; Janssen y Ross, 2005). Por lo tanto, una persona con 85 años de edad, tendrá una masa muscular referente a la tres cuartas partes de cuando él o ella tenía 45 años, incluso, los adultos mayores que están activos y sanos, no son inmunes al proceso de la sarcopenia (Janssen y Ross, 2005). Así, de acuerdo con la definición propuesta originalmente por Resenberg, la prevalencia de la sarcopenia en la población de mayor es de un 100% (Abellan et al., 2011).

La sarcopenia parece ser causado por la atrofia y la pérdida de las fibras músculo esqueléticas, principalmente de las fibras tipo II (Janssen, 2011). Ésta se hace más evidente después de los 70 años, debido principalmente a la disminución en el tamaño y número de las fibras musculares y al desuso (Coogan et al., 1992). Bioquímicamente, el tamaño del músculo, la función y composición están estrechamente regulados por las proteínas musculares (Walrand et al., 2011).

La pérdida de fuerza, al menos en teoría, se podría explicar por la atrofia muscular, por modificaciones más o menos intensas de la capacidad contráctil del músculo o por alteraciones de origen neural. La atrofia muscular es la causa más comúnmente aceptada. Sin embargo, cuando la fuerza se expresa en términos relativos a la masa muscular, las diferencias entre los grupos de edades se atenúan o desaparecen: esto es, disminuye la cantidad, pero no se afecta la calidad de las fibras (Frontera et al., 1988). Además del envejecimiento; la inactividad física es un factor contribuyente

importante para la sarcopenia relacionada al envejecimiento. Los hombres y las mujeres de edad avanzada con una menor actividad física también presentan menor masa muscular y una mayor prevalencia de la discapacidad física (Rolland et al., 2008). Como si tratase de un ciclo, el resultado de todo este proceso produce que se disminuya la fuerza y la masa muscular. (Figura 2).



**Figura 2:** Modelo que explica las consecuencias funcionales de los cambios relacionados con la edad en la sarcopenia (pérdida de masa y función muscular) y el ciclo por el que se explica como la reducción de la actividad física acentúa el proceso de alteraciones. ↑ Denota aumento; ↓ Denota disminución. (Adaptada de Hunter et al., 2004).

Numerosos estudios observacionales de corte transversal han relacionado la sarcopenia con el estado funcional, como la movilidad, limitaciones y dependencia funcional (Baumgartner et al., 1998; Visser et al., 2002; Visser et al., 2011). La atrofia muscular es la responsable de la disminución del metabolismo basal, de la pérdida de fuerza y por tanto del menoscabo de la movilidad, lo que a su vez, produce dificultad para la marcha, pérdida de mineral óseo, propensión a las caídas y la producción de fracturas (Becerro et al., 1995).

La capacidad de realizar actividades de la vida diaria, la masa y fuerza muscular están estrechamente relacionados entre sí. En el estudio de Nuevo México, las mujeres y los hombres con la sarcopenia tenían respectivamente 3,6 y 4,1 mayores posibilidades de la discapacidad, en comparación con aquellos con una mayor masa muscular. El estudio también describe una mayor prevalencia de sarcopenia en mujeres mayores con mayor deterioro funcional (Baumgartner, 2000).

A medida que la población envejece, se vuelve cada vez más evidente la necesidad de estudiar los factores asociados a la sarcopenia, ya que las mejores y más eficaces estrategias e intervenciones para la prevención y el tratamiento puede ser desarrollado para minimizar la discapacidad y optimizar la independencia de los ancianos

#### 2.4.2– Obesidad

El sedentarismo parecen contribuir en los cambios de la composición corporal (es decir, aumento de grasa corporal y disminución de la masa muscular) que promueven una disminución de la capacidad funcional (Harridge y Young, 1998; Nocera et al., 2011). Por lo tanto, los ancianos obesos pueden ser especialmente susceptibles a los efectos adversos del aumento de peso debido a la pérdida de masa muscular que se produce con el envejecimiento (Roubenoff, 2004; Rolland et al., 2009; Buford et al., 2010). Según Nocera et al. (2011), los adultos mayores obesos tienen un riesgo particularmente mayor de deterioro funcional, caracterizado por la reducción de la movilidad. Esto es de gran preocupación debido al aumento en el número y proporción de ancianos obesos que se ha incrementado dramáticamente en las últimas dos décadas (Flegal et al., 2010). Estimaciones recientes indican que un alarmante 35% de los adultos mayores son obesos y otro 33% tiene sobrepeso, lo que les sitúa en riesgo de obesidad (Flegal et al., 2010 y Nocera et al., 2011).

Además, la obesidad parece contribuir a la resistencia a la insulina y el desarrollo de la diabetes mellitus tipo 2 (Kohrt et al., 1993), a la hipertensión arterial, y en la última instancia a la enfermedad arterial coronaria (Dey y Lissner, 2003), sin

embrago la magnitud del impacto de la obesidad sobre la salud de los adultos mayores, no está claro (Srikanthan et al., 2009).

De hecho, el sobrepeso y la obesidad aumentan el riesgo de muerte en personas más jóvenes y de mediana edad, pero, en los adultos mayores, el sobrepeso ya no aumenta el riesgo de muerte, y la obesidad parece producir un modesto incremento en la mortalidad (Janssen y Mark, 2007; Flicker et al., 2010).

Algunos estudios han sugerido una asociación positiva entre el Índice de Masa Corporal (IMC) y la mortalidad en poblaciones más jóvenes (Calle et al., 1999), sin embargo, en las personas con más de 65 años esta relación disminuye, ya que las tasas de mortalidad en adultos mayores obesos pueden ser incluso más bajas que en los adultos mayores que no cumplen criterios para la obesidad (Bender et al., 1999; Heiat et al., 2001., Srikanthan et al., 2009). Cambios en la talla y en la composición corporal que ocurren comúnmente con el envejecimiento pueden así, limitar la utilidad del IMC para evaluar el grado de adiposidad en adultos mayores (Srikanthan et al., 2009).

## 2.5 - ENVEJECIMIENTO DE LOS SISTEMAS DEL ORGANISMO

La población de ancianos ha aumentado considerablemente en las últimas décadas y el proceso de envejecimiento se acompaña de varios cambios que causan daños a varios sistemas del cuerpo (De Souza Santos et al., 2011).

El envejecimiento es un proceso multifactorial, que es influenciado por el tiempo cronológico, el psicológico, el social, el biológico y cambios funcionales. Los aspectos biológicos del envejecimiento son constituidos por alteraciones negativas en el sistema cardiovascular, sistemas respiratorio y neuromuscular. Además, hay un cambio en los hábitos de vida, que su vez, disminuye las capacidades físicas y pone en peligro la realización de las actividades de la vida diaria (Rosa et al., 2003; De Souza Santos et al., 2011).

Desde la segunda o tercera década de la vida, la capacidad funcional del sistema neuromuscular, cardiovascular y respiratorio del ser humano comienza a disminuir de modo progresivo. Diversos estudios han encontrados que las personas mayores presentan, con respecto a los jóvenes, una disminución de la resistencia aeróbica (45%), de la fuerza de agarre de las manos (40%), de la fuerza de las piernas (70%), de movilidad articular (50%) y de la coordinación neuromuscular (90%) (Frontera et al., 1991; Häkkinen et al., 1998; Izquierdo et al., 2001).

### 2.5.1- Función Muscular

El deterioro con la edad de la función muscular es uno de los principales factores que influyen en la disminución de la capacidad de vida independiente de las persona (Simões et al., 2010). La pérdida de fuerza y masa muscular en personas mayores esta directamente relacionada con una reducción en la autonomía de los movimientos y en la capacidad para realizar tareas de la vida cotidiana (Visser y Schaap, 2011).

El sistema neuromuscular en el hombre alcanza su plena madurez después de 20-30 años de desarrollo. Entre la tercera y quinta década de vida, la manifestación máxima de la fuerza permanece estable o con reducciones pocos significativas. Sin embargo, la mayoría de los autores señalan que al llegar a la frontera de los 60 años, comienza una etapa caracterizada por la reducción gradual de la fuerza máxima, que suele ser del orden del 30% al 40%. La disminución de la fuerza permanece constante hasta la octava década de vida, y a partir de esta edad se produce una mayor aceleración en la disminución de esta fuerza (Izquierdo et al., 2005; von Haehling et al., 2010).

La disminución de la masa muscular (cuantitativa y cualitativa) es la principal razón para la reducción de la capacidad de producir fuerza. La atrofia muscular puede ser resultado de una relación gradual y selectiva de las fibras musculares. El número de fibras musculares en la sesión media del vasto lateral de una muestra autopsiada es significamente menor en el hombre mayor cuando se compara con un hombre joven (Lexell et al., 1983). La pérdida funcional es más pronunciada en las fibras musculares

del tipo II, que reduce de una media de 60% en los hombres sedentarios jóvenes para menos de 30% después de los 80 años de edad y esta directamente relacionada al descenso en la fuerza asociada a la edad que tiene consecuencias en la movilidad física y se asocia con una mayor incidencia de caídas en los ancianos (Janssen et al., 2004; Breen y Phillips, 2011).

La pérdida de fuerza con la edad suele ser más pronunciada en algunos grupos musculares como los músculos del cuello, el trapecio, el cuádriceps, los glúteos y los abdominales (Frontera et al., 1991). En los estudios de Frontera et al. (1991), se observa que la disminución de fuerza en las extremidades inferiores es más temprana y progresiva, que la que se observa en las extremidades superiores. Las extremidades superiores preservan los niveles de fuerza, aproximadamente hasta la década de los 50 y posteriormente, el deterioro es más acentuado (Frontera et al., 1991; Izquierdo et al., 2005).

Además, los adultos mayores muestran una capacidad relativamente preservada en la producción de fuerza excéntrica. La preservación de la fuerza excéntrica en los adultos mayores es un fenómeno bien establecido, que ocurre de manera indiscriminada a través de los diferentes grupos musculares, independientemente de la edad y los cambios relacionados con la arquitectura de la estructura muscular y la velocidad de movimiento (Vandervoort et al., 1990; Poulin et al., 1992; Horstmann et al., 1999; Roig et al., 2010). Cuando se compara con la fuerza concéntrica, la magnitud de la preservación de la fuerza excéntrica en los adultos mayores oscila entre el 2% al 48% con un valor medio de 21,6% en todos los estudios analizados por Roig et al. (2010).

El proceso del envejecimiento estará asociado no solo con la reducción de la fuerza máxima, sino también con la disminución en la capacidad del sistema neuromuscular para producir la fuerza explosiva. Esta disminución es incluso más drástica que la observada en la producción de la fuerza máxima para el mismo grupo muscular y llega a ser aproximadamente de un 3,5% de pérdida por año, entre los 65 y 84 años (Skelton et al., 1994).

### 2.5.2- Función Cardiovascular

De todos los cambios fisiológicos que ocurren durante el proceso del envejecimiento, entre las más importantes en cuanto a calidad de la vida y la independencia funcional es la disminución de la fuerza muscular y de la capacidad aeróbica (Fleg et al., 2005). Numerosos estudios transversales han demostrado una disminución del 5% a 10% del  $VO_{2\text{pico}}$  por década en individuos no entrenados (Astrand, 1960; Wilson y Tanaka, 2000). Aunque la edad, por sí sola, contribuye a este descenso, otros factores aceleran este proceso, como la disminución de la actividad física (Rosen et al., 1998; Talbot et al., 2000) y de la masa muscular (Toth et al., 1993; Rosen et al., 1998).

Con la edad se produce una pérdida acelerada de la capacidad aeróbica (Domenech y Macho, 2008). En el estudio de Fleg et al., 2005, se analizó el efecto de la edad sobre la capacidad aeróbica para obtener una estimación longitudinal del efecto de la edad a través de varias décadas. La disminución del consumo máximo de  $O_2$  fue de 3% - 6% en la 3ª y 4ª década de la vida pero fue mayor que 20% por década después de los 70 años de edad (corregida para la pérdida de masa libre de grasa propia de la edad (Domenech y Macho, 2008).

### 2.5.3- Función Nerviosa

El envejecimiento del Sistema Nervioso Central (SNC) ha sido ampliamente investigado, y se ha encontrado que es un proceso muy complejo y variable. Las variaciones dependen de la especie y de cada individuo, también de la región cerebral a la que hagamos referencia (es mayor la involución en las áreas de asociación del cerebro) y del tipo celular, considerado en cada región (principalmente se afectan las neuronas piramidales o de gran tamaño en la corteza cerebral y en las pequeñas neuronas reguladoras). Las alteraciones del SNC, asociadas al envejecimiento, afectan, en mayor o menor grado, a todas las áreas mentales, comportamentales, emocionales, sensitivas y motoras del cerebro, pero sin llegar a producir una gran discapacidad (Forette et al., 2002).

Según Timiras et al. (1997), el proceso fisiológico del envejecimiento provoca un descenso de la función del sistema nervioso central, que se evidencia por una disminución del 37% en el número de axones motores y del 10% en la velocidad de conducción nerviosa. Esos cambios pueden ayudar a justificar el descenso en el rendimiento neuromuscular asociado a la edad, como lo demuestra la valoración de los tiempos de reacción prolongados en personas de edad avanzada. De hecho, el envejecimiento afecta principalmente a la capacidad de detectar estímulos y procesar información que produce una respuesta, más que el tiempo de contracción muscular por sí mismo; por este motivo muchos reflejos, en cuya elaboración no participa el cerebro, están menos afectados por el envejecimiento que la típica respuesta voluntaria.

El aumento de la expectativa de vida en los seres humanos ha revelado la aparición de déficit neurológicos y cambios degenerativos de lenta evolución con la edad. Estos cambios no corresponden a muerte neuronal sino a cambios degenerativos de tipo funcional. Así, se observan cambios asociados al envejecimiento que inciden en la regulación del calcio, el estrés oxidativo y la respuesta inflamatoria, los que a su vez modifican la reactividad de la glía y la función neural (von Bernhardt, 2005).

Numerosos cambios sistémicos, que ocurren durante el envejecimiento, potencialmente tienen impacto en el sistema nervioso. Sólo para mencionar algunos, la diabetes mellitus (la hiperglicemia se asocia a glicación de proteínas que alteran su función, y a daño oxidativo), alteraciones endocrinas (cambios en el metabolismo celular, pérdida del efecto neurotrófico de varias hormonas), la hipertensión arterial (daño vascular y alteraciones de perfusión), etc. Es muy difícil descartar completamente la participación de estas alteraciones dada su alta prevalencia y la variabilidad de su presentación (von Bernhardt, 2005).

#### 2.5.4- Función Pulmonar

En el sistema respiratorio los cambios generados por el proceso de envejecimiento se explican por la disminución lenta y progresiva de diversos factores: la presión de retracción elástica del pulmón; la distensibilidad de la pared torácica; la fuerza de los músculos respiratorios; la respuesta a la hipoxia y a la hipercapnia y la

percepción del aumento de la resistencia de las vías aéreas (Janssens et al., 1999; Oyarzung, 2009).

La reserva funcional respiratoria que se evidencia en los pulmones de individuos jóvenes y sanos desciende a partir de los 30 años, acelerándose esta pérdida a partir de los 60 años. Las modificaciones más importantes que ocurren con el envejecimiento son un gradual aumento en el tamaño de los alvéolos, la degeneración de la estructura de soporte elástico de los pulmones y la pérdida de fuerza de los músculos respiratorios, afectando negativamente a la capacidad de transporte de oxígeno (Timiras, 1997).

En relación a los cambios anatómicos los músculos esqueléticos como un todo, sufren un desgaste con la edad pero los músculos que producen la respiración de reposo tienden a permanecer sin cambios. Sin embargo, en la pared torácica se produce una deformidad denominada "barril" en la cual hay un incremento en la profundidad del tórax lo cual refleja alteraciones de las fibras elásticas pulmonares. A la edad de 60 años la resistencia elástica del tórax es el doble de la de un adulto joven. En consecuencia se aumenta el trabajo para el diafragma (Janssens et al., 1999).

## 2.6- CINEANTROPOMETRÍA

La palabra Cineantropometría deriva de las raíces griegas Kinein (moverse), Anthropos (hombre - especie humana) y Metrein (medir). Ha sido definida por como una especialidad científica que aplica métodos para la medición del tamaño, la forma, las proporciones, la composición, la maduración y la función grosera de la estructura corporal. En otras palabras, la cineantropometría incluye distintas mediciones del cuerpo humano a fin de evaluar su estructura física y relacionarla, tanto con su función, como con su motricidad total (Ostyn et al., 1980).

Dentro de esta ciencia encontramos medidas de peso y talla, diámetros huesos, espesuras de los pliegues cutáneos, circunferencia y algunos índices que evalúan el

riesgo de desarrollar enfermedades. Entre ellos podemos citar: Índice de masa corporal (IMC) o de Quetelet, Índice de relación cintura cadera (ICC) o índice de conicidad (IC) (Böhme, 2000).

### 2.6.1- Composición Corporal y el Envejecimiento

En las personas de la tercera edad se presentan diversos cambios biológicos y su estilo de vida también se modifica. Indudablemente, los cambios antropométricos y de composición corporal relacionados con la edad cobran más interés cada día por su relevancia e implicaciones en el estado de nutrición, en la respuesta al apoyo nutricional y farmacológico, en la capacidad funcional, en el pronóstico y tratamiento de pacientes hospitalizados, así como respecto a factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas (Alemán-Mateo et al., 1999).

La composición corporal, más específicamente el tejido magro y la masa grasa, están en un estado dinámico, con constantes cambios a lo largo del envejecimiento que ocurren de manera específica en sus componentes (Kyle et al., 2001; He et al., 2003; Alemán-Mateo et al., 2009). Uno de los cambios más importantes en la composición corporal que generalmente acompañan a la edad es la disminución en la masa magra metabólicamente activa, causada especialmente por pérdida de masa muscular (sarcopenia) y de células de diferentes órganos y tejidos. Los cambios negativos más significativos se producen en el fase de senescencia (Kyle et al., 2001; Buford et al., 2010). La reducción de la masa muscular afecta a la movilidad, aumenta el riesgo de caídas y modifica negativamente la capacidad funcional. La reducción de la masa magra se acompaña de un incremento de la grasa corporal que puede aumentar el riesgo de diabetes. La distribución de la grasa también cambia, el tejido adiposo tiende a acumularse en la región abdominal y se reduce la grasa subcutánea (Alemán-Mateo et al., 1999).

El cambio en la composición de masa magra no sólo es debido al músculo sino también al esqueleto. Aunque durante todas las etapas del ciclo vital humano se producen cambios en los cartílagos y huesos, es a partir de la tercera década cuando

comienza a manifestarse una pérdida ósea debido a que la formación de hueso nuevo es menor que la resorción. La pérdida de masa ósea es una consecuencia universal e inevitable del proceso de envejecimiento. Ocurre en ambos sexos; sin embargo, en las mujeres se produce una aceleración en la pérdida coincidiendo con el momento de cese de funcionamiento de los ovarios, es decir, con la menopausia. La consecuencia más directa con implicaciones sobre la salud, es la aparición de osteoporosis que es, a su vez, la principal causa de fractura de cadera y ésta, una precipitante importante de mortalidad y sobre todo de descenso en la calidad de vida de las personas que la han sufrido. Tanto la pérdida de masa muscular como de masa ósea influyen en la disminución de la tasa metabólica basal (Shiraki et al., 2011).

Respecto a la talla, se ha indicado que ésta disminuye en la medida en que aumenta la edad (Alemán-Mateo et al., 1999). Asimismo se ha establecido que, en las personas de la tercera edad se presentan otros cambios antropométricos como el aumento en el grosor de los pliegues cutáneos, la relación cintura-cadera y el índice de masa corporal (IMC), entre otros (Alemán-Mateo et al., 1999).

#### 2.6.2- Composición Corporal y Obesidad

La obesidad, o excesiva acumulación de grasa en el organismo, constituye uno de los mayores problemas a los que se enfrentan las sociedades modernas, que afecta sobre todo a los países desarrollados, sin olvidar que el crecimiento económico en otras zonas en vías de desarrollo conlleva muchas veces, también, un incremento de su prevalencia. Los datos epidemiológicos de los que disponemos indican un aumento de la prevalencia en la mayor parte de países del mundo, hecho que comporta un aumento de la morbimortalidad asociada (Kopelman y Grace., 2004).

La obesidad se relaciona con el incremento de la morbilidad y la mortalidad del adulto en edades tempranas. Para estimar el grado de obesidad, tanto desde un punto de vista clínico como epidemiológico, se utiliza la antropometría como método fácil, económico y no invasivo. Mediciones corporales como el peso y los pliegues grasos, así como combinaciones de dimensiones corporales como el índice de masa corporal (IMC)

y el índice cintura/cadera (ICC), nos brindan información sobre la presencia de obesidad (Gomez et al., 2002).

Desde el punto de vista epidemiológico, se han buscado siempre marcadores de obesidad de fácil obtención, fundamentalmente basados en el peso y la talla y, a las veces, en la edad (Índice de Brocca, de Lorenz, etc.). En 1975, la llamada “*Conferencia Fogarty*” propuso el empleo del índice de masa corporal (IMC), definido por el belga Quetelet en 1869, como el cociente peso (kg)/ talla (m) elevada al cuadrado, buscando un marcador que permitiera comparar distintos trabajos (Vázquez, 1999).

#### 2.6.2.1- IMC: Índice De Masa Corporal y Envejecimiento

El índice de masa corporal (IMC), expresado por relación entre la masa corporal en kilogramos y la talla  $m^2$ , se utiliza ampliamente como un indicador de nutrición y obesidad, debido a su alta correlación con la masa corporal ( $r \approx 0,80$ ) y una baja correlación con la talla (dos Santos y Sichieri, 2005).

El Índice de Masa Corporal o IMC es un buen indicador de adiposidad corporal, cuando se consideran los grupos de adultos, en que los parámetros de composición corporal se mantienen relativamente estables (Kimyagarov et al., 2010). En los ancianos, el uso del IMC presenta dificultades debido a la disminución de la talla, la acumulación de la masa grasa, la reducción de la masa corporal libre de grasa y la disminución de la cantidad de agua en el organismo (Bedogni et al., 2001). Por otra parte, el uso del IMC en los ancianos es complicado por la presencia frecuente de enfermedades y la ausencia de puntos específicos de corte para este grupo de edad. Por lo tanto, se ha discutido mucho el uso del IMC y los límites de la normalidad adoptados para análisis de lo sobrepeso y la obesidad en personas mayores (World Health Organization, 1995; dos Santos y Sichieri, 2005)

En el estudio de Mazza et al. (2007) que evaluó el IMC como un factor de riesgo de mortalidad en ancianos de la población Italiana, han demostrado que el índice de masa corporal con valores inferiores a  $22,7 \text{ kg/m}^2$  esta asociado a mayores tasas de

mortalidad en esta población, valores estos considerados normales en la población joven y adulta. Así, los cambios que ocurren con el envejecimiento pueden limitar la utilidad del IMC en la evaluación de la adiposidad en adultos mayores, ya que los cambios en la talla y en la composición corporal pueden confundir la relación entre el IMC y el riesgo de mortalidad (Diehr et al., 1998; Srikanthan et al., 2009).

#### 2.6.2.2- ICC: Índice Cintura/Cadera, Circunferencia de la Cintura Y Envejecimiento

Sabemos que el tejido adiposo abdominal puede ser el verdadero culpable de los riesgos de salud asociados con la obesidad. Las medidas de circunferencia de la cintura (CC) y cintura-cadera (ICC) pueden ser las medidas clínicas más relevantes de la medida de la adiposidad (Lemieux et al., 1996; Srikanthan et al., 2009). La grasa central, aumenta el riesgo de desarrollar el síndrome metabólico y la diabetes mellitus y contribuye en el aumento de las enfermedades cardiovasculares. De hecho, las medidas de la adiposidad central parecen predecir mejor el riesgo cardiovascular, que las medidas de la obesidad generalizada, como el índice de masa corporal y la asociación entre la grasa central y los trastornos de la glucosa que también son independiente de las medidas de la obesidad generalizada (Srikanthan et al., 2009).

Así, el ICC es uno de los indicadores más utilizados en el diagnóstico de la obesidad central, y los valores esperados son variables en función de la técnica de la evaluación, del género y de la edad (Cabrera y Jacob, 2001). En la población general, pueden considerarse portadores de la obesidad central, los individuos que presentan  $ICC > 0,9$  en las mujeres e  $ICC > 1,0$  en los hombres (Kissebah y Krakower et al., 1994). Entre los ancianos, son mayores en general los valores, dificultando una definición exacta del nivel utilizado en el concepto de la obesidad central (Ukoli et al., 1995; Cabrera y Jacob, 2001).

Según Pouliot et al. (1994) y Janssen et al. (2002), en comparación con las medidas antropométricas tradicionales, la circunferencia de la cintura (CC), ha se presentado por encima del índice de la masa corporal (IMC) y la relación cintura-cadera para identificar la adiposidad visceral; lo tanto, el riesgo cardiovascular.

## 2.7 – APTITUD FÍSICA

La aptitud física es esencial para el mantenimiento de la salud y rendimiento durante la práctica de actividades físicas. Esta variable, también es conocida como la condición física y está constituido por un conjunto de factores capaces de promover la salud y el bienestar físico de las personas, que incluyen los siguientes factores: composición corporal, resistencia aeróbica, fuerza dinámica, localizada, resistencia muscular y la flexibilidad (ACSM, 2006; De Souza Santos et al., 2011).

A partir de los años 80, surgió el concepto de aptitud física relacionada con la salud, que puede ser definida como la capacidad para realizar las tareas diarias con vigor, y demostrar características que se asocian con un bajo riesgo de desarrollar de forma prematura enfermedades hipocinéticas (Enfermedades cardiovasculares, obesidad, hipertensión, diabetes mellitus tipo II, osteoporosis, dolor en la espalda, ciertos tipos de cáncer, etc) (Pate, 1988; Dumith et al., 2008).

Con el aumento de la edad cronológica, la gente se vuelven menos activa, sus capacidades físicas disminuyen y con los cambios psicológicos que acompañan a la edad (sensación de vejez, estrés, depresión), hay disminución aún mayor en la actividad física que en consecuencia facilita la aparición de enfermedades crónicas, que contribuyen para degradar el proceso de envejecimiento. Más que las enfermedades crónicas es la falta de uso de las funciones fisiológicas que puede crear más problemas. La mayoría de los efectos del envejecimiento, según Kuroda y Israelli (1988), se produce por la inmovilidad y la falta de adaptación y no debido las enfermedades crónicas (Matsudo et al., 2000). Así, la aptitud física relativa a la salud (AFRS) puede considerarse como un conjunto de factores favorables para el mantenimiento de la salud (Dumith et al., 2008). Los componentes de la AFRS incluyen factores: morfológicos, funcionales, motrices, fisiológicos y comportamentales (Glaner et al., 1998; ACSM, 2000; Dumith et al., 2008).

El ejercicio es una manera efectiva de atenuar la pérdida de masa muscular y mejorar el equilibrio y la movilidad que acompañan el envejecimiento, la reducción del riesgo de caídas y lesiones, promoviendo una mayor autonomía funcional. La práctica regular de actividad física también contribuye en la mejora o mantenimiento de la capacidad cardiorrespiratoria, de la flexibilidad, coordinación, de la agilidad y de la fuerza muscular, siendo el mantenimiento de esa, fundamental para la capacidad de caminar y la realización de las actividades de la vida diaria. (Matsudo et al., 2002; Hughes et al., 2002; Vieira et al., 2009).

### 2.7.1- Componentes de la Aptitud Física relacionados con la Salud

Se puede decir que la aptitud física relacionada a la salud está vinculada a los componentes morfológicos, funcionales, motrices, fisiológicos y comportamentales (ACSM, 2000). Con el objetivo de tornar nuestro estudio más factible no serán considerados los dos últimos componentes. Sin embargo, subraya que todos los componentes forman la base para la una buena condición física y para la capacidad de realización de las tareas diarias.

El componente morfológico comprende la composición corporal. En la mayor edad, la composición corporal sufre una reducción, que se debe, a la pérdida de la masa libre de grasa, principalmente de la masa muscular esquelética (Cederholm et al., 2011). Ocurre también una disminución en la masa mineral ósea y una reducción en el nivel de agua en el organismo. La masa de grasa tiende a disminuir debido a la pérdida de grasa subcutánea (Buffa et al., 2011). Estas variaciones exponen a las personas mayores al riesgo de desnutrición y puede conducir a condiciones de discapacidad (Buffa et al., 2011).

La aptitud cardiorrespiratoria o resistencia aerobia, comprende el sistema de transporte de oxígeno y capacidad de utilizar el oxígeno transportado por las fibras musculares en la producción de energía. Una buena condición cardiovascular se asocia

con una disminución del riesgo de sufrir alteraciones cardiovasculares que es una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en la población mayor. Así, las personas que han mantenido los niveles de condicionamiento físico significativamente superiores al de los individuos sedentarios de la misma edad, presentarán los efectos deletéreos del envejecimiento disminuidos (Stamford, 1988; Tanaka et al., 1997; Weiss et al., 2006).

Los componentes motores involucran la resistencia/fuerza y flexibilidad. En la aptitud muscular, Adams et al. (2000), afirman que el aumento en la fuerza muscular en los ancianos puede llevar a una mejora en las habilidades para realizar las tareas submaximas y las actividades recreativas, así como el aumento en todos los aspectos de la aptitud muscular puede conducir a una mayor independencia y capacidad de realizar las actividades de la vida diaria con más eficiencia y menor fatiga y en especial en las personas mayores ayuda a prevenir la osteoporosis y las caídas, preservando su independencia. La fuerza muscular del miembro inferior refleja la capacidad funcional para la locomoción (caminar, subir escaleras), sentar y levantar; el equilibrio y la fuerza muscular del miembro superior se asocia con la mayoría de las actividades de la vida diaria (Aragão et al., 2002).

La flexibilidad o movilidad corporal es la amplitud de los movimientos articulares. Buenos niveles de calidad física facilitan la locomoción y disminuye los problemas de dolor y lesiones musculares y articulares, particularmente en la región lumbar. La flexibilidad es específica para cada articulación y depende de la estructura anatómica y de la elasticidad de los músculos, tendones y ligamentos. La falta de uso de estas estructuras conduce a su acortamiento, disminuyendo capacidad con el pasar de los años (Spirduso, 1995). Hay que resaltar que la falta de flexibilidad en los ancianos, especialmente en las articulaciones de la columna vertebral, de la cadera y de las rodillas, puede limitar considerablemente la amplitud de los movimientos corporales. Muchos de estos movimientos desempeñan un papel importante al realizar las tareas de la vida diaria, así, la pérdida de flexibilidad en edades avanzadas puede reducir considerablemente la independencia (Benedetti et al., 2007).

Adicionalmente otros componentes de la condición física pueden beneficiar indirectamente a la salud como: la agilidad, el equilibrio, la coordinación, la potencia, el tiempo de respuesta y la velocidad, ya que favorecen la realización de actividades diarias y un estado de vida activo (Glaner et al., 1998).

La agilidad es operada por la capacidad de realizar movimientos corporales rápidos y de corto duración con cambios de dirección o cambios en la altura del centro de gravedad, lo que suele ocurrir en aceleraciones y desaceleraciones. Se trata de un componente de la aptitud física que es comúnmente utilizada en las actividades de la vida diaria de los ancianos, tales como desviarse rápidamente de la gente, los baches en aceras y calles, de muebles u objetos domésticos (Benedetti et al., 2007).

El equilibrio es la capacidad de control de la postura corporal estática o dinámica, lo que permite responder a las exigencias del medio ambiente de manera eficiente y segura, incluyendo la prevención de caídas, que, en los ancianos, suelen tener consecuencias graves. Con el proceso de envejecimiento hay una disminución del equilibrio y de la agilidad mediante la reducción de la capacidad de lo sistema neuromotor para iniciar, modificar o finalizar los movimientos. Estos componentes de la aptitud funcional son muy requeridos en las actividades diarias y dependen de otras capacidades físicas, como la fuerza, flexibilidad, coordinación y velocidad (Benedetti et al., 2007).

El envejecimiento causa una disminución en la velocidad de los movimientos, de la masa muscular y una reducción de la capacidad para combinar estos movimientos, generando falsas reacciones en situaciones inesperadas, lo que aumenta el riesgo de accidentes (Spirduso, 1995; Benedetti et al., 2007). Los movimientos que requieren coordinación son reducidos a lo largo de los años. Esta cualidad física es la base para el aprendizaje sensorio-motor, facilita el aprendizaje y corrección de los movimientos nuevos y automatizados, y depende de otros elementos de la aptitud física y de sus interacciones, tales como la fuerza, la velocidad, la capacidad aeróbica y la flexibilidad. La lentitud debido a la disminución de la coordinación afecta los movimientos de la vida cotidiana en las personas mayores (Benedetti et al., 2007).

## 2.7.2- Componentes de la Condición Física en la Capacidad Funcional de los Mayores

El envejecimiento se ha descrito como un proceso, o conjunto de procesos, inherentes a todos los seres vivos y se expresa por la pérdida de la capacidad la adaptación y la reducción de la funcionalidad (Spiriduso, 1995). El envejecimiento se asocia así con numerosos cambios que afectan a la funcionalidad, movilidad, autonomía y salud de esta población y por lo tanto, a su calidad de vida. Al aumento de la longevidad debe coincidir con el mantenimiento de calidad de vida asociada con una mejor salud, al bienestar y la capacidad de realizar de forma independiente las tareas diarias (Spiriduso, 1995). Aparte de los aspectos directamente relacionados con la salud, es hoy entendida como tarea de prioridad, el desarrollo de habilidades que permiten a las personas mayores realizar sus tareas básicas diarias, independientemente de la ayuda de otras personas (Adams et al., 1999; Brill et al., 2000).

La capacidad que las personas mayores tienen de mantenerse independientes parece depender, en gran parte, del mantenimiento de la flexibilidad, fuerza, equilibrio, capacidad cardiovascular y resistencia muscular, características que en su conjunto son consideradas como componentes de aptitud muscular (Kell et al., 2001). Así, el mantenimiento y la prevención de las capacidades para desempeñar actividades básicas de la vida diaria son puntos básicos para prolongar el mayor tiempo posible la independencia, manteniendo la capacidad funcional de los adultos mayores.

### 2.7.2.1- Equilibrio

El equilibrio es un proceso complejo que depende de la integración de la visión, del comando central y periférico, de las respuestas neuromusculares y, en particular, de la fuerza muscular y del tiempo reacción. Una disminución de la función relacionada a la edad puede ser demostrado en todas las partes de estos sistemas siendo como resultado el hecho de que un tercio de la población mayor de 65 años sufren caídas a cada año (Overstall, 2003).

Las alteraciones del equilibrio son frecuentes entre la población anciana, causando riesgo de caídas y lesiones relacionadas con las mismas. Cada año se caen el

20-30 % de los ancianos que viven independientemente. En el 25 % de los casos se produce una lesión importante y en el 5 % una fractura. La lesión accidental es la sexta causa de muerte en personas mayores de 65 años, siendo las caídas la principal causa de lesión en este grupo de edad. Muchas personas mayores limitan voluntariamente su actividad debido a su preocupación sobre su capacidad motora y el miedo a caerse. Frecuentemente la pérdida de la capacidad ambulatoria es el inicio de un progresivo deterioro del estado de salud y funcional (Tinetti et al., 1988).

En el equilibrio estático, la base de apoyo se mantiene fija mientras que el centro de la masa corporal se mueve. En este caso, el sentido del equilibrio debe mantener el centro de la masa corporal dentro de la base de apoyo (Woollacott y Tang, 1997). De acuerdo con Stel (2003), existe una relación entre el déficit del equilibrio estático y el número de caídas sufridas, así, cuanto menor la capacidad de permanecer en equilibrio parado, mayor la probabilidad de sufrir una caída. En una situación de equilibrio dinámico, tanto el centro de masa y la base de apoyo se mueven y el centro de masa no se alinea la base sustentación durante la fase de apoyo de una pierna del movimiento (Woollacott y Tang, 1997).

La deficiencia del equilibrio en la edad avanzada fue observada en estudios de Bohannon et al. (1996) y Bohannon (1997), que verificaron que la media de la velocidad máxima del caminar de las personas con aproximadamente 30 años es de 2,3 m/s para las mujeres y de 2,5 m/s para los hombres, ya, entre las personas con 60 y 70 años, estas medias caen para 1,7 m/s y 2.0 m/s para mujeres y hombres.

Otros importantes factores también influyen en el equilibrio corporal. Según Vandervoort (1999), la movilidad del tobillo influye en el equilibrio, es decir, cuanto mayor el movimiento del tobillo, mayor la capacidad del individuo mantenerse en equilibrio. De acuerdo con un estudio realizado por Schlicht et al. (2001), la fuerza muscular también afecta el equilibrio, siendo que las personas con mayor fuerza muscular tienen menores riesgos de caídas.

### 2.7.2.2- Flexibilidad

La flexibilidad es una capacidad que depende del estado y condiciones de las estructuras que rodean las articulaciones. Entre estas estructuras, se tiene los tejidos blandos, tendones, ligamentos y músculos y si no están siendo utilizados tienden a encortarse, disminuido su capacidad con el paso de los años. Así, la flexibilidad es considerada decisiva para el movimiento, siendo un componente esencial de la aptitud funcional del individuo, especialmente para los ancianos. Su reducción además de disminuir la posibilidad de trasladarse (caminar, poner en un zapato, una chaqueta), aumenta el riesgo de lesiones en las articulaciones (Shephard y Berridge, 1990). Según Ueno et al. (2000), altos niveles de flexibilidad se asocian significativamente con la disminución de los episodios del dolor de espalda, la incidencia de lesiones, los cambios en el equilibrio y en la postura, así como la incidencia de las caídas en las personas mayores (Geraldés et al., 2007).

Como resultado del envejecimiento, los tejidos que envuelven las articulaciones sufren cambios que disminuyen su elasticidad. Entre el 20 y 70 años de edad, pueden ocurrir descensos desde un 20 hasta un 50% en la amplitud de ciertos movimientos (Vandervoort et al., 1992). Sin embargo, hay pocas evidencias que demuestren que estas alteraciones en los tejidos son los principales responsables de la disminución de la flexibilidad (Roach y Miles, 1991). Además de los cambios en los tejidos derivados del envejecimiento, la inactividad física (espontánea o debido a la enfermedad), parece ser también, un factor determinante de este declino (Knudson et al., 2000). Si bien, aunque la movilidad articular disminuya constantemente al largo de los años, responde rápidamente al entrenamiento, incluso en las edades mas avanzadas (Roach y Miles, 1991).

### 2.7.2.3- Resistencia Muscular Localizada

La resistencia muscular representa la mejor medida de la capacidad funcional para un músculo o grupo muscular. La mejora en la resistencia muscular es importante porque algunas reducciones en las actividades funcionales de los ancianos parecen estar

relacionadas a la incapacidad del individuo en mantener esfuerzos repetitivos, necesarios para continuar actividades de la vida diaria. La pérdida aun que sea pequeña de fuerza se traducirá en una resistencia muscular significativamente reducida (Lacourt et al., 2006). Para Adams et al. (2000), el incremento de la resistencia muscular localizada en ancianos puede llevar a la mejora en la habilidad para desempeñar tareas submáximas y actividades de recreaciones, así como el aumento de todos los aspectos de aptitud muscular puede llevar al incremento de la independencia y de la habilidad en desempeñar actividades de la vida diaria.

El descenso en la fuerza muscular asociada con el envejecimiento lleva consigo consecuencias significativas relacionadas con la capacidad funcional (ACSM, 1998). Una correlación significativa entre la fuerza muscular y la velocidad de la caminata se ha observado en ambos los sexos en el estudio de Bassey et al. (1988). Una fuerte relación entre la fuerza del cuádriceps y la velocidad habitual de los pasos en hombres y mujeres institucionalizados mayores de los 96 años de edad, sostiene este concepto (Fiatarone et al., 1990). Según el estudio de Bassey, et al. (1992), en mujeres mayores frágiles, la potencia de las piernas tuvo un alta correlación con la velocidad, justificando hasta 86% de variación en la velocidad de la caminata. La potencia de las piernas, que representa una medida más dinámica de la función muscular, puede ser un útil pronosticador de la capacidad funcional en personas más mayores. Esto sugiere que con el avance de la edad y la disminución de los niveles de actividad, la fuerza muscular se torna un componente crítico en la habilidad de la caminata (ACSM, 1998).

La fuerza muscular – esencial para la salud y la función fisiológica correcta – tiene para las personas mayores una importancia especial, debida a su relación con el equilibrio, locomoción, ejecución de las tareas cotidianas básicas (subir y bajar escaleras, sentarse y levantarse y otros) y con la disminución de los riesgos de caídas. Entre los tipos de fuerza dinámica, se ha sugerido que la potencia muscular es especialmente afectada por el proceso del envejecimiento (Brandon et al., 2004).

Los músculos extensores y flexores de las rodillas contribuyen de forma importante a la eficiencia y la estabilidad locomotora humana. Clínicamente, la pérdida de la fuerza en estos grupos musculares está asociada a una disfunción en el movimiento de la marcha, dificultando el paseo o el sentarse y levantarse de una silla. Según Salem

et al. (2000), a pesar de las fuertes evidencias que sostiene, la importancia de los flexores y extensores de la rodilla en el desempeño de las actividades funcionales, se observa una consistente relación entre las medidas de fuerza y las evaluaciones del desempeño funcional en hombres y mujeres mayores.

Para Hunter et al. (2004), la disminución de la función muscular, con la consiguiente reducción en la funcionalidad, se puede convertir en un círculo vicioso, ya que la disminución en la función muscular conduce a un bajo nivel de actividad física, que a su vez, provoca una disminución adicional de la función muscular.

#### 2.7.2.4-Capacidad Cardiopulmonar

Con el avance de la edad, ocurre una disminución en la captación máxima de oxígeno, en la frecuencia cardíaca, en el volumen de eyección, en la ventilación pulmonar y la fuerza muscular, que puede ser un mayor o menor grado, de acuerdo con la práctica de actividad física regular y los factores genéticos (Benedetti et al., 2007).

El descenso de las funciones de los sistemas cardiovascular y respiratorio están por cerca del 0,5 al 3,5 % por año, después de la tercera década de vida, teniendo como resultado las disminuciones en el  $VO_{2m\acute{a}x}$  (Thomas et al., 1985; Izquierdo et al., 2001). Los descensos en el consumo máximo de oxígeno con el envejecimiento se han asociado principalmente con el descenso en la producción cardíaca máxima (ACSM, 1998), pero se ha atribuido también, en parte, a la reducción en la masa muscular y en la fuerza dinámica máxima (Izquierdo et al., 2001), probablemente debido a modificaciones en el equilibrio entre las hormonas catabólicas y anabólicas relacionadas a la edad (Häkkinen et al., 1998).

La disminución de la capacidad aeróbica con el envejecimiento hace que las tareas submáximas sean percibidas como pesadas a causa del aumento del costo energético relativo y consecuente producción de fatiga (ACSM, 1998). Dependiendo de la naturaleza de la tarea y del ambiente de trabajo, el ejercicio sostenido es agotador si demanda más del 33 - 50% del consumo máximo del individuo. De esta manera, el envejecimiento del sistema de transporte de oxígeno restringe progresivamente la

habilidad de los individuos ancianos para realizar las actividades de la vida diaria. La total independencia requiere probablemente de un transporte de oxígeno pico de 12-14 ml/kg/min. El consumo máximo de oxígeno de muchos ancianos cae por debajo de este umbral alrededor de los 80 años de edad (Shephard, 1994).

## 2.8 – ENVEJECIMIENTO Y ACTIVIDAD FÍSICA

El nivel de actividad física en la que los individuos se involucran en cualquier momento de la vida, refleja una compleja interacción de los factores biológicos, psicológicos y sociológicos (Sallis, 2000). En cuanto a la perspectiva gerontológica, estudios epidemiológicos han señalado una disminución del nivel de actividad física con el pasar de los años (Ingram, 2000). Esta disminución del nivel de actividad física relacionada con la edad de los seres humanos tiene una base biológica y es igualmente observado en otras especies de animales. Tal declino es explicado como consecuencia de una liberación reducida del neurotransmisor dopamina (asociado en especial con la motivación) o pérdida de los receptores de dopamina (específicamente lo receptor D<sub>2</sub>R) que están asociados con alteraciones de varios parámetros de locomoción (Ingram, 2000).

La autonomía de las personas mayores está íntimamente relacionada con su calidad de vida. El ejercicio es un protector y precursor de dicha autonomía y de los sistemas orgánicos que la condicionan, además de preservar y mejorar la movilidad y estabilidad articular y el músculo esquelético, que a su vez inciden beneficiosamente sobre la calidad de los huesos, la postura, la conducta motriz, la autoimagen, el autoconcepto y en definitiva sobre la calidad de vida (Frontera et al., 1991; Thompson et al., 2003; Warburton et al., 2006).

Un de los principales objetivos de la actividad física es el de preservar o mejorar los componentes de la aptitud física relacionados a la salud y la calidad de vida. La práctica de ejercicio físico, además de combatir el sedentarismo, contribuye de manera significativa al mantenimiento de la aptitud física en el adulto mayor, sea en su estado de salud o como parte de la capacidad de funcional (Olivares et al., 2011).

La mayor parte de la disminución de la capacidad funcional es debido a un aumento de la inactividad física con la edad y a los propios cambios relacionados con el envejecimiento. Felizmente, el nivel de capacidad funcional puede ser mejorado, o por lo menos su tasa de disminución puede ser minimizada.

Según Seguin y Nelson (2003), en las últimas décadas se ha producido un gran número de investigaciones que sostienen la evidencia de la viabilidad y los beneficios de los programas de actividad física dirigidos para personas mayores, en particular, los beneficios del entrenamiento de la fuerza, que incluyen, el aumento de la masa muscular y de la masa ósea, la flexibilidad, el equilibrio dinámico, la confianza en sí mismo, y el amor propio. El entrenamiento de fuerza también ayuda a reducir los síntomas de varias enfermedades crónicas tales como la artritis, la depresión, el diabetes tipo 2, la osteoporosis, los trastornos del sueño, y las enfermedades cardíacas. Aún más, el entrenamiento de individuos más viejos (inclusive octo y los nonagenarios) es evidenciado por su habilidad de adaptar y responder tanto a la instrucción de la resistencia como de la fuerza. La instrucción de la resistencia puede ayudar a mantener y mejorar varios aspectos de la función cardiovascular, así como el aumento del desempeño submáximo.

Los beneficios para las personas mayores de la participación regular en programas de entrenamientos cardiovasculares y de resistencia, son grandes. Beneficios para la salud incluyen, una reducción significativa del riesgo de enfermedad coronaria, diabetes mellitus y resistencia a la insulina (Mykkanen et al., 1993; Cefalu et al., 1998), hipertensión y obesidad (Schwartz et al., 1991; Kohrt et al., 1992), así como mejoras en la densidad ósea, masa muscular, la elasticidad arterial y el metabolismo energético (Mazzeo y Tanaka, 2001). Además, el aumento de la aptitud cardiovascular (consumo máximo de oxígeno y la resistencia), la fuerza muscular y de la capacidad funcional general, permite que las personas mayores mantengan su independencia (Mazzeo y Tanaka, 2001).

Además, otras evidencias sugieren que esa participación en el ejercicio regular puede proporcionar varios beneficios psicológicos relacionados a la función cognoscitiva preservada, el alivio de síntomas de depresión y conducta, y de un

concepto mejorado del control y de la auto-eficacia personales (Mazzeo y Tanaka, 2001).

Por tanto, mantener la participación en programas de ejercicios regulares puede proporcionar innumerables beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales, contribuyendo para una salud mejor, un estilo de vida independiente, mejorando la capacidad funcional y la calidad de vida en los mayores (Nelson et al., 2007).

## 2.9 - EVALUACIÓN DE LA APTITUD FÍSICA EN MAYORES

Los investigadores están buscando cada vez más "soluciones" para intentar minimizar o se fuera posible evitar los efectos nocivos causados por el envejecimiento (Matsudo et al., 2000), y uno de los principales medios para evitar, minimizar y / o revertir muchos de los descensos físicos, psicológicos y sociales que a menudo acompañan la edad avanzada es la actividad física.

La evaluación de la aptitud funcional es un requisito esencial para desarrollar un buen programa de actividad física para personas mayores, especialmente para identificar el estado de los componentes específicos y la aptitud funcional general. La existencia de valores normativos de la población puede contribuir de manera decisiva para la prescripción de la actividad apropiada para cada persona mayor con un programa dirigido (Benedetti et al., 2007).

De acuerdo con Katz (1983), la evaluación de la aptitud funcional en la vejez es un tema que ha sido estudiado desde 1800 y principios de 1900, en la Europa y en los Estados Unidos. Inicialmente la información sobre la capacidad funcional de mayores se obtuvo a través de entrevistas y estudios estadísticos, con el fin de detectar las enfermedades y dolencias que impidieron a las personas de trabajar. Durante los años 40, debido a la mayor prevalencia de enfermedades crónicas en los Estados Unidos, la "*Commission of Chronic Illnes*" comenzó a estudiar el asunto de manera más intensa. Surgieron clasificaciones de discapacidad y de un número variable de funciones, tales como caminar, la higiene, la comunicación, las actividades manuales, la capacidad de

comer y vestirse solos. En las últimas décadas, el estudio de los métodos de medición de las funciones físicas, mentales y sociales se expandió considerablemente, y una serie de otras herramientas más sofisticadas fueron desarrolladas. En 1972, Lawton creó un modelo de clasificación de las actividades de la vida diaria por nivel de dificultad: a) actividades básicas de la vida diaria, b) actividades instrumentales de la vida diaria (tareas más complejas, relacionados con la adaptación de individuales en el medio ambiente) (Katz, 1983). Desde entonces, varias pruebas comenzaron a surgir, sobre la aptitud física en personas mayores, desde las más simples al más complejo, mediante el uso de diferentes tipos de metodologías.

Las medidas de aptitud física pueden ser obtenidas a través de técnicas de laboratorio o de campo. Las técnicas de laboratorio son directas y mejores, pero mucho caras para ser utilizadas en grandes poblaciones. Las de campo no son muy precisas, pero suponen un menor gasto (pocos recursos materiales y equipamientos) y pueden ser utilizadas para medir actividades realizadas en un contexto real (actividades de la vida diaria), además presentan otras ventajas como la facilidad de aplicación o el transporte de materiales.

La "*American Alliance for Health, Physical education, recreation and Dance*"– AAHPERD, desarrolló una batería de testes específicos para evaluar la aptitud funcional en ancianos, que consta de cinco pruebas motoras (coordinación, resistencia de la fuerza, flexibilidad, agilidad y equilibrio dinámico, resistencia aeróbica general) (Zago y Gobbi, 2003). Otra batería de test que ten sido utilizada para medir la actividad funcional de personas mayores es el "*Senior Fitness Test Manual*", que fue diseñada por Rikli y Jones (2001) y surgió por la necesidad de crear una herramienta que nos permitiese valorar la condición física de los mayores con seguridad así como de forma práctica.

La confiabilidad de los tests es expresada por la consistencia interna, estabilidad y objetividad. Consistencia interna significa la fiabilidad en los diversos intentos, la estabilidad se refiere a la aplicación de la prueba en días diferentes por el mismo examinador; mientras, la objetividad se entiende la aplicación de las pruebas en días diferentes y con examinadores diferentes (Zago y Gobbi, 2003).

Para se tener seguridad durante los tests de actividad física y/o esfuerzo, así como en la prescripción de los ejercicios, se debe realizar una evaluación de la salud de los mayores, tanto de los saludables como de los enfermos.

### 2.9.1- Criterios de clasificación del Test

Debido la característica y especificidades de la población, la aplicación del test para evaluar la aptitud física de los mayores debe ser específica en términos funcionales y físicos. Así, las baterías de tests desarrollados para mayores deben contener (Rikli y Jones, 2001):

- Componentes de salud de los mayores, asociando parámetros fisiológicos claves con la movilidad funcional;
- Certeza aceptable en el test-retest;
- Validación aceptable, con la documentación para sostener por lo menos dos de los siguientes ítems: contenido, criterio, y/o validez discriminada;
- Reflejos de los cambios relacionados a edad y de la *performance* física;
- Capacidad de discernir los cambios físicos producidos por el entrenamiento y el ejercicio;
- Capacidad de valorar *performance* en una escala continua a través de una gama de habilidades funcionales;
- Fácil administración y uso,
- Requerir el mínimo de equipaje y espacio;
- Seguridad en su realización;
- Aceptación social, significativa y motivación para las personas mayores;
- Administración razonablemente rápida, con tiempo de prueba que requiere no más de 30 a 40 minutos.

# Objetivo

---



### **3-OBJETIVO**

El presente estudio tuvo como objetivo general, evaluar y comparar la condición física de personas mayores a través de pruebas funcionales en pueblos de la provincia de León – España y ciudades de la regiones centro-oeste y sul del Estado de Minas Gerais – Brasil, así como verificar el efecto del envejecimiento en la capacidad funcional relacionada a la salud en diferentes rangos de edad y géneros.

#### **3.1- OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Describir la evolución de la capacidad funcional en los diferentes rangos de edad de las personas mayores
2. Detectar y comparar el nivel de la capacidad funcional en hombres y mujeres mayores evaluados en la Provincia de León en diferentes rangos de edad;
3. Verificar el nivel de la capacidad funcional en hombres y en mujeres evaluadas en las ciudades de la regiones centro-oeste y sul del Estado de Minas Gerais en diferentes rangos de edad;
4. Comparar el nivel de capacidad funcional entre los hombres mayores evaluados en España y Brasil.
5. Comparar la condición física de las mujeres mayores evaluados a través de pruebas funcionales en España y Brasil.
6. Detectar la calidad del proceso del envejecimiento a través de la capacidad funcional en hombre y mujeres en una muestra de mayores de España y Brasil.
7. Ofrecer valores de referencia de pruebas de evaluación de diferentes manifestaciones de la condición física en personas mayores.



# Metodología

---



## **4- METODOLOGÍA**

### **4.1- MATERIAL Y MÉTODO**

#### **4.1.1- Diseño Experimental**

En primero momento del estudio fue el contacto con las asociaciones y con los monitores que ministraban actividades físicas para personas mayores y las posibilidades de evaluación de los ancianos presentes en estas actividades.

Todos los sujetos que participaron de este estudio fueron informados del objeto y detalles del mismo y después de firmar el consentimiento escrito para participar, se les realizó una anamnesis, así como el cuestionario Par-Q para constatar la ausencia de contraindicaciones para la práctica de actividad física, el índice de Barthel para valorar la predependencia funcional, el test de Pfeiffer para valorar el deterioro cognitivo.

El orden en que se administró la batería de test fue hechas de manera que uno no interferirse sobre los resultados del otro, incluso en la capacidad del sujeto para ejecutarlos. Así empezamos por las pruebas pasivas como el reconocimiento médico y la antropometría.

Primeramente las evaluaciones fueron realizadas en la España, posteriormente en Brasil. Las pruebas funcionales fueran realizadas siempre teniendo la preocupación de que los participantes del estudio fuesen capaces de realizar todos los tests descansados y motivados. Para garantizar el valor y la eficacia de los mismos, los evaluadores de los dos países, tuvieron un periodo de entrenamiento para mantener el rigor en los procedimientos y aplicación de los mismos, transmitiendo ánimo, seguridad y motivación a los sujetos evaluados.

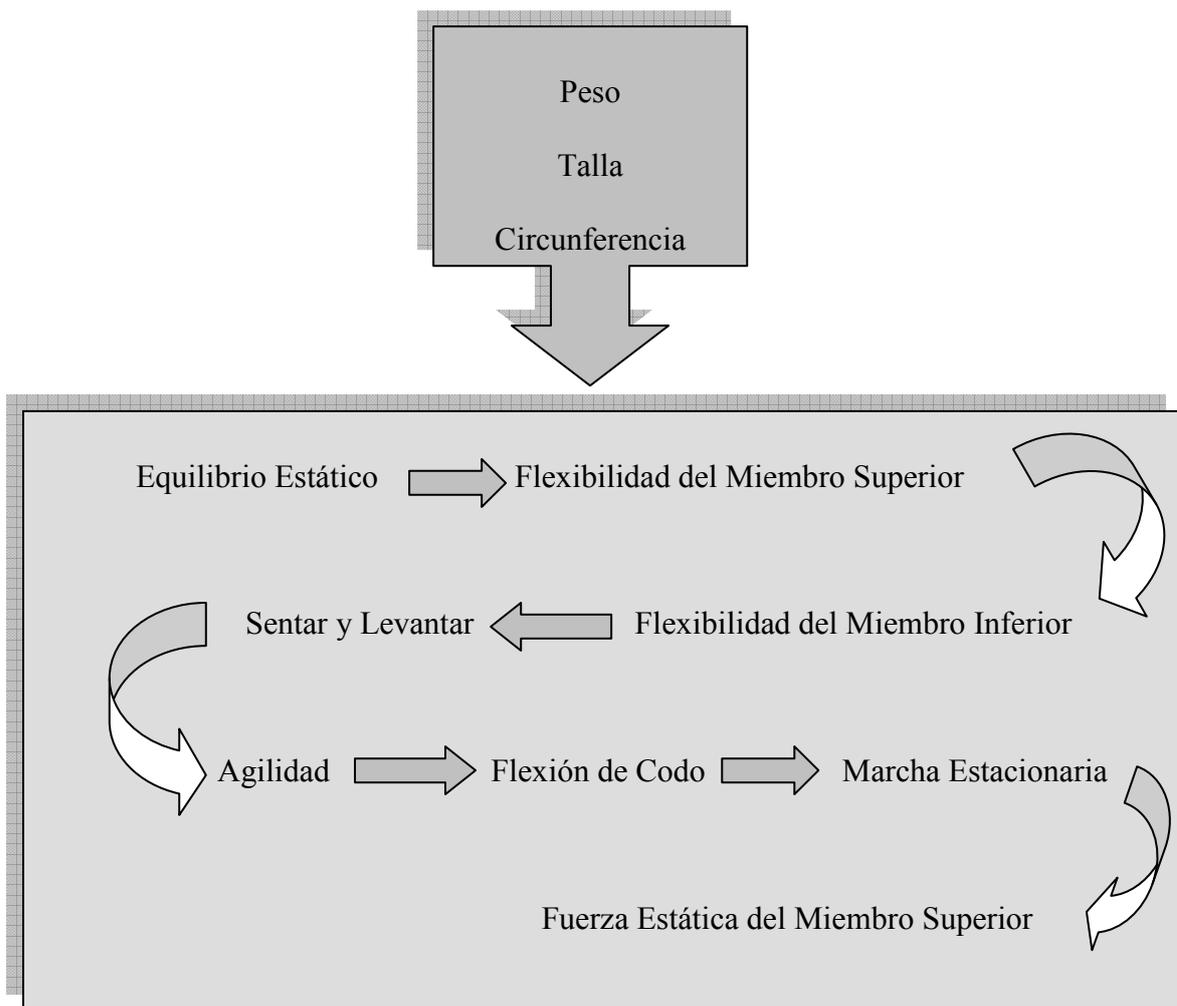


Figura 3: Diseño Experimental

#### 4.2 - POBLACIÓN Y MUESTRA

La muestra inicial de nuestro estudio estuvo constituida por 1236 personas mayores, 113 personas fueron excluidas por no presentaren los criterios de inclusión de la investigación. Por tanto, la muestra final fue de 1126 mayores, 657 de España, residentes en 61 pueblos de la Provincia de León (591 mujeres y 66 hombres), y 469 participantes de Brasil, evaluados en 9 ciudades del Estado de Minas Gerais (367 mujeres y 102 hombres). Todos con más de 60 años de edad.

#### 4.2.1 - Criterios de Inclusión

En el presente estudio se han recogido únicamente los datos de las personas que cumplían integralmente los siguientes criterios:

- a) Tener en el momento de la evaluación 60 años o más;
- b) Poseer independencia para actividades básicas de la vida diaria (Índice de Barthel > 90);
- c) Ausencia de deterioro cognitivo importante (Índice de Pfeiffer < 3 errores);
- d) Ausencia de enfermedad aguda conocida;
- e) Autorización para la participación en el estudio y para el tratamiento estadístico de sus datos.

#### 4.2.2 - Evaluación de los Voluntarios

Para que los datos obtenidos durante los tests tuvieran una fiabilidad y validez aceptables se les informó a todas los voluntarios participantes de este estudio de las características necesarias para realizarlo:

- Evitar actividades físicas extenuantes uno o dos días antes de la evaluación;
- Evitar el uso excesivo de alcohol 24 horas antes de las evaluaciones;
- Comer alimentos leves una hora antes de la realización de las pruebas;
- Utilizar una vestimenta y calzado cómodos y adecuados para hacer las evaluaciones.

---

### 4.3 – CINEANTOPOMETRÍA

#### 4.3.1 – Masa Corporal

Los valores de masa corporal fueran obtenidos a través de la medición del peso (kg) y el aparato utilizado fue una báscula portátil, marca Korona®, con precisión de 0.1 kg. Para efectuar el pesaje el sujeto quedaba con la menor cantidad de ropa posible, descalzo, en posición anatómica y con los pies centralizados en la báscula.

#### 4.3.2 - Estatura Corporal

Para evaluar la estatura, el sujeto era puesto en posición anatómica con los talones, glúteos, espalda y región occipital en contacto con el plano vertical del estadiómetro (marca Seca 206®, con escala en centímetro y precisión de 1mm), manteniendo la cabeza en el plano de Frankfort. En el momento de la lectura fue realizada una respiración profunda para compensar el acortamiento de los discos intervertebrales. La medición fue leída en centímetros (cm).

#### 4.3.3 – Índice de Masa Corporal

A partir de las 2 variables antes expuestas, obtuvimos el Índice de Masa Corporal (IMC). El IMC, es considerado el mas conocido índice de talla y peso, viene siendo utilizado en diversas categorías de poblaciones con respecto a su grado de aptitud física (Aahperd, 1988) y su grado de obesidad (Di-Girolano, 1986). La ecuación que determina el IMC es:

$$\text{IMC} = \frac{\text{Peso (KG)}}{\text{Estatura (m)}^2}$$

#### 4.3.4 - Perímetro de la Cintura

Perímetro de la cintura es aquello medido en la zona abdominal, a un nivel intermedio entre el último arco costal y la cresta ilíaca, en la posición más estrecha del abdomen. Para la medición fue utilizada una cinta métrica de la marca Lufkin®, flexible, con resolución de lectura de 0,2 cm. Durante la medición el sujeto permaneció parado y en pie.

#### 4.3.5 - Perímetro de la Cadera

Perímetro de la cadera fue realizado a nivel del máximo relieve de los músculos glúteos, casi siempre coincidente con el nivel de la sínfisis pubiana en la parte frontal del sujeto. Para la medición fue utilizada una cinta métrica de la marca Lufkin®, flexible, con resolución de lectura de 0,2 cm. Durante la medición el sujeto permaneció parado con los pies juntos y la masa glútea completamente relajada.

#### 4.3.6 – Índice Cintura Cadera

Los valores de Índice Cintura Cadera (ICC) se obtuvieron de la razón de la medida de la circunferencia de la cintura dividida por la medida de la circunferencia de la cadera.

$$\text{ICC} = \frac{\text{Circunferencia de la cintura}}{\text{Circunferencia de la cadera}}$$

---

#### 4.4- PRUEBAS FUNCIONALES

##### 4.4.1 – Sentar y Levantar: 30 Segundos

La fuerza de los miembros inferiores fue evaluada a través del número total de acciones de levantarse y sentarse ejecutadas correctamente en 30 segundos. Los participantes eran instruidos para sentarse en el medio de la silla con la espalda recta, los pies planos en el piso y los brazos cruzados contra el pecho. Después de la demostración del evaluador, el sujeto realizaba una o dos veces para el aprendizaje apropiado, seguido por el test en 30 segundos. A la señal el participante realizaba las subidas con estiramiento total de las rodillas y con los regresos a una posición completamente sentada. Se animaba durante la realización de la prueba al participante para completar el mayor número de acciones de quedar completamente en pie y sentarse cuando posible en los 30 segundos. Para realización de esta prueba fue utilizado un cronometro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero y una silla de recostó reto (sin brazos) con una altura del asiento de 44cm.



Figura 4: Prueba Sentar y levantar

##### 4.4.2 - Flexión de Codo

La flexión de codo fue evaluada a través de la cantidad de flexo-extensiones que los participantes conseguían realizar durante 30 segundos sujetando una mancuerna. El evaluado se sentaba en la silla con la espalda recta, los pies apoyados en el piso y el lado dominante del cuerpo próximo al borde de la silla. El participante agarraba la

mancuerna con la mano dominante. El test empezaba con el brazo extendido cerca de la silla y perpendicular al piso. A la señal, el participante flexionaba el codo con una amplitud total de movimiento y retornaba a la posición inicial. El evaluado fue animado a ejecutar el mayor número de repeticiones posibles en 30 segundos. Para realización de esta prueba fueron utilizadas una mancuerna de 3,5 kg para los varones y de 2,5 kg para las mujeres, una silla de recostó reto (sin brazos) con una altura del asiento de 44cm y un cronometro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero.



Figura 5: Prueba de flexión de codo

#### 4.4.3 - Equilibrio Estático

Para evaluación del equilibrio estático la persona evaluada debía permanecer en pie en apoyo unipodal, durante un tiempo máximo de 30 segundos. La pierna no apoyada la colocaba con ligera flexión de la rodilla, permaneciendo en esta postura durante toda la prueba. Se contabilizó en número de veces, que en 30", se desestabilizaban y necesitaban momentáneamente apoyar los dos pies en el suelo para reequilibrarse y permanecer de nuevo en apoyo unipodal. Para realización de esta prueba fue utilizado un cronometro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero.

#### 4.4.4- Timed Up-and-Go Test

La agilidad fue evaluada a través del "*Timed Up and Go*". La silla era posicionada contra la pared. Asegurada la silla en frente a un cono a una distancia de 3 metros. El evaluado empezaba en una posición sentada con una postura erecta, manos sobre los muslos y los pies en el piso. A la señal, el evaluado se levantaba de la silla, caminaba lo más rápido posible en vuelta del cono sin correr, retornaba para silla y sentaba. El cronometro era accionado en el momento de la señal, independientemente de que la persona estuviese o no empezado a moverse, y se detenía en el instante exacto en que la persona se sentaba completamente en la silla. La prueba fue realizada dos veces y se registró el menor tiempo empleado. Los materiales utilizados en esta prueba fueron: un cronometro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero; una cinta métrica de 0,5 cm de ancho (2-3 m de largo) de marca Lufkin, con una resolución de lectura de 0.1 cm (para la medición de la distancia de 3 metros), una silla de recostó reto (sin brazos) con una altura del asiento de 44cm y un cono.



Figura 6: Prueba de "*Timed Up and Go*"

#### 4.4.5– Flexibilidad del Miembro Inferior

La flexibilidad del miembro inferior, fue verificada solicitando al evaluado (a) que se sentara en el borde de una silla, y mantuviera la pierna no dominante en flexión con la planta del pie apoyada en el suelo, mientras que la pierna dominante debía permanecer en máxima extensión posible para cada persona con el talón apoyado en el

suelo y el pie en dorsiflexión de 90° aproximadamente. La espalda recta y la cabeza en línea con el tronco. Colocando las manos una sobre la otra, de manera que los dedos corazón de cada mano coincidieran uno encima del otro. Y así se solicitaba que se desplazasen hacia abajo sobre la pierna extendida intentando tocar los dedos de los pies. Manteniendo así la postura durante al menos 2 segundos, se medía con una regla la distancia (cm) que faltaba para tocarse los dedos corazonos con los dedos de la pierna extendida (valor negativo) o la distancia que los dedos de las manos sobrepasaban a los de los pies (valor positivo). El evaluador no podría poner su mano encima de la rodilla para evitar que la doblaran, ni ayudar al participante (empujando la espalda) durante la ejecución del test. Fueron evaluadas la flexibilidad de las dos piernas. Para realización de este test fueron utilizadas un silla de recostó reto (sien brazos) con una altura del asiento de 44cm y una cinta métrica de 0,5 cm de ancho (2-3 m de largo), flexible pero inextensible, de marca Lufkin®, con una resolución de lectura de 0.1 cm.



Figura 7: Prueba de flexibilidad del miembro inferior.

#### 4.4.6 – Flexibilidad del Miembro Superior

La persona evaluada se mantenía en la posición de pie, colocando una mano apoyando la palma sobre la espalda con los dedos extendidos tras pasarla por encima del hombro homolateral, y manteniéndola tan abajo como le fuera posible, y la otra mano la colocaba con el dorso apoyado sobre la espalda tras pasarla por debajo de la axila homolateral, y tal alta como le fuera posible, intentando en esta posición tocar los dedos corazonos de ambas manos, o si fuera posible superponer uno sobre otro, el cuanto fuera posible. El evaluador mide la distancia que falta para tocarse estos dedos o la distancia en que se superponían. Fueron evaluados los dos brazos, intercambiando el brazo que sobrepasa homolateralmente por encima el hombro y el que pasa por debajo de la axila.

---

Para el test flexibilidad del miembro superior fue utilizado una cinta métrica de 0,5 cm de ancho (2-3 m de largo), de marca Lufkin®, con una resolución de lectura de 0.1 cm.



Figura 8: Prueba de flexibilidad del miembro superior

#### 4.4.7- Marcha Estacionaria (TM2')

La capacidad aeróbica fue estimada a partir del test de la marcha estacionaria de dos minutos propuesta por Rikli y Jones (1999). En esta prueba medimos el número máximo de ciclos completados en 2 minutos, levantando cada rodilla a una altura establecida en el punto medio entre la rótula y la cresta ilíaca de los evaluados. Esta era la altura mínima que las rodillas deberían ser elevadas durante el test. Para garantizar que la altura fuera respetada por los participantes, fueron colocadas dos varas de madera lado a lado sujetado con una cinta elástica que era puesta a la altura determinada de la marcha de cada persona, la cinta debería ser tocada por las rodillas durante el test. Ala señal el sujeto empezaba el movimiento con el miembro inferior derecho, simulando la marcha. El resultado final consistió en el número de veces que la rodilla directa alcanzaba la altura mínima en los dos minutos propuestos. Fue permitido que el evaluado ejecutase algunas tentativas antes de empezar realmente el test, para la familiarización. En el TM2' utilizase un cronometro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero y un aparato hecho de madera y cintas elásticas (Fabricación Propia).



Figura 9: Prueba de la marcha estacionaria.

#### 4.4.8- Sustentación

La persona evaluada, estando en bipedestación, mantenía el brazo en antepulsión con el codo completamente extendido paralelo al suelo mientras sujetaba con la mano una mancuerna (3kg los varones, 2 kg las mujeres) durante el tiempo máximo de 1 minuto. La mancuerna era entregada cuando el evaluado alcanzaba la posición descrita, y el cronómetro era accionado cuando la persona comenzaba a sostener en esta posición por sí misma la mancuerna, parándolo cuando era incapaz de mantener esta posición. Para esta prueba utilizamos un Cronómetro digital portátil de la marca Oregon Scientific®, modelo SL929 Hockenheim Nero y mancuernas de 3 Kg para mujeres y 2 Kg para hombres.

#### 4.5- METODOLOGÍA ESTADÍSTICA

Se realizó un análisis estadístico descriptivo expresándolo como media y desviaciones estándar. También se han realizado la distribución de las variables en percentiles por sexo y grupo de edad. La distribución de la normalidad de las variables fue verificada con la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Las variables continuas estudiadas fueron analizadas utilizando un análisis multivariado de la variancia (General Linear Model, MANOVA) seguida de prueba Post Hoc de Bonferroni. Los análisis realizados fueron realizados separadamente para cada uno de los sexos. La influencia del sexo también fue evaluada en el análisis multifactorial. El análisis de todas las pruebas fue bicaudal, siendo consideradas significativas las pruebas estadísticas cuyo  $p < 0,05$ . Para el análisis de la correlación entre las pruebas funcionales fue utilizado el test de Correlación de Pearson. Se utilizó el paquete estadístico SPSS para Windows 17.0, y la planilla de datos Excel 2010, del paquete de servicios Microsoft Office, para el tratamiento, análisis y configuración de las gráficas.

# Resultados

---



## 5- RESULTADOS

En este capítulo se describen los resultados obtenidos en el presente estudio. En las tablas se muestran las medias ( $\bar{x}$ ), con sus respectivas desviaciones estándar ( $\sigma$ ) y las comprobaciones estadísticas, habiéndose considerado como nivel de significación estadística de  $p \leq 0,05$ .

A cada grupo etario se le ha atribuido un número (de 1 a 5) para en la tablas, hacer referencia a cada uno de los grupos etarios de manera más abreviada. En la tabla 3, mostramos esta nomenclatura.

Nomenclatura numérica	Grupo Etario
1	60-64,9
2	65-69,9
3	70-74,9
4	75-79,9
5	$\geq 80$

Tabla 3: Nomenclatura numérica de los grupos etarios

En cada tabla serán presentadas las comparaciones de las medias entre los diferentes sexos (H: varón; M: mujer) de cada país (E: España; B: Brasil) de la misma franja etaria, representándose cuando estas diferencias sean significativas con el símbolo \*. También se recoge en las tablas la comparación de los valores de las diferentes variables entre los sujetos del mismo sexo pero de diferente país, y en este caso cuando las diferencias son significativas se representa con el símbolo # en la parte derecha de la tabla en la columna de mujeres o en la columna de hombres según sea el caso.

La muestra fue dividida en grupos de rangos de edad, como presentamos en la siguiente tabla:

Género	Rango de edad	Grupo <i>Nomenclatura</i>	n
Hombres España	60-64,9	1HE	9
	65-69,9	2HE	14
	70-74,9	3HE	22
	75-79,9	4HE	14
	≥ 80	5HE	7
Total			66
Hombres Brasil	60-64,9	1HB	31
	65-69,9	2HB	27
	70-74,9	3HB	16
	75-79,9	4HB	22
	≥ 80	5HB	6
Total			102
Mujeres España	60-64,9	1ME	146
	65-69,9	2ME	163
	70-74,9	3ME	170
	75-79,9	4ME	90
	≥ 80	5ME	22
Total			591
Mujeres Brasil	60-64,9	1MB	172
	65-69,9	2MB	89
	70-74,9	3MB	58
	75-79,9	4MB	27
	≥ 80	5MB	21
Total			367

Tabla 4: Distribución de la muestra en grupos de rango de edad y países.

## 5.1 – CINEANTROPOMETRÍA

En la tabla 5, se muestran los valores de la Masa Corporal, observándose que la masa es similar entre los grupos etarios de los hombres brasileños. No ocurre el mismo entre los grupos de mujeres brasileñas pues se ven diferencias del grupo 1 con las del grupo 4 y 5, e igualmente entre las del grupo 2 con las del 5. Al comparar la masa corporal de los hombres y mujeres brasileños apreciamos diferencias en los grupos 1 y 4. Al analizar esta variable en los grupos españoles, observamos diferencias entre los grupos de hombres del grupo 5 respecto a los grupos 1, 2 y 3. También comprobamos diferencias entre las mujeres españolas del grupo 4 respecto a las de los grupos 1 y 2, al igual que las del grupo 5, también con los grupos 1 y 2. Entre los hombres y mujeres españoles de iguales franjas etarias se aprecian diferencias en los grupos 2 y 3. Por último al analizar los valores de las personas de los dos países por grupo de igual edad y mismo sexo se pone de manifiesto diferencias entre las mujeres de los grupos de rangos de edad de 70 a 74 años y de 75 a 79.

<i>Masa Corporal (Kg)</i>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra vs Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	76,4±13,7	69,8±13,2	0,01*	76,5±9,2	70,2±8,9	0,07		
<b>65-69</b>	73,2±15,2	68,3±13,1	0,13	76,9±9,9	70,7±9,5	0,04*		
<b>70-74</b>	71,6±18,8	65,9±10,1	0,26	75,2±11,4	69,2±10,7 <sup>1,2</sup>	0,02*		#
<b>75-79</b>	72,2 ±13,0	61,9±6,2 <sup>1</sup>	0,00*	70,8±10,9	65,8±8,6 <sup>1,2</sup>	0,12		#
<b>≥ 80</b>	74,5±21,2	59,0±12,3 <sup>1,2</sup>	0,13	61,2±9,5 <sup>1,2,3</sup>	63,7±11,7	0,57		

Tabla 5: Variable Masa Corporal de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

En lo relativo a la talla, como está recogido en la tabla 6, se observa que tanto los grupos de varones como los de mujeres brasileñas muestran una talla similar, independientemente de la edad. Pero como era esperable sí aparecen diferencias al comparar hombres y mujeres.

En la población española estudiada, encontramos el mismo patrón en los hombres, pero no así en las mujeres más jóvenes que presentan una talla superior a las

del grupo 2 y 4. Y aunque menos remarcadas también encontramos diferencias en esta variable entre los hombre y mujeres de la misma franja etaria salvo en el grupo 1 y 5.

Al comparar la población española y brasileña atendiendo al sexo y grupo de edad, observamos que los hombres brasileños son más altos, salvo en el grupo 1 y 3. Mientras que las mujeres brasileñas son más altas en todas las franjas de edad.

<i>Talla (m)</i>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra vs Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	1,66±0,7	1,59±0,1	0,00*	1,61±0,1	1,54±0,1 <sup>2,4</sup>	0,06		#
<b>65-69</b>	1,67±0,1	1,58±0,1	0,00*	1,62±0,1	1,51±0,1	0,00*	#	#
<b>70-74</b>	1,65±0,1	1,57±0,1	0,00*	1,61±0,1	1,53±0,1	0,00*		#
<b>75-79</b>	1,64±0,1	1,57±0,1	0,04*	1,57±0,1	1,50±0,1	0,00*	#	#
<b>≥ 80</b>	1,70±0,1	1,54±0,1	0,00*	1,54±0,1	1,54± 0,1	0,18	#	#

Tabla 6: Variable Talla de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

En la tabla 7, presentamos los datos relativos al IMC y como se puede apreciar entre los grupos de edad de los hombres, tanto de los brasileños como de los españoles, no se muestran diferencias, sin embargo las mujeres sí que las presentan, de hecho las brasileñas del grupo1 tienen un IMC más elevado que el 5 y las españolas del grupo 2 mayor que las del grupo 1 y 4.

Dentro de cada país, no se observan diferencias en el IMC entre hombres y mujeres de la misma franja de edad, salvo en las mujeres de más de 80 años que presentan un IMC superior al de los hombres.

Al comparar los sujetos de diferente país, pero del mismo sexo y del mismo grupo de edad observamos cómo las mujeres españolas presentan un mayor IMC que las brasileñas, sin embargo sólo apreciamos esta diferencia entre los hombres españoles del grupo 2 y 3 que presentan un IMC superior al de sus respectivos brasileños.

<i>IMC (Kg/ m<sup>2</sup>)</i>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra vs Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	27,6±4,3	27,5±4,3 <sup>3</sup>	0,92	29,2±2,5	29,3±3,6	0,90		#
<b>65-69</b>	25,9±4,6	27,0±4,4	0,25	29,2±2,8	30,6±4,4 <sup>1,4</sup>	0,11	#	#
<b>70-74</b>	25,6±4,9	26,5±4,2	0,54	28,3±4,1	29,5±3,9	0,59	#	#
<b>75-79</b>	26,8±4,3	25,1±3,3	0,14	28,4±3,9	29,0±3,2	0,53		#
<b>≥ 80</b>	25,3±5,2	24,4±3,5	0,68	25,4±2,5	28,3±4,3	0,04*		#

Tabla 7: Variable IMC de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Un comportamiento parecido observamos en cuanto al perímetro de la cintura, pues independientemente del país, los hombres de los diferentes grupos de edad de cada país no muestran diferencias entre sí, tampoco las mujeres brasileñas entre sí. Esta tendencia también la observamos en las mujeres españolas, salvo entre las del grupo 1 y 2.

Tampoco se aprecian diferencias entre los hombres y mujeres de cada país. Y las mujeres españolas tienen un mayor perímetro de cintura que las brasileñas de su misma edad, al igual que los hombres españoles respecto de los brasileños salvo las mayores de 80 años.

<i>Cintura (Cm)</i>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	91,4±7,8	89,8±10,1	0,34	100,1±6,1	99,6±7,8 <sup>2</sup>	0,81	#	#
<b>65-69</b>	89,2±10,0	89,7±10,9	0,80	101,8±6,8	102,8±8,1	0,61	#	#
<b>70-74</b>	90,4±8,4	86,0±7,6	0,45	102,2±9,5	102,3±8,5	0,86	#	#
<b>75-79</b>	86,6±5,9	90,3±5,5	0,06	94,2±8,4	101,7±10,5	0,96	#	#
<b>≥ 80</b>	90,5±9,0	89,7±10,1	0,17	100,8±7,7	101,7±8,5	0,07		#

Tabla 8: Variable cintura de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

En la siguiente tabla, hemos colocado los valores relativos al perímetro de la cadera y como podemos observar, no hay diferencias entre los grupos de igual sexo e igual país. Y dentro del mismo país no hay diferencias entre los hombres y las mujeres

españolas, pero sí entre los hombres y mujeres brasileños del grupo 2 y 3. Y al comparar en el grupo de la misma edad entre los hombres de España y Brasil y entre las mujeres de España y Brasil se pone de manifiesto que hay diferencia entre los hombres del grupo 2 y 3 y entre las mujeres del grupo 2, 3 y 4.

<b>Cadera (Cm)</b>								
<b>Grupos (Grupo)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Intra</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	100,9±8,3	107,2±47,0	0,10	104,7±7,2	106,5±7,1	0,49		
<b>65-69</b>	97,7±6,9	102,3± 9,0	0,00*	105,7±6,3	108,7±8,1	0,11	#	#
<b>70-74</b>	98,2±9,5	104,6±10,9	0,03*	104,4±8,1	107,9±8,8	0,06	#	#
<b>75-79</b>	100,8±7,3	100,1±7,4	0,76	102,7±6,4	106,3±7,8	0,08		#
<b>≥ 80</b>	98,2±3,2	101,2±7,1	0,15	98,0±5,6	109,1±29,8	0,11		

Tabla 9: Variable Cadera de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Por último en este apartado de cineantropometría recogemos en la tabla 10 los datos relativos al ICC, y como podemos comprobar dentro de cada país no existen diferencias entre los diferentes grupos de hombres ni en el de las mujeres brasileñas, encontrado únicamente diferencia entre las mujeres españolas del grupo 1 y 4.

Dentro del mismo país, al comparar los sexos de los mismos grupos etarios observamos que existen diferencias entre los hombres y mujeres brasileñas del grupo 1, 3 y 4. Mientras que entre las mujeres y hombres españoles existen diferencias ente los grupos 3 y 4.

Al comparar entre países las personas de igual sexo y grupo de edad, se puede apreciar que en todos los grupos de edad los hombres españoles presentan un ICC más elevado que el de los brasileños, al igual que entre las mujeres españolas y las brasileñas, salvo en el grupo 5.

ICC								
Grupos (años)	Brasil <i>Intra</i>			España <i>Intra</i>			Bra X Esp <i>Intra</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	0,90±0,4	0,86±0,1	0,01*	0,95±0,0	0,93±0,0 <sup>4</sup>	0,31	#	#
<b>65-69</b>	0,91±0,0	0,87±0,1	0,06	0,96±0,3	0,94±0,0	0,12	#	#
<b>70-74</b>	0,94±0,0	0,86±0,0	0,00*	0,97±0,0	0,94±0,0	0,01*	#	#
<b>75-79</b>	0,80±0,0	0,85±0,1	0,02*	0,99±0,0	0,96±0,0	0,04*	#	#
<b>≥ 80</b>	0,88±0,0	0,90±0,1	0,64	0,96±0,0	0,96±0,1	0,95	#	

Tabla 10: Variable Cintura-Cadera (ICC) de hombres y mujeres evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

## 5.2 – CAPACIDAD FUNCIONAL

### 5.2.1 – Flexibilidad

En las tablas 11 y 12, podemos apreciar los valores relativos a la flexibilidad de los miembros superiores, tanto del derecho (pasando el brazo derecho por encima del hombro), como del izquierdo (pasando el izquierdo por encima del hombro). Y podemos apreciar en ambos casos similar comportamiento entre géneros, grupos de edad y países. Así podemos observar que entre los hombres brasileños de diferentes edades no hay comprobaciones estadísticas, y entre los hombres españoles apenas entre el grupo 1 y 5. Las diferencias en las mujeres son más variadas, y así entre las mujeres brasileñas el grupo 2 difiere con el 1, 3 y 5; mientras que en el caso de las mujeres españolas el grupo uno difiere con el 3, 4 y 5, mientras que el grupo 2 lo hace con el 4 y 5.

Llamativo resulta la comparación entre grupos de igual sexo y edad pero de diferentes países, resalta que la flexibilidad de los miembros superiores es claramente peor en los españoles que en los brasileños, en cualquier franja etaria y en cualquier sexo.

<b>Flexibilidad Miembro Superior Derecho (Cm)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	-0,9±3,2	-1,1±4,0	0,74	-14,2±10,9 <sup>5</sup>	-1,4±4,1 <sup>3,4,5</sup>	0,86	#	#
<b>65-69</b>	-0,9±3,3	0,9±2,7 <sup>1,3,5</sup>	0,01*	-24,7±9,8	-15,6±9,4 <sup>4,5</sup>	0,00*	#	#
<b>70-74</b>	-3,1±6,0	-1,5±4,1	0,32	-19,5±12,0	-17,6±8,8	0,49	#	#
<b>75-79</b>	-1,4±3,1	-1,0±3,6	0,68	-22,4±8,7	-19,8±10,0	0,32	#	#
<b>≥ 80</b>	-3,3±2,1	-2,7±5,2	0,68	-31,1±16,5	-22,0±13,2	0,22	#	#

Tabla 11: Flexibilidad de los miembros superiores e inferiores de los mayores de Brasil y España.

<b>Flexibilidad Miembro Superior Izquierdo (Cm)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	-1,9±2,7	-9,7±10,2 <sup>2</sup>	0,35	-11,0±13,4 <sup>5</sup>	-1,4±4,1 <sup>3,4,5</sup>	0,78	#	#
<b>65-69</b>	-0,6±3,2	-12,2±10,3 <sup>3,5</sup>	0,06	-22,8±8,3	-15,6±9,4 <sup>4,5</sup>	0,00*	#	#
<b>70-74</b>	-2,9±5,8	-13,8±9,1	0,47	-18,4±11,8	-17,6±8,8 <sup>5</sup>	0,09	#	#
<b>75-79</b>	-1,5±3,2	-16,9±10,1	0,90	-24,2±13,4	-19,8±10,0	0,07	#	#
<b>≥ 80</b>	-2,6±1,7	-20,9±14,1	0,95	-29,0±15,2	-22,0±13,2	0,24	#	#

Tabla 12: Flexibilidad de lo miembro superior izquierdo de los mayores evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

En las tablas 13 y 14, presentamos los valores relativos a la flexibilidad de los miembros inferiores, el derecho (con la rodilla derecha en extensión) y del izquierdo (con la rodilla izquierda en extensión). Y como se puede observar en los hombres brasileños es el grupo 1 el que muestra diferencias con los grupos 3, 4 y 5 en la extremidad derecha, y con el grupo 3 y 5 en la izquierda, mientras que en las mujeres brasileñas es el grupo 5 en que presenta diferencias con el grupo 1, 3 y 4; y el grupo 1 con el dos. En el caso de la población española estudiada, son los varones del grupo 1 los que muestran diferencias con los del grupo 3 y 5. Las españolas de los grupos 4 y 5 muestran diferencias con los grupos 1 y 2.

Es curioso que a diferencia de lo que ocurría en las extremidades superiores entre brasileños y españoles, en las extremidades inferiores, es el grupo españoles que

presenta significativamente mejores valores; en las mujeres en todos los grupos de edad, y en los varones en el grupo 1, 3 y 4.

<b>Flexibilidad Miembro Inferior Derecho (Cm)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	3,3±6,8 <sup>3,4,5</sup>	0,9±5,8 <sup>2</sup>	0,07	15,4±9,9 <sup>3,5</sup>	12,5±8,2	0,41	#	#
<b>65-69</b>	-0,5±7,2	-2,6±7,8	0,19	3,4±10,4	12,1±8,1	0,00*		#
<b>70-74</b>	-5,3±9,5	-0,6±5,2	0,07	3,9±10,7	11,4±9,2	0,00*	#	#
<b>75-79</b>	-2,5±6,1	-0,2±5,2	0,16	7,6±7,9	8,9±8,5 <sup>1,2</sup>	0,57	#	#
<b>≥ 80</b>	-7,0±9,8	-6,1±7,8 <sup>1,3,4</sup>	0,85	-0,2±11,6	6,4±12,2 <sup>1,2</sup>	0,21		#

Tabla 13: Flexibilidad de lo miembro inferior derecho de los mayores evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

<b>Flexibilidad Miembro Inferior Izquierdo (Cm)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	3,4±7,1 <sup>3,5</sup>	0,9±6,3 <sup>2</sup>	0,07	15,3±8,2 <sup>5</sup>	11,6±7,7 <sup>5</sup>	0,22	#	#
<b>65-69</b>	-0,3±6,9	-2,5±7,5	0,16	4,8±10,2	11,1±7,7	0,04*		#
<b>70 a 74</b>	-6,4±9,7	-0,8±5,1	0,04*	5,4±11,6	10,3±8,1	0,07	#	#
<b>75 a 79</b>	-2,1±6,3	-0,4±4,9	0,25	5,9±8,5	7,9±8,1 <sup>1,2</sup>	0,42	#	#
<b>≥ 80</b>	-8,3±10,1	-5,9±8,0 <sup>1,3,4</sup>	0,60	-2,0±13,3	6,4±11,7	0,16		#

Tabla 14: Flexibilidad de lo miembro inferior izquierdo de los mayores evaluados en Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

## 5.2.2 – Sentar y Levantar

Los resultados del test de sentar y levantarse de una silla, los recogemos en la tabla 15.

<b>Sentar y Levantar (n° de veces)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	14,6±2,9	15,7±3,6	0,06	20,8±5,3	19,7±4,8 <sup>3</sup>	0,54	#	#
<b>65-69</b>	15,9±3,3	14,6±3,0	0,09	17,2±4,9	18,3±4,8	0,41		#
<b>70-74</b>	13,4±3,4	12,8±3,0 <sup>1,2</sup>	0,54	16,6±5,8	17,3±4,8	0,57	#	#
<b>75-79</b>	11,9±3,2 <sup>1,2</sup>	11,7±3,7 <sup>1,2</sup>	0,83	17,3±3,3	16,5±4,4 <sup>1,2</sup>	0,44	#	#
<b>&gt; 80</b>	8,3±3,2 <sup>1,2,3</sup>	9,1±2,6 <sup>1,2,3</sup>	0,57	17,0±6,3	14,8±6,2 <sup>1,2</sup>	0,44	#	#

Tabla 15: Número de repeticiones de la prueba sentar y levantar de hombres y mujeres de Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Como podemos apreciar entre los hombres brasileños, hay una tendencia a disminuir el número de veces que son capaces de levantarse y sentarse de una silla en 30 segundos a medida que se hacen más viejos aunque sólo se hace significativa esta tendencia en entre los más mayores respecto a los más jóvenes, en concreto entre el grupo 4 respecto al 1 y 2, y del grupo 5 respecto del 1, 2 y 3. En los hombres españoles estas diferencias entre grupos etarios no existe. En las mujeres también se observa la tendencia a disminuir el número de ciclos de sentar y levantarse, haciéndose significativa en las mujeres brasileñas entre el grupo 1 y los grupos 3, 4 y 5; entre el grupo dos con el 3 y 4, y entre el grupo 3 con el 5. En las mujeres españolas se hacen significativas las diferencias entre el grupo 3 y el 1, y entre el grupo 4 respecto del 1 y 2 al igual que el grupo 5 también con los grupos 1 y 2.

No se aprecian diferencias en ninguno de los países cuando se comparan los hombres y las mujeres del mismo rango de edad.

También llama la atención, que la capacidad funcional media de esta prueba, es superior tanto en los hombres como mujeres españolas comparados con los de su misma edad y sexo brasileños, salvo en el grupo 2 de hombres.

## 5.2.3 – Flexión de Codo

En la tabla 16, mostramos los valores obtenidos de los resultados del test de Flexión de Codo realizado en todos los mayores estudiados de España y Brasil.

<i>Flexión de Codo (nº de veces)</i>								
Grupos (años)	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	18,5±4,7	20,5±3,9 <sup>3,4</sup>	0,03*	24,2±3,8	22,7±4,3 <sup>2,3,4,5</sup>	0,30	#	#
<b>65-69</b>	18,2±4,2	19,2±3,8	0,27	22,0±2,9	21,1±4,6 <sup>4,5</sup>	0,30		#
<b>70-74</b>	16,2±2,9	18,0±3,7	0,06	20,8±3,8	19,9±5,6	0,35	#	#
<b>75-79</b>	16,7±5,6	17,1±5,0	0,79	20,7±4,4	19,3±3,6	0,26	#	#
<b>≥ 80</b>	11,0±2,6 <sup>1,2</sup>	10,5±3,0 <sup>1,2,3,4</sup>	0,71	19,8±3,2	18,1±5,3	0,33	#	#

Tabla 16: Número de repeticiones en la prueba flexión de codo de hombres y mujeres de Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Apreciamos una tendencia similar a la comentada en el la prueba de sentarse y levantarse, en el sentido de ver una disminución en el número de flexiones de codo a medida que la edad de las personas es mayor. En el caso de los hombres brasileños esta diferencia se hace significativa en el grupo 5 respecto al 1 y 2, no habiendo diferencias entre los grupos de varones españoles. En el caso de las mujeres brasileñas observamos diferencias en el grupo 5 respecto a todos los grupos restantes, y grupo 1 respecto a los grupos 3 y 4. Las mujeres españolas del grupo 1 presentas diferencias con el resto de grupos y el grupo 2 respecto al grupo 4 y 5.

Dentro del mismo país y franja etaria, no existen diferencias entre hombres y mujeres, salvo en el grupo 1 brasileño.

También en esta variable la población española estudiada presenta mejores valores funcionales que la población brasileña en cualquier sexo y en cualquier grupo de edad salvo en el grupo 2 de los varones.

## 5.2.4 – Timed Up-and-Go Test

Presentamos a continuación en la tabla 17, los resultados del test de Agilidad realizado.

<i>Agilidad (s<sup>-1</sup>)</i>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	6,3±1,0 <sup>4,5</sup>	6,3±1,0 <sup>3,4,5</sup>	0,82	4,8±0,6	5,3±0,7 <sup>2,3</sup>	0,04*	#	#
<b>65-69</b>	6,4±0,9 <sup>4,5</sup>	6,6±1,2 <sup>3,4,5</sup>	0,35	5,5±0,8	5,8±0,8	0,35	#	#
<b>70-74</b>	7,0±1,5	7,5±1,5	0,28	5,6±0,9	5,9±1,0	0,16	#	#
<b>75-79</b>	8,2±2,2	8,3±1,5 <sup>4</sup>	0,75	5,7±0,7	6,4±1,0 <sup>1,2,3</sup>	0,00*	#	#
<b>≥ 80</b>	8,9±2,4	11,5±2,4 <sup>3</sup>	0,04*	6,9±1,4 <sup>1,2,3</sup>	7,8±2,6 <sup>1,2,3,4</sup>	0,24		#

Tabla 17: Tiempo gasto en la realización de la prueba de agilidad de los mayores de Brasil y España. ( $\bar{X} \pm \sigma$ ).

Podemos apreciar como en las anteriores variables analizadas, un deterioro funcional a media que pasa la edad, deterioro que en los varones brasileños se hace significativo entre los grupos 1 y 2 con los grupos 4 y 5. En los varones españoles entre el grupo 5 y los grupos 1, 2 y 3.

En las mujeres brasileñas entre los grupos 1 y 2 con los grupos 3, 4 y 5 y entre los grupos 3 y 4 y el grupo 3 y 5. En las mujeres españolas entre el grupo 5 con todos los restantes, el grupo 4 con 1, 2 y 3 y el grupo uno con el 2 y 3.

Entre los hombres y mujeres brasileños de igual franja de edad, observamos únicamente diferencia en el grupo más mayor, y entre los hombres y mujeres españoles de igual edad entre los grupos 1 y 4.

En esta cualidad funcional, también observamos que la población española muestra mejores resultados, tanto cuando comparamos a las mujeres entre sí, como cuando lo hacemos entre los hombres, salvo en el caso del grupo 5 de los hombres.

## 5.2.5 – Equilibrio

En la tabla 18, se recogen los valores referidos a la prueba de Equilibrio.

<b>Equilibrio (Nº de Apoyos)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	1,4±2,8 <sup>3,4</sup>	2,0±3,0 <sup>2,3,4,5</sup>	0,28	0,6±1,4	1,0±2,6 <sup>2,3,4</sup>	0,50		#
<b>65-69</b>	1,8±1,7 <sup>3,4</sup>	4,3±4,8	0,00*	1,1±1,1	2,3±3,9	0,08		#
<b>70-74</b>	6,1±5,5	4,3±4,5	0,24	1,0±1,9	2,5±3,7	0,00*	#	#
<b>75-79</b>	6,9±5,7	4,4±5,1	0,11	1,1±3,9	5,1±5,5 <sup>2,3</sup>	0,02*	#	
<b>≥ 80</b>	5,8±7,2	5,8±5,7	0,99	7,1±6,5 <sup>1,2,3,4</sup>	7,9±6,4 <sup>1,2,3,4</sup>	0,79		

Tabla 18: Número de apoyos en la realización de la prueba de equilibrio de hombres y mujeres de Brasil y España. ( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Como vemos, los datos aquí son más difíciles de sistematizar, pues en los varones brasileños aparecen diferencias del grupo 1 y 2 respecto de los grupos 3 y 4, mientras que en los españoles es únicamente el grupo 5 que presenta diferencias con el resto de grupos. En las mujeres brasileñas es el grupo uno que presenta diferencias con el resto de grupos, y por parte de las mujeres españolas son los grupos 1 y 5 quienes presentan diferencias con los restantes grupos y el grupo 4 con los grupos 2 y 3.

Entre los hombres y mujeres del mismo país, observamos diferencias en el grupo 2 brasileño, y en los grupos 3 y 4 españoles.

Al comparar las poblaciones brasileñas y españolas de igual edad y sexo, se aprecian diferencias en los hombres del grupo 3 y 4 y en las mujeres del grupo 1, 2 y 3.

## 5.2.6 –Sustentacion

Los resultados relativos a la prueba de Sustentación estudio se encuentran en la tabla siguiente.

<i>Sustentación (s<sup>-1</sup>)</i>								
Grupos (años)	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	53,3 ± 13,6	55,8 ± 8,5	0,33	60,0 ± 0,0	53,6 ± 14,4	0,00*		
<b>65-69</b>	52,6 ± 8,7	52,8 ± 14,3	0,93	46,7 ± 22,0	51,4 ± 16,4	0,44		
<b>70-74</b>	52,1 ± 20,4	51,6 ± 16,3	0,93	53,5 ± 15,4	48,2 ± 18,7	0,15		
<b>75-79</b>	54,0 ± 12,4	47,3 ± 18,8 <sup>1</sup>	0,14	46,0 ± 20,1	42,2 ± 20,6 <sup>1,2</sup>	0,52		
<b>≥ 80</b>	49,3 ± 7,5	39,4 ± 17,9 <sup>1,2,3</sup>	0,06	51,1 ± 13,1	47,5 ± 18,4	0,57		

Tabla 19: Tiempo de sustentación de la mancuerna en la prueba funcional de hombres y mujeres de Brasil y España.

( $\bar{x} \pm \sigma$ ).

Se perciben pocas diferencias entre los grupos, pues de hecho no las hay ni entre los grupos de hombres brasileños entre sí, ni de españoles entre sí. Entre las mujeres del mismo país, se aprecia únicamente diferencias entre las más mayores de Brasil, pues el grupo 4 presenta peores valores de sustentación que el grupo 1 y el grupo 5 también peores que el grupo 1, 2 y 3. Entre las mujeres españolas únicamente se parecían diferencias del grupo 4 respecto de los grupos 1 y 2.

Dentro del mismo país y misma franja etaria se observa diferencias únicamente dentro del grupo 1 de españoles.

Tampoco se aprecian diferencias entre Brasil y España en los diferentes grupos por edad y sexo.

### 5.2.7 –Marcha Estacionaria (TM2')

Los datos del último test de la Capacidad Funcional están registrados en la tabla 20.

<b>Marcha Estacionaria (Nº de Ciclos)</b>								
<b>Grupos (años)</b>	Brasil			España			Bra X Esp	
	<i>Intra</i>			<i>Intra</i>			<i>Inter</i>	
	H	M	Sig	H	M	Sig	H	M
<b>60-64</b>	94,5±16,9 <sup>3,4,5</sup>	92,1±17,3 <sup>2,3,4,5</sup>	0,48	108,3±28,9	107,0±21,6 <sup>3,4,5</sup>	0,89		#
<b>65-69</b>	91,8±22,7 <sup>3,5</sup>	83,3±17,1 <sup>4,5</sup>	0,08	99,2±15,0	101,6±20,0 <sup>3,4,5</sup>	0,58		#
<b>70-74</b>	73,7±19,5	77,4±15,6	0,49	94,7±29,0	93,5±24,6	0,85	#	#
<b>75-79</b>	78,3±16,4	72,7±19,4	0,27	92,9±21,2	86,0±21,7	0,27	#	#
<b>≥ 80</b>	55,6±17,2	69,1±12,1	0,11	82,2±15,4	79,0±22,2	0,67	#	

Tabla 20: Número de ciclos realizados por los mayores de Brasil y España en la prueba de la Marcha Estacionaria.

$$(\bar{x} \pm \sigma).$$

La merma funcional de esta capacidad queda manifestado al observar que los hombres brasileños del grupo 1 presenta mejores valores que los del grupo 3, 4 y 5, o los del grupo 2 mejores que los del grupo 3 y 5, cosa que no apreciamos entre los hombres españoles, pero sí en las mujeres españolas pues los grupos 1 y 2 presentan mejores valores que las de los grupos 3, 4 y 5. También las mujeres brasileñas más jóvenes, las del grupo 1, presentan mejores valores que las del resto de grupos, o las del grupo 2 mejores que las del grupo 4 y 5.

No se parecían en ninguno de los dos países diferencias entre los sexos para igual rango de edad.

También se observa que la población de hombres españoles presentan unos mejores que valores que la población de varones brasileños salvo en los grupos 1 y 2. Y las mujeres españolas presentan mejores valores que las brasileñas en los grupos 1, 2, 3 y 4.

### 5.3- ANÁLISIS CORELACIONAL

En las siguientes tablas mostramos los principales índices de correlación entre las pruebas funcionales, en la tabla 21, la de los hombres y en la tabla 22, la de las mujeres. Para esta parte, hemos agrupado a todos los hombres y a todas las mujeres.

En el caso de los hombres, entre las pruebas más relacionadas con la fuerza, observamos en el caso de varones la existencia de una correlación importante entre la fuerza de flexión del codo y la de los extensores de la rodilla (sentar y levantarse de la silla), pero no con la prueba de sustentación de un peso con el codo extendido y el brazo paralelo al suelo. También entre el sentar y levantar, con la otra prueba en la que también interviene la fuerza, pero que no se considera como prueba para evaluar la fuerza, el "*Up and Go*".

En lo relativo a las pruebas de evaluación teórica de la flexibilidad, observamos que no existe correlación entre el nivel de flexibilidad de los miembros superiores con la de los miembros inferiores.

En las pruebas más relacionadas teóricamente con el componente aeróbico, observamos una correlación importante entre la prueba de "*Up and Go*" y la de la Marcha estacionaria (TM2').

La prueba del equilibrio correlaciona con todas las pruebas en las que intervienen las extremidades inferiores, y con la de la de flexión del codo, pero no de flexibilidad de los miembros superiores.

<i>Correlaciones entre las pruebas de la Capacidad funcional – Hombres</i>							
	Sentar y Levantar	Flexión de Codó	Flexibilidad MSSD	Flexibilidad MIID	TM2'	UP-GO	Sustentación
Sentar y Levantar							
Flexión de Codó	,567**						
Flexibilidad MSSD	-,245**	-,317**					
Flexibilidad MIID	,320**	,278**	-,090				
TM2'	,549**	,562**	-,108	,261**			
UP-GO	-,427**	-,443**	,239**	-,389**	-,414**		
Sustentación	,038	,059	,216**	,027	,048	-,062	
Equilibrio	-,206**	-,366**	,060	-,235**	-,318**	,501**	-,086

Tabla 21: Correlación entre las pruebas de la capacidad funcional en los hombres Brasil-España

\*. Correlación Significativa  $p \leq 0.05$ .

\*\* . Correlación Significativa  $p \leq 0.01$ .

En el caso de las mujeres, el comportamiento en las correlaciones es similar al de los hombres, pero hay algunas diferencias que merecen ser resaltadas en este capítulo, tal es el caso de la correlación entre las flexibilidad de los miembros inferiores y superiores, que no observábamos en los varones.

También es diferente en las mujeres las correlaciones de la prueba de sustentación con el resto de pruebas funcionales (salvo la flexibilidad de los miembros inferiores), correlaciones que no se apreciaban en el grupo de hombres.

<i>Correlaciones entre las principales pruebas de la Capacidad funcional - Mujeres</i>							
	Sentar y Levantar	Flexión de Codó	Flexibilidad MSSD	Flexibilidad MIID	TM2'	UP-GO	Sustentación
Sentar y Levantar							
Flexión Codo	,481**						
Flexibilidad MSSD	-,098**	-,005					
Flexibilidad MIID	,349**	,262**	-,290**				
TM2'	,500**	,463**	-,072*	,311**			
UP-GO	-,459**	-,405**	,109**	-,357**	-,438**		
Sustentación	,082*	,302**	,153**	-,022	,237**	-,192**	
Equilibrio	-,244**	-,238**	-,067*	-,132**	-,334**	,316**	-,141**

Tabla 22: Correlación entre las pruebas de la capacidad funcional en las mujeres Brasil-España

\*. Correlación Significativa  $p \leq 0.05$ .\*\*. Correlación Significativa  $p \leq 0.01$ .

# Discusión

---



## 6 – DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación de la Capacidad Funcional de las personas mayores en este estudio, son analizados y discutidos en el presente capítulo y se establece su relación con otros datos encontrados en la revisión bibliográfica.

### 6.1-COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA

La muestra de nuestro estudio estuvo formada predominantemente por mujeres constituyendo el 85% de la muestra total evaluada, de estas mujeres el 61,7% son de España. Según Lustosa et al. (2011) en todo el mundo, tenemos un número más elevado de mujeres mayores en relación a los hombres. Y esa diferencia aumenta con la edad: la proporción de género es de 118 mujeres para cada 100 hombres en el rango de edad 65-69 años y de 141 para cada 100 en el grupo de 80 años o más.

La edad mínima para participación en este estudio fue de 60 años, el criterio de elección de esta edad fue debido a la definición de la Organización Mundial de la Salud (2011) y de la Constitución Brasileña (1988) para población mayor, donde afirma que el punto de la mayor edad cronológica, en el ciclo de la vida humana es definido a partir de los 60 años en los países en desarrollo y empieza a los 65 años en las personas de los países desarrollados, por tener mejores condiciones de vida y por lo tanto mayores expectativas de vida. Sin embargo, el envejecimiento no empieza repentinamente a los 60 años, sino que consiste en la acumulación de interacciones de procesos sociales, biológicos y del comportamiento en el transcurrir de la vida humana.

La edad media de las mujeres evaluadas en la España fue de  $69,3 \pm 5,9$  años y de los hombres  $72,2 \pm 6,2$  años, en las mujeres brasileñas tuvimos una media de  $67,5 \pm 6,5$  años y para los hombres de Brasil  $69,9 \pm 6,7$ , valores próximos a los encontrados en gran parte de los estudios con mayores (Lustosa et al., 2011; Aire et al., 2010; Poliakov y Tomaravskaia, 2011). Pero esta diferencia entre las edades de las muestras carecen de importancia pues los datos han sido tratados por franjas etarias.

---

## 6.2- CINEANTROPOMETRIA

Aun que diversos métodos pueden ser utilizados en la caracterización de la distribución del tejido adiposo, los métodos más precisos tales como la tomografía computadorizada y la resonancia magnética son de alto costo y de difícil ejecución, de modo que la antropometría ha sido muy aplicada para ese fin, por medio de la construcción de índices antropométricos de fácil medida y de bajo precio (Taylor et al., 2010). Las variables antropométricas descritas en este estudio son comúnmente utilizadas en investigaciones antropométricas sean en poblacionales generales (Kuczmarski, Kuczmarski y Najjar, 2000; Santos et al., 2000; Barbosa et al., 2005; Pimentel et al., 2010) como en grupos específicos de población anciana (Derby et al., 2006; Locher et al., 2007; Lisko et al., 2011).

Discutiremos a continuación las variables cineantropométricas observadas en la muestra investigada.

### 6.2.1 – Masa Corporal, Talla e IMC

Una de las alteraciones más evidentes que se produce con el aumento de la edad cronológica es el cambio en las dimensiones corporales. En el proceso del envejecimiento ocurren alteraciones principalmente en la talla, peso y en la composición corporal. Por ejemplo en la reducción de la cantidad de agua, el aumento de la grasa y la disminución de la masa esquelética (Frontera et al., 1991, Silva et al., 2006). Además de la influencia genética en el peso y en la talla de los individuos, otros factores como la dieta, la actividad física, factores psicosociales o la presencia de enfermedad, están involucrados en las alteraciones en los cambios durante el proceso del envejecimiento (Matsudo et al., 2000).

La masa corporal es un dato muy variable, aún más cuando nos referimos a la personas mayores donde existen varios factores relacionados con el envejecimiento que pueden interferir en la pérdida o ganancia de peso, como son la sarcopenia (Waters y

Baumgartner, 2011), la presencia de enfermedades crónicas (Fielding et al., 2011), hábitos alimentares, muchas veces perjudicados por la pérdida de la dentición, o la disminución de la capacidad funcional (Berger y Doherty, 2010).

El valor medio obtenido en la muestra de las mujeres analizadas en lo referente a la masa corporal fue superior a los obtenidos en Santos y Sichieri (2005) en un estudio sobre el IMC y valores antropométricos en adultos mayores brasileños. La masa muscular es el componente corporal que corresponde a aproximadamente, el 35% del peso corporal total de adultos jóvenes y con el envejecimiento ocurre una reducción de hasta un 40 % de la masa muscular (Doherty, 2003; Gobbo et al., 2012), pudiendo ser, esta disminución, la principal responsable de estos resultados. En el presente estudio, fueron encontradas diferencias significativas entre los grupos 1- 4, 1-5 y 2-5, valores que demuestran una pérdida de 12%, 14,5% y 14% respectivamente en la masa corporal de las mujeres de Brasil. El incremento del peso corporal, generalmente tiene inicio alrededor de los 45 hasta los 50 años, estabilizándose a los 70 años, cuando empieza a disminuir hasta los 80 años (Matsudo et al., 2000), hecho que puede justificar la disminución ocurrida en la masa corporal con el aumento de los años.

También fueron observadas que los hombres brasileños son más pesados que las mujeres. Resultados que pueden ser razonados teniendo en cuenta que, la masa corporal refleje la suma entre la masa de grasa y la masa libre de grasa compuesta por músculos, huesos y órganos vitales (Böhme, 2000), y que con el envejecimiento ocurre una disminución en la masa ósea principalmente en las mujeres, debido a una mayor prevalencia de osteoporosis después de la menopausia (Frontera et al., 1991, Silva et al., 2006), además que los hombres probablemente tienen una mayor cantidad de masa muscular, y que estos, de esta muestra eran más altos.

Pasando a los mayores de España, los hombres del grupo de mayor edad presentó valores significativamente inferiores en la masa corporal cuando fueron comparados con los grupos más jóvenes, presentando hasta un 21% a menos en la masa corporal, hecho éste que puede ser comprendido pues, después de los 80 años ocurre una mayor pérdida de peso asociada a numerosos factores como la pérdida de la masa

magra, disminución en la cantidad de agua en el cuerpo o pérdida de masa ósea. Ya en el grupo de las mujeres la diferencia con el grupo de mayor edad no sobrepasó el 10%.

Diferencias significativas fueran encontradas también en las mujeres de España entre los grupos de edades más extremos entre sí (1-4, 1-5, 2-4 y 2-5). Según Woo et al., (2011), la pérdida de peso asociada al envejecimiento parece ser un importante problema de salud pública, ya que la disminución de la masa corporal está directamente relacionada al síndrome de la fragilidad en personas de mayores (Silva et al., 2006), confiriendo un mayor riesgo de caídas, fracturas, incapacidad, dependencia y hospitalización. Como se ha mostrado en los resultados, el grupo 2 y 3 presentan diferencias significativas entre las mujeres y hombres de España, al igual en la población de Brasil. En un trabajo longitudinal sobre la composición corporal en personas mayores realizado por Woo et al., (2011), se ha presentado valores similares a los encontrados en nuestro estudio, reforzando los resultados de que los hombres cuando se comparan con mujeres con el mismo rango de edad, presentan mayor masa corporal.

En la comparación de la masa corporal entre los países solamente las mujeres mayores de 75 años presentaron diferencias significativas, los resultados apuntan valores inferiores en el peso en las mayores brasileñas. Según Woo et al. (2011), los cambios en el peso relacionados a la edad parece se producir incluso en la ausencia de enfermedades y están asociados con la mortalidad y la disminución de la capacidad funcional. Así, la promoción de intervenciones de un estilo de vida dirigido a mantener el peso de las personas mayores se torna significativa en el mantenimiento de la salud y calidad de vida en esta población. En este contexto, creemos que las mujeres españolas debido a las mejores condiciones en que viven consiguen mantener el peso corporal por más tiempo que las brasileñas, beneficiándose con una mayor independencia funcional y calidad de vida relacionada a la salud.

No obstante la comparación aislada de la masa corporal, no resulta muy útil, pues la talla también es un factor que influye en la misma. Por ello después de comentar a continuación la talla, comentaremos el IMC que parece más interesante a la hora de comparación entre poblaciones diferentes.

Según Masurani et al., (2011), la pérdida de la talla con la edad, es el resultado de factores como la osteoporosis, las fracturas vertebrales, la degeneración del disco intervertebral así como la osteoartritis de la columna, de la cadera o de las rodillas. También interviene, además influyen en la pérdida de la talla, la pérdida de fuerza de los músculos lumbares (Sornay-Rendu et al., 2004).

Gran parte de los estudios realizados con personas mayores observan la disminución en la talla con el pasar de los años (Launer et al., 1994; Woo et al., 2011, Lisko et al., 2011). Sin embargo tanto los hombres como las mujeres de Brasil no presentaron diferencias estadísticas en relación a disminución de la talla al largo del envejecimiento. En el estudio de Lisko et al. (2011), fueron presentadas diferencias de hasta 1,5% entre el grupo de hombres de 60-64 años y en el grupo que poseían edad por encima de los 80 años; en las mujeres esta disminución fue aún mayor llegando a un 3,3 %. Sin embargo, cuando comparamos la talla de los hombres frente a la de las mujeres, todos los grupos presentaron diferencias significativas. Son datos parecidos a los observados por Barbosa et al. (2005<sub>b</sub>), en un estudio antropométrico realizado con personas mayores en la ciudad de Sao Paulo - Brasil. Según Matsudo et al. (2000), los efectos de la edad en la disminución de la talla parece manifestarse más rápidamente en las mujeres que en los hombres, debido especialmente, a la mayor prevalencia de osteoporosis después de la menopausia.

En la mujeres españolas, la talla presentó una tendencia a la disminución en el valor medio con el avanzar de la edad, como lo descrito por Lisko et al. (2011). Diferencias entre los sexos en los mayores evaluados en España fueron observados entre los grupos 2, 3 y 4 donde los hombres presentaron valores superiores al de las mujeres, resultados que van de encuentro a los estudios del mismo autor.

La población brasileña, tanto hombres como mujeres, es en general más alta que la española, diferencia difícil de atribuir a uno o varios factores, pues no hemos realizado estudios genéticos y óseos como recomiendan Masurani et al. (2011), y Matsudo et al. (2002), pero es de suponer que la principal explicación sea la genética si bien, que no se puede desechar la influencia de la situación de dificultad económica en

la España de la postguerra cuando la población por nosotros estudiada estaba en pleno auge de crecimiento físico.

Mucho más interesante que el peso o la talla de manera aislada, es la relación entre ambos, pues el Índice de Masa Corporal (IMC), que al igual que el índice Cintura-Cadera, son predictores de riesgos de enfermedades cardíacas y degenerativas. En la literatura científica se marcan límites para clasificación de peso normal y obeso. Dentro de estos, el Índice de Masa Corporal (Índice de Quetelet), que es definido como ( $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{Talla}^2 \text{ (m)}$ ) (Keys et al., 1972), cuando su valor es inferior o igual a 20,0  $\text{kg/m}^2$  se define como peso inferior al normal; entre 20,1 y 25,0  $\text{kg/m}^2$  como peso normal; 25,1 y 30,0  $\text{kg/m}^2$  como exceso de peso y un valor por encima de 30,0  $\text{kg/m}^2$  es clasificado como obesidad (Poliakov y Tomaravskaia, 2011).

En nuestro estudio hemos encontrado que la población brasileña tanto los varones como las mujeres presentaron valores de IMC más saludables que de la población española, de hecho en general están más cerca del límite alto de la normalidad. Sin embargo la población española presenta un IMC, en general, más alto, de hecho muy cercano al límite alto del sobrepeso, e incluso el grupo de las mujeres entre los 65 y 69 años, podría ser clasificado como de obeso.

No obstante se ha de considerar que el IMC presenta sus limitaciones ya que mide la masa total de un individuo y no diferencia la masa magra de la masa grasa, lo que hace que el IMC sea un método que debe ser adoptado con cierta cautela cuando las evaluaciones son hechas con mayores, una población que sufre grandes alteraciones en la masa magra debido la sarcopenia y también está sujeta a disminución en la talla como hemos comentado (Waters y Baumgartner, 2011), hechos que pueden distorsionar la interpretación de este índice.

Dentro del mismo sexo y país, podemos observar que en general en la población mayor no tiende a observarse diferencias en el IMC entre los diferentes grupos de edad de los mayores.

Un estudio, planificado desde el Observatorio de Salud Pública de la consejería de Sanidad de la Junta de Castilla y León (García et al., 2011), que estudia la obesidad en la población de Castilla y León pone de manifiesto una afirmación que justificaría los altos niveles de sobrepeso: "la alta prevalencia de la obesidad podría relacionarse con el hecho de que ni la población ni los profesionales de la salud consideren la obesidad como una enfermedad, sino un factor de riesgo de límites imprecisos más relacionados con la estética que con las medidas antropométricas".

Según Kimyagarov et al. (2011), el IMC es un parámetro clave en la evaluación del estado nutricional de las personas mayores, más no refleja cambios importantes en la composición corporal. La pérdida de la talla, la disminución de masa magra e el aumento la de grasa corporal asociados al envejecimiento pueden subestimar los resultados del IMC y su relación con los riesgos de mortalidad (Waters y Baumgartner, 2011). No obstante, se observó en los estudios de Bahat et al. (2012), que los mayores con índices más altos de IMC presentan mejores estados funcionales, además, hubo una relación inversa entre el IMC y el estado nutricional. De manera que IMC no es, probablemente, un buen indicador de obesidad y tan poco es recomendado para evaluación del estado nutricional cuando trabajamos con la población mayor.

#### 6.2.2- Cintura, Cadera e ICC

Una gran cantidad de evidencias sugieren, que la adiposidad abdominal es el predictor más importante de riesgo de enfermedades cardiovasculares. Los mecanismos que justifican la relación de la grasa abdominal y los riesgos de desarrollar estas enfermedades todavía no son completamente comprendidos, aunque se cree que uno de los componentes de la grasa abdominal – el tejido adiposo visceral, que es un poderoso activo metabólico – juega un papel clave en esta relación (Taylor et al., 2010).

Tiempo en vista los valores medios presentados en la circunferencia de la cintura de los participantes de nuestro estudio, podemos afirmar que según las referencias de "*American Heart Association*" (2005), la población brasileña tanto los varones como las mujeres, se presentan más saludables que la población española, de

hecho que el grupo español en general demostró valores por encima de los considerados seguros del riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares e/o Diabetes mellitus tipo II (en hombres valores  $\geq 102$  cm y en mujeres  $\geq 88$  cm). Sin embargo, las mujeres brasileñas mismo muy cerca del límite seguro (salvo el grupo 70-75 años que presentó valores normales) también se encuentran en el grupo de riesgo de la síndrome metabólica.

Las españolas presentaron un aumento acentuado en la circunferencia de la cintura a partir de los 65 años. Los cambios relacionados con el acumulo de la grasa visceral asociada al proceso del envejecimiento pueden ser afectadas tanto por la cantidad inicial de tejido adiposo como por el aumento de la masa corporal (Pounder, et al., 1998). Además de la genética, cambios en la alimentación, la disminución del nivel de actividad física y en las tasas metabólicas en reposo relacionados con la edad (Matsudo et al., 2000), podrían ser responsables por la gran centralización de la grasa en la región abdominal presentado en las mayores españolas.

Por ultimo en las variables antropométricas tenemos el ICC, que demostraron que lo hombres brasileños manifestaron valores dentro de aquellos considerados límites superiores de normalidad, diferente de las brasileñas que presentaron valores superiores a los establecidos en la literatura. Diferencias entre los sexos también fueron comprobadas en el grupo de españoles, sin embargo en los españoles, hombres y mujeres presentaron valores de riesgo en la salud. Hallazgos que corroboran con Velásquez-Meléndez et al. (1999), en que las mujeres presentaron mayor centralización de la grasa abdominal y un mayor ICC respecto a los hombres. Las transformaciones en el acumulo de grasa visceral o subcutáneas relacionadas a la edad parecen ocurrir de manera diferente entre hombres y mujeres y como ya expuesto anteriormente las características genéticas son los principales factores responsables por la centralización de esta grasa (Pounder et al., 1998; Matsudo et al., 2000), donde en las mujeres se distribuí principalmente en la mitad inferior del cuerpo, particularmente en la región de los glúteos y coxas, mientras que en los hombres existe un acumulo mayor en la parte superior del cuerpo, además en el abdomen (Börntörp, 1991; Matos et al., 2000). Creemos que el número menor de hombres a respecto a las mujeres en nuestro estudio también podría implicar en estas diferencias.

Los españoles de manera general presentaron mayores índices cuando comparados al grupo brasileño. Según los últimos datos de la Encuesta Europea de Salud de 2009, publicada por el Instituto Nacional de Estadística (INE, 2009), unos seis millones de españoles mayores de 18 años (un 16%) tienen problemas de obesidad. Así mismo, hubo un crecimiento de un 2% respecto al último año. En referencia al sobrepeso, se calcula que alrededor del 40% de la población adulta sufre exceso de peso. Dicha investigación, mismo no siendo hecha con personas mayores, apuntó datos que parece justificar los resultados encontrados en nuestro estudio, además, Palacios et al. (2011), afirman que 40% de la población mayor de España son sedentarios. Eyler et al. (2003), Varo et al. (2003), relatan que el sedentarismo, combinado con otros factores de riesgos, contribuí para la ocurrencia de un conjunto de enfermedades crónicas, como: diabetes, osteoporosis, cáncer de colon, de pulmón y de próstata, sobretodo, enfermedades cardiovasculares.

Contrariando nuestra posible justificativa, encontramos en el estudio de Lima et al., (2001) la prevalencia de sedentarismos en ancianos brasileños de un 79,5% en Bambuí, una ciudad localizada en la misma región (Minas Gerais), donde fueran realizadas las evaluaciones del presente estudio. También observamos en la literatura, altos valores de sedentarismo en otras ciudades de Brasil como: Campinas (São Paulo) - 70,9 % (Zaitune et al., 2007), y Salvador (Bahia) – 77,7% (Pitanga y Lessa, 2005). Por lo tanto, es de se destacar, que los niveles de sedentarismo en España son muy inferiores a los encontrados en Brasil y no podrían justificar los resultados encontrados en la relación del Índice-Cintura-Cadera entre los dos países, el que nos hace creer, que la genética más una vez podría ser la responsable por estés hallazgos.

Así, conviene reseñar que cada población debiera tener unos marcadores de grasa abdominal propios, pues varios trabajos (Locher et al., 2007; Lisko et al., 2011), han mostrado que hay diferencias entre distintos grupos de población, así como variaciones con la edad.

---

### 6.3 – CAPACIDAD FUNCIONAL

Al hablar de la condición física de la población mayor, nos referimos a la capacidad que presentan para desarrollar las actividades normales de la vida diaria, íntimamente relacionada con el concepto de funcionalidad (De Souza Santos et al., 2011). A pesar de que hace muchos años que se habla de la trascendencia de la funcionalidad sobre la salud y la enfermedad, no fue hasta los años 50, cuando se reconoció su importancia, a medida que crecía el número de personas mayores y discapacitadas, y que aumentaba la incidencia de enfermedades crónicas (Katz y Stroud, 1989). Rikli y Jones (2001), definieron el concepto de condición física funcional como " la capacidad física para desarrollar las actividades normales de la vida diaria de forma segura e independiente sin fatiga excesiva ".

Reconociendo la importancia de la funcionalidad para las personas de edad avanzada y considerando la capacidad funcional como uno de los grandes marcadores de la salud en esta población, además de ser de vital importancia para la calidad de vida de las personas, la hemos estudiado teniendo presente que los componentes principales de la condición física son: la flexibilidad, la resistencia cardiorespiratoria, la coordinación-agilidad, el equilibrio, la fuerza y resistencia muscular (Kell et al., 2001).

#### 6.3.1 – Flexibilidad

La flexibilidad es el grado de movimiento articular, es decir la amplitud de una o varias articulaciones en la realización de tareas específicas (ASCM, 1998). Algunos estudios apuntan para la importancia de la flexibilidad en la realización de las tareas diarias, así como la necesidad de mantenerla en niveles adecuados durante el proceso del envejecimiento (Alves et al., 2004). Tal habilidad tiende a deteriorarse, entre otros motivos, por la rigidez de los tejidos conjuntivos y por el acortamiento muscular facilitado por la disminución del ejercicio físico realizado (Lipschitz, 1994). Los cambios en la flexibilidad con el avanzar de la edad son el reflejo de la disminución de la movilidad articular (45,9%) y especialmente, de la elasticidad muscular (54,1%) (Dantas et al., 2002).

El colágeno, uno de los componente principales del tejido conectivo, se vuelve más denso con el paso de los años, revelándose al mismo tiempo, una disminución de la elastina (Dantas et al., 2002), y la calcificación del cartílago y de los tejidos circundantes va aumentando, surgiendo una tendencia al acortamiento de los músculos, y al desarrollo de la artritis, que intensifican la restricción de los movimientos articulares y reducen la elasticidad de las articulaciones y de las estructuras como la columna vertebral (Messier et al., 1992; Dantas et al., 2002)

La pérdida de la movilidad en la cadera, en la rodilla, en el tobillo y en la columna vertebral, asociada con la reducción del control de los movimientos corporales necesarios para el mantenimiento del equilibrio, causan cambios en el patrón de la marcha del mayor y errores en la selección de las respuestas musculares en caso de un desequilibrio, lo que aumenta la probabilidad de caídas (Guimarães y Farinatti, 2005).

Nuestros datos muestran una clara tendencia a la disminución de la flexibilidad de los miembros superiores a medida que transcurren los años, tendencia mucho más clara en las mujeres, tanto en las brasileñas como las españolas. En los hombres esta tendencia es menos acusada, en la misma línea que los datos publicados por Dantas et al. (2002), Collins et al. (2004), o De Souza Santos et al. (2011).

Los hombres españoles demostraron una pérdida de la flexibilidad de los miembros superiores a la media que pasaban los años, pérdida de hasta un 55%, sin embargo en las mujeres españolas se observó una disminución aún mayor, de un 94% con el avanzar de la edad, datos que coinciden con Spirduso (1995), que comparando la flexibilidad entre individuos de 55 a 85 años, veían que las mujeres tenían una mayor pérdida de la amplitud articular.

Cuando comparamos los valores entre los sujetos del mismo sexo y franja etaria dentro de cada país, observamos que en general no hay diferencia entre los hombres y las mujeres, si exceptuamos el grupo 2. Aunque no podemos dejar de considerar la diferencia del tamaño muestral de hombres y mujeres en nuestro estudio, pudiendo ser un hecho limitador para la comparación entre sexos.

Algunos estudios muestran el efecto positivo que sufre la flexibilidad de los miembros superiores en programas de ejercicio físico, como en el estudio de Alves et al. (2004), en el que tras 3 meses de clases de hidrogimnasia se observaron mejoras en este parámetro. Estos hechos refuerzan la idea de la importancia de la práctica de ejercicios físicos ya que además de combatir el sedentarismo, contribuyen de manera significativa en el mantenimiento y mejora de la flexibilidad en el adulto mayor.

Nuestros resultados muestran claramente una diferencia en esta cualidad entre las poblaciones de los dos países, en cualquier rango de edad y a cualquier edad. De hecho nuestra muestra brasileña presentó niveles mucho mejores que la población española. Además, las alteraciones observadas en las estructuras corporales que involucran la flexibilidad también están relacionadas con los niveles de actividad física (Garatachea et al., 2009), lo que nos permite hipotetizar que las actividades desarrolladas por los mayores de Brasil podrían producir un efecto protector frente a la disminución de la flexibilidad en el caso de los miembros superiores pero no puede pasar de ser una hipótesis pues, por el momento, desgraciadamente no hemos evaluado el nivel de actividad física de las personas de nuestra muestra.

Pasamos ahora a la flexibilidad de los miembros inferiores, relacionados directamente con la movilidad articular de la cadera y de las charnelas dorsolumbar y lumbosacra. Diversos investigadores (Heyward, 1991; Shephard et al., 1990; Jones et al., 1998), afirman que la disminución de la flexibilidad de la cadera está asociada a dolores en la región lumbosacra, a desvíos posturales y a la susceptibilidad para las lesiones músculo esqueléticas. Además de estos efectos deletéreos, la pérdida de la flexibilidad de la cadera, puede limitar significativamente el desempeño funcional en las actividades de la vida diaria (Pollock et al., 1998), como vestirse, caminar, subir escaleras, subir/bajar del autobús y entrar en la bañera (Shephard et al., 1990).

La flexibilidad de la cadera, representada principalmente por la flexibilidad de los isquiotibiales y paravertebrales (Adams et al., 1999) presenta en nuestra muestra una tendencia a disminuir con los años y al igual que afirma Shephard et al. (1990), encontramos una mayor pérdida en el grupo de los 80 años.

Entre los sexos, se describen diferencias en la flexibilidad (Rikli y Jones, 2001), si bien que nosotros no hemos encontrado diferencias consistentes; en la muestra brasileña únicamente en el grupo 1, y en la población española en los grupos 2 y 3. Estas diferencias no son fáciles de explicar, pues no son como decimos consistentes, parece deberse más a una diferencia casual, pues no somos capaces de explicar, basados en nuestros datos o en los de la bibliografía consultada, por qué aparecen diferencias en unos grupos y no en otros.

Entre los grupos etarios de los dos países del mismo sexo, es de resaltar que las mujeres españolas presentan mejores índices de flexibilidad en los miembros inferiores. En los varones, aunque algo menos claro, esta diferencia tiende a mostrarse con similar intensidad. Si atendemos a lo que Rikli y Jones (2010) afirman, los valores de la población española en esta variable, se encuentra por encima de los valores normales, mientras que la población femenina brasileña está dentro de los valores normales y los hombres brasileños, están por debajo de los valores propuestos como normales, e incluso atendiendo a la flexibilidad podríamos etiquetarlos como de riesgo para presentar discapacidad funcional (Rikli y Jones, 2001).

Resulta llamativo, que en lo que respecta a la flexibilidad de la extremidad superior la población brasileña, tanto la masculina como la femenina, presentaba mejores índices que la española, pero en lo referente a la extremidad inferior es justo al contrario y además esta diferencia es más acusada. Si consideramos que en general la flexibilidad en las personas dentro de las diferentes articulaciones, en ausencia de patologías localizadas, es simétrica, no se explica esta diferencia en la flexibilidad de las extremidades superiores y de las inferiores, salvo que este test no mida la flexibilidad como cualidad física, sino otros aspectos en los que además de la movilidad articular, intervengan hechos como las diferentes proporciones entre los segmentos superiores e inferiores. Tal vez, y no tenemos datos suficientes para confirmarlo, las diferencias raciales entre la población española y la población brasileña, mucho más mestiza, en lo referente a las diferentes proporciones de los segmentos corporales expliquen estas diferencias.

Los hombres españoles presentaron una disminución de hasta 12 centímetros entre el grupo 1 y el grupo 2, presentando nuevamente en la edad más avanzada (grupo 5) un descenso aún más importante. Resultados que corroboraron con Shephard y Berridge (1990), que afirman que, la flexibilidad disminuye de un 20% a un 30% de los 20 a los 70 años, y sufre un mayor aumento en este porcentual después de los 80 años. Shepard et al. (1990), afirman que durante una vida activa, los adultos pierden de 8 a 10 cm de la flexibilidad en la región lumbar y en la cadera, cuando medido por el test de sentar y alcanzar.

Nuestro grupo de hombres de España revelaron resultados compatibles a los mayores más activos del estudio de Garatachea et al. (2009). Del mismo modo, se confrontamos los resultados de nuestras españolas ( $11,33 \pm 8,84$  cm), con los valores encontrados en las mujeres independientes más activas ( $1,6 \pm 8,1$  cm), expuestos por Garatachea et al. (2009), es fácil percibir que las españolas por nosotros evaluadas presentaron mejores niveles de flexibilidad cuando sometidas al test de sentar y alcanzar.

Entre el grupo de España, observamos que los hombres presentaron valores significativamente inferiores a los resultados encontrados en las mujeres en el grupo 2 y 3. Resultados que se justificarían por los efectos de la inactividad física en la disminución de la elasticidad del tejido muscular y del tejido conjuntivo asociada a la edad y por el hecho de que los hombres, en la mayor edad, disponibilizaran menos tiempo de su día para la realización de actividades físicas que las mujeres, dados estos comprobados por Visser et al. (1997); De Abajo et al. (2001) y Garatachea et al. (2009). Además de estos hechos, las mujeres normalmente tienen tejidos menos densos y por eso son más flexibles que los hombres desde de la temprana edad hasta las edades más avanzadas de la vida (Dantas et al., 2002).

Otro hecho de gran importancia que podría explicar las diferencias encontradas entre los dos países, es el nivel de actividad física, componente esencial en el mantenimiento y mejora de la flexibilidad. Monteiro et al. (2003), investigaron el nivel de actividad física en el tiempo libre en las regiones Nordeste y Sul de Brasil, en un periodo de 1 año y concluyeron que la prevalencia de inactividad física en el tiempo

libre parece ser 10 veces más alta en Brasil que en los países desarrollados como Estados Unidos y los países europeos. Sin embargo, este motivo no explicaría los mejores resultados de los brasileños respecto a los españoles en el test de flexibilidad de los miembros superiores.

### 6.3.2.- Sentar y Levantar

Sentar y levantar de una silla es uno de los movimientos más incorporados en la vida cotidiana del ser humano. El acto de levantarse de una posición de sentado es una tarea que se puede tornar difícil para las personas de edad avanzadas, ya que la transición para una postura erecta requiere el desplazamiento del centro de gravedad de una postura estable para una menos estable, a través del movimiento de extensión de los miembros inferiores (Vander Linden et al., 1994; Schenkman et al., 1996).

La evaluación de esta capacidad, ha sido considerada un índice de fuerza en los extensores de la pierna (Candow et al., 2005; Kubo et al., 2007). Algunos estudios ya relataron que el desempeño en la prueba de sentar y levantar, determinado por el número de repeticiones concluidas en un determinado periodo de tiempo, se correlaciona significativamente con la fuerza/resistencia y la potencia de los músculos extensores de la rodilla (Schenkman et al., 1996; Ferrucci et al., 1997; Lord et al., 2002).

La potencia o fuerza explosiva (fuerza X velocidad) puede tener mayor relevancia de lo que la fuerza muscular absoluta para la capacidad de realizar muchas de las actividades de la vida diaria, para la independencia y para la capacidad funcional. La potencia muscular, presenta una disminución más acentuada asociada al envejecimiento que la fuerza muscular, tanto en hombres como en mujeres, lo que ha sido confirmado tanto en estudios longitudinales como en investigaciones de corte trasversal (Deschenes, 2004; Hunter et al., 2004).

Además de la fuerza y de la potencia, la preservación de la resistencia muscular representa un componente de gran importancia en el mantenimiento de la capacidad

funcional, ya que algunas reducciones en las actividades funcionales de los ancianos, parecen estar relacionadas a la incapacidad del individuo en mantener esfuerzos repetitivos, necesarios para continuar haciendo las actividades de la vida diaria (Adams et al., 2000).

Los hombres brasileños presentaron una reducción significativa en el número de repeticiones en el test de sentar y levantar en 30 segundos a partir de los 70 años y un descenso más acentuado después de los 80 años. Al utilizar un protocolo donde los individuos mayores eran estimulados a sentarse y levantarse 5 veces de una silla lo más rápido posible, Lord et al. (2002), verificaron que con el aumento de la edad los evaluados presentaron mayores valores en el tiempo de ejecución de la tarea. Según estos mismos autores, el protocolo realizado en esta prueba funcional es comúnmente usado en investigaciones clínicas y prácticas, para evaluar el desempeño de la fuerza de los miembros inferiores en personas mayores, indicando una relación del tiempo con la fuerza de las piernas. Aún sabiendo que Lord et al. (2002), utilizaron personas con edad más avanzada ( $78,9 \pm 4,1$  años) que los mayores brasileños ( $68,0 \pm 6,6$  años) en su investigación, su estudio nos ofreció datos que refuerzan los efectos del envejecimiento en la fuerza de los miembros inferiores.

Si recordamos parte de la información incluida en los antecedentes de esta memoria ha sido bien documentado que la fuerza y la masa muscular disminuyen con la edad (Lindle et al., 1997; von Haehling et al., 2010; Pillard et al., 2011). La sarcopenia es una de las principales razones para justificar la pérdida de la masa muscular y consecuentemente de la fuerza relacionada al envejecimiento. En promedio, se estima que entre el 5% y el 13% de las personas mayores, con edad entre 60-70 años están afectados por la sarcopenia. Los números aumentan de un 11% hasta un 50% para los mayores con 80 años o más (Von Haehling et al., 2010). El American College of Sports Medicine (1998), afirma que la sarcopenia es el principal hecho responsable de la reducción de la capacidad funcional en los ancianos, pues, además de disminuir la fuerza muscular, también trae consecuencias en el equilibrio, en la flexibilidad y en la resistencia aeróbica. Estas alteraciones a su vez, dificultan la realización de tareas sencillas presente en el cotidiano de las personas mayores, como caminar o levantarse de una silla.

Hemos de considerar que el test de sentar y levantar es comúnmente realizado en una silla igual para todos los individuos, independientemente del tamaño de cuerpo de los evaluados. Según Janssen et al. (2002), esto magnifica las diferencias individuales en la distancia del centro de gravedad durante la realización de la tarea. Además, la diferencia existente en la masa corporal puede conducir a diferencias mecánicas importantes en la realización de esta tarea. En otras palabras, en el mismo tiempo llevado para sentar y levantar de una silla, la fuerza y la potencia utilizadas en el test puede ser sustancialmente diferentes entre individuos de distintos pesos corporales. De acuerdo con este mismo autor, la puntuación en el test de sentar y levantar debería ser representada por la potencia media generada durante la tarea, al revés, del tiempo absoluto o del número de repeticiones. En verdad, la fuerza de extensión de las rodillas están bien correlacionada con la media de la potencia mecánica y no con el tiempo (Lindemann et al., 2003). Si bien estos autores destacan que el teste de sentar y levantar presenta ventajas, ya que puede ser fácilmente ejecutado por cualquier persona utilizando solamente una silla y un cronómetro, además de ser posible determinar la potencia desarrollada durante la prueba (Lindemann et al., 2003). Otros estudios también destacan la importancia del test de sentar y levantar para estimar la fuerza de los miembros inferiores en mayores (Schenkman et al., 1996; Ferrucci et al., 1997; Lindle et al., 1997; Lord et al., 2002; von Haehling et al., 2010).

Al igual que los resultados manifestados por los hombres, fue observado en las mujeres brasileñas una correlación negativa entre la edad y el desempeño en este test, el que indica una disminución de la fuerza de las extremidades inferiores asociadas al envejecimiento, reducciones que se tornaron más significativas a partir de los 70 años. Según las referencias de Rikli y Jones (2001), un 60% de las brasileñas de nuestro estudio presentaron valores dentro de la normalidad, resultados que estarían próximos con los hallazgos de Colins et al. (2004), que presentaron un 65% de la muestra dentro de los patrones normales, sin embargo, un 20% de su muestra poseían edad entre 50-64 años.

En el grupo español, los hombres y mujeres presentaron un descenso en la fuerza al paso de los años, mientras en las mujeres este descenso fue mucho más acentuado, especialmente después de los 70 años. Frontera et al. (2000), observaron en

ancianos, por medio de un estudio longitudinal, disminución de la fuerza entre 2,0% hasta 2,5% en los miembros inferiores. De la misma forma, Harries y Bassey (1990), detectaron una reducción de un 15% por década en la fuerza muscular durante la sexta y séptima década de la vida, y disminuciones más acentuadas, cerca de 30%, en edad más avanzadas. Hallazgos que también fueron observados en este estudio, considerando que las mayores españolas presentaron una disminución alrededor de los 25% en el número de repeticiones en la prueba funcional, y por tanto en la fuerza de los miembros inferiores, correlación que fue comprobada por diversos estudios (Schenkman et al., 1996; Ferrucci et al., 1997; Lord et al., 2002).

El grupo de españoles, tanto hombres como mujeres, presentaron valores muy superiores que los brasileños, salvo en el grupo 2 de los hombres. Segundo las clasificaciones de Rikli y Jones (2001), los españoles de manera general presentaron un número de repeticiones que los clasifican con el desempeño por encima de la media de la población de misma edad, en cuanto los brasileños presentaron valores dentro de la normalidad. Las causas de la reducción en la fuerza y potencia muscular con el envejecimiento no están ligadas solamente a la disminución de la masa muscular. Otros aspectos, como los neuronales y los ambientales, también presentan gran influencia en este proceso (Dias et al., 2006). Así, la disminución del número de unidades motoras, cambios en el sistema nervioso o alteraciones endócrinas, el nivel de actividad física, la mala nutrición o presencia de enfermedades, también son mecanismos que pueden estar envueltos en la disminución de la fuerza en el envejecimiento (Porter et al., 1995). De esta manera, nos torna difícil encontrar una única justificativa para las diferencias encontradas entre los dos países, una vez necesitaríamos de instrumentos más precisos para evaluar las pérdidas de la fuerza en los miembros inferiores de nuestros mayores, sin embargo, intervenciones para atenuar o revertir las consecuencias del proceso del envejecimiento en la fuerza muscular, principalmente en los brasileños de este estudio son de gran importancia para el manteniendo de la calidad funcional y la salud de estas personas.

---

### 6.3.3 – Flexión de Codo

El número de repeticiones que pueden realizarse frente a una resistencia es una forma de evaluar la fuerza (Oja y Tuxworth, 1995; Osness et al., 1996). La reducción de este componente de la capacidad funcional a lo largo del envejecimiento está bien descrito en la literatura (Scott et al., 2011; Mayer et al., 2011; Faulkner et al., 2007), hallazgos estos que también fueron manifestados en nuestro estudio.

Como ya vimos en el apartado anterior, en base a los resultados descriptivos obtenidos, observamos una reducción alrededor de un 40% en la fuerza de los miembros superiores en los hombres evaluados en Brasil, presentando una media de  $17,27 \pm 4,78$  repeticiones en la prueba de flexión de codo. Si contrastamos nuestros resultados con el estudio de Toraman (2005), sobre los efectos del desentrenamiento en la capacidad funcional de personas mayores, verificamos valores similares a los nuestros, cuando comparados en la fase pre-entrenamiento. Si estas comparaciones fueren hechas en el periodo post-entrenamiento, verificaríamos peores niveles de fuerza en nuestros sujetos. Continuando el análisis en el estudio de Toraman (2005), podemos percibir una disminución significativa en la fuerza de sus mayores, tras 52 semanas de desentrenamiento, valores estos, aún menores que los encontrados en el inicio del estudio y por tanto, inferiores a los nuestros.

En las mujeres brasileñas también hemos podido observar un descenso en la fuerza de los miembros superiores. Cuando hicimos la clasificación de los grupos de nuestra muestra, de acuerdo con las referencias de Riky y Jones (2001), nuestras mayores empezaron con niveles de fuerza por encima de la media en el grupo 1 y 2, normales en el grupo 3, y 4 y terminaron con alto riesgo de desarrollar dependencia funcional en el grupos con más de 80 años. Si comparamos esta disminución, entre el grupo más joven y de las mayores con más de 80 años, podemos percibir una reducción alrededor de un 48% en la fuerza del miembro superior; valores que se podrían justificar por la pérdida de masa muscular que ocurre con el aumento de la edad. Recientes estudios (Bouchard et al., 2011; Scott et al., 2011; Mayer et al., 2011), apuntan que la pérdida de la masa muscular relacionada a la edad, varía entre un 13 y 24% en adultos con hasta 60 años, y aumenta más de un 50 % en ancianos con edad por

encima de los 80 años. Como media, las mayores brasileñas hicieron  $18,99 \pm 4,58$  repeticiones, valores próximos a los expuestos en el estudio de De Souza Santos et al. (2011), sobre los efectos de la actividad física en la aptitud física de mujeres mayores también brasileñas.

Al contrastar los hombres y las mujeres de Brasil, hemos comprobado una diferencias de un 9% en el número de repeticiones realizadas en la prueba de flexión de codo en el grupo más joven de nuestra muestra. Cabría esperar que el número de repeticiones fuera mayor en los hombres que las mujeres, dado que estos son más fuertes, pero, analizando los valores encontrados, verificamos que los hombres presentaron valores inferiores al de las mujeres, si bien todas estas comparaciones resultan de valores, pues el peso movilizado (la mancuerna) no era el mismo para hombres que para mujeres como hemos señalado en la metodología. Estudios más longitudinales, que analizaron los cambios en la fuerza y en la masa muscular en poblaciones de adultos mayores (Aniansson et al., 1986; Delmonico et al., 2009), indicaron en sus resultados, que la disminución en la fuerza de los miembros superiores están alrededor de 1-4% por año y que las disminuciones pueden ser más significativas para los hombres de lo que lo son para las mujeres (Hughes et al., 2001). Además, en la bibliografía, se describe que las mujeres pueden sostener, tanto de forma continua como intermitente, durante el mismo o más tiempo que los hombres, una contracción muscular baja o de moderada intensidad (Fulco et al., 1999; Russ y Kent-Braun, 2003; Hunter et al., 2004). Estos resultados nos hacen entender que los efectos del envejecimiento en la fuerza de los miembros superiores parecen afectar más los hombres que las mujeres. Si bien estas afirmaciones solamente podrían ser comprobadas tras a la evaluaciones más directas realizadas con DEXA o con resonancia magnética, evaluaciones que no fueron objeto de nuestro estudio.

Las mujeres españolas, así como las brasileñas, presentaron una correlación negativa entre el número de flexiones de codo y el aumento de la edad. Si recordamos en el apartado antecedente, la pérdida de fuerza relacionada al envejecimiento, al menos en teoría, podría ser explicada por la disminución de la masa muscular, por modificaciones de la capacidad de contracción del músculo o por alteraciones neuronales (Frontera et al., 1988). Sin embargo, la reducción de la actividad física con

el paso de los años, además del envejecimiento, también es en uno de los hechos que podrían explicar la reducción de la fuerza con la edad. Un hecho, que podría demostrar esta afirmación, es la presencia cada vez menor en el número de participantes en los grupos de nuestro estudio a la medida que aumentaba los rangos de edad.

En el estudio de Collins et al. (2004), un 69,2% de la muestra presentó valores normales en la fuerza de los miembros superiores utilizando el test propuesto por Rikly y Jones (2001). En nuestro estudio podemos afirmar con claridad, que un 100% de nuestra muestra presentó valores por encima de la media, siguiendo los mismos patrones de referencia. Garatachea et al. (2009), que relacionó la actividad física, la capacidad funcional y el bien estar en persona mayores de España, presentó en sus resultados valores de  $20,82 \pm 4,9$  en el teste de flexión de codo realizado en la señoras independientes consideradas más activas de su estudio, valores estos, similares cuando comparados a los presentados en las mujeres españolas de nuestro estudio. Por tanto, nosotros creemos que la actividad física realizada por las españolas de mayor edad parece ser suficiente para conservar buenos niveles de fuerza en los miembros superiores, mismo ocurriendo pérdidas en este componente de la capacidad funcional con el paso de los años, haciendo con que estas personas tengan la capacidad de realizar las actividades de la vida diaria y mantener su calidad de vida.

Al comparar españoles y brasileños de ambos los sexos, hemos verificado diferencias en todos los grupos, salvo el grupo 2 de los hombres. Además, cuando hemos analizados los valores presentados en la prueba, verificamos que los españoles, tanto hombres como mujeres, presentaron mejores niveles de fuerza que el grupo de brasileños. Cabe destacar que, mismo esa pesquisa siendo se conducido con ancianos residentes en la zona urbana, los pueblos localizados en la Provincia de León, tienen características peculiares, algunas típicamente rurales, donde sus moradores parecen presentar un mayor nivel de actividad física laboral, debido a las actividades desarrolladas en el campo, colaborando así, para un mantenimiento de la fuerza en los miembros superiores, factores estos que podrían explicar las diferencias encontradas entre los dos países.

---

### 6.3.4 – Timed Up-and-Go

La agilidad, es una variable neuromotora, caracterizada por la capacidad de realizar cambios rápidos de dirección, sentido y desplazamiento del cuerpo (Martin et al., 2008). Esta capacidad física es muy utilizadas en las actividades cotidianas de las personas mayores, como transitar desviándose de otras personas y obstáculos por la calle, caminar cargando objetos o andar rápidamente en casa para cojer el teléfono. De esta manera la agilidad también se establece como punto fundamental de la evaluación funcional de las personas de edad avanzada, pues está relacionada con las actividades de la vida diaria e íntimamente con la probabilidad de caídas y, por esta razón su disminución tiene un impacto negativo en la capacidad funcional del adulto mayor (Camara et al., 2008).

El test Up-and Go (TUG), ha sido ampliamente utilizado para realizar la evaluación de la capacidad física de los ancianos (Bohannon et al., 2005; Morris et al., 2001; Camara et al., 2008). Según Lamoureux et al. (2003), el desempeño en el test de agilidad está afectado por el tiempo de reacción, la fuerza muscular de los miembros inferiores, el equilibrio y la facilidad de la marcha. La cualidad de este movimiento dependerá de la agilidad que el individuo tiene, añadida a la habilidad de mantenerse en equilibrio, debido los cambios en el centro de gravedad (Martin et al., 2008).

Observando los resultados de nuestro estudio, hemos percibido un aumento en el tiempo de ejecución de la tarea propuesta en el test Up-and Go con el paso de los años. Teniendo en cuenta, que los grupos que presentaron mayores tiempos, tenían peores desempeños en la prueba, podemos afirmar que hubo un descenso más acentuado en el nivel de agilidad, a partir de la decima sétima parte de la vida. Un buen nivel de agilidad depende, como ya se ha expuesto anteriormente, de otras capacidades físicas como la fuerza muscular, la flexibilidad y la velocidad (Lamoureux et al., 2003; Martin et al., 2008). Sabiendo que estos componentes sufren una reducción con la edad, (Lamoureux et al., 2003), y que los participantes de nuestros estudio, presentaron un descenso en la fuerza y en la flexibilidad, a lo largo del envejecimiento, era de se esperar que la agilidad también sufriera alteraciones, ya que ésta es añadida a los demás componentes de esta capacidad funcional.

En un estudio realizado por Minges et al. (2011), en un grupo de mayores de edad por encima de los 60 años, presentaron una media de  $6,4 \pm 1,6$  segundos para realización del test de agilidad, a la vista de estos datos, podemos concluir que los mayores brasileños de nuestro estudio presentaron niveles más bajos de agilidad ( $7,04 \pm 1,75$  seg) que los presentados por Minges et al. (2011). Sabiendo que la aptitud funcional de una forma general, y la agilidad de forma especial, son dependientes del nivel de varias capacidades físicas y habilidades motoras (Camara et al., 2008), nos parece difícil encontrar una única justificación para estos hallazgos. De esta manera creemos que otros hechos como la flexibilidad, la velocidad de reacción o el equilibrio estático podrían contribuir a estas diferencias.

Las mujeres brasileñas, presentaron una disminución en el desempeño en la prueba de agilidad con la edad. Sin embargo los descensos más visibles se pasaron aun más temprano que en los hombres; en el grupo de 70-74 años.

En un estudio realizado por Almeida et al. (2010), en mujeres mayores también brasileñas, practicantes de actividad física en dos modalidades distintas: gimnasia de mantenimiento y hidrogimnasia, se observó en el test de Agilidad TUG, valores de  $7,24 \pm 2,28$  seg y  $6,07 \pm 1,0$  seg, respectivamente. Podemos observar que los resultados de esto estudio, son muy similares a los alcanzados por las nuestras brasileñas,  $7,07 \pm 1,83$  seg. En Collins et al. (2004), un 62% de su muestra evaluada por el test TUG, presentaron niveles normales de agilidad, según los valores de referencia propuesto por Rikly y Jones (2001). Al clasificar nuestras mayores por su desempeño, verificamos que las personas de 60 hasta los 79 años presentaron valores por debajo de la media y que el grupo con más de 80 años presentaron riesgo comprometimiento funcional.

Verificando estos datos es fácil percibir un aumento del tiempo en la realización del test con el pasar de los años, tal hecho puede ser explicado por la relación de la pérdida de la fuerza en los miembros inferiores asociados al envejecimiento, y el aumento de la sobrecarga sobre los mismos. Estas alteraciones pueden no interferir en la oscilación postural, pues el reclutamiento de las fibras musculares es limitado, sino, ciertamente, son hechos importantes que contribuyen para la pérdida del equilibrio dinámico (Almeida et al., 2010; Ringsberg et al., 1999).

Cuando compramos los hombres y las mujeres de nuestro estudio, hemos comprobado diferencias significativas en el grupo de mayores con más de 80 años, donde las mujeres presentaron mayores tiempos en la ejecución de la prueba y consecuentemente peores niveles de agilidad. Resultados que se tornan claros, al verificar las pérdidas ocurridas en la fuerza y en la flexibilidad de nuestras mayores.

Bohannon (1997), verificó que la media de la velocidad máxima de la marcha de las personas con aproximadamente 30 años, es de 2,3 m/s en las mujeres y 2,5 m/s en los hombres, ya en las personas con 60-70 años de edad, estas medias disminuyen para 1,7 m/s y 2,0 m/s para las mujeres y los hombres, respectivamente. Resultados que confirman que los hombres presentan menores alteraciones en la marcha y probablemente en la agilidad que las mujeres, hecho que ocurre desde una fase más temprana de la vida hasta la de mayor edad.

Los hombres evaluados en España presentaron un incremento con el aumento de la edad, de hasta un 43,75% en el tiempo para desplazarse en el trayecto propuesto por la prueba de Agilidad TUG. La pérdida del equilibrio en movimiento, o sea, la agilidad en la marcha de las personas mayores, puede ser explicada por el propio proceso de senescencia, que está caracterizado por el declino de la función vestibular y sensorial, pérdida de la masa muscular y consecuentemente, de la fuerza de contracción, reducción de la velocidad de reacción debido a la disminución de la excitabilidad de las células y aumento de la rigidez articular debido a la pérdida de la elasticidad del tejido conjuntivo (Jacobson et al., 2011).

Al comparar nuestros resultados con Garatachea et al. (2009), también realizado en españoles, observamos peores valores en la agilidad de nuestros hombres, cuando comparamos con sus individuos, más activos e independientes ( $4,4 \pm 0,8$  seg), pero se comparados con las personas independientes menos activos de este estudio ( $5,1 \pm 1,4$  seg), encontramos valores parecidos a los nuestros ( $5,67 \pm 1,0$  seg). Gusi et al. (2012), en un trabajo sobre valores normativos en pruebas funcionales realizados en residentes de España, presentaron valores de  $8,43 \pm 3,3$  segundos, desempeño considerado peor que los nuestros. Sin embargo, en esta publicación, 66,3% de la muestra era considerada inactiva, quizá por este motivo hayan presentado valores

mucho más altos en el tiempo de ejecución de la tarea, hecho que puede ser comprobado a través de Guimarães et al. (2004), que también ha utilizado el test Time Up and Go para evaluar los niveles de movilidad funcional entre los ancianos sedentarios y los activos, concluyendo que los mayores que hacían actividades físicas llevaron menor tiempo para realización del test cuando comparados a los sedentarios.

Las mujeres españolas presentaron un aumento progresivo en el tiempo de realización en la prueba de agilidad. Como señalamos en los resultados de la capacidad funcional, también hemos podido observar una disminución en la fuerza de los miembros inferiores y en la flexibilidad de las piernas de las mujeres españolas al paso de los años. De acuerdo con los estudios de Schlicht et al. (2001), la fuerza muscular también afectan al equilibrio dinámico, siendo que los individuos con mayor fuerza muscular poseen menor riesgo de caídas. Messier et al. (1992), detectaron que la flexibilidad limitada impide la amplitud dinámica de los movimientos, llevando a significativas diferencias en las medidas de la velocidad. De esta manera la disminución de uno de los componentes involucrados en la agilidad parece afectar considerablemente a la velocidad del desempeño en el teste TUG realizados con personas mayores.

En este estudio las participantes de España obtuvieron valores en el TUG de  $5,91 \pm 1,15$  seg. Valores similares si comparamos con los de Garatachea et al. (2009), en los grupos más y menos activos, ya que entre ellos, no fueron observadas diferencias significativas. Jacobson et al. (2011), en un grupo de 25 voluntarias mayores, presentaron en sus estudios valores de  $16,65 \pm 5,56$  seg en el grupo control y  $16,2 \pm 3,67$  seg en el grupo sometido a 12 semanas de entrenamiento de equilibrio y ejercicios leves para las piernas. Nosotros atribuimos estas diferencias a la edad de los participantes que fue superior ( $82,6 \pm 6,1$  vs  $69,3 \pm 5,9$  años) en contraste a nuestros estudios. Con el proceso de envejecimiento la agilidad es un componente de la capacidad física que sufre declino por la disminución de la capacidad del sistema neuromotor para iniciar, modificar o finalizar los movimientos, pudiendo contribuir para debilidad en la aptitud funcional del anciano, interfiriendo en sus actividades cotidianas y, consecuentemente, perjudicando su autonomía y calidad de vida (Benedetti et al., 2007).

Cuando contrastamos hombres y mujeres de España, hemos verificados que los hombres presentaron mejores tiempos que las mujeres. Como ya indicamos en los resultados, los hombres presentaron una disminución de un 18,2% en la fuerza de los miembros inferiores y en las mujeres este descenso fue aun mayor, de un 24,8%. Recordando que la agilidad esta añadida, además a otros componentes de la aptitud, a esta cualidad física (Martin et al., 2008), y que la pérdida de la masa muscular y, consecuentemente de la fuerza muscular podría ser la principal responsable del deterioro en la movilidad y en la capacidad funcional del individuo que está envejeciendo (Simões et al., 2010; Janssen et al., 2004; Breen y Phillips, 2011), podríamos alegar que las diferencias entre los sexos, estarían relacionadas principalmente a las pérdidas de la fuerza en los músculos extensores de las rodillas.

Si analizamos, la estadística entre españoles y brasileños de ambos los sexos, observamos que el grupo 5 de los hombres, fue el único grupo, que no presentó diferencias significativas, hecho que puede ser justificado por la variación y distribución de la muestra entre los dos países. Los españoles de manera general, presentaron mejores desempeños en la agilidad que los brasileños, hecho que ya era previsto debido a los mejores niveles presentados por estos, en las demás evaluaciones funcionales realizadas en este estudio. Creemos que además de los hechos fisiológicos ya discutidos, la mejor calidad de vida ofrecida a la población mayor española es un importante contribuidor para las diferencias encontradas entre la capacidad funcional de los dos países.

Los resultados encontrados, demuestran de manera general, una relación inversa entre el tiempo y el aumento de la edad, indicando un declinó en la potencia y fuerza muscular, en la velocidad y en el equilibrio dinámico, variables evaluadas en el test de Agilidad (Podsiadlo et al., 1999). Estos resultados pueden indicar una sensibilidad del test en detectar el declinó funcional en personas mayores, ya que evalúa múltiples cualidades físicas, principalmente el equilibrio dinámico, que está relacionado al riesgo de caídas, tornándose una importante herramienta en la evaluación de la autonomía del anciano (Podsiadlo et al., 1999).

### 6.3.5 – Equilibrio

El equilibrio es definido como el mantenimiento de una postura particular del cuerpo con un mínimo de oscilación (equilibrio estático) o la mantenimiento de la postura durante el desempeño de una habilidad motora que tiende a perturbar la orientación del cuerpo (equilibrio dinámico) (Silveira et al., 2006).

Se estima que la prevalencia de quejas del equilibrio en la población por encima de los 65 años llegue a un 85%, estando asociada a la degeneración del sistema vestibular, disminución de la acuidad visual, alteraciones propioceptivas, posturales, atrofia cerebral, disminución de la fuerza muscular, disminución en el mecanismo de atención y disminución en el tiempo de reacción. (Tinetti et al., 1993; Overstall , 2003; Hawk et al., 2006).

Con relación al equilibrio estático, es conocido que el adulto mayor presenta disminución del desempeño en posturas corporales sencillas, principalmente con una base de sustentación reducida, como mantenerse sobre un sólo pie (Rogers et al., 2003; Kimura et al., 2007). Evaluar el equilibrio, por tanto, se torna de gran importancia en la evaluación de la capacidad funcional en personas mayores, una vez que esa acción está presente en actividades funcionales comunes, como por ejemplo, levantarse de una silla, y para eso el individuo necesita tener el dominio del control postural. La evaluación del equilibrio puede así, identificar aquellos que presentan mayores riesgos a la caídas (Berg et al., 1989; Camara et al., 2008).

En la literatura científica no hemos podido constatar muchas investigaciones que hayan utilizado la misma metodología que la nuestra. En la gran mayoría de los estudios este componente de la capacidad funcional es evaluado por el tiempo que se consigue permanecer apoyado en un único pie (Bohannon, 1994), y no, por el número de intentos que se necesita para completar el test en 30 segundos.

Analizando los resultados encontrados en los hombres, hemos podido observar un descenso en el equilibrio de hasta un 79,7%, del grupo 1 hasta el grupo 4. Por sorprendente que pareciera, el grupo 5 presentó un incremento en el equilibrio de un

15,9%, después de los 80 años. El equilibrio es un proceso complejo y depende de la integración de varios hechos, como los ya citados anteriormente y entre ellos el único que hemos evaluado, fue la fuerza muscular de los miembros inferiores. Sin embargo, cuando verificamos los valores encontrados en la prueba de sentar y levantar, no conseguimos verificar ninguna alteración que justificase este hallazgo, una vez que, el grupo compuesto de mayores con más de 80 años, presentó una disminución en la fuerza y no un incremento, hecho que se producirse podría justificar estos resultados. Sin embargo, es de resaltar que 23,8% de la muestra total excluida del test por haber sobrepasado los 15 intentos, hacían parte del grupo 5, hecho que también puede haber influenciado en las diferencias encontradas en nuestros resultados.

En Mello (2004), estudio que hemos encontrado con la misma metodología utilizada en la presente memoria, hemos verificado una media de  $2,3 \pm 2,1$  en el número de veces que los mayores necesitaron para completar el test. Nuestros participantes exigieron un número mayor de intentos,  $3,74 \pm 4,80$  veces. Teniendo en cuenta, que el equilibrio postural o sistema de control postural necesita de la coordinación de distintos sistemas del cuerpo humano (Tinetti et al., 1993; Overstall, 2003; Hawk et al., 2006), y que la disminución en el desempeño del sistema de control postural en personas mayores no fueron totalmente esclarecidos, nos resulta difícil establecer una causa clara para las diferencias encontradas entre los dos estudios, una vez que las alteraciones en estos sistemas no fueron evaluados.

Las mujeres brasileñas presentaron un descenso de hasta 65,5 % en el desempeño en la prueba de equilibrio estático al paso de los años. Según diversos autores, el acometimiento de los sistemas envueltos con el equilibrio corporal es proporcional al aumento de la edad (Perracini et al., 1998; Hawk et al., 2006), hecho que podría justificar que los mayores con más de 80 años requirieran más intentos que los ancianos más jóvenes para completar el test. Al comparar los resultados de las brasileñas de nuestro estudio, con las brasileñas del estudio de Mello (2004), podemos observar valores bastante similares. No obstante hemos de resaltar que el 6,8% de las mujeres brasileñas de nuestro estudio fueron consideradas no aptas para la realización del test debido al gran número de intentos para realizarlo; estos valores no fueron expuestos en el estudio de Mello (2004).

Entre los hombres y las mujeres de Brasil, hemos encontrado una diferencia significativa de un 58,1% entre los participantes de 65-69 años. Analizando nuestros resultados, verificamos que las brasileñas tuvieron más dificultades en la realización del test que los hombres, presentando una media de  $4,3 \pm 4,8$  y  $1,8 \pm 1,7$  intentos, respectivamente. Hecho que puede ser comprendido cuando analizamos algunos estudios (Gryfre et al., 1977; Rubenstein et al., 1988; Orr, 2010), que presentaron correlaciones positivas entre la fuerza de los músculos extensores de la rodilla, equilibrio y la capacidad funcional de personas mayores, resultados que corroboran con los nuestros, teniendo en cuenta que los hombres presentaron mejores niveles de fuerza en los miembros inferiores que las mujeres en el mismo rango de edad.

Pasando a los españoles, en el grupo de los hombres, hemos podido observar un descenso en el equilibrio con el aumento de la edad, siendo éste más acentuado en los hombres con más de 80 años que presentaron una media de  $7,9 \pm 6,4$  intentos, en cuanto los más jóvenes, tocaron en el suelo una única vez ( $1,0 \pm 2,6$ ) para completar los 30 segundos propuestos por el test. De lo anteriormente expuesto, se deduce que el aumento de la edad compromete los componentes fisiológicos que involucran el equilibrio. Por ejemplo, el equilibrio depende de la fuerza de los grandes grupos musculares de las extremidades inferiores, que demuestran mayores reducciones en las edades más avanzadas de la vida (Izquierdo et al., 2008); otro ejemplo sería que el equilibrio necesita de elementos que reflejan la funcionalidad del sistema nervioso, como órganos de los sentidos, sistema nervioso periférico y sistema nervioso central (SNC), con sus aspectos motores, de integración y de coordinación (Morley, 2003), todos estos afectados por el proceso del envejecimiento. De esta manera, creemos que cuanto mayor sea la edad, mayor los prejuicios en el equilibrio.

Las españolas, también presentaron un aumento en el número de intentos con el aumento de la edad. El equilibrio corporal es un proceso de recepción e integración de estímulos sensoriales, planeamiento y la ejecución de los movimientos para controlar el centro de gravedad sobre la base del soporte, siendo realizado por el sistema de control postural (Aikawa et al., 2006). Con el envejecimiento, este sistema se queda deficitario, pudiendo eliminar varias etapas del control postural, llevando a un aumento

de la inestabilidad (Maciel y Guerra, 2005), principalmente en aquellas con edad mas avanzadas.

Entre los hombres y las mujeres de España, verificamos que principalmente en los grupos de 70-74 años y 75-79 años los hombres presentaron menores dificultades que las mujeres para completar el test. Sin embargo, cabe destacar que incluso ocurriendo una gran diferencia en el número de hombres y mujeres en estos grupos de edad, hecho que podría influenciar en los resultados, los hombres presentaron menos participantes considerados no aptos para el test que las mujeres, comprobando la mayor eficiencia de los hombres en el test de equilibrio. Cuando volvemos a observar los resultados presentados en el la prueba de sentar y levantar hemos verificado que los hombres presentaron mejores niveles de fuerza que las mujeres, hecho que parece justificar los resultados en la prueba de equilibrio.

Entre Brasil y España, verificamos diferencias en el grupo 3 y 4 de los varones, y 1, 2 y 3 de las mujeres, donde el grupo español demostró niveles muy superiores en el equilibrio que los brasileños. Una vez que el test de equilibrio presentó altas correlaciones con las demás pruebas que involucraban los miembros inferiores y que los españoles también se destacaron en estas pruebas, estos hallazgos ya eran predecibles.

El conocimiento de las características funcionales del equilibrio en personas mayores, pueden promover el desarrollo de estrategias específicas de prevención de caídas, considerada el tipo más común de accidentes en personas mayores (Silsupadol et al., 2006), con vistas a la mantenimiento de la autonomía y la preservación de la independencia del anciano, durante el mayor tiempo posible.

#### 6.3.6 – Sustentación

Tras una basta revisión de la literatura, hemos podido encontrar pocos estudios que hayan valorado la fuerza isométrica de los miembros superiores mediante el test de sustentación de una mancuerna, además, creemos que la fuerza del deltoides en su

porción anterior y media, sea el principal músculo envuelto en el movimiento de esta prueba y no los músculos del brazo.

La evaluación de la fuerza estática de los miembros superiores puede ser fundamental para determinación del riesgo de dependencia futura, ya que los músculos que involucran este movimiento están presentes en actividades constantes de la vida diaria como, peinarse, suspender un objeto al alto o recoger el mismo y cambiar una lámpara.

Como hemos podido observar en el apartado de los resultados, en el grupo de Brasil, solamente las mujeres presentaron diferencias significativas entre los grupos de edad. De esta manera, cuando observamos estos resultados hemos verificado una disminución en el tiempo de sustentación de la mancuerna con aumento de la edad, disminución que se ha presentado más acentuada a partir de los 75 años. En promedio el tiempo que nuestras mayores han conseguido mantener la mancuerna en la posición correcta propuesta en la prueba fue de  $52,90 \pm 13,61$  segundos, valores estos considerados inferiores a los estudios de Mello (2004). Sin embargo el tiempo máximo de la prueba de este estudio fue de dos minutos y no uno, como en el nuestro, diferencia que trae grandes alteraciones en los resultados.

En las mujeres españolas también fueron observadas disminuciones en el desempeño en la prueba al paso de los años, reducciones, que así como en las brasileñas, fueron más significativas a partir de los 70 años. El tiempo medio de sustentación de las españolas fue de  $49,52 \pm 17,78$  segundos, valores que si comparamos al de las brasileñas fueron aún menores. Hallazgos que parecen comprobar que el test de la fuerza estática de los miembros superiores o sustentación de la mancuerna, tiene más relación con los músculos de los hombros, que con los músculos de los brazos, una vez que en el test de flexión del codo, todos los grupos de mujeres españolas presentaron valores significativamente mayores que las brasileñas. De esta manera, nos resulta aun más difícil comparar nuestros resultados con la literatura, ya que la mayoría de los estudios con la población mayor tiene como objetivo la evaluación de los músculos extensores o flexores de los brazos (Sherk et al., 2012; Mayhew et al., 2011) y no la fuerza de los hombros.

Cuando comparamos los hombres y mujeres de España hemos observado que apenas en el grupo más joven fueron presentadas diferencias significativas, una vez que, todos los hombres de 60-64 años consiguieron completar la prueba propuesta, y las mujeres, con la misma edad, presentaron una media de  $53,60 \pm 14,46$  segundos. Hemos atribuido estos resultados al hecho de que los hombres de España evaluados en nuestro estudio, vivían en pueblos típicamente rurales, tiendo estos mayores actividades en el campo que las mujeres; actividades, que parecen promover un mayor mantenimiento de los músculos involucrados en la posición estática de la flexión horizontal de los hombros y por tanto mayor niveles de fuerza en los mismos.

Teniendo en cuenta la dificultad en encontrar estudios que permitiese la discusión, nos hace difícil encontrar una justificación clara para los resultados encontrados. Una vez que la prueba de sustentación de la mancuerna en 1 minuto fue desarrollada en la presente memoria, de esta manera sentimos la necesidad de la realización de estudios e investigaciones futuras con datos adicionales para entonces efectuar la validación del mismo.

#### 6.3.7 – Marcha Estacionaria (TM2')

Ha sido bien reconocido en la literatura que la capacidad funcional del sistema cardiovascular, declina con la edad. Esto resulta en una disminución fisiológica de las capacidades funcionales que tiene como consecuencia una pérdida de la independencia y reducción de la cualidad de vida con la edad (Wilson y Tanaka, 2000). Además, la capacidad aeróbica máxima ( $VO_{2max}$ ) es considerada un hechor de riesgo cardiovascular y causa de muerte en este grupo de la población (Blair et al., 1995), el descenso del  $VO_{2max}$  relacionado con la edad, también fue asociado con la reducción de la función cognitiva con el avance de la edad (van Boxtel et al., 1997).

Según un estudio con personas mayores físicamente independientes realizados por Andreotti y Okuma (1999), las actividades de la vida diaria de locomoción son evaluadas por test de la caminata de 6 minutos (TC6'), por el test de la marcha estacionaria de 2 minutos (TM2') y por el teste "*Timed Up and Go*" (TUG). En nuestro

estudio hemos optado por el TM2', que es una alternativa simplificada para la evaluación de la resistencia aeróbica, de bajo coste metodológico, pudiendo ser realizados en la comunidad, con la ventaja de no necesitar de grandes espacios (Jones y Rikly, 2002).

De todos los cambios fisiológicos que ocurre durante el envejecimiento, entre las más importantes en la calidad de vida e independencia funcional, son la disminución en la fuerza y en la capacidad aeróbica, indexado al consumo pico de oxígeno ( $VO_2$  pico) (Fleg et al., 2005). Numerosos estudios transversales han demostrado un descenso en el  $VO_2$  pico de un 5% hasta 10% por década en individuos no entrenados (Astrand, 1960; Wilson y Tanaka 2000). Sin embargo la edad por si sola es suficiente para producir este descenso, además la edad está también asociada a la disminución vigorosa en el nivel de actividad física el que acelera este proceso (Ogawa et al., 1992; Toth et al., 1993; Rosen et al., 1998).

Analizando los efectos del envejecimiento en la resistencia aeróbica en los hombres de Brasil, hemos verificado un descenso en el número de ciclos completados en el TM2' al paso de los años, presentando una disminución más acentuadas a partir de los 70 años. Resultados que corroboran con Fleg et al. (2005), que analizó los efectos de la edad, del sexo y de la actividad física sobre la capacidad aeróbica y observó una disminución en el consumo máximo de oxígeno de un 3% hasta un 6% en la tercera y cuarta década de la vida y después de los 70 años, un descenso aún mayor, superior al 20%. Bendall et al. (2010), demostró en sus resultado una relación significativa entre la sarcopenia y la aptitud cardiorrespiratoria en personas mayores. Teniendo en cuenta estos hallazgos, acreditamos que el descenso en la fuerza presentado por los brasileños en esto estudio, en la prueba de sentar y levantar, también pueden haber contribuido para estas disminuciones en le desempeño en el TM2'.

La media de los ciclos realizados por nuestros participantes de Brasil en el TM2' fue de  $84,78 \pm 21,61$ , valores considerados normales por las referencias de Rikly y Jones (2001). Farinatti y Lopes (2004), en un estudio que tuvo como objetivo correlacionar la disminución de la amplitud y cadencia de los pasos en las personas mayores con el comportamiento de componentes de la aptitud física, presentó en sus

resultados del TM2', valores superiores a los nuestros ( $90,3 \pm 14,2$ ), pero también dentro de los patrones normales de Rikly y Jones (2001).

Las mujeres brasileñas, así como los hombres también presentaron un declino en el número de ciclos concluidos en el TM2', de hasta un 24,97% con el avance de la edad. Algunos estudios han presentado una buena correlación entre el TM2' y el test de la caminata de 6 minutos (TC6') (Jones y Rikly, 2002; Pedrosa y Holanda, 2009), demostrando que ambos tests revelan resultados similares en referencia a la resistencia aeróbica. Sabiendo que el test TC6' también se correlaciona significativamente con la fuerza y la potencia de los músculos de las articulaciones de la rodilla y del tobillo (Bean et al., 2002), y que probablemente esta correlación también se produzca con el TM2', una de las posibles justificaciones para el descenso de nuestro valores con la edad, además de la disminución de la resistencia aerobia, es la pérdida de la fuerza de los miembros inferiores con el aumento de la edad, hecho este representado por el test de sentar y levantar de una silla, también realizado en el presente estudio.

En los españoles, solamente las mujeres presentaron disminuciones significativas entre los grupos en la resistencia aeróbica, aquí evaluada por el TM2', siendo éstas, más acentuadas a partir de los 70 años. Hallazgos que también fueron observados en los estudios de Gusi et al. (2012), realizado en 6.449 participantes españoles, con edad de 60-99 años, si embargo en este estudio el test elegido para evaluar esta capacidad funcional fue el TC6 (seis minutos).

Cuando realizamos la comparación de hombres de Brasil con los de España, hemos verificado que los hombres españoles presentaron mejores resultados en el TM2' que los brasileños. Si observamos los valores encontrados en nuestro estudio podemos constatar que esta diferencia ocurrió en primero momento en el grupo 3, es decir el grupo compuesto por los adultos de 70-74 años; rango de edad donde se empezó el declinó más acentuados de los brasileños. En valores generales pudimos decir que los españoles presentaron una disminución de un 24,9% en los ciclos completos del TM2', en cuanto a los brasileños este descenso se presentó casi el doble, de hasta 41,1%. En las mujeres las comprobaciones estadísticas empezaron ya en el grupo más joven y permaneció hasta el grupo 4 (mujeres de 75-79 años). Las españolas también

presentaron valores superiores a las brasileñas. Observando los resultados del grupo con más de 80 años de las mujeres de los dos países, también hemos verificado mejor desempeño de las españolas, si embargo las diferencias en este grupo no fueron significativas.

Algunos estudios colocan la aptitud muscular como la principal razón para los cambios en la marcha en personas mayores (Bassey et al., 1992; Hausdorff et al., 2001; Bean et al., 2002). Teniendo en cuenta los hallazgos de estos estudios y que algunos autores, además de utilizar el test de la marcha estacionaria propuesta por Rikly y Jones (2001) como indicador de capacidad cardiorrespiratoria en personas mayores, también lo utilizan para estimar la resistencia de los miembros inferiores (Farinatti y Lopes, 2004); nos resulta fácil justificar las diferencias encontradas entre los dos países, una vez que observando los nuestros resultados en la fuerza de los miembros inferiores, los españoles presentaron mejor desempeño en la prueba de sentar y levantar que los brasileños. De cierta manera, eso confirma lo referido por la literatura, en el sentido que las mejoras de la aptitud muscular pueden elevar a un incremento del potencial de la marcha en las personas de edad avanzada (Bendall et al., 1989; Menz et al., 2003; Farinatti y Lopes, 2004), y por tanto en el mantenimiento de una vida independiente.

#### 6.4- ANÁLISIS CORRELACIONAL ENTRE LAS PRUEBAS FUNCIONALES

Las correlaciones entre las pruebas utilizadas en nuestro estudio para evaluar la capacidad funcional en los hombres y en las mujeres las hemos resumido en las tablas 22 y 23, en el apartado de los resultados. Algunas de ellas las hemos venido comentado en la discusión precedente, pero a continuación discutimos alguna más.

##### 6.4.1- Análisis Correlacional entre las Pruebas Funcionales en el Grupo de los Hombres

Los resultados de los análisis de las correlaciones entre las pruebas asociados a la movilidad funcional en el grupo de los hombres, como sentar y levantar, flexibilidad

de los miembros inferiores, TM2', "Up and Go" (TUG) y equilibrio estático, presentaran altas correlaciones entre sí. Siendo que los test TUG y el equilibrio estático, demostraron una relación inversa con los demás, haciéndonos concluir que los mayores que tuviesen el menor tiempo en la realización del TUG y el menor número de intentos en la prueba de equilibrio estático, presentarían mejor desempeño en todas las demás.

Cyarto et al. (2009), en un estudio sobre la eficacia de un programa de resistencia y de caminata en el desempeño funcional en personas mayores presentaron una relación entre la fuerza de los miembros inferiores, la flexibilidad y la agilidad/equilibrio dinámico entre sus evaluados. Alfieri et al. (2004), observaron las alteraciones en la fuerza de los miembros inferiores, en la flexibilidad y agilidad sobre el equilibrio en personas mayores y presentaron una correlación entre estas variables y la predisposición de caídas en esta población. Lord et al. (2002), observaron en su estudio que el test de sentar y levantar, además de ser utilizado como una medida de la fuerza de los miembros inferiores en personas de edad avanzada, también tienen relación con el equilibrio y la movilidad, todos ellos influyentes en el desempeño del test. Pedrosa y Holanda (2009), identificaron en su estudio importantes correlaciones entre el test TM2' y TUG en personas mayores e hipertensas, considerando estos tests, eficaces en la evaluación y acompañamiento de tratamientos clínicos y de programas de ejercicio para estas personas.

Estos resultados nos permiten sugerir que, en hombres mayores, existe una relación entre la fuerza/resistencia de los músculos de la pierna, la flexibilidad de los miembros inferiores y el equilibrio estático y dinámico (agilidad). Esos hallazgos son corroborados por Podsiadlo y Richardson, (1991) y De Souza Santos (2011), que afirman que alteraciones en estas calidades físicas pueden afectar la movilidad de las personas mayores y que estas pruebas son instrumentos fiables para cuantificar la capacidad funcional y consecuentemente la calidad de vida de este grupo de la población.

En el análisis de correlación entre las pruebas añadidas al tren superior, hemos observado que el test de flexión de codo presentó altas correlaciones con las pruebas de

flexibilidad de los miembros superiores, estos resultados sugieren que los hombres que presentaron un mayor número de repeticiones en la prueba de flexión de codo, también presentaron mejores niveles de flexibilidad.

Sin embargo no fueron contrastadas correlaciones significativas entre el test de flexión de codo y el test de sustentación de la mancuerna. Si recordamos, la dificultad en encontrar estudios que también hubieran utilizado el test de sustentación nos hace difícil encontrar razones claras que nos permita esta discusión, pero creemos que las diferencias de los músculos involucrados entre las dos pruebas, pueden haber influenciado en estos resultados (Geraldés et al., 2008).

#### 6.4.2- Análisis Correlacional entre las Pruebas Funcionales en el Grupo de las Mujeres

Observando nuestros resultados del análisis de correlación entre las pruebas funcionales en el grupo de las mujeres, podemos percibir que poca cosa ha cambiado en relación al grupo de los hombres.

Las pruebas como sentar y levantar, flexibilidad de los miembros inferiores, TM2', TUG y equilibrio, siguieron presentando una clara correlación entre sí, sugiriendo que las mayores que tuviesen un buen desempeño en una prueba probablemente también presentaban una buena clasificación en las demás. Nos resulta fácil justificar esta importante correlación, una vez que sabemos, que el envejecimiento es caracterizado por decrecimientos del sistema neuromuscular, verificándose la pérdida de masa muscular (Doherty, 2003), debilidad del sistema muscular, reducción de la flexibilidad, de la fuerza, de la resistencia y de la movilidad articular, hechos que también determinan limitaciones en la capacidad de coordinación y en el control del equilibrio corporal estático y dinámico (Schlicht et al., 2001; Ribom et al., 2011).

En la correlación entre las pruebas del tren superior del cuerpo, fue donde se presentaron las diferencias con el grupo de los hombres. Al contrario de lo observado en el grupo de los varones, en el grupo de las mujeres, el test de flexión de codo presentó

una buena correlación con el test de sustentación de mancuerna y no fueron presentadas correlaciones significativas con las pruebas de flexibilidad de los miembros superiores. Creemos que una posible respuesta para este hallazgo, sería la gran diferencia entre la muestra de hombres y mujeres de nuestro estudio, donde las mujeres, diferente de los hombres, tuvieron una gran participación en las evaluaciones ( $n = 693$ ) hecho que podría ser responsable por la correlación presentada entre las pruebas, una vez que la muestra femenina se presentó menos homogénea. De todas maneras, sentimos la necesidad de más estudios con la utilización de la prueba de sustentación de la mancuerna en la evaluación de personas mayores, para tener una base para discusión más clara sobre la correlación de este test con los demás.

# Conclusión

---



## 7- CONCLUSIÓN

El estudio de la capacidad funcional realizado en personas mayores en la Provincia de León/España y en Minas–Gerais/Brasil nos permite concluir que:

En primer lugar en lo referente a la flexibilidad, como era de esperar las mujeres presentan mejores niveles de flexibilidad que los varones, independientemente del país de origen y del grupo etario, además a medida que van pasando los años tanto en hombre como en mujeres se presenta una merma de esta cualidad, pero al menos en las mujeres brasileñas la caída es más acentuada de manera más precoz, como cinco años antes que en los varones. En general la mayor pérdida ocurre hacia los 70 años. Llama la atención que la flexibilidad tanto de los miembros superiores como de los inferiores es claramente mejor en la población española que en la población brasileña.

En segundo lugar, en lo relativo a la fuerza, llama la atención en la evaluación de las extremidades inferiores no se aprecian diferencias entre hombres y mujeres, presentando la población española, tanto de hombres como mujeres unos mejores valores de fuerza en las piernas. Apreciándose una merma de esta función, también de manera más marcada hacia los 70 años. No podemos concluir con la misma seguridad estas tendencias en las extremidades superiores, al no haber evaluado con la misma carga la flexión del codo en hombres y en mujeres.

En tercer lugar, respecto a la agilidad, y de manera general no tiende a haber diferencia entre los sexos de la misma edad, y de haberla es en favor de una mejor agilidad en las mujeres que en los hombres. Y la población española presenta unos mejores valores que la población brasileña en todos los rangos de edad.

En cuarto lugar, al evaluar el equilibrio, no tienden a apreciarse diferencias entre los sexos de la misma edad, mostrando en general también la población española mejores niveles en esta característica física, especialmente los grupos de hombres hasta los 75 años, y los grupos de mujeres a partir de los 70 años.

En quinto lugar, y referente a la fuerza de sustentación del codo, podemos concluir que ésta cualidad tiende a mantenerse durante el proceso del envejecimiento, al menos en la forma en la que la hemos evaluado, y a diferencia de otras cualidades mencionadas no se aprecian diferencias entre las poblaciones de los dos países.

En sexto lugar, al fijarnos en la resistencia aeróbica, no hay diferencias entre ambos sexos, si bien la población española también presenta mejores índices, y con el paso del tiempo existe una mayor y más precoz pérdida en las poblaciones femenina como masculina brasileñas.

En séptimo lugar y a modo de conclusión general, podemos decir que es alrededor de los 70 años donde tiende a acentuarse las pérdidas funcionales ligadas al proceso del envejecimiento, y que la población anciana española presenta en general mejores índices de aptitud física que la población brasileña de similares características sexuales y etarias.

En los anexos, se presentan los valores distribuidos en percentiles de las diferentes variables estudiadas en los diferentes sexos por grupos etarios.

# Referencias

---



---

## 7- REFERENCIAS

1. Abellan van Kan, G.; Cameron Chumlea, W.; Gillette-Guyonet, S.; Houles, M.; Dupuy, C.; Rolland, Y.; Vellas, B. Clinical trials on sarcopenia: methodological issues regarding phase 3 trials. *Clin Geriatr Med.* 2011; 27 (3): 471-482.
2. Adams, K.; O'Shea, P.; O'Shea, K.L. Aging: its effects on strength, power, flexibility, and bone density. *Natl. Strength Cond. Assoc. J.* 1999; 21: 65-77.
3. Adams, K.; Swank, A. M.; Barnard, K. L.; Berning, J. M.; Sevene-Adams, P.G. Safety of maximal power, strength, and endurance testing in older African American Women. *J Strength Cond Res.* 2000; 14 (3): 254-260.
4. Aikawa, A.C.; Braccialli, L.M.P.; Padula, R.S. Efeito das alterações posturais e de equilíbrio estático nas quedas de idosos institucionalizados. *Rev Cienc Med.* 2006; 15 (3): 189-196.
5. Aires, M.; Paskulin, L.M.G.; Morais, E.P.; Paskulin, L. Functional Capacity of Elderly: Comparative Study in Three Regions of Rio Grande do Sul. *Rev. Latino-Am. Enfermagem.* 2010; 18 (1): 11-17.
6. Aleman-Mateo, H.; Lee, S.Y.; Javed, F.; Thornton, J.; Heymsfield, S.B.; Pierson, R.N.; Sunyer, F.X.; Wang, Z.M.; Gallagher, D. Elderly Mexicans have less muscle and greater total and truncal fat compared to African-Americans and Caucasians with the same BMI. *J. Nutr. Health Aging.* 2009; 13 (10): 919-923.
7. Aleman-Mateo, H.; Esparza-Romero, J.; Valencia, M.E. Antropometría y composición corporal en personas mayores de 60 años. Importancia de la actividad física. *Salud Publ. Méx.* 1999; 41 (4): 309-316.
8. Alfieri, F.M.; Teodori, R.M.; Montebelo, M.I.L. Functional mobility of elderly people undergoing physiotherapy intervention. *Saúde Rev. Piracicaba.* 2004; 6: 45-50.
9. Almeida, A.P.V.; Veras R.T.; L.; Aparecida, L. D. Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de idosos praticantes de hidroginástica e ginástica. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2010; 12 (1): 55-61.
10. American Heart Association. Diagnosis and management of the metabolic syndrome. An American Heart Association/ National Heart Lung, and Blood Institute/ Scientific Statement. *Circulation.* 2005; 112:2735-2752.
11. Alves, R.V.; Mota, J.; Costa, M.C.; Alves, J.G.B. Aptidão física relacionada à saúde de idosos: influência da hidroginástica. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10 (1): 31-37.
12. American College of Sports Medicine (ACSM). *Guideline for Exercise Testing and Prescription.* 7th ed. USA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
13. American College of Sports Medicine (ACSM) Position Stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30: 975-991.

- 
14. American College of Sports Medicine (ACSM). Manual para Teste de Esforço e Prescrição de Exercício. 5th ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2000.
  15. American College of Sports Medicine Position Stand (ACSM). Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30 (6): 992-1008.
  16. Andreotti, R.A.; Okuma, S.S. Validação de uma bateria de testes de atividades da vida diária para idosos fisicamente independentes. *Rev Paul Educ Fís.* 1999; 13 (1): 46-66.
  17. Aniansson, A.; Hedberg, M.; Henning, G.B.; Grimby, G. Muscle morphology, enzymatic activity, and muscle strength in elderly men: a follow-up study. *Muscle Nerve.* 1986; 9 (7):585-591.
  18. Aragão, J.C.B.; Dantas, E.H.M.; Dantas, B.H.A. Efeitos da resistência muscular localizada visando à autonomia funcional e a qualidade de vida do idoso. *Fit. Performance J.* 2002; 1 (3):29-37.
  19. Aranha, L.L.; Mirón Canelo J.A.; Alonso Sardón, M.; Del Pino Montes, J.; Sáenz González, M.C. Health-related quality of life in Spanish women with osteoporosis. *Rev Saúde Pública.* 2006; 40 (2): 298-303.
  20. Araújo, C.G.S. Correlação entre diferentes métodos lineares e adimensionais de avaliação da mobilidade articular. *Rev Bras Ciên Mov.* 2000; 8 (2): 25-32.
  21. Astrand, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol Scand.* 1960; 49 (169): 1-92.
  22. Bahat, G.; Tufan, F.; Saka, B.; Akin, S.; Ozkaya, H.; Yucel, N.; Erten, N.; Karan, M.A. Which body mass index (BMI) is better in the elderly for functional status? *Arch Gerontol Geriatr.* 2012; 54 (1):78-81.
  23. Balcombe, N.; Sinclair, A. Ageing: definitions, mechanisms and the magnitude of the problem. *Best Pract Res Clin Gastroenterol.* 2001; 15: 835-849.
  24. Barbosa, A.R.; Souza, J.M.P.; Lebrão, M.L.; Laurenti, R.; Marucci, M.F.N. Functional limitations of Brazilian elderly by age and gender differences: data from SABE Survey. *Cad. Saúde Pública.* 2005b; 21(4):1177-1185.
  25. Barbosa, A.R.; Souza, J.M.P.; Lebrão, M.L.; Laurenti, R.; Marucci, M.F.N. Anthropometry of elderly residents in the city of São Paulo, Brazil. *Cad. Saúde Pública.* 2005a; 21:1929-1938.
  26. Bassey, E.J.; Bendall, M.J.; Pearson, M. Muscle strength in the triceps surae and objectively measured customary walking activity in men and women over 65 years of age. *Clin. Sc.i (Lond).* 1988; 74 (1):85-89.
  27. Bassey, E.J.; Fiatarone, M.A.; O'Neill, E.F.; Kelly, M.; Evans, W.J.; Lipsitz, L.A. Leg extensor power and functional performance in very old men and women. *Clin. Sc.i (Lond).* 1992; 82 (3):321-327.
  28. Baumgartner, R.N. Body composition in healthy aging. *Ann N Y Acad Sci.* 2000; 904: 437- 448.
  29. Baumgartner, R.N.; Koehler, K.M.; Gallagher, D.; Romero, L.; Heymsfield, S.B.; Ross, R.R.; Garry, P.J.; Lindeman, R.D. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998; 147 (8):755-763.
-

- 
30. Bean, J.F.; Kiely, D.K.; Leveille, S.G.; Herman, S.; Huynh, C.; Fielding, R.; Frontera, W. The 6-minute walk test in mobility-limited elders: what is being measured? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003; 57 (11):751-756.
  31. Beckman, K.; Ames, B. The free radical theory of aging matures. *Physiol Rev*. 1998; 78:547-581.
  32. Bedogni, G.; Pietrobelli, A.; Heymsfield, S.B.; Borghi, A.; Manzieri, A.M.; Morini, P.; Battistini, N.; Salvioli, G. Is body mass index a measure of adiposity in elderly women? *Obes. Res*. 2001; 9 (1): 17-20.
  33. Bendall, M.J.; Basse, E.J.; Pearson, M.B. Factors affecting walking speed of elderly people. *Age Ageing*. 1989; 18:327-232.
  34. Bender, R.; Jockel, K.H.; Trautner, C.; Spraul, M.; Berger, M. Effect of age on excess mortality in obesity. *JAMA*. 1999; 281:1498-1504.
  35. Benedetti, T. R. B.; Mazo, G.Z.; Gobbi, S.; Amorim, M.; Gobbi, L. T. B.; Ferreira, L.; Hoefelmann, C. P. Valores normativos de aptidão funcional em mulheres de 70 a 79 anos. *Rev. Bras. de Cineantropom. Des.Hum*. 2007; 9(1): 28-36.
  36. Berg, K.O.; Wood-Dauphinee, S.L.; Williams, J.I.; Gayton, D. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother Can*. 1989; 41:304-311.
  37. Berger, M.J.; Doherty, T.J. Sarcopenia: prevalence, mechanisms, and functional consequences. *Interdiscip Top Gerontol*. 2010; 37: 94-114.
  38. Blair, S.N.; Kohl, H.; Barlow, C.E.; Paffenbarger, R.S.; Gibbons, L.W.; Macera, C.A. Changes in physical fitness and all-cause mortality. *JAMA*. 1995; 273:1093-1098.
  39. Bohannon, R.W. Comfortable and maximum walking speed of adults aged 20-79 years: reference values and determinants. *Age Ageing*. 1997; 26(1):15-19.
  40. Bohannon, R.W. One-legged balance test times. *Percept Mot Skills*. 1994; 78 (3):801-802.
  41. Bohannon, R.W.; Andrews, A.W.; Thomas, M.W. Walking speed: reference values and correlates for older adults. *J. Orthop. Sports Phys. Ther*. 1996; 24(2): 86-90.
  42. Bohannon, R.W.; Schaubert, K. Long-term reliability of the timed up-and-go test among community-dwelling elders. *J. Phys. Ther. Sci*. 2005; 17(20): 93-96.
  43. Böhme, M.T.S. Cineantropometria - componentes da constituição corporal. *Rev. Bras. Cineantropom. Des. Hum*. 2000; 2(1): 72-79.
  44. Börntörp, P. Metabolic implications of body fat distribution. *Diabetes Care*. 1991; 14:1132-1143.
  45. Bouchard, D.R.; Dionne, I.J.; Brochu, M. Sarcopenic/obesity and physical capacity in older men and women: data from the Nutrition as a Determinant of Successful Aging (NuAge)-the Quebec longitudinal Study. *Obesity (Silver Spring)*. 2009; 17(11): 2082-2088.
  46. Brandon, L.J.; Boyette, L.W.; Lloyd, A.; Gaasch, D.A. Resistive training and long-term function in older adults. *J. Aging Phys. Act*. 2004; 12(1): 10-28.
-

- 
47. Brasil. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, Senado, 1998.
  48. Breen, L.; Phillips, S.M. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: Interventions to counteract the 'anabolic resistance' of ageing. *Nutr. Metab. (Lond)*. 2011;5 (8):68-79.
  49. Brill, P.A.; Macera, C.A.; Davis, D.R.; Blair, S.N.; Gordon, N. Muscular strength and physical function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2000; 32:412-416.
  50. Buffa, R.; Floris, G.U.; Putzu, P.F.; Marini E. Body composition variations in ageing. *Coll. Antropol.* 2011; 35(1):259-265.
  51. Buford, T.W.; Anton, S.D.; Judge, A.R.; Marzetti, E.; Wohlgemuth, S.E.; Carter, C.S.; et al. "Models of accelerated sarcopenia: critical pieces for solving the puzzle of age-related muscle atrophy. *Ageing Research Reviews*. 2010; 9(4): 369–383.
  52. Burckhardt, C.S.; Anderson, K.L. The quality of life scale (QOLS): reliability, validity and utilization. *Health Qual Life Outcomes*. 2003; 23(1): 60-67.
  53. Cabrera, M.A.S.; Jacob Filho, W. Obesidade em idosos: prevalência, distribuição e associação com hábitos e co-morbidades. *Arq. Bras. Endocrinol. Metab.* 2001; 45(5): 494-501.
  54. Calle, E.E.; Thun, M.J.; Petrelli, J.M.; Rodriguez, C.; Heath, C.W.Jr. Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults. *N. Engl. J. Med.* 1999; 341:1097-1105.
  55. Camara, F.M.; Gerez, A.G.; Miranda, M.L.J.; Velardi, M. Elderly functional capacity: types of assessment and trends. *Acta Fisiatr.* 2008; 15(4): 249-256.
  56. Candow, D.G.; Chilibeck, P.D. Differences in size, strength, and power of upper and lower body muscle groups in young and older men. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2005; 60:148–156.
  57. Carvalho, J.; Soares, J. M.C. Envelhecimento e força muscular - breve revisão. *Rev. Port. Ciências Desp.* 2004; 4(3): 79–93.
  58. Carvalho, J.A.M.; Garcia, R.A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. *Cad Saúde Publica.* 2003; 19 (3): 725-733.
  59. Carvalho, N.A.; Bittar, S.T.; Pinto, F.R.; Ferreira, M.; Sitta, R.R. Manual for guided home exercises for osteoarthritis of the knee. *Clinics*.2010; 65 (8):775-780.
  60. Cederholm, T.E.; Bauer, .JM.; Boirie, Y.; Schneider, S.M.; Sieber, C.C.; Rolland, Y. Toward a definition of sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 2011; 27(3):341-53.
  61. Cefalu, W.T.; Werbel, S.; Bell-Farrow, A.D.; Terry, J.G.; Wang, Z.Q.; Opara, E.C.; et al. Insulin resistance and fat patterning with aging: relationship to metabolic risk factors for cardiovascular disease. *Metabolism*. 1998; 47 (40):401-408.
  62. Collins, K.; Rooney, B.L.; Smalley, K.J.; Havens, S. Functional fitness, disease and independence in community-dwelling older adults in western Wisconsin. *WMJ.* 2004; 103 (1): 42-48.
  63. Cook ,D.J.; Guyatt, G.H.; Adachi, J.D.; Epstein, R.S.; Juniper, E.F.; Austin, P.A.; et al. Development and validation of the mini-osteoporosis quality of life questionnaire (OQLQ) in
-

- 
- osteoporosis women with back pain due to vertebral fractures. *Osteoporos Int.* 1999; 10(3):207-13.
64. Cruz-Jentoft, A.J.; Baeyens, J.P.; Bauer, J.M.; Boirie, Y.; Cederholm, T.; Landi, F.; et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing.* 2010; 39 (4):412–23.
65. Curtis, H. Biological mechanisms underlying the aging process. *Science.* 1963; 141:686-694.
66. Cyarto, E.V.; Brown, W.J.; Marshall, A.L.; Trost, S.G. Comparison of the effects of a home-based and group-based resistance training program on functional ability in older adults. *Am J Health Promot.* 2008; 23(1): 13-17.
67. Dantas, E.H.M.; Pereira, S.A.M.; Bezerra, J.C.P.; Ota, A.H. Preponderância da Diminuição da Mobilidade Articular ou da Elasticidade Muscular na perda da Flexibilidade no Envelhecimento. *Fit Perf J.* 2002; 1(3): 12-20.
68. Davis, M.A.; Ettinger, W.H.; Neuhaus, J.M.; Mallon, K.P. Knee osteoarthritis and physical functioning: evidence from the NHANES I Epidemiologic Followup Study. *J Rheumat.* 1991; 18:591–598.
69. De Abajo, S.; Larriba, R.; Marquez, S. Validity and reliability of the Yale Physical Activity Survey in Spanish elderly. *J. Sports Med. Phys. Fitness.* 2001; 41: 479–485.
70. De Souza Santos, C.A.; Dantas, E.E.; Moreira, M.H. Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011; 53(3): 344-349.
71. Delmonico, M.J.; Harris, T.B.; Visser, M.; Park, S.W.; Conroy, M.B.; Velasquez-Mieyer, P.; et al. Longitudinal study of muscle strength, quality, and adipose tissue infiltration. *Am. J. Clin. Nutr.* 2009; 90 (6):1579-1585.
72. Derby, C.A.; Zilber, S.; Brambilla, D.; Morales, K.H.; McKinlay, J.B. Body mass index, waist circumference and waist to hip ratio and change in sex steroid hormones: the Massachusetts Male Ageing Study. *Clin Endocrinol (Oxf).* 2006; 65 (1):125-31.
73. Deschenes, M.R. Effects of aging on muscle fibre type and size. *Sports Med.* 2004; 34(12):809-824.
74. Dey, D.K.; Lissner, L. Obesity in 70-year-old subjects as a risk factor for 15-year coronary heart disease incidence. *Obes Res.* 2003; 11:817–827.
75. Dias, R. M. R.; Gurjão A.L. D.; Marucci, M. F. N. Benefícios do treinamento com pesos para aptidão física de idosos. *Acta Fisiatr.* 2006; 13(2): 90-95.
76. Diehr, P.; Bild, D.E.; Harris, T.B.; Duxbury, A.; Siscovick, D.; Rossi, M. Body mass index and mortality in nonsmoking older adults: the Cardiovascular Health Study. *Am J Public. Health.* 1998; 88 (4):623-629.
77. Doherty, T.J. Invited review: Aging and sarcopenia. *J. Appl. Physiol.* 2003; 95(4):1717-1727.
78. Domenech, R.J.; Macho, P. Cardiovascular aging. *Rev Med Chil.* 2008; 136(12):1582-1608.
-

- 
79. Dos Santos, D.M.; Sichieri, R. Body mass index and measures of adiposity among elderly adults. *Rev. Saúde Publi.* 2005; 39 (2): 163-168.
80. Duarte, P. G.; Portero-McLellan, K.C.; Maestá, N.; Corrente, J.E.; Burini, R.C. Accuracy of sagittal abdominal diameter as predictor of abdominal fat among Brazilian adults: a comparison with waist circumference. *Nutr Hosp.* 2010; 25 (4): 656-661.
81. Dumith, S.C.; Azevedo Júnior, M. R.; Rombaldi, A.J. Aptidão física relacionada à saúde de alunos do ensino fundamental do município de Rio Grande, RS, Brasil / Health-related physical fitness in students from elementary schools of Rio Grande do Sul, Brazil. *Rev. Bras. Med. Esporte.* 2008; 14(5): 454-459.
82. Enright, P.L.; McBurnie, M.A.; Bittner, V.; Tracy, R.P.; McNamara, R.; Arnold, A.; et al. The 6-min walk test: a quick measure of functional status in elderly adults. *Chest.* 2003; 123(2): 387-398.
83. Eyster, A.A.; Browson, R.C.; Bacak, S.J.; Housemann, R.A. The epidemiology of walking for physical activity in the United States. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2003; 35:1529-1536.
84. Farinatti, P. T.V.; Lopes, L.N.C. Amplitude e cadência do passo e componentes da aptidão muscular em idosos: um estudo correlacional multivariado. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10 (5):389-394.
85. Faulkner, J.A.; Larkin, L.M.; Claffin, D.R.; Brooks, S.V. Age-related changes in the structure and function of skeletal muscles. *Clin. Exp. Pharmacol. Physiol.* 2007; 34:1091-1096.
86. Ferreira, M.T.; Matsudo, S.M.M.; Ribeiro, M.C.S.A.; Ramos, L.R. Health-related factors correlate with behavior trends in physical activity level in old age: longitudinal results from a population in São Paulo, Brazil. *BMC Public Health.* 2010; 10(1):690-700.
87. Ferrucci, L.; Guralnik, J.M.; Buchner, D.M.; Kasper, J.; Lamb, S.E.; Simonsick, E.M.; et al. Departures from linearity in the relationship between measures of muscular strength and physical performance of the lower extremities, the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 1997; 52: 275-285.
88. Fiatarone, M.A.; Marks, E.C.; Ryan, N.D.; Meredith, C.N.; Lipsitz, L.A.; Evans, W.J. High-intensity strength training in nonagenarians. Effects on skeletal muscle. *JAMA.* 1990; 263(22):3029-3034.
89. Fielding, R.A.; Vellas, B.; Evans, W.J.; Bhasin, S.; Morley, J.E.; Newman, A.B.; et al. Sarcopenia: an undiagnosed condition in older adults. Current consensus definition: prevalence, etiology, and consequences. *J Am Med Dir Assoc.* 2011; 12(4): 249-256.
90. Fink, R.I.; Kolterman, O.G.; Griffin, J.; Olefsky, J.M. Mechanisms of insulin resistance in aging. *J Clin Invest.* 1983; 71(6):1523-1535.
91. Fleg, J.L.; Morrell, C.H.; Bos, A.G.; Brant, L.J.; Talbot, L. A.; Wright, J.G.; Lakatta E.G. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults. *Circulation.* 2005; 112:674-682.
92. Flegal, K.M.; Carroll, M.D.; Ogden, C.L.; Curtin, L.R. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *Journal of the American Medical Association.* 2010; 303(3): 235-241.
-

- 
93. Flicker, L.; McCaul, K.A.; Hankey, G.J.; Jamrozik, K.; Brown, W.J.; Byles, J.E.; et al. Body mass index and survival in men and women aged 70 to 75. *J Am Geriatr Soc.* 2010; 58:234–241.
94. Fone, S.; Lundgren-Lindquist, B. Health status and functional capacity in a group of successfully ageing 65–85 year olds. *Disabil. Rehabil.* 2003; 25: 1044–1051.
95. Forette, F.; Suex, M.L.; Thijs, L.; Le Divenach, A.; Perol, M.B.; Rigaud, A.S.; et al. Detection of cerebral aging an absolute need: predictive value of cognitive status. *Eur. Neurol.* 1998; 39:2-6.
96. Frontera, W. R.; Bigard, X. The benefits of strength training in the elderly. *Science and Sports.* 2002; 17(3): 109-116.
97. Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Fielding, R.A.; Fiatarone, M.A.; Evans, W.J.; Roubenoff, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *J. Appl. Physiol.* 2000; 88 (4):1321-1326.
98. Frontera, W.R.; Hughes, V.A.; Lutz, K.J.; Evans, W.J. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. *J Appl Physiol.* 1991; 71 (2):644-650.
99. Fulco, C.S.; Rock, P.B.; Muza, S.R.; Lammi, E.; Cymerman, A.; Butterfield, G.; et al. Slower fatigue and faster recovery of the adductor pollicis muscle in women matched for strength with men. *Acta Physiol Scand.* 1999; 167(3):233-239.
100. Galisteu, K.J.; Facundim, S.D.; Ribeiro, R. C. H.M.; Soler, Z.A.S.M. Qualidade de Vida de idosos de um grupo de convivência com a mensuração da escala de Flanagan. *Arq Ciênc Saúde.* 2006; 13 (4): 209-214.
101. Garatachea, N.; Molinero, O.; Martínez-García, R.; Jiménez-Jiménez, R.; González- Gallego, J.; Márquez, S. Feelings of well-being in elderly people: relationship to physical activity and physical function. *Arch Gerontol Geriatr.* 2009; 48:306-401.
102. Gavrilov, L.; Gavrilova, N. Evolutionary theories of aging and longevity. *Sc World J.* 2001; 2:339-356.
103. Galdes, A.A.R.; Albuquerque, R.B.; Soares, R.M.; Carvalho, J.; Farinatti, P.T.V. Correlação entre flexibilidade das articulações glenoumerais e coxofemorais e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas. *Rev Bras Fisioter.* 2008; 12 (4): 274-282.
104. Galdes, A.A.R.; Cavalcante, A.P.N.; Albuquerque, R.B.; Carvalho, M.J.; Farinatti, P.T.V. Correlação entre A flexibilidade multiarticular e o desempenho funcional de idosas fisicamente ativas em tarefas Motoras selecionadas. *Rev. Bras .Cineantropom. Des. Hum.* 2007; 9 (3):238-243.
105. Glaner, M.F.; Neto, C.S.P.; Zinn, J.L. Diagnóstico da aptidão física relacionada à saúde de universitários. *Rev. Bras. de Ativ. Fís. e Saúde.* 1998; 3(4): 35-41.
106. Gobbo, L.A.; Dourado, D.A.Q.; Almeida, M.F.A.; Duarte, Y.A.O.; Lebrão, M. L.; Marucci, M.F. Massa muscular de idosos do município de São Paulo – Estudo SABE: Saúde, Bem-estar e Envelhecimento. *Rev. Bras. Cineantropom. Des. Hum.* 2012; 14(1): 1-10.
107. Gómez, A. B.; Del Sol, J. M. R.; Hernández, J. M. J. Valores del índice de cintura/cadera en población adulta de ciudad de la habana. *Revista Cubana Aliment Nutr.* 2002; 16(1):42-47.
-

- 
108. González, N.M. Symposium de calidad de vida: generalidades, mediciones utilizadas en medicina, elementos que la componen. *Arch. Reumatol.* 1993; 4(1):40-42.
109. González, P. **Factores de riesgo de mortalidad en el anciano: una visión general.** En: Ribera, J.M.; Gil, P. Factores de riesgo en patología geriátrica. Madrid: Editores Médicos S.A.; 1996. p.21-30.
110. Gryfe, C.I.; Amies, A.; Ashley, M.J. A longitudinal study of fall in an elderly population: I. Incidence and morbidity. *Age Ageing.* 1977; 6:201-210.
111. Guimarães, J.M.N.; Farinatti, P.T.V. Análise descritiva de variáveis teóricamente associadas ao risco de quedas em mulheres idosas. *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11(5): 299-305.
112. Guimarães, L.H.C.T.; Galdino, D.C.A.; Martins, F.L.M.; Vitorino, D.F.M.; Pereira, K.L.; Carvalho, E.M. Comparação da propensão de quedas entre idosos que praticam atividade física e idosa sedentários. *Revista Neurociências.* 2004; 12(2): 68-72.
113. Gusi, N.; Prieto, J.; Olivares, P.R.; Delgado, S.; Quesada, F.; Cebrián, C. Normative fitness performance scores of community-dwelling older adults in Spain. *J Aging Phys Act.* 2012;20(1):106-126.
114. Guyat, G.H.; Feeny, D.H.; Patrick, D.L. Measuring Health-related quality of life. *Annals of Internal Medicine.* 1993; 18:622-629.
115. Häkkinen, K.; Kallinen, M.; Izquierdo, M.; Jokelainen, K.; Lassila, H.; Mälkiä, E.; Kraemer, W.J.; Newton, R.U.; Alen, M. Changes in agonist-antagonist EMG, muscle CSA, and force during strength training in middle-ages and older people. *J. Appl. Physiol.* 1998; 84(4):1341-1349.
116. Häkkinen, K.; Pakarinen, A.; Newton, R.U.; Kraemer, W.J. Acute hormone responses to heavy resistance lower and upper extremity exercise in young versus old men. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1998; 77(4): 312-319.
117. Harman, D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontology.* 1956; 11: 298-300.
118. Harridge, S.D.R.; Young, A. **“Skeletal muscle,” in Principles and Practices of Geriatric Medicine.** Wiley, London, UK, 1998. pp. 898–905.
119. Harries, U.J.; Bassey, E.J. Torque-velocity relationships for the knee extensors in women in their 3rd and 7th decades. *Eur. J. Appl. Physiol.* 1990; 60(3):187-190.
120. Harris, N.G. **Nutrición en la vejez.** En: Mahan, L.K.; Escott-Stump, S. Nutrición y Dietoterapia de Krause. 10th. Ed. México, 2001. p.313-333.
121. Hausdorff, J.M.; Nelson, M.E.; Kaliton, D.; Layne, J.E.; Bernstein, M.J.; Nuernberger, A.; et al. Etiology and modification of gait instability in older adults: a randomized controlled trial of exercise. *J Appl Physiol.* 2001; 90:2117-2129.
122. Hawk, C.; Hyland, J.K.; Rupert, R.; Colonvega, M.; Hall, S. Assessment of balance and risk for falls in a sample of community-dwelling adults aged 65 and older. *Chiropr Osteopat.* 2006; 14(3):1-8.

- 
- 123.He, Q.; Heo, M.; Heshka, S.; Wang, J.; Pierson, R.N.Jr.; Albu, J.; Wang, Z.; Heymsfield, S.B.; Gallagher, D. Total body potassium differs by sex and race across the adult age span. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 78(1): 72-77.
- 124.Heiat, A.; Vaccarino, V.; Krumholz, H.M. An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons. *Arch Intern Med.* 2001; 161:1194-1203.
- 125.Heyward, V. H. *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. 2th Ed. Illinois, Human Kinetics Books, 1991.
- 126.Hirvensalo, M.; Rantanen, T.; Heikkinen, E. Mobility difficulties and physical activity as predictors of mortality and loss of independence in the community living older population. *J Am Geriatr Soc.* 2000; 48:493-508.
- 127.Horstmann, T.; Maschmann, J.; Mayer, F.; Heitkamp, H.C.; Handel, M.; Dickhuth, H.H. The influence of age on isokinetic torque of the upper and lower leg musculature in sedentary men. *Int. J. Sports Med.* 1999; 20:362-367.
- 128.Hughes, V.A.; Frontera, W.R.; Roubenoff, R.; Evans, W.J.; Singh, M.A. Longitudinal changes in body composition in older men and women: role of body weight change and physical activity. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 76:473-481.
- 129.Hughes, V.A.; Frontera, W.R.; Wood, M.; Evans, W.J.; Dallal, G.E.; Roubenoff, R.; et al. Longitudinal muscle strength changes in older adults: influence of muscle mass, physical activity, and health. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med Sci.* 2001; 56(5):209-217.
- 130.Hunter, G.R.; McCarthy, J.P.; Bamman, M.M. Effects of resistance training on older adults. *Sports Med.* 2004; 34:330-348.
- 131.Hunter, S.K.; Critchlow, A.; Enoka, R.M. Influence of aging on sex differences in muscle fatigability. *J Appl Physiol.* 2004; 97(5):1723-1732.
- 132.Ingram, D.K. Age-related decline in physical activity: generalization to nonhumans. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32(9):1623-1629.
- 133.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Síntese de Indicadores Sociais. *Uma Análise das condições de vida da População Brasileira*. Rio de Janeiro, Brasil. 2010.
- 134.Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Cifras INE. *Boletín informativo del Instituto Nacional de Estadística. 11 de julio. Día Mundial de la Población. 2009*. Disponible en <: <http://www.ine.es/> Acceso en: Octubre 2010.
- 135.Instituto Nacional de Estadísticas (INE). *Notas de Prensa. Movimiento Natural de la Población e Indicadores Demográficos Básicos*. Año 2010. Datos avanzados.
- 136.Izquierdo, M.; Häkkinen, K.; Antón, A.; Garrues, M.; Ibañez, J.; Ruesta, M.; Gorostiaga, E.M. Maximal strength and power, endurance performance, and serum hormones in middle-aged and elderly men. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2001; 33(9):1577-1587.
-

- 
137. Izquierdo, M.; Häkkinen, K.; Ibañez, J.; Garrues, M.; Antón, A.; Zúñiga, A.; et al. E.M. Effects of strength training on muscle power and serum hormones in middle-aged and older men. *J Appl Physiol*. 2001, 90(4):1497-1507.
138. Izquierdo, M.; Häkkinen, K.; Ibañez, J.; Kraemer, W.J.; Gorostiaga, E.M. Effects of combined resistance and cardiovascular training on strength, power, muscle cross-sectional area, and endurance markers in middle-aged men. *Eur. J. Appl. Physiol*. 2005; 94(1-2): 70-75.
139. Izquierdo, M.; Martínez-Ramírez, A.; Larrión, J.L.; Irujo-Espinosa, M.; Gómez, M. Functional capacity evaluation in a clinical and ambulatory setting: new challenges of accelerometry to assessment balance and muscle power in aging population. *An Sist Sanit Navar*. 2008; 31(2):159-170.
140. Jackson, C.F.; Wenger, N.K. Cardiovascular disease in the Elderly. *Rev Esp Cardiol*. 2011; 64(8): 697–712.
141. Jacobson, B.H.; Thompson, B.; Wallace, T.; Brown, L.; Rial, C. Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011; 25(6): 549-556.
142. Janssen, I. The epidemiology of sarcopenia. *Clin Geriatr Med*. 2011; 27(3):355-363.
143. Janssen, I.; Baumgartner, R.N.; Ross, R.; Rosenberg, I.H.; Roubenoff, R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. *Am. J. Epidemiol*. 2004; 159:413-421.
144. Janssen, I.; Heymsfield, S.B.; Ross, R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc*. 2002; 50(5):889–896.
145. Janssen, I.; Katzmarzyk, P.T.; Ross, R. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National Institutes of Health guidelines. *Arch. Intern. Med*. 2002; 162(18): 2074-2079.
146. Janssen, I.; Mark, A.E. Elevated body mass index and mortality risk in the elderly. *Obes Rev*. 2007; 8(1):41–59.
147. Janssen, I.; Ross, R. Linking age-related changes in skeletal muscle mass and composition with metabolism and disease. *J Nutr Health Aging*. 2005; 9:408–419.
148. Janssen, W.G.; Bussmann, H.B.; Stam, H.J. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther*. 2002; 82(9):866-879.
149. Janssens, J.P.; Pache, J.C.; Nicod, L.P. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur. Respir. J*. 1999; 13:197-205.
150. Johnson, F.; Sinclair, D.; Guarente, L. Molecular biology of aging. *Cell*. 1999; 96:291-302.
151. Jones, C.J.; Rikli, R.E. *Measuring functional*. *J Active Aging*. 2002; 1:24-30.
152. Jones, J.; Rikli, R.; Noffal, G. Reability and Validity a Chair Sit-and-Reach Test to measure hamstring flexibility in older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1998; 69(4):338-43.
-

- 
153. Katz, S. Assessing self-maintenance: activities of daily living, mobility and instrumental activities of daily living. *J. Am. Geriatr. Soc.* 1983; 31(12):721-727.
154. Katz, S.; Stroud, M.W. Functional assessment in geriatrics. A review of progress and directions. *J Am Geriatr Soc.* 1989; 37(3):267-271.
155. Kauppi, M.; Hartikainen, S.; Kautiainen, H.; Laiho, K.; Sulkava, R. Capability for daily activities in old people with rheumatoid arthritis: a population based study. *Ann Rheum Dis.* 2005; 64(1):56-58.
156. Kell RT, Bell G, Quinney A. Musculoskeletal fitness, health outcomes and quality of life. *Sports Med.* 2001; 31(12): 863-73.
157. Keys, A.; Fidanza, F.; Karvonen, M.J.; Kimura, N.; Taylor, H.L. Indices of relative weight and obesity. *J. Chronic Dis.* 1972; 25:329-343.
158. Kimura, T.; Kobayashi, H.; Nakayama, E.; Hanaoka, M. Effects of aging on gait patterns in the healthy elderly. *Anthropol. Sci.* 2007; 115(1): 67-72.
159. Kimyagarov, S.; Klid, R.; Levenkrohn, S.; Fleissig, Y.; Kopel, B.; Arad, M.; et al. Body mass index (BMI), body composition and mortality of nursing home elderly residents. *Arch. Gerontol. Geriatr.* 2010; 51(2): 227-230.
160. Kirkwood T. Evolution of ageing. *Mech Ageing Dev.* 2001; 123:737-745.
161. Kissebah, A.H.; Krakower, G.R. Physiological Reviews. Regional adiposity and mortality. *Am. Physiol. Soc.* 1994; 74(4):761-811.
162. Knudson, D.V.; Magnusson, P.; McHugh, M. Current issues in flexibility fitness. *Pres. Council Phys. Fit. Sports.* 2000; 3(10): 1-6.
163. Kohrt, W.M.; Kirwan, J.P.; Staten, M.A.; Bourey, R.E.; King, D.S.; Holloszy, J.O. Insulin resistance in aging is related to abdominal obesity. *Diabetes.* 1993; 42: 273-281.
164. Kohrt, W.M.; Obert, K.A.; Holloszy, J.O. Exercise training improves fat distribution patterns in 60- and 70-year-old men and women. *J Gerontol.* 1992; 47(4):99-105.
165. Kopelman, P.G.; Grace, C. New thoughts on managing obesity. *Gut.* 2004; 53(7):1044-1053.
166. Kubo, K.; Ishida, Y.; Komuro, T.; Tsunoda, N.; Kanehisa, H.; Fukunaga, T. Age-related differences in the force generation capabilities and tendon extensibilities of knee extensors and plantar flexors in men. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2007; 62:1252-1258.
167. Kuczmarski, M.F.; Kuczmarski, R.J.; Najjar, M. Descriptive anthropometric reference data for older Americans. *J. Am. Diet. Assoc.* 2000, 100:59-66.
168. Kuroda, Y.; Israell S. *Sport and physical activities in older people*. In: Dirix A, et al. (eds). The olympic book of sports medicine. 1th. Ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1988. p. 331-355.
169. Kyle, U.G.; Genton, L.; Hans, D.; Karsegard, L.; Slosman, D.O.; Pichard. C. Age-related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2001; 55(8):663-672.
-

- 
170. Kyle, U.G.; Genton, L.; Hans, D.; Karsegard, V.L.; Michel, J.P.; Slosman, D.O.; et al. Total body mass, fat mass, fat-free mass, and skeletal muscle in older people: cross-sectional differences in 60-year-old persons. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2001; 49:1633-1640.
171. Lacourt, M.C.; Marini, L.L. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. *RBCEH.* 2006; 114-121.
172. Lamoureux, E.; Sparrow, W.A.; Murphy, A.; Newton, R.U. The effects of improved strength on obstacle negotiation in community-living older adults. *Gait. Posture.* 2003; 17(3):273-283.
173. Launer, L.J.; Harris, T.; Rumpel, C.; Madans, J. Body mass index, weight change, and risk of mobility disability in middle-aged and older women. The epidemiologic follow-up study of NHANES I. *JAMA.* 1994; 271(14): 1093-1098.
174. Lee, J.S.W.; Auyeung, T.W.; Kwok, T.; Lau, E.M.C.; Leung, P.C.; Woo, J. Associated factors and health impact of sarcopenia in older Chinese men and women: a cross-sectional study. *Gerontology.* 2007; 53:404-410.
175. Lemieux, S.; Prud'homme, D.; Tremblay, A.; Bouchard, C.; Despres, J.P. Anthropometric correlates to changes in visceral adipose tissue over 7 years in women. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 1996; 20: 618-624.
176. Lexell, J.; Henriksson-Larsén, K.; Winblad, B.; Sjöström, M. Distribution of different fiber types in human skeletal muscles: effects of aging studied in whole muscle cross sections. *Muscle Nerve.* 1983; 6(8)588-595.
177. Lima-Costa, M.F.; Barreto, S.M.; Uchôa, E.; Firmo, J.O.; Vidigal, P.G.; Guerra, H.L. The Bambuí Health and Aging Study (BHAS): prevalence of risk factors and use of preventive health care services *Rev. Panam. Salud Publica.* 2001; 9(4):219-227.
178. Lindemann, U.; Claus, H.; Stuber, M.; Augat, P.; Mueche, R.; Nikolaus, T.; Becker, C. Measuring power during the sit-to-stand transfer. *Eur J Appl Physiol.* 2003; 89: 466-470.
179. Lindle, R.S.; Metter, E.J.; Lynch, N.A.; Fleg, J.L.; Fozard J.L.; Tobin, J.; Roy, T.A.; Hurley, B.F. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *J Appl Physiol.* 1997; 83(5):1581-1587.
180. Lipschitz, D.A. Screening for nutritional status in the 14 elderly. *Prim Care.* 1994; 21(1): 55-67.
181. Lisko, I.; Tiainen, K.; Stenholm, S.; Luukkaala, T.; Hervonen, A.; Jylhä, M. Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist-to-Hip Ratio as Predictors of Mortality in Nonagenarians: The Vitality 90+ Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2011; 66(11)1244-1250.
182. Locher, J.L.; Roth, D.L.; Ritchie, C.S.; Cox, K.; Sawyer, P.; Bodner, E.V., et al. Body mass index weight loss and mortality in community-dwelling older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007; 62(12)1389-1392.
183. Loenneke, J.P.; Pujol, T.J. Sarcopenia: An emphasis on occlusion training and dietary protein. *Hippokratia.* 2011; 15(2):132-137.
184. Lord, S.R.; Murray, S.M.; Chapman, K.; Munro, B.; Tiedemann, A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol.* 2002; 57: 539-543.
-

- 
185. Lustosa, L.P.; Silva, J.P.; Coelho, F.M.; Pereira, D.S.; Parentoni, A.N.; Pereira, L.S. Impact of resistance exercise program on functional capacity and muscular strength of knee extensor in pre-frail community-dwelling older women: a randomized crossover trial. *Rev Bras Fisioter.* 2011; 15(4):318-324.
186. Maciel, A.C.C.; Guerra, R.O. Prevalência e fatores associados ao déficit de equilíbrio em idosos. *Rev Bras Ci Mov.* 2005; 3(1): 37-44.
187. Mangel, M. Complex adaptive systems, aging and longevity. *J Theor Biol.* 2001; 213: 559-571.
188. Martin, D.; Carl, K.; Lehnertz, K. *Manual de Teoria do Treinamento Esportivo.* São Paulo: Phorte, 2008.
189. Masunari N, Fujiwara S, Kasagi F, Takahashi I, Yamada M, Nakamura T. Height Loss Starting in Middle Age Predicts Increased Mortality in Elderly. *J Bone Miner Res.* 2011.
190. Mataix, J.; Rivero, M. *Edad avanzada.* En: Mataix, J. Ed. Nutrición y Alimentación Humana. Madrid: ERGON; 2002. p.883-901.
191. Matos, A. F. G.; Viera, A. R.; Coutinho, W.; Madeira, D.; Carraro, L. M.; Rodrigues, R.; et al. A obesidade estaria relacionada ao aumento do volume das adrenais? *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2000; 44(1) 21-29.
192. Matsudo, S. M.; Matsudo, V.K.R.; Barros Neto, T. L. Efeitos Benéficos da Atividade Física na Aptidão Física e Saúde Mental Durante o Processo de Envelhecimento. *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde,* 2000; 5(2): 60-76.
193. Matsudo, S.M.; Matsudo, V.K.R.; Neto, T.L.B. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Rev. Bras. Ciência Mov,* v.8, n.4, p.21-32, 2000.
194. Matsudo, V.; Matsudo, S.; Andrade, D.; Araujo, T.; Andrade, E.; De Oliveira, L.C.; et al. Promotion of physical activity in a developing country: the agita São Paulo experience. *Public Health Nutrition.* 2002; 5(1):1-10.
195. Mayer, F.; Scharhag-Rosenberger, F.; Carlsohn, A.; Cassel, M.; Müller, S.; Scharhag, J. The intensity and effects of strength training in the elderly. *Dtsch. Arztebl. Int.* 2011; 108(21):359-364.
196. Mayhew, J.L.; Brechue, W.F.; Smith, A.E.; Kemmler, W.; Lauber, D.; Koch, A.J. Impact of testing strategy on expression of upper-body work capacity and one-repetition maximum prediction after resistance training in college-aged men and women. *J Strength Cond Res.* 2011;25(10):2796-2807.
197. Mazza, A.; Zamboni, S.; Tikhonoff, V.; Schiavon, L.; Pessina, A.C.; Casiglia, E. Body mass index and mortality in elderly men and women from general population. The experience of Cardiovascular Study in the Elderly. *Gerontology.* 2007; 53: 36-45.
198. Mazzeo, R.S.; Tanaka, H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. *Sports Med.* 2001; 31(11):809-818.
-

- 
- 199.Mello, M. R. *Asociación entre la aptitud física y la evaluación global de salud en ancianos*. 2004. Tesis (Doctorado en Ciencias de la actividad física y del Deporte). Universidad de León. 2004.
- 200.Menz, H.B.; Lord, S.R.; Fitzpatrick, R.C. Age-related differences in walking stability. *Age Ageing*. 2003; 32:137-142.
- 201.Messier, S.; Loeser, R.; Roover, J; Semble, E.; Wise, C. Osteoarthritis of the knee: effects on gait, strength and flexibility. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1992; 73(1): 29-36.
- 202.Minges, K.E.; Cormick, G.; Unglik, E.; Dunstan, D.W. Evaluation of a resistance training program for adults with or at risk of developing diabetes: an effectiveness study in a community setting. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2011; 25(8):50-57.
- 203.Monteiro, C.A.; Conde, W.L.; Matsudo, S.M.; Matsudo, V.R.; Bonseñor, I.M.; Lotufo, P.A. A descriptive epidemiology of leisure-time physical activity in Brazil, 1996-1997. *Rev. Panam. Salud Pública*. 2003; 14:246-254.
- 204.Morley, J.E. Mobility performance: a high-tech test for geriatricians. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2003; 58:712-714.
- 205.Morley, J.E.; Baumgartner, R.N.; Roubenoff, R.; Mayer, J.; Nair, K.S. Sarcopenia. *J Lab Clin Med*. 2001; 137(4):231-243.
- 206.Morris, S.; Morris, M.E.; Iansek, R. Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" test in people with Parkinson disease. *Phys. Ther*. 2001; 81(2):810-818.
- 207.Mota, M. P.; Figueiredo, P. A.; Duarte, J. A. Teorias biológicas do envelhecimento. *Rev. Port. Ciências Desp*. 2004; 4(1):81-110.
- 208.Mykkanen, L.; Laakso, M.; Pyörala, K.; High plasma insulin level associated with coronary heart disease in the elderly. *Am J Epidemiol*. 1993; 137(11):1190-1202.
- 209.Nanda, U.; Andresen, E. Health related Quality of life, a guide for the health professional. *Eval Health Prof*. 1998; 21: 179-215.
- 210.Nelson, M.E.; Rejeski, W.J.; Blair, S.N.; Duncan, P.W.; Judge, J.O.; King, A.C.; et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc*. 2007; 39(8):1435-1445.
- 211.Nocera, J.; Buford, T.W.; Manini, T.M.; Naugle, K.; Leeuwenburgh, C.; Pahor, M.; Perri, M.G.; Anton, S.D. The impact of behavioral intervention on obesity mediated declines in mobility function: implications for longevity. *J. Aging Res*. 2011.
- 212.Nüesch, E.; Dieppe, P.; Reichenbach, S.; Williams, S.; Iff, S.; Jüni, P. All cause and disease specific mortality in patients with knee or hip osteoarthritis: population based cohort study. *BMJ*. 2011; 8:342:1165.
- 213.Ogawa, T.R.; Spina, R.; Martin, W.H.; Kohrt, W.M.; Schechtman, K.B.; Holloszy, J.O.; Ehsani, A.A. Effects of aging, sex and physical training on cardiovascular responses to exercise. *Circulation*. 1992; 86:494 -503.
-

- 
214. Oja, P.; Tuxworth, B. ***Eurofit Para Adultos: Evaluación de la Aptitud Física en Relación con la Salud***. Ed. CDDS-CE. Madrid, 1995.
215. Olivares, P.R.; Gusi, N.; Prieto, J.; Hernandez-Mocholi, M.A. Fitness and Health-Related Quality of Life Dimensions in Community-Dwelling Middle Aged and Older Adults. *Health Qual. Life Outcomes*. 2011; 9(1): 117-140.
216. Oliveira, B.F.; Nogueira-Machado, J.A.; Chaves, M.M. The role of oxidative stress in the aging process. *Scientific World Journal*. 2010; 15(10):1121-1128.
217. Organización Mundial de la Salud (OMS). ***Aplicaciones de la epidemiología al estudio de los ancianos***. Ginebra: OMS, 1984. (Serie de Informes Técnicos nº 706).
218. Orr, R. Contribution of muscle weakness to postural instability in the elderly. A systematic review. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010; 46(2):183-220.
219. Osness, W.H.; Adrian, M.; Clark, B.; Hoeger, W.; Rabb, D.; Wiswell R. ***Functional fitness assessment for adults over 60 years***. Ed. Dubuque. Kendal/Hunt, 1996.
220. Ostyn, M.; Buenen, G.; Simons, J. ***Kinanthropometry II***. Baltimore, University Park Press, 1980. 518p.
221. Overstall P.W. The use of balance training in elderly people with falls. Reviews. *Clin. Geront*. 2003; 13:153-161.
222. Oyarzung, M. Función respiratoria en la senectud. *Rev. Méd. Chile*. 2009; 137(3):411-418.
223. Pahor, M.; Cesari, M. Designing phase IIB trials in sarcopenia. The best target population. *J Nutr Health Aging*. 2011; 15(8): 725-730.
224. Pate, R.R. The evolving definition of physical fitness. *Quest*. 1988; 40: 174-179.
225. Pedrosa, R.; Holanda, G. Correlação entre os teste da caminhada, da marcha estacionaria e TUG em hipertensas idosas. *Rev Bras Fisioter*. 2009; 13(3):.252-256.
226. Pérez, V.; Sierra, F. Biología del envejecimiento. *Rev Méd Chile*. 2009; 137: 296-302.
227. Perracini, M.R. Equilíbrio e controle postural em idosos. *Rev Bras Postura Mov*. 1998; 2(4):130-142.
228. ***Perspectivas del envejecimiento activo en Castilla y León***. Informe a Iniciativa Propia IIP 1/09. Consejo Económico y Social. Comunidad de Castilla y León. Valladolid. España. 2009.
229. Pillard, F.; Laoudj-Chenivresse, D.; Carnac, G.; Mercier, J.; Rami, J.; Rivière, D.; et al. Physical activity and sarcopenia. *Clin Geriatr Med*; 2011; 27(3):449-70.
230. Pitanga, F.J.G.; Lessa, I. Prevalência e fatores associados ao sedentarismo no lazer em adultos. *Cad. Saúde Pública*. 2005; 21:870-877.
231. Podsiadlo, D.; Richardson, S. The Timed Up & Go: A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991; 39:142-148.
-

- 
232. Poliakov, A.A.; Tomarevskaia, E.S. Body mass index and functional activity in the elderly people. *Adv Gerontol.* 2011; 24(1):69-73.
233. Pollock, M.L.; Gaesser, G.A.; Butcher, J.D.; Deprés, J.P.; Dishman, R. K.; Franklin, B.A.; et al. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 30, (6):975-991.
234. Porter, M.M.; Vandervoort, A.A.; Lexell, J. Aging of human muscle: structure, function and adaptability. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 1995; 5(3):129-142.
235. Poulin, M.J.; Vandervoort, A.A.; Paterson, D.H.; Kramer, J.F.; Cunningham, D.A. Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. *Can. J. Sport Sci.* 1992; 17(1): 3-7.
236. Pouliot, M.C.; Despres, J.P.; Lemieux, S.; Moorjani, S.; Bouchard, C.; Tremblay, A.; et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am. J. Cardiol.* 1994; 73(7): 460-468.
237. Ponder, D.; Carson, D.; Davison, M. Orihara, Y. Evaluation of indices of obesity in men: descriptive study. *BMJ.* 1998; 316(7142):316-428.
238. García, S. E., A. Alonso T. V.; Alonso, J.L.; Sanz, R.A.; Muñoz S.L.; Sanz, J. C. Costa, M. G. Patrón epidemiológico de la obesidad en Castilla y León y su relación con otros factores de riesgo de enfermedad cardiovascular. *Rev Esp Cardiol.* 2011; 64(1): 63–66.
239. Ribom, E.L.; Mellström, D.; Ljunggren, Ö.; Karlsson, M.K. Population-based reference values of handgrip strength and functional tests of muscle strength and balance in men aged 70–80 years. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011; 53(2):114-117.
240. Rikli, R.E.; Jones, C.J. Measuring functional fitness of 7 older adults. *J Active Aging.* 2002; 1 (1):24-30.
241. Rikli, R.E.; Jones, C.J. *Senior Fitness Test Manual.* Champaign IL: Human Kinetics 2001.
242. Rikli, R.E.; Jones, C.J. The development and validation of a functional fitness test for community-residing older adults. *J of Aging and Physical Activity.* 1999; 7: 129–161.
243. Ringsberg, K.; Gerdhem, P.; Johanson,.; O’brant, K.J. Is there a relationship between balance, gait performance and muscular strength in 75-year-old women? *Age Aging.* 1999; 28:289-293.
244. Roach, K.E.; Miles, T.P. Normal hip and knee active range of motion: the relationship to age. *Phys. Ther.* 1991; 71(9):656-665.
245. Roger, V.L.; Go, A.S.; Lloyd-Jones, D.; Adams, R.J.; Berry, J.D.; Brown, T.M, et al. Heart disease and stroke statistics–2011 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2011; 123(4):118–209.
246. Rogers, M.E.; Rogers, N.L.; Takeshima, N.; Islam, M.M. Methods to assess and improve the physical parameters associated with fall risk in older adults. *Prev. Med.* 2003; 36(3):255-264.
247. Roig, M.; Macintyre, D.L.; Eng, J.J.; Narici, M.V.; Maganaris, C.N.; Reid, W.D. Preservation of eccentric strength in older adults: Evidence, mechanisms and implications for training and rehabilitation. *Exp Gerontol.* 2010; 45(6):400-409.
-

- 
248. Rolland, Y.; Czerwinski, S.; Abellan Van Kan, G.; Morley, J.E.; Cesari, M.; Onder, G.; et al. Sarcopenia: its assessment, etiology, pathogenesis, consequences and future perspectives. *J Nutr Health Aging*. 2008; 12(7):433–450.
249. Rolland, Y.; Lauwers-Cances, V.; Cristini, C.; Abellan Van Kan, G.; Janssen, I.; Morley, J.E.; et al. Difficulties with physical function associated with obesity, sarcopenia, and sarcopenic-obesity in community-dwelling elderly women: the EPIDOS (EPIDemiologie de l'Osteoporose) Study. *Am J Clin Nutr*. 2009; 89(6):1895-1900.
250. Roos, M.R.; Rice, C.L.; Vandervoort, A.A. Age-related changes in motor unit function. *Muscle Nerve*. 1997; 20(6):679-690.
251. Rosa, T.E.C.; Benicio, M.H.D.; Latorre, M.R.D.O.; Ramos, L.R. Determinants of functional capacity among elderly. *Rev. Salud Publ*. 2003; 37:40–48.
252. Rose, R.M. Can human aging be postponed? *Sci Am*. 1999; 281:106-111.
253. Rosen, M.J.; Sorkin, J.D.; Goldberg, A.P.; Hagberg, J.M.; Katzel, L.I. Predictors of age-associated decline in maximal aerobic capacity: a comparison of four statistical models. *J Appl Physiol*. 1998; 84:2163–2170.
254. Rosenberg, I.H. Summary comments. *Am J Clin Nutr*. 1989; 50:1231–1233.
255. Roubenoff, R. Origins and clinical relevance of sarcopenia. *Can J Appl Physiol*. 2001; 26(1):78–89.
256. Roubenoff, R. Sarcopenic obesity: the confluence of two Epidemics. *Obesity Research*. 2004; 12(6): 887–888.
257. Rubenstein, L.Z.; Robbins, A.S.; Schulman, B.L.; Rosado, J.; Osterweil, D.; Josephson, K.R. Falls and instability in the elderly. *J Am Geriatr Soc*. 1988; 36:266-78.
258. Russ, D.W.; Kent-Braun, J.A. Sex differences in human skeletal muscle fatigue are eliminated under ischemic conditions. *J Appl Physiol*. 2003; 94(6):2414-2422.
259. Ryazanov, A.; Nefsky, B. Protein turnover plays a key role in aging. *Mech Ageing Dev*. 2002; 123: 207-213.
260. Salem, G.J.; Wang, M.Y.; Young, J.T.; Marion, M.; Greendale, G.A. Knee strength and lower- and higher-intensity functional performance in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32(10): 1679-1684.
261. Sallis, J. F. Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Med Sci Sports Exerc*. 2000; 32(9):1598-1600.
262. Sancho, M.; Abellán, A.; Pérez, L.; Rodríguez, V. *Las personas mayores en España*. Informe 2000. Madrid: IMSERSO, 2000.
263. Santos, D. M.; Sichieri, R. Índice de massa corporal e indicadores antropométricos de adiposidade em idosos. *Revista de Saúde Pública*. 2005; 30(2): 163-168.
-

- 
- 264.Santos, J.L.; Albala, C.; Lera, L.; García, C.; Arroyo, P.; Pérez-Bravo, F.; Angel, B.; Peláez, M. Anthropometric measurements in the elderly population of Santiago, Chile. *Nutrition*. 2004; 20:452-457.
- 265.Sayeg, M.A. Envelhecimento bem sucedido e o autocuidado: algumas reflexões. *Arq Geriatria Gerontology*. 1998; 2(3):96-108.
- 266.Schenkman, M.; Hughes, M.A.; Samsa, G.; Studenski, S. The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals. *J Am Geriatr Soc*. 1996; 44(12):1441-1446.
- 267.Schlicht, J.; Camaione, D.N.; Owen, S.V. Effect of intense strength training on standing balance, walking speed, and sit-to-stand performance in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001; 56(5):281-286.
- 268.Schwartz, R.S.; Shuman, W.P.; Larson, V.; Cain, K.C.; Fellingham, G.W.; Beard, J.C.; Kahn, S.E.; Stratton, J.R.; Cerqueira, M.D.; Abrass, I.B. The effect of intensive endurance exercise training on body fat distribution in young and old men. *Metabolism*. 1991; 40(5):545-551.
- 269.Scott, D.; Blizzard, L.; Fell, J.; Jones, G. The epidemiology of sarcopenia in community living older adults: what role does lifestyle play? *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2011; 2(3): 125-134.
- 270.Seguin, R.; Nelson, M.E. The benefits of strength training for older adults. *Am. J. Prev. Med*. 2003; 25(3):141-149.
- 271.Shephard, R.J. Physical activity, fitness and cardiovascular health: a brief counselling guide for older patients. *CMAJ*. 1994; 151(5): 557-561.
- 272.Shephard, R.J.; Berridge, M.; Montelpare, W. On the generality of the “sit and reach” test: An analysis of flexibility data for aging population. *Res. Q. Exer. Sport*. 1990; 61(4):326-330.
- 273.Sherk, K.A.; Bemben, D.A.; Brickman, S.E.; Bemben, M.G. Effects of resistance training duration on muscular strength retention 6-month posttraining in older men and women. *J Geriatr Phys Ther*. 2012; 35(1): 20-27.
- 274.Shiraki, M.; Kuroda, T.; Tanaka, S. Established osteoporosis associated with high mortality after adjustment for age and co-morbidities in postmenopausal Japanese women. *Intern Med*. 2011; 50(5):397-404.
- 275.Shubert, T.E.; Schrod, L.A.; Mercer, V.S.; Busby-Whitehead, J.; Giuliani, C.A. Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults? *J Geriatr Phys Ther*. 2006; 29(1):33-39.
- 276.Shubert, T.E.; Schrod, L.A.; Mercer, V.S.; Busby-Whitehead, J.; Giuliani, C.A. Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults? *J Geriatr Phys Ther*. 2006; 29(1):33-39.
- 277.Sidiropoulos, M. Molecular mechanisms of aging: telomerase and cellular aging. *Univ Toronto Med J*. 2005; 83(1):17-18, 2005.
-

- 
278. Silsupadol, P.; Siu, K.; Shumway-Cook, A.; Woollacott, M.H. Training of balance under single and dual-task conditions in older adults with balance impairment. *Phys Ther.* 2006; 86(2): 269-281.
279. Silva, T.A.A.; Frisioli Junior, A.; Pinheiro, M.M.; Szejnfeld, V.L. Sarcopenia associada ao envelhecimento: aspectos etiológicos e opções terapêuticas. *Rev Bras Reumatol.* 2006; 46(6): 391-397.
280. Silveira, C.R.A.; Prenuchi, M.R.T.P.; Simões, C.S.; Caetano, M.J.D.; Golbi, L.T.B. Validade de construção em testes de equilíbrio: ordenação cronológica na apresentação das tarefas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2006; 8(3):66-72.
281. Simões, L.A.; Dias, J.M.; Marinho, K.C.; Pinto, C.L.; Britto, R.R. Relationship between functional capacity assessed by walking test and respiratory and lower limb muscle function in community-dwelling elders. *Rev Bras Fisioter.* 2010; 14(1):24-30.
282. Skelton, D.A.; Greig, C.A.; Davies, J.M.; Young, A. Strength, power and related functional ability of healthy people aged 65-89 years. *Age Ageing.* 1994; 23(5):371-377.
283. Sohal, R.; Weindruch, R. Oxidative stress, caloric restriction, and aging. *Science.* 1996; 273:59-63.
284. Sonntag, W.E.; Lynch, C.D.; Cefalu, W.T.; Ingram, R.L.; Bennett, S.A.; Thornton, P.L.; et al. Pleiotropic effects of Growth hormone and insulin-like growth factor (IGF)-1 on biological aging: Inferences from moderate caloric- restricted animals. *J. Gerontology (Biol. Sci.).* 1999; 12:521-538.
285. Sornay-Rendu, E.; Munoz, F.; Duboeuf, F.; Delmas, P.D. Disc space narrowing is associated with an increased vertebral fracture risk in postmenopausal women: the OFELY Study. *Arthritis Rheum,* 2006; 54(4):1262-1269.
286. Sousa, L.; Galante, H.; Figueiredo, D. Quality of life and well-being of elderly people: an exploratory study in the Portuguese population. *Rev Saúde Pública.* 2003; 37(3):364-71.
287. Spirduso, W.W. *Physical Dimensions of Aging.* Champaign: Human Kinetics; 1995.
288. Srikanthan, P.; Seeman, T.E.; Karlamangla, A.S. Waist-hip-ratio as a predictor of all-cause mortality in high-functioning older adults. *Ann. Epidemiol.* 2009; 19(10):724-731.
289. Stamford, B.A. Exercise and the elderly. *Exerc. Sports Sci. Rev.* 1988; 16: 341-379.
290. Stel, V.S.; Smit, J.H.; Pluijm, S.M.; Lips, P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J. Clin. Epidemiol.* 2003; 56(7):659-668.
291. Talbot, L.; Metter, E.; Fleg, J. Leisure-time physical activities and their relationship to cardiorespiratory fitness in healthy men and women 18-95 years old. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 32:417-425.
292. Tanaka, H.; De Souza, C.A.; Jones, P.P.; Stevenson, E.T.; Davy, K.P.; Seals, D.R. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *J. Appl. Physio.* 1997; 83(6):1947-1953.
-

- 
293. Taylor, A.E.; Ebrahim, S.; Ben-Shlomo, Y.; Martin, R.M.; Whincup, P.H.; Yarnell, J.W.; et al. Comparison of the associations of body mass index and measures of central adiposity and fat mass with coronary heart disease, diabetes, and all-cause mortality: a study using data from 4 UK cohorts. *Am J Clin Nutr.* 2010; 91(3):547-556.
294. Teixeira, I.N.; Guariento, M.E. Biology of aging: theories, mechanisms, and perspectives. *Cien Saúde Colet.* 2010; 15(6):2845-57.
295. Thomas, D.R. Sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 2010; 26(2):331-346.
296. Thomas, S.G.; Cunningham, D.A.; Thompson, J.; Rechnitzer, P.A. Exercise training and "ventilation threshold" in elderly. *J. Appl Physiol.* 1985; 59(5): 1472-1476.
297. Thompson, P.D.; Buchner, D., Piña, I.L.; Balady, G.J.; Williams, M.A.; Marcus, B.H.; et al. Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology and the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation.* 2003;107:3109-3116.
298. Timiras, P. S. *Bases fisiológicas del envejecimiento y geriatría.* Trad. Maria D. Catalá Amorós. Manson, S. A. Barcelona, 1997. 395 p.
299. Timmerman, K.L.; Volpi, E. Amino acid metabolism and regulatory effects in aging. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2008; 11:45-49.
300. Tinetti, M.E.; Baker, D.I.; Garret, P.G.; Gottschalk, C.M.; Koch, M.L.; Horwitz, R.I. Yale Fallsit: Risk Factor Abatement Strategy for Fall Prevention. *J Am Geriatr Soc.* 1993; 41(3):315-320.
301. Tinetti, M.E.; Speechley, M.; Ginter, S.F. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N. Engl. J. Med.* 1988; 19(26):1701-1707.
302. Toraman, N.F. Short term and long term detraining: is there any difference between young-old and old people? *Br J Sports Med.* 2005; 39(8):561-564.
303. Toth, M.J.; Gardner, A.W.; Ades, P.A.; Poehlman, E.T. Contribution of body composition and physical activity to the age-related decline in VO<sub>2</sub> in men and women. *J Appl Physiol.* 1993; 75:2288-2292.
304. Troen, B.R. The biology of ageing. *Mt Sinai J Med.* 2003; 70(1):3-22.
305. Ueno, L.M.; Okuma, S.S.; Miranda, M.L.; Jacob, F.W. Análise dos efeitos quantitativos e qualitativos de um programa de educação física sobre a flexibilidade do quadril em indivíduos com mais de 60 anos. *Motriz.* 2000; 6(1): 9-16.
306. Ukoli, F.A.; Bunker, C.H.; Fabio, A.; Olomu, A.B.; Egbagbe, E.E.; Kuller, L.H. Body fat distribution and other anthropometric blood pressure correlates in a Nigerian urban elderly population. *Cent. Afr. J. Med.* 1995; 41(5):154-161.
307. United Nations, Department of Economic and Social . *World Population Prospects: The 2002 revision. Sex and age.* 2003; 2(223). (Population Studies).
308. United Nations. Population Division. *World Population Ageing 1950-2050.* 2002. Disponible en: < <http://www.un.org> Acceso: Julio 2010.
-

- 
309. Urzúa, M. A. Health related quality of life: Conceptual elements. *Rev Med Chil.* 2010, 138(3):358-365.
310. van Boxtel, M.P.; Paas, F.G.; Houx, P.J.; Adam, J.J.; Teeken, J.C.; Jolles, J. Aerobic capacity and cognitive performance in a cross-sectional aging study. *Med. Sci. Sports Exerc.* 1997; 29:1357-1365.
311. Van Lerberghe, W.; Evans, T.; Rasanathan, K.; Mechbal, A. *The World Health Report 2008: Primary Health Care—Now More Than Ever.* Geneva: World Health Organization, 2008.
312. Vander Linden, D.W.; Brunt, D.; McCulloch, M.U. Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75(6):653-660.
313. Vandervoort, A.A. Ankle mobility and postural stability. *Physiother. Theory Pract.* 1999; 15(2): 91-103.
314. Vandervoort, A.A.; Chesworth, B.M.; Cunningham, D.A.; Paterson, D.H.; Rechnitzer, P.A.; Koval, J.J. Age and sex effects on mobility of the human ankle. *J Gerontol.* 1992; 47(1): 17-21.
315. Vandervoort, A.A.; Kramer, J.F.; Wharram, E.R. Eccentric knee strength of elderly females. *J Gerontol.* 1990; 45:125-128.
316. Vandervoort, A.A.; Symons, T.B. Functional and metabolic consequences of sarcopenia. *Can J Appl Physiol.* 2001; 26(1):90-101.
317. Varo, J.J.; Martínez-González, M.A.; Irala-Estévez, J.; Kearney, J.; Gibney, M.; Martínez, J.A. Distribution and determinants of sedentary lifestyles in the European Union. *Int J Epidemiol.* 2003; 32:138-146.
318. Vazquez, C. Epidemiología de la obesidad: estado actual en los países desarrollados. *Endocrinología.* 1999; 9:302-318.
319. Velásquez-Meléndez, G.; Martins, I.S.; Cervato, A.M.; Fornés, N.S.; Marucci, M.F.N.; Coelho, L.T. Relationship between stature, overweight and central obesity in the adult population in São Paulo, Brazil. *Int J Obes.* 1999; 23:639-44.
320. Veras, R. Population aging today: demands, challenges and innovations. *Rev Saúde Pública.* 2009, 43(3):548-554.
321. Viana, B.H.; Gómez, J.R.; Paniagua, M.V.; Silva, M.E.; Núñez, V.; Lancho, J.L. Características antropométricas y funcionales de individuos activos, mayores de 60 años, participantes en un programa de actividad física. *Rev Esp Geriatr Gerontol.* 2004; 39(5):297-304.
322. Victor, C., Scambler, S.; Bond, J.; Bowling, A. Being alone in later life: loneliness, social isolation and living alone. *Rev Clin Geronto.* 2000; 10:407-417.
323. Vieira, A.G.S.; Schettino, L.; Machado, M.; Pereira, R. Análise da força e autonomia de idosos: relação entre idade e performance musculoesquelética. *RBCEH.* 2009; 6(2):225-232.
324. Viña, J.; Borra, C.; Miquel, J. Theories of Ageing. Critical Review. *IUBMB Life.* 2007; 59(4-5):249 - 254.
325. Visser, M.; Schaap, L.A. Consequences of sarcopenia. *Clin. Geriatr. Med.* v.27, n.3, p.387-399, 2011.
-

- 
326. Visser, M.; Launer, L.J.; Deurenberg, P.; Deeg, D.J.H. Total and sports activity in older men and women: relation with body fat distribution. *Am. J. Epidemiol.* 1997; 145:752–761.
327. von Bernhardt, R. Envejecimiento: Cambios bioquímicos y funcionales del Sistema Nervioso Central. *Rev Chil Neuro-Psiquiat.* 2005; 43(4):297-304.
328. von Haehling, S.; Morley, J.E.; Anker, S.D. An overview of sarcopenia: facts and numbers on prevalence and clinical impact. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2010; 1(2):129-133.
329. Walrand, S.; Guillet, C.; Salles, J.; Cano, N.; Boirie, Y. Physiopathological mechanism of sarcopenia. *Clin Geriatr Med.* 2011; 27(3):365-85.
330. Warburton, D.E.R.; Nicol, C.W.; Bredin, S.S.D. Health benefits of physical activity: the evidence. *Canad. Med. Assoc. J.* 2006; 14(6):801–809.
331. Waters, D.L.; Baumgartner, R.N. Sarcopenia and obesity. *Waters Clin Geriatr Med.* 2011; 27(3):401-421.
332. Weinert, B.; Timiras, P. Invited review: theories of aging. *J Appl Physiol.* 2003; 95:1706-1716.
333. Weiss, E.P.; Spina, R.J.; Holloszy, J.O.; Ehsani, A.A. Gender differences in the decline in aerobic capacity and its physiological determinants during the later decades of life. *J. Appl. Physiol.* 2006; 101(3): 938-944.
334. Wilson, T.M.; Tanaka, H. Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. *Am J Physiol:Heart Circ Physiol.* 2000;278:829–834.
335. Woo, J.; Ho, S.C.; Sham, A. Longitudinal changes in body mass index and body composition over 3 years and relationship to health outcomes in Hong Kong chinese age 70 and older. *J Am Geriatr Soc.* 2011; 49:737-74.
336. Woollacott, M.H.; Tang, P. balance control during walking in the older adult: research and its implications. *Phys. Ther.* 1997; 77(6):646-660.
337. World Health Organization. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 1995; 854,1-452.
338. Zago, A.S.; Gobbi, S. Valores normativos da aptidão funcional de mulheres de 60 a 70 anos. *Rev. Bras. Ciência Mov.* 2003; 11(2): 77-86.
339. Zaitune, M.P.; Barros, M.B.; César, C.L.; Carandina, L.; Goldbaum, M. Variables associated with sedentary leisure time in the elderly in Campinas, São Paulo State, Brazil. *Cad Saúde Pública.* 2007; 23(6):1329-1338.
340. Zak, M.; Swine, C.; Grodzicki, T. Combined effects of functionally-oriented exercise regimens and nutritional supplementation on both the institutionalized and free-living frail elderly (double-blind, randomized clinical trial). *BMC Public Health.* 2009; 28: 9:39.

# Anexos

---



## ANEXOS

Anexo 1: Referencias en percentiles para tests de la capacidad funcional por franjas de edad.

Sentar y levantar Hombres						
Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥80	General
10	11,10	11,20	9,00	8,00	5,40	10,00
20	12,00	12,00	12,00	10,40	6,80	12,00
25	12,00	13,00	12,00	11,25	7,50	12,00
30	13,00	14,00	12,00	12,00	8,00	12,00
40	14,00	15,00	14,00	13,00	9,20	14,00
50	16,00	15,00	14,00	14,00	13,00	15,00
60	17,00	17,20	16,40	15,00	14,00	16,00
70	17,00	19,00	18,00	16,00	16,40	17,30
75	18,00	19,00	19,25	16,75	18,00	18,00
80	18,80	20,00	20,20	18,00	19,20	19,00
90	20,90	21,80	22,20	19,60	24,80	21,00

Sentar y levantar Mujeres						
Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	12,00	12,00	10,90	10,00	6,00	11,00
20	14,00	13,00	13,00	11,00	7,80	13,00
25	14,00	14,00	13,00	12,00	8,00	14,00
30	15,00	14,00	14,00	13,00	8,20	14,00
40	16,00	15,00	15,00	14,00	10,00	15,00
50	17,00	17,00	16,00	15,00	12,00	16,00
60	18,00	18,00	17,00	16,00	14,00	17,00
70	20,00	19,00	18,00	18,00	15,00	19,00
75	20,00	20,00	19,00	19,00	15,00	20,00
80	21,00	20,40	20,00	20,00	15,20	20,00
90	24,00	22,00	22,00	22,00	19,00	22,00

## Flexión de Codo Hombres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥80	General
10	13,10	13,00	12,90	10,00	8,00	12,00
20	16,20	17,00	15,00	14,40	9,60	15,00
25	18,00	17,00	16,00	15,00	11,50	16,00
30	18,00	18,00	17,00	15,10	13,00	17,00
40	18,40	18,00	18,00	16,80	13,60	18,00
50	20,00	20,00	18,50	19,00	15,00	19,00
60	22,00	21,00	19,00	20,00	17,40	20,00
70	22,00	21,00	20,60	20,90	19,60	21,00
75	23,00	22,00	22,00	21,00	21,50	22,00
80	23,00	23,60	23,00	23,60	23,00	23,00
90	26,00	25,00	25,00	25,30	23,00	25,00

## Flexión de codo Mujeres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥80	General
10	16,00	15,00	14,00	14,00	7,40	15,00
20	18,00	17,00	16,00	15,00	10,00	17,00
25	19,00	18,00	17,00	16,00	11,00	17,00
30	20,00	18,00	17,70	17,00	11,00	18,00
40	21,00	20,00	19,00	18,00	12,00	20,00
50	22,00	21,00	20,00	19,00	14,00	20,00
60	23,00	22,00	21,00	20,00	16,00	21,40
70	24,00	22,10	22,00	21,00	18,80	23,00
75	24,00	23,00	23,00	22,00	19,00	23,00
80	25,00	24,00	24,00	23,00	20,00	24,00
90	27,00	26,00	26,00	24,00	21,00	26,00

## Flexibilidad del miembro superior Hombres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	-15,00	-28,80	-31,10	-25,00	-44,80	-28,10
20	-9,80	-23,80	-24,00	-21,20	-39,00	-22,00
25	-5,75	-20,50	-23,25	-18,75	-38,00	-17,00
30	-3,70	-13,80	-22,00	-17,00	-37,60	-13,00
40	-2,00	-5,00	-12,40	-9,20	-24,60	-9,00
50	-1,00	-2,00	-10,00	-3,00	-6,00	-3,50
60	-0,40	-1,80	-8,60	-2,00	-4,60	-2,00
70	0,00	-0,60	-4,00	-1,10	-3,20	-1,00
75	0,00	0,00	-2,00	-0,25	-2,50	0,00
80	1,00	0,00	-1,00	0,00	-1,60	0,00
90	2,80	2,00	2,30	2,00	0,00	2,00

## Flexibilidad del miembro superior Mujeres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	-20,10	-25,70	-27,00	-31,20	-36,60	-25,10
20	-16,00	-20,40	-22,00	-26,40	-24,40	-21,00
25	-13,00	-19,00	-20,00	-24,00	-19,00	-19,00
30	-12,00	-17,00	-20,00	-23,00	-18,00	-17,00
40	-7,00	-13,00	-18,00	-20,00	-15,40	-14,00
50	-3,00	-9,00	-15,00	-16,00	-7,00	-9,00
60	-1,00	-4,00	-12,00	-12,00	-3,00	-4,00
70	0,00	0,00	-7,00	-7,00	-1,60	-1,00
75	0,00	0,00	-4,00	-4,00	-1,00	0,00
80	1,00	1,00	-2,00	-2,00	0,00	0,00
90	2,00	2,00	1,00	0,10	0,00	2,00

## Flexibilidad del miembro inferior derecho Hombres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	-2,00	-12,00	-20,00	-10,90	-20,40	-12,00
20	0,00	-5,20	-8,20	-3,20	-16,40	-3,20
25	0,00	-2,50	-8,00	-2,00	-13,00	-2,00
30	0,30	0,00	-3,30	-2,00	-9,20	-2,00
40	2,40	1,00	-0,80	-0,40	-4,20	0,00
50	4,50	2,00	0,00	1,00	-1,00	1,75
60	6,00	3,00	1,00	2,20	1,40	3,00
70	8,40	5,00	6,60	4,90	2,00	5,30
75	11,75	6,00	8,50	5,00	2,00	7,00
80	12,80	6,60	11,20	6,80	3,00	9,00
90	17,00	11,00	15,00	13,90	13,60	15,00

## Flexibilidad del miembro inferior Mujeres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	-3,10	-7,00	-2,00	-2,20	-18,20	-4,00
20	0,00	0,00	0,00	1,00	-10,20	0,00
25	0,00	1,00	1,00	1,50	-5,00	1,00
30	1,00	2,00	2,00	2,00	-4,00	1,50
40	2,00	3,00	5,00	4,00	-0,80	3,00
50	4,00	7,00	8,00	5,00	1,00	6,00
60	7,00	11,00	11,00	9,00	2,40	9,00
70	10,00	13,00	14,00	11,00	4,80	12,00
75	13,00	15,00	15,75	13,00	7,00	14,00
80	14,00	16,00	17,00	15,00	9,00	15,20
90	20,00	20,00	20,10	17,00	17,60	20,00

*"Test Timed Up and Go" para Hombres*

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	7,68	7,7	8,39	9,17	11,87	8,67
<b>20</b>	6,83	7,22	7,29	8,65	9,02	7,55
<b>25</b>	6,44	6,77	6,95	7,89	8,74	7,36
<b>30</b>	6,34	6,43	6,77	7,5	8,65	6,91
<b>40</b>	6,12	6,2	5,97	7,25	8,4	6,45
<b>50</b>	5,86	6,07	5,69	6,82	7,72	6,11
<b>60</b>	5,44	5,81	5,52	6,52	7,32	5,82
<b>70</b>	5,3	5,53	5,33	6,11	6,52	5,51
<b>75</b>	5,25	5,36	5,31	5,98	6,07	5,4
<b>80</b>	5,05	5,18	5,15	5,76	5,66	5,25
<b>90</b>	4,79	5,06	4,94	5,21	5,21	5,03

*"Test Timed Up and Go" para Mujeres*

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	7	7,05	8,25	8,98	14,02	8,09
<b>20</b>	6,6	6,75	7,1	8,03	12,71	6,97
<b>25</b>	6,4	6,54	6,86	7,56	12,67	6,8
<b>30</b>	6,2	6,43	6,64	7,23	12,04	6,59
<b>40</b>	5,98	6,17	6,3	6,85	10,42	6,26
<b>50</b>	5,7	5,9	6,04	6,53	9,52	6,0
<b>60</b>	5,51	5,72	5,81	6,24	7,74	5,77
<b>70</b>	5,31	5,54	5,57	5,98	7,11	5,53
<b>75</b>	5,2	5,39	5,47	5,95	6,9	5,4
<b>80</b>	5,13	5,31	5,36	5,88	6,69	5,31
<b>90</b>	4,97	5,12	5,13	5,39	5,84	5,1

## Test Sustentación para Hombres

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	39,10	24,00	24,30	18,80	30,60	29,90
<b>20</b>	51,00	43,60	58,80	42,00	42,20	46,80
<b>25</b>	60,00	47,00	60,00	46,75	44,00	50,00
<b>30</b>	60,00	50,00	60,00	49,10	45,60	54,00
<b>40</b>	60,00	53,60	60,00	60,00	48,60	60,00
<b>50</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	51,00	60,00
<b>60</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	56,40	60,00
<b>70</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>75</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>80</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>90</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00

## Test Sustentación para Mujeres

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	40,00	30,30	19,90	9,60	10,80	22,90
<b>20</b>	50,00	48,00	35,80	20,80	19,40	41,00
<b>25</b>	60,00	50,00	40,25	30,00	32,00	48,00
<b>30</b>	60,00	54,80	47,70	32,40	40,20	52,00
<b>40</b>	60,00	60,00	60,00	44,00	43,20	60,00
<b>50</b>	60,00	60,00	60,00	56,00	48,00	60,00
<b>60</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	55,80	60,00
<b>70</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>75</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>80</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00
<b>90</b>	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00

## Equilibrio Estático para Hombres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	4	4,8	10,3	15	15	10
20	2	3	8	9,2	15	5
25	2	2	6,5	8	15	4
30	2	2	2,3	7,9	14,2	3
40	0	2	1,4	5	7,4	2
50	0	1	1	3	4	0
60	0	0	1	2	2,8	1
70	0	0	0	1	0,2	0
75	0	0	0	0,25	0	0
80	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0

## Equilibrio Estático para Mujeres

Percentil	60-64	65-69	70-74	75-79	≥ 80	General
10	5	11	10	15	15	10
20	3	4	5	12	15	5
25	2	4	4,75	8	15	4
30	2	3	3	6	15	3
40	1	2	2	4	8	2
50	0	1	1	2	5	1
60	0	1	1	2	3	0
70	0	0	0	1	2,2	0
75	0	0	0	1	2	0
80	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0

## Marcha Estacionaria para Hombres

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	71,40	70,40	44,70	52,50	38,20	56,00
<b>20</b>	78,00	76,00	75,00	71,20	43,00	74,80
<b>25</b>	81,75	79,00	76,00	77,75	55,50	76,00
<b>30</b>	87,90	82,40	76,70	80,00	68,00	78,70
<b>40</b>	94,00	93,80	79,60	81,00	69,20	82,00
<b>50</b>	98,00	100,00	82,00	83,00	70,00	89,00
<b>60</b>	101,20	101,60	88,00	87,20	73,00	98,00
<b>70</b>	104,00	108,40	100,00	89,00	74,60	102,00
<b>75</b>	110,00	110,00	104,00	91,25	80,00	104,75
<b>80</b>	115,20	112,60	108,40	102,20	88,40	110,00
<b>90</b>	128,60	116,60	121,50	110,30	103,80	117,00

## Marcha Estacionaria para Mujeres

<b>Percentil</b>	<b>60-64</b>	<b>65-69</b>	<b>70-74</b>	<b>75-79</b>	<b>≥ 80</b>	<b>General</b>
<b>10</b>	77,00	68,60	62,90	57,80	49,60	66,00
<b>20</b>	82,00	76,00	72,00	66,20	59,80	75,00
<b>25</b>	85,00	80,00	75,00	69,00	61,00	79,00
<b>30</b>	88,00	81,90	78,70	74,20	63,40	81,00
<b>40</b>	94,00	89,00	83,00	80,00	69,60	87,00
<b>50</b>	98,00	94,50	91,00	83,00	72,00	92,50
<b>60</b>	103,00	100,80	96,40	88,80	78,40	98,00
<b>70</b>	109,30	107,10	101,30	94,60	85,80	105,00
<b>75</b>	112,00	111,75	105,75	98,00	88,00	108,00
<b>80</b>	116,00	114,00	109,00	100,00	92,60	111,20
<b>90</b>	125,10	124,00	117,00	111,20	98,00	121,00