



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

DPTO. D ENFERMERÍA Y FiSiOTERAPIA
ÁREA D FiSiOTERAPIA

TESiS DOCTORAL

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD
FUNCIONAL EN PERSONAS MAYORES QUE REALIZAN
REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA
EN UN PERIODO DE CUATRO AÑOS

FAUSTO JOSÉ BARBERO IGLESIAS

SALAMANCA 2016



DPTO. D ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
ÁREA D FISIOTERAPIA

TESIS DOCTORAL

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL
EN PERSONAS MAYORES QUE REALIZAN REVITALIZACIÓN
GERIÁTRICA EN UN PERIODO DE CUATRO AÑOS

FAUSTO JOSÉ BARBERO IGLESIAS

Directores:

Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas

Dra. D^a. Carmen Sánchez Sánchez

Dr. D. Roberto Méndez Sánchez

SALAMANCA 2016



**VNIVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

DEPARTAMENTO DE ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA
ÁREA DE FISIOTERAPIA

Los Doctores D. José Ignacio Calvo Arenillas, D^a. Carmen Sánchez Sánchez y D. Roberto Méndez Sánchez, profesores del Área de Fisioterapia del Dpto. de Enfermería y Fisioterapia de la Universidad de Salamanca

CERTIFICAN:

Que el Trabajo Titulado: "*EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL EN PERSONAS MAYORES QUE REALIZAN REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA EN UN PERIODO DE CUATRO AÑOS*", realizado por D. Fausto José Barbero Iglesias, cumple con todos los requisitos necesarios para su presentación y defensa para optar al Grado de Doctor por la Universidad de Salamanca.

Para que conste y en el cumplimiento de la normativa vigente, firmamos el presente certificado con fecha 10 de diciembre de 2015.

Fdo. Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas
Catedrático de Escuela Universitaria

Fdo. Dra. D^a. Carmen Sánchez Sánchez
Profesora Titular de Escuela Universitaria

Fdo. Dr. D. Roberto Méndez Sánchez
Profesor Titular de Escuela Universitaria

*“Ana, Aurora y Blanca
por ser mi proyecto de vida”*

*“Al N° Id. 1203, por haber sido parte de tu proyecto,
por haber formado parte de este
por dar lecciones de vida hasta el final.
Ya cuatro ajedreces debes”*

AGRADECIMIENTOS

“No hay deber más necesario que el de dar las gracias”

Cicerón.

Agradecer de manera especial a Ana, Aurora y Blanca por ser lo primero y principal en esta vida, por vuestra paciencia y comprensión, por el tiempo robado. Siempre estáis ahí, poniendo de vuestra parte para que esto haya salido adelante. Ana, sin tu sacrificio, dedicación y apoyo en los momentos duros esta empresa hubiera sido imposible. Aurora y Blanca, *“la puñetera se terminó”* ya no tendréis que volver a preguntar: *¿te tienes que ir hacer la tesis, Papá?* Os quiero.

A mi familia, en especial a mis Padres que gracias a vosotros soy, pero más importante aún me habéis dado una educación, valores y cariño que me ha formado como persona y me ha ayudado a llegar al momento actual. Siempre habéis estado: Madre, tú estás; Padre, te llevaré siempre en el corazón. A mis hermanas, Maite y Pilar, por apoyarme siempre. Ahora para ti, Pilar, mucha fuerza y suerte.

A mis directores de tesis: José Ignacio, Checho; por confiar en mí desde el principio y darme la oportunidad de integrarme en tú proyecto docente e investigador, *“los comienzos son difíciles, pero lo peor aún está por llegar”* cuanta verdad, por ser uno de mis maestros y permitirme ser uno de tus discípulos. Carmen por tu labor constante y queda, tus apreciaciones certeras y precisas. Roberto por tu entrega a este proyecto y aclararme las dudas y resolver los problemas numéricos. A los tres, mil gracias por vuestro apoyo y aliento constante.

A Jesús, por ser otro de mis maestros, incentivar la crítica y hacer apuestas de futuro; a Ana por tu tesón y trabajo incansable; a Carlos por tu visión de la vida, a José Luis por tu pasión por nuestra profesión, a Silvia por tu ánimo constante y a Ignacio por tu lealtad. Todos sois un buen espejo en el que mirarse y recibir su reflejo. Gracias por estar ahí y ayudar en cualquier momento.

Al equipo: Carmen, Anabel, Roberto, Ángel y Javier que habéis hecho posible muchas ideas, fácil lo difícil y grato las amarguras de la gestión. Sin vuestros consejos, entrega, esfuerzo y ánimo hubiera sido imposible. Solo puedo deciros: gracias.

A las personas mayores que han apostado por hacer ejercicio físico en el Programa de Revitalización Geriátrica. A los becarios del Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca que lo han desarrollado. Gracias por vuestra contribución y disposición.

Al Ayuntamiento de Salamanca y a la Concejalía de Mayores por confiar tantos años en el Área de Fisioterapia para acercar a tantas personas mayores este proyecto en Salamanca. Especialmente a M^a José, M^a Jesús, Ángeles y Santiago.

A todos mis profesores, actuales compañeros, por lo que me habéis aportado y transmitido.

A mis amigos por compartir experiencias vitales y sentir vuestro apoyo incondicional.

Sin todos vosotros esto no hubiera sido posible.

GRACIAS.

ÍNDICE

ÍNDICE	11
ABREVIATURAS	15
1.- INTRODUCCIÓN.....	19
2.- MARCO TEÓRICO.....	23
2.1.- EL ENVEJECIMIENTO	25
2.1.1.- EL ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	26
2.1.2.- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DEL ENVEJECIMIENTO ..	28
2.1.2.1.- PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE ESPAÑA ..	31
2.1.2.2.- POBLACIÓN DE CASTILLA Y LEÓN Y DE SALAMANCA.....	35
2.1.3.- BIOGERONTOLOGÍA	36
2.1.3.1.- TEORÍAS DEL ENVEJECIMIENTO	37
2.1.3.2.- EXPRESIÓN DEL ENVEJECIMIENTO	44
2.2.- CAPACIDAD FUNCIONAL.....	54
2.2.1.- CONCEPTO	55
2.2.2.- CONSUMO DE OXÍGENO	56
2.2.2.1.- RESPUESTA DEL VO ₂ DURANTE EL EJERCICIO	57
2.2.2.2.- CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO	58
2.2.2.3.- FACTORES QUE CONDICIONAN EL VO ₂ máx	59
2.2.3.- CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN LAS PERSONAS MAYORES	60
2.2.4.- SISTEMAS ENERGÉTICOS Y ACTIVIDAD FÍSICA.....	61
2.2.5.- DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL ..	64
2.2.5.1.- PRUEBAS CARDIORRESPIRATORIAS EN MAYORES.....	67
2.2.5.2.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA.....	69
2.3.- EJERCICIO FÍSICO Y REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA	71

2.3.1.- EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LAS PERSONAS MAYORES.....	74
2.3.2.- EVALUACIÓN DE LAS PERSONAS MAYORES.....	79
2.3.2.1.- CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS.....	83
2.3.2.2.- CONTRAINDICACIONES RELATIVAS	84
2.3.2.3.- LIMITACIONES.....	85
2.3.3.- REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA.....	85
3.- OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	87
3.1.- HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	89
3.2.- OBJETIVOS.....	89
4.- MATERIAL Y MÉTODOS.....	91
4.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	93
4.2.- POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	94
4.2.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN	94
4.2.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	95
4.3.- PLANIFICACIÓN E INTERVENCIÓN	96
4.3.1.- PLANIFICACIÓN	96
4.3.2.- INTERVENCIÓN	97
4.3.2.1.- ESTRUCTURACIÓN DE LA SESIÓN BÁSICA...98	
4.4.- EVALUACIONES.....	108
4.4.1.- ESTUDIO DE LA PRESIÓN ARTERIAL Y DE LA FRECUENCIA CARDÍACA	110
4.4.1.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA PRESIÓN ARTERIAL Y DE LA FRECUENCIA CARDÍACA	111
4.4.2.- MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS.....	113
4.4.2.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEL PESO....	113
4.4.2.2.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA ALTURA	113
4.4.2.3.- ESTUDIO DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL	114

4.4.2.4.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL	115
4.4.3.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA.....	116
4.4.3.1.- PROCEDIMIENTO PARA LA 6MWT.....	117
4.4.3.2.- ECUACIONES DE REFERENCIA DE LA 6MWT	122
4.4.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.....	124
4.4.4.1.- VARIABLES DE ESTUDIO	126
5.- RESULTADOS.....	135
5.1.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA POBLACION DE ESTUDIO	137
5.1.1.- POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	137
5.1.2.- INICIO DEL PRIMER CICLO. EVALUACIÓN INICIAL..	139
5.1.2.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS.....	139
5.1.2.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES.....	149
5.1.2.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT	152
5.1.3.- EVALUACIONES INTERMEDIAS.....	157
5.1.3.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS.....	157
5.1.3.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES.....	164
5.1.3.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT	168
5.1.4.- FINAL DEL CUARTO CICLO. EVALUACIÓN FINAL...	169
5.1.4.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS.....	171
5.1.4.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES.....	179
5.1.4.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT	181
5.1.5.- ADHERENCIA AL PREGO	186
5.1.6.- DIAGRAMA DE FLUJO	194
5.2.- RESULTADOS INFERENCIALES.....	195
5.2.1.- CORRELACIONES.....	195
5.2.3.- ANÁLISIS COMPARATIVO MULTIVARIANTE	198

5.2.3.1.- ANÁLISIS MULTIVARIANTE (MANOVA) DE LOS 6MWT	200
5.2.4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA 6MWT CON FÓRMULAS PREDICTORAS	217
5.2.5.- ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.....	222
5.2.5.1.- FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA	224
5.2.6.- ANÁLISIS DE LA 6MWT.....	225
6.- DISCUSIÓN	229
6.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO.....	231
6.2.- LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA	233
6.3.- EFECTOS ANTROPOMÉTRICOS	235
6.4.- EFECTOS CARDIOVASCULARES	238
6.5.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA	239
6.5.1.- VARIACIÓN CON FÓRMULAS PREDICTORAS DE LA 6MWT	241
6.5.2.- FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA	242
6.5.3.- APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA.....	244
6.6.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO.....	246
6.7.- DISCUSIÓN FINAL	248
7.- CONCLUSIONES.....	251
8.- BIBLIOGRAFÍA	257
9.- ANEXOS.....	281
ANEXO 1.- Consentimiento Informado	283
ANEXO 2.- Curvas de referencia para la 6MWT, según Casanova et al.....	285
10.- TABLAS, GRÁFICOS E IMÁGENES.....	287
10.1.- ÍNDICE DE TABLAS	289
10.2.- ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	293
10.3.- ÍNDICE DE IMÁGENES	297

ABREVIATURAS

- ACSM.- American College of Sports Medicine – Colegio Americano de Medicina Deportiva.
- ADN.- Ácido desoxirribonucleico.
- ADP.- Adenosín difosfato.
- ATP.- Trifosfato de adenosina o adenosín trifosfato.
- ATS.- American Thoracic Society – Sociedad Americana del Tórax.
- AVD.- Actividades de la vida diaria.
- C-1.- Ciclo 1.
- C-2.- Ciclo 2.
- C-3.- Ciclo 3.
- C-4.- Ciclo 4.
- DT.- Desviación típica.
- E-1.- Evaluación 1 o inicial.
- E-2.- Evaluación 2.
- E-3.- Evaluación 3.
- E-4.- Evaluación 4.
- E-5.- Evaluación 5.
- E-6.- Evaluación 6.
- E-7.- Evaluación 7.
- E-8.- Evaluación 8.
- ECG.- Electrocardiograma.
- EPOC.- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
- ERO.- Especies reactivas de oxígeno, *ROS en inglés: reactive oxygen species*.
- EVAS.- Esperanza de vida sana al nacer.
- FC.- Frecuencia cardíaca.

- FC_{máx}.- Frecuencia cardíaca máxima.
- FCdRes.- Frecuencia cardíaca de reserva de Karvonen.
- FEV₁.- Volumen espiratorio forzado en el primer segundo.
- HTA.- Hipertensión arterial.
- IMC.- Índice de masa corporal.
- INE.- Instituto Nacional de Estadística.
- MANOVA.- Análisis multivariante.
- ml * kg⁻¹ * min⁻¹.- mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal y minuto.
- OMS.- Organización Mundial de la Salud.
- ONU.- Naciones Unidas.
- PA.- Presión arterial.
- PAD.- Presión arterial diastólica.
- PaCO₂.- Presión parcial de dióxido de carbono arterial.
- PaO₂.- Presión parcial de oxígeno arterial.
- PAM.- Potencia aeróbica máxima.
- PAS.- Presión arterial sistólica.
- PECR.- Pruebas de esfuerzo cardiorrespiratorio.
- PGA.- Productos de la glicación avanzada, AGE *en inglés: advanced glycation end products*.
- PI-1.- Periodo de intervención 1.
- PI-2.- Periodo de intervención 2.
- PI-3.- Periodo de intervención 3.
- PI-4.- Periodo de intervención 4.
- PNI-1.- Periodo de no intervención 1.
- PNI-2.- Periodo de no intervención 2.

- PNI-3.- Periodo de no intervención 3.
- PPM.- Pulsaciones por minuto o frecuencia cardíaca.
- PReGe.- Programa de Revitalización Geriátrica.
- TA.- Tensión o presión arterial.
- TAG.- Tolerancia alterada a la glucosa.
- TVO.- Trastorno ventilatorio obstructivo.
- UL.- Umbral láctico.
- UV.- Umbral ventilatorio.
- VAM.- Velocidad aeróbica máxima.
- VO₂.- Consumo de oxígeno.
- VO₂máx .- Consumo máximo de oxígeno.
- VR.- Volumen residual.
- 6MWT.- Prueba de los 6 minutos marcha o prueba de la caminata de los 6 minutos o test de marcha de los 6 minutos. (6 minute walking test).



1.~ INTRODUCCIÓN

El envejecimiento o proceso de envejecimiento ha suscitado el interés de los investigadores desde inicios del siglo pasado, constituyéndose las disciplinas que se encargan de estudiar este proceso biológico, universal y deletéreo que es el envejecer de las especies y concretamente la del ser humano. Así desde el nacimiento de la Gerontología se han abordado diferentes enfoques: biológico, psicológico, social, económico, intelectual y cultural.

Se han desarrollado múltiples teorías del envejecimiento para intentar dar una explicación al proceso de envejecimiento desde diversos aspectos, sin llegar a ser ninguna de ellas concluyente al respecto.

Ante esta realidad y centrándonos en el aspecto biológico del envejecimiento, la Biogerontología, enfocamos este trabajo de investigación. Aunque podríamos decir que está íntimamente ligado el comportamiento del individuo, aspecto social, a los posibles cambios que se pueden inferir a la esfera fisiológica. A partir de este razonamiento, emana el aspecto de educación para la salud, con la adquisición de hábitos más saludables de la población para mejorar su estado de salud y prevenir la enfermedad.

La Fisioterapia como disciplina de las Ciencias de la Salud, aborda estos aspectos promotores y preventivos del estado de salud de la población, en todos los momentos de la vida del individuo y, en este caso, en las personas mayores.

Aparte de la necesidad de saber por qué envejecemos, en el momento actual existe un envejecimiento de la población que habita los países desarrollados, debido en gran medida al aumento de la esperanza de vida y al aumento de la esperanza de vida sana al nacer. Nuestro país, según los datos

demográficos actuales y las previsiones a medio y largo plazo, no escapa a este proceso, es más, lo lidera.

Esta situación de inversión de las pirámides poblacionales, nos hace reflexionar sobre el incremento de gasto socio-sanitario para mantener a una población envejecida con reducción de los nacimientos. Es por ello, que desde el Área de Fisioterapia, y más concretamente el Dr. Calvo Arenillas, captó la necesidad de mantener a las personas mayores en los niveles más altos de capacidad funcional e independencia, empleando para ello programas de ejercicio físico.

Estos programas de ejercicio físico se engloban dentro de la Cinesiterapia, una de las disciplinas fundamentales de la Fisioterapia. Los hemos considerado siempre como una inversión y no como un gasto, ya que se puede influir sobre el proceso de envejecimiento y el estado de morbilidad de este grupo de población, cada vez más numeroso.

Así desde el año 1991 el Área de Fisioterapia desarrolla los Programas de Revitalización Geriátrica junto a la Concejalía de Mayores del Excmo. Ayuntamiento de Salamanca.

Contando con esta dilatada experiencia en los programas de ejercicio físico en personas mayores no institucionalizadas y viendo la gran adherencia que alcanza el programa, nos planteamos hacer la presente investigación con un periodo de seguimiento de cuatro años, e intentaremos comprobar cómo influye el ejercicio físico en diferentes parámetros de salud, algunos de ellos relacionados con el riesgo cardiovascular, y en la capacidad funcional a través de la determinación indirecta del consumo máximo de oxígeno.



2.~ MARCO TEÓRICO

2.1.- EL ENVEJECIMIENTO

El envejecimiento o mejor dicho “el proceso de envejecimiento” lo podemos definir, de entre los diferentes conceptos que existen en la literatura científica, como el conjunto de cambios morfológicos, funcionales y psicológicos, que el paso del tiempo ocasiona de forma irreversible en los organismos vivos.¹

La vejez la debemos entender como una fase más de nuestro ciclo vital, al igual que la infancia, la adolescencia o la madurez. Tiene unas características propias, que se irán presentando de forma progresiva, en función de factores intrínsecos individuales (genéticos, hereditarios), actitudes personales y circunstancias que han rodeado nuestra vida. Según afirma Marín¹, de la Sociedad Española de Geriatria y Gerontología, mucho de verdad tiene la frase que dice: “*que se envejece tal y como se vive*”.

Debemos de huir del concepto de viejo igual a persona de más de 65 años o al cambio de situación laboral o administrativa (pensionista, jubilado o prejubilado). El envejecimiento como hecho universal, afecta a todas las especies vivas, presentando una gran variabilidad individual, cada uno lo realiza en un momento determinado y de una manera concreta, incluso dentro de una misma persona no todos los órganos envejecen en forma proporcional.

Por lo tanto, este conjunto de modificaciones no se presenta de manera conjunta y repentina en los individuos, éstas se inician desde el momento mismo del nacimiento, y si bien no es una enfermedad, genera el terreno propicio para el desarrollo de varias condiciones que afectan la salud del adulto.

A este ámbito sanitario hay que añadirle el social, ambos ligados a importantes costes económicos para los diferentes países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo. Es por ello, que el envejecimiento ha llamado la atención de la comunidad científica, más en la sociedad occidental, caracterizada por bajas tasas de natalidad y mortalidad, presentando una denominada “*explosión demográfica de la tercera edad*”.²

Según refiere la OMS, esta explosión demográfica es debida al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores, o personas de edad, de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países. Así reconoce que el envejecimiento de la población puede considerarse un éxito de las políticas de salud pública y el desarrollo socioeconómico, pero también constituye un reto para la sociedad, que debe adaptarse a ello para mejorar al máximo la salud y la capacidad funcional de las personas mayores, así como su participación social y su seguridad.³

2.1.1.- EL ENVEJECIMIENTO DE LA POBLACIÓN ⁴

La población mundial está envejeciendo rápidamente. Entre 2000 y 2050, la proporción de la población mundial con más de 60 años de edad se duplicará, ya que pasará de aproximadamente el 11% al 22%. Se espera que el número de personas de 60 años o más aumente de 605 millones a 2000 millones en ese mismo periodo.

El número de personas de 80 años o más se cuadruplicará. En 2050 habrá en el mundo cerca de 400 millones de personas con 80 años o más,

representando el 20% de los mayores. Por primera vez en la historia, la mayoría de los adultos de mediana edad tiene a sus padres vivos.

Dentro de treinta y cinco años, el 80% de las personas de edad vivirán en países de ingresos bajos y medianos. Así Chile, China y la República Islámica del Irán tendrán una mayor proporción de personas de edad que los Estados Unidos de América. El número de personas de edad en África aumentará de 54 millones a 213 millones.

Los principales problemas de salud que afectan a las personas de edad se deben a enfermedades no transmisibles. En la actualidad, incluso en los países más pobres, las principales causas de muerte son las enfermedades cardíacas, los accidentes cerebrovasculares y las enfermedades pulmonares crónicas, mientras que las principales causas de discapacidad son el déficit visual, la demencia, la pérdida auditiva y la artrosis.

Las personas de edad que viven en países de ingresos bajos y medianos soportan una carga de morbilidad más elevada que las que viven en países ricos. El número de años de vida perdidos por fallecimiento prematuro debido a estas enfermedades no transmisibles es tres veces mayor para las personas de edad que viven en países de ingresos bajos y medianos. Estas últimas también registran tasas mucho más elevadas de discapacidad visual y auditiva.

La necesidad de atención de larga duración está aumentando. Se prevé que de aquí a 2050 el número de personas de edad que no pueden valerse por sí mismas se multiplicará por cuatro en los países en desarrollo. Muchas de las personas de mayor edad pierden su capacidad de vivir de forma autónoma debido a su limitada movilidad, su debilidad u otros problemas de salud físicos o mentales.

La prestación de servicios eficaces de atención primaria de salud a nivel comunitario para las personas de edad es crucial. Esta prestación de calidad es importante para promover la salud de las personas de edad, prevenir enfermedades y controlar las enfermedades crónicas. La OMS refiere que la mayoría de los planes de estudio dirigidos a futuros profesionales sanitarios no incluyen la atención específica para personas de edad. Sin embargo, el personal sanitario dedicará cada vez más tiempo a la atención de este grupo de población. Por ello indica que todos los profesionales sanitarios deberían recibir formación sobre las cuestiones relacionadas con el envejecimiento.

Los entornos estimulantes para las personas de edad y adaptados a sus necesidades permiten que tengan una vida más plena y maximizan su contribución a la sociedad. La creación de entornos físicos y sociales adaptados a las necesidades de las personas de edad puede contribuir enormemente a aumentar su autonomía y participación activa.

El envejecimiento saludable comienza con hábitos saludables en fases anteriores de la vida. Con ello reduciremos los costos sanitarios, humanos y económicos.

Dichos hábitos incluyen la alimentación, el grado de actividad física y nuestros niveles de exposición a riesgos para la salud como los provocados por el tabaco, el consumo nocivo de alcohol o la exposición a sustancias tóxicas.

2.1.2.- ASPECTOS DEMOGRÁFICOS DEL ENVEJECIMIENTO

La población mundial en el año 2015 es de 7.349.472.000 personas⁵, distribuidas de manera heterogénea en las seis regiones en las que la OMS

divide a nuestro planeta: África, América, Asia Sudoriental, Europa, Mediterráneo Oriental y Pacífico Occidental.⁶

La tasa de crecimiento anual de la población a nivel mundial es del 1,2%, en Europa alcanza únicamente el 0,3%. Siendo la mediana de edad de 38,6 años, superior al resto de regiones mundiales con una mediana de 30,2 años. De los 906.996.000 europeos el 17,5% son menores de 15 años de edad y el 20,5% de ellos tienen una edad igual o superior a los 60 años, viviendo principalmente en entornos urbanos, el 71%⁷ (Tabla1).

Regiones de la OMS	Población (en miles) Total ⁱ	Proporción de población menor de 15 años (%) ⁱ	Proporción de población mayores de 60 años (%) ⁱ	Mediana de edad Población (años) ⁱ	Tasa de crecimiento anual de la población (%) ⁱ	Población que vive en zonas urbanas (%) ⁱ
	2013	2013	2013	2013	2003-2013	2013
África	927371	42.4	5	18.7	2.6	38
Américas	966495	24.1	14	31.8	1.1	80
Asia sudoriental	1855068	28.6	8.5	27	1.3	35
Europa	906996	17.5	20.5	38.6	0.3	71
Mediterráneo Oriental	612580	32.8	6.5	23.7	2	51
Pacífico Occidental	1857588	19.1	14.6	36.5	0.7	56
Global	7126098	26.2	11.7	30.2	1.2	53

Tabla 1.- Datos de población por regiones, según la OMS⁷

En España desde 1990 hasta 2013 se ha producido un incremento de la población entorno a los 8 millones de habitantes, produciéndose un aumento progresivo de las personas mayores de 60 años, con niveles superiores a los de nuestro entorno, correspondiendo al 23,1% de españoles. La cantidad de menores de 15 años, ha ido en sentido contrario, situándose tan solo en el 15,3%, por debajo de la proporción europea de este grupo de población.

Nuestra mediana de edad es de 2,8 años más que la correspondiente a nuestra región mundial, coincidiendo en que las personas prefieren vivir en las ciudades⁷ (Tabla2).

País	Año	Población (en miles) Total ⁱ	Proporción de población menor de 15 años (%) ⁱ	Proporción de población mayores de 60 años (%) ⁱ	Mediana de edad Población (años) ⁱ	Población que vive en zonas urbanas (%) ⁱ
España	2013	46927	15.3	23.1	41.4	79
	2010	46182	14.93	22.43		
	2000	40283	14.78	21.64		
	1990	38883	19.88	19.01		

Tabla 2.- Datos de población de España, según la OMS⁷

A tenor de estos datos, podemos afirmar que el envejecimiento de la población en nuestro país es un hecho, además de alargarse la vida de las personas. Según la OMS, España aparece en segundo lugar mundial, detrás de Japón, en cuanto a la esperanza de vida al nacer en las mujeres, siendo de 86 años. Ocupamos el décimo cuarto lugar en hombres, con una esperanza de vida al nacer de 80 años. Para ambos sexos, cualquier español que naciera en 2013 podría llegar a vivir 83 años, quedando nuestro país en séptimo lugar de las previsiones sobre esperanza de vida al nacer.^{5,6} Las proyecciones de las Naciones Unidas (ONU) para el quinquenio 2025-2030 sitúan a nuestro país en octavo lugar, pudiendo alcanzar los 84,7 años, desapareciendo de los diez primeros países del mundo en el periodo 2045-2050.⁵

Un dato importante, teniendo presente que casi un cuarto de españoles tienen más de 60 años de edad, es la esperanza de vida a los 60 años, siendo esta de 25 años. La distribución por sexos es de 28 años para las mujeres y de 23 para los hombres.⁶

En consecuencia, tenemos que empezar a desterrar el punto de vista cronológico del envejecimiento, es decir, que una persona ha alcanzado la vejez cuando cumple los 65 años. La mejora en las condiciones de vida hace que las personas que alcanzan los 65 años lo hagan en unas condiciones físicas, psíquicas y de independencia, que no se corresponden con el estereotipo de viejo.¹ Para definir, desde el punto de vista cronológico, el concepto de vejez se tiende cada vez más a considerar no el tiempo de vida transcurrido, sino las expectativas de vida futura, y más concretamente de vida futura independiente.

Junto al indicador de la esperanza de vida a los 60 años, tenemos otra estimación importante que es la esperanza de vida sana (EVAS) al nacer,⁶ que en España se ha incrementado en la última década en tres años, pasando de los 70 a los 73 años para ambos sexos en el periodo de 2000 a 2013, siendo mayor el incremento en los hombres (68 a 71 años), pero siendo mayor la EVAS en las mujeres, hasta los 75 años.

2.1.2.1.- PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE ESPAÑA

Según el Anuario Estadístico de España 2015⁸ y las Cifras de Población a 1 de enero de 2015⁹ elaborados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), de los cerca de 46,5 millones de habitantes de España, el 49,2% son hombres y el 50,8% mujeres, lo que supone una ratio hombre/mujer de 96, siendo para el resto del mundo de 102.⁵ Atendiendo a los grupos de edad, los mayores de 60 años representan el 23,5%, 10,9 millones. Los mayores de 80 años suponen el 5,7% de los residentes en nuestro país, alcanzando casi un cuarto de nuestros mayores, 24,2% (*Gráfica 1*).

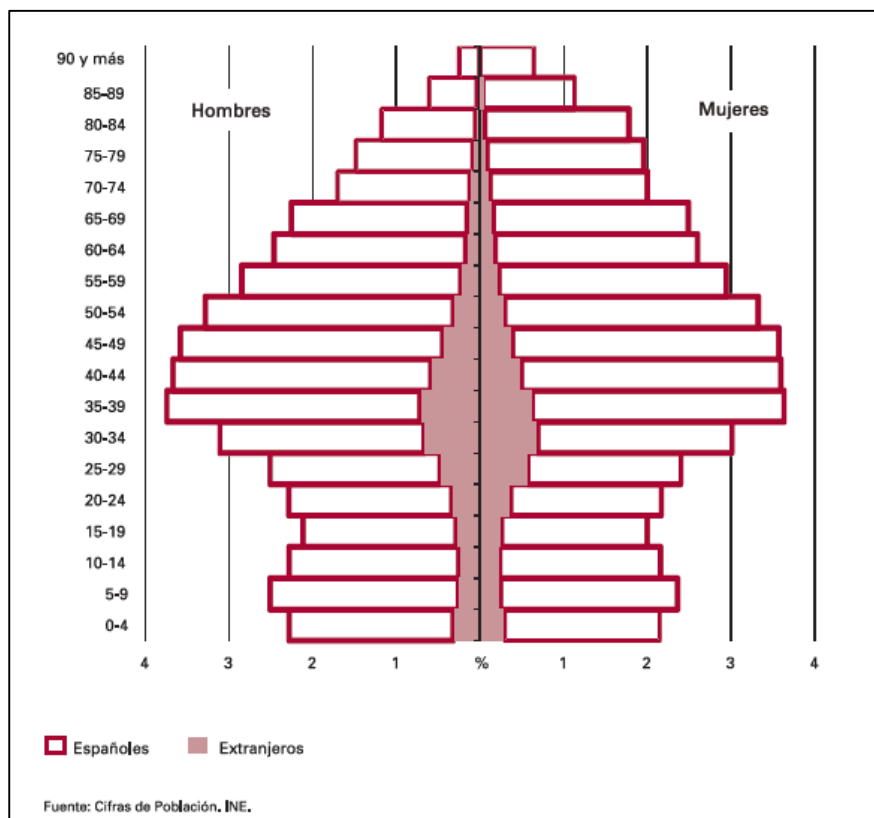


Gráfico 1.- Pirámide de población de España (1 de enero de 2014), según INE⁸

España en 1950 ocupaba el puesto 16 de los países que aportaban el 75% de la población mundial, atendiendo a datos de la ONU.⁵ En 2015 ya no aparecemos entre los países que aportan población a ese porcentaje mundial. Las proyecciones de crecimiento de población apuntan que en 2100 los habitantes del planeta serán 11.200 millones, pero para Europa y España se prevé una disminución de la población, no ocurriendo lo mismo para el resto de regiones mundiales: África, Asia, Latino América y Caribe, América del Norte y Oceanía.

Este cambio de tendencia en la evolución del crecimiento de la población de España nos sitúa en una variación anual relativa del -0,16%, según datos provisionales del INE para el año 2014, frenando en cierta medida la tendencia negativa de los dos últimos años.⁹ (Gráfica 2). Aunque las

proyecciones de población de países que tienen pérdida de población para el periodo 2015-2050 de la ONU nos sitúa en el puesto 37, con una variación del -2,8%, es decir casi un 1,3 millones menos de españoles.⁵

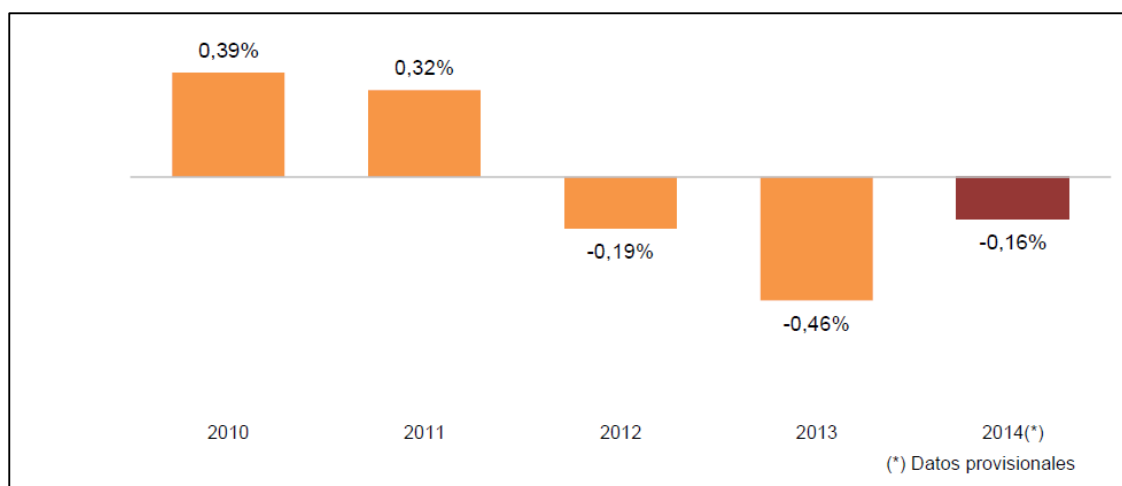


Gráfico 2.- Evolución del crecimiento anual de la población de España (2010-2014), según el INE⁹

Para el año 2064, según las proyecciones a largo plazo estimadas por el INE, el descenso de la población será del 12,1%, alrededor de los 5,6 millones.¹⁰ A esta merma de población le tenemos que añadir el aumento de gente mayor de 60 años y dentro de ellos el colectivo de mayor de 80. Los primeros casi se duplicarán para el año 2050, alcanzando el 39,9% de la población en 2100. Los mayores dentro de los mayores, es decir, los de 80 o más años llegarán a triplicar su presencia a finales de este siglo XXI (*Gráfica 3*). A nivel mundial se producirá también un incremento de estos sectores de población, aunque de manera más moderada que en nuestra región mundial y país.⁵

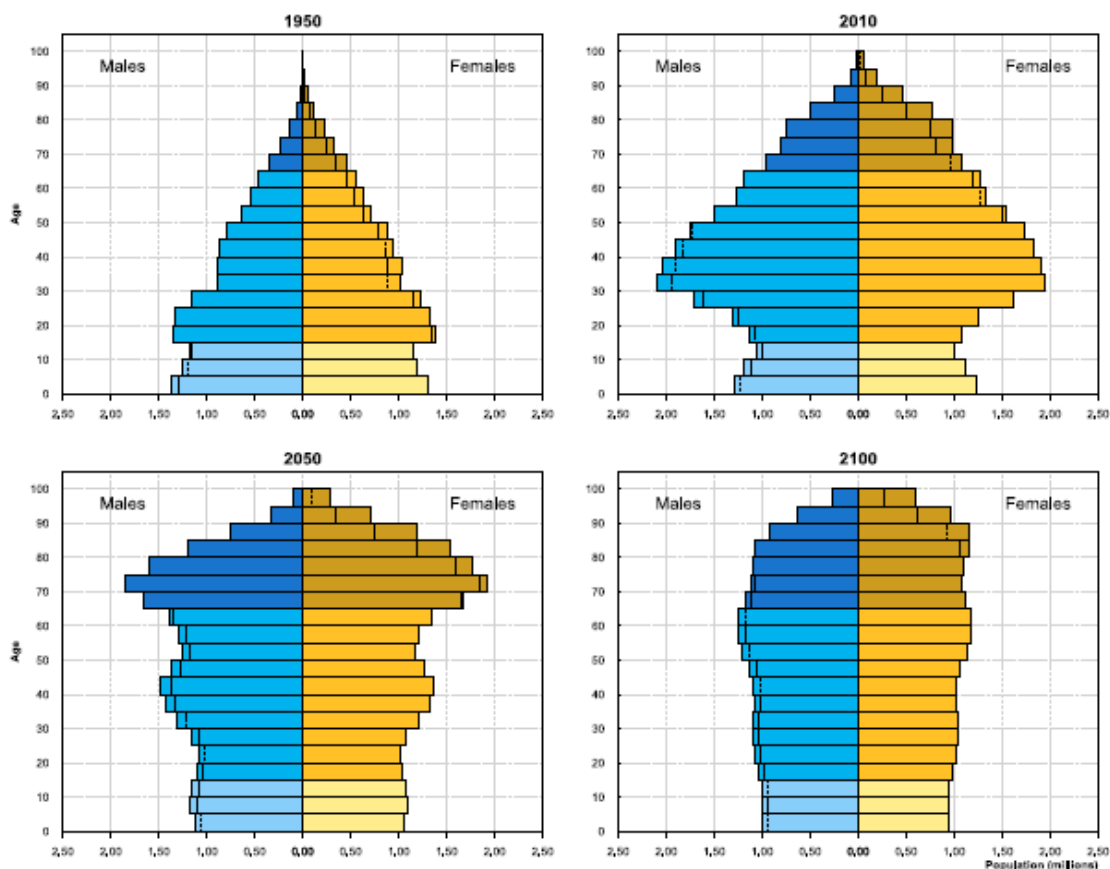


Gráfico 3.- Pirámides de población de España, según la ONU¹¹.

En el momento actual, España ocupa el décimo lugar del listado confeccionado por la ONU de los países con población más mayor, situándose en 43,2 años la media de edad, 13,6 más que la media mundial. Si las previsiones se cumplen, en el año 2030 alcanzaremos el cuarto puesto con 50,1 años de media de edad, permaneciendo en esta media hasta 2100. A nivel mundial se estima que la media de edad aumente más a partir de 2050, siendo más similar a la de España, pero sin llegar a alcanzarla.⁵ Estas previsiones se pueden llegar a cumplir siempre y cuando se mantengan las condiciones socio-sanitarias actuales y perspectivas de fertilidad estables.

La esperanza de vida al nacer actual en España es de 82,8 años.⁸ Las previsiones para el año 2034 es de 89,6 años para las mujeres y de 85,2 para

los hombres. Pasados 30 años más, las cifras se incrementan en 4,7 años para el sexo femenino y en 5,7 años para los varones.¹⁰

La esperanza de vida a los 65 años para las mujeres será de 26,5 años y de 22,7 años para los hombres en el año 2034. Las mujeres que cumplan 65 años en 2064 tendrán la posibilidad de vivir hasta 30,7 años más y 27,4 años los hombres.¹⁰ Las proyecciones de la esperanza de vida al nacer como a los 65 años es más alta para España que para Europa (*Gráfica 4*).

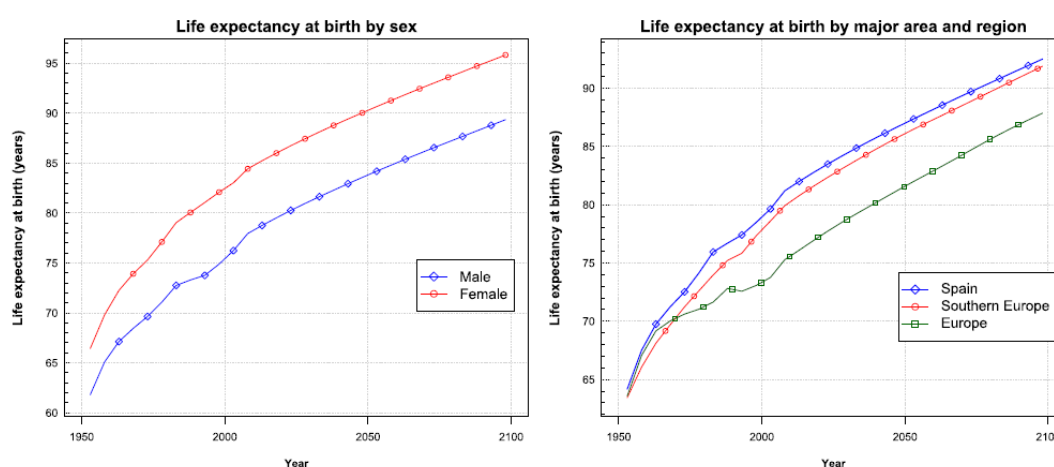


Gráfico 4.- Esperanza de vida al nacer por sexos para España y comparativa con región y continente, según la ONU¹¹.

2.1.2.2.- POBLACIÓN DE CASTILLA Y LEÓN Y DE SALAMANCA⁸

En Castilla y León el número de residentes es prácticamente de 2,5 millones, suponiendo el 5,4% de la población española. La distribución por sexos es semejante a la nacional, el 49,5% son hombres y el 50,5 son mujeres.

Los mayores de 60 años en nuestra comunidad autónoma representan el 29,6%, y los mayores de 80 años son el 8,8% de los castellano-leoneses. Este sector de edad supone el 29,8% de los mayores de 60 años. Estas estadísticas nos indican que es una región más envejecida que otras, siendo casi un tercio

de su población mayor y además estar muy por encima de la media nacional, 23,5% y 5,7% respectivamente.

Sin embargo contamos con una esperanza de vida al nacer de 83,6 años y una esperanza de vida a los 65 años de 21,8 años, ligeramente superior a la nacional; superándonos la Comunidad de Madrid, Navarra y la Rioja en la esperanza de vida al nacer, y únicamente la Comunidad de Madrid en la esperanza de vida a los 65 años.

En el ámbito provincial de Salamanca, las mujeres constituyen el 51,1% y los varones el 48,9% de los cerca de 344.395 salmantinos. Representando el 13,8% de los castellano-leoneses y el 0,7% de españoles.

2.1.3.- BIOGERONTOLOGÍA

La Gerontología (del griego *Geron*, hombre viejo y *logos*, tratado o estudio de) es la ciencia que se dedica a estudiar los diversos aspectos de la vejez y el envejecimiento de una población, intentando comprender sus necesidades físicas, mentales y sociales. Por lo tanto, se abordan los aspectos orgánicos, psicológicos, socio-económicos, intelectuales y culturales que conlleva el envejecimiento de una población, por parte de las instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

La Gerontología aborda todas las dimensiones de la vejez, incluyendo los aspectos biológicos (*Biogerontología*), psicológicos (*Psicogerontología*), sociales y culturales, en tanto que la Geriatria, también conocida como "*Gerontología Clínica*", es la rama de medicina que se especializa en la atención de las enfermedades prevalentes en la vejez.

El término de Gerontología se lo debemos al ruso *Ilya Ilyich Mechnikov*, escrito también como *Élie Metchnikoff* en 1903.^{12,13} En este apartado nos centraremos en la Gerontología y más concretamente en la Biogerontología, en saber el porqué y cuáles son las causas del envejecimiento; que tiene importantes consecuencias relacionadas con el abordaje, la prevención y el retraso del mismo en los organismos.

2.1.3.1.- TEORÍAS DEL ENVEJECIMIENTO

Las teorías del envejecimiento intentan explicar el proceso de envejecimiento primario, el cual implica los cambios graduales e inevitables relacionados con la edad que aparecen en todos los organismos, evidentemente desde la perspectiva de la Gerontología.

Según diferentes autores pueden existir entre uno a tres centenares de estas teorías y ninguna explica con total satisfacción este proceso.^{14,15} Podemos encontrar clasificaciones como las de Castanedo y Sarabia¹⁵ dividiendo las teorías del envejecimiento en biológicas y psicosociológicas (*Tabla 3*).

Teorías Biológicas			
T. Genéticas			T. No Genéticas
T. Moleculares	T. Celulares	T. Orgánicas	
Del Error y la Fidelidad	Del Envejecimiento Programado	Autoinmune	Efectos de la Teoría de la Temperatura
De la Mutación Somática	Del Marcapasos o del Reloj del Envejecimiento	Del Control Neuroendocrino	T. de la Privación de Nutrientes
Glicación			T. de la Lipofucsina

Teorías Psicosociológicas			
Del Desligamiento	Del Curso de la Vida	De la Actividad	De la Continuidad

Tabla 3.- Teorías del Envejecimiento, según Castanedo y Sarabia¹⁵

Sin embargo, de entre todas las teorías que se han propuesto para explicar el envejecimiento, hay principalmente dos que de forma más satisfactoria nos aproximan a su comprensión. Estas son la del acortamiento de los telómeros y la de la acción de los radicales libres de oxígeno, teorías más cercanas a la Biogerontología.

Así pues, envejecemos ya que las macromoléculas que componen nuestro organismo (ácidos nucleicos, proteínas y lípidos) van acumulando daños que van provocando la pérdida de su función. Por consiguiente, se altera el normal funcionamiento celular, que a su vez afectará a los diferentes órganos. Nuestro organismo es un sistema dinámico, en estado de degradación y reparación permanente. El envejecimiento corresponde a una ruptura de ese equilibrio, cuando la acumulación de daños sobrepasa la capacidad de reparación. En la ruptura del equilibrio dinámico, intervienen

factores muy variados: influencias genéticas, comportamentales y ambientales que pueden afectar de manera positiva o negativa.

Esta acumulación de daños en las moléculas endógenas durante el envejecimiento se debe a los siguientes procesos:

- **Senescencia celular: acortamiento de telómeros:** esta teoría se basa en el envejecimiento celular, perdiendo la célula la capacidad mitótica que estaría predeterminada genéticamente. Los estudios realizados “in vitro” de fibroblastos humanos fetales por Hayflick en los años 1960¹⁶, permitieron determinar el fenómeno de la senescencia replicativa celular y se denomina "límite de Hayflick". Se observó que estas células se multiplican hasta cincuenta generaciones y gradualmente después de unas pocas generaciones, comenzaron a aparecer signos de envejecimiento celular tales como: disminución de la síntesis de proteínas y ARN, aumento de anomalías cromosómicas, disminución de la capacidad para reparar la molécula de ADN, disminuyendo la producción de enzimas anti-radicales libres y una mayor sensibilidad de los cromosomas para liberar radicales en relación con las células originales.

En otro experimento, el núcleo de una célula de fibroblasto joven, después de diez divisiones, fue trasplantado al citoplasma de un fibroblasto viejo; por otro lado, después de treinta divisiones el núcleo de un fibroblasto, célula vieja, fue trasplantado al citoplasma de un fibroblasto joven, demostrando que el número de divisiones experimentadas por cada célula estaba directamente relacionado con la edad del núcleo de la célula trasplantada. Estos resultados sugieren que el control de la senescencia está en el núcleo, más específicamente

en los cromosomas. Como se puede ver, el envejecimiento celular parece estar relacionado con la acumulación de errores en el material genético durante el ciclo celular.¹⁷

Estudios realizados en los años 1980, demostraron que el envejecimiento celular se ha asociado a la disminución de la longitud de los telómeros, las secuencias cortas que se encuentran en los extremos de los cromosomas para permitir su replicación completa y evitar que se fusionen entre sí. En efecto, los telómeros se recortan en cada división celular porque el complejo ADN polimerasa no puede replicar completamente los extremos de los cromosomas. Por ello, la longitud de los telómeros puede considerarse como un marcador de la historia proliferativa de la célula; los telómeros de las células obtenidas en personas de edad avanzada son más cortos que los medidos en personas más jóvenes.^{18,19}

En la investigación oncogénica se sabe que cuando los telómeros alcanzan un tamaño crítico, se produce una respuesta de daño del ADN, que depende del gen supresor tumoral nominado p53, generando la apoptosis celular. Este mecanismo de defensa celular se produce para evitar la acumulación de daños en el ADN y que los procesos de mantenimiento y reparación enzimáticos, como el de la telomerasa, se vuelvan progresivamente ineficaces e inactivos. Este gen p53 se activa cuando se produce cualquier tipo de lesión oxidativa del ADN, o por modificaciones de la cromatina que alteran su estructura (por ejemplo por efecto de un fármaco) o también cuando se producen modificaciones oncogénicas.²⁰

En 2013, Ornihs et al.²¹, refieren los resultados de su ensayo comparativo realizado en hombres diagnosticados de cáncer de próstata de poca gravedad. La longitud de los telómeros se incrementó en un 10% a los cinco años, en el grupo que había modificado sus hábitos de vida: comida saludable, realización de ejercicio físico moderado, disminución del estrés y relaciones sociales adecuadas. Por el contrario, en el grupo que se mantuvo inalterado, estas estructuras habían reducido su tamaño en un 3%. Además, cuantos más hábitos saludables se habían introducido en el día a día, más habían crecido los telómeros.

Otras investigaciones apuntan a demostrar la viabilidad de la terapia anti-envejecimiento gen, como la realizada por especialistas del Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO)²², probada en ratones adultos de uno y dos años, y tuvo un efecto "rejuvenecedor" sobre ellos. El procedimiento consiste en modificar el ADN de un virus, sus genes se sustituyen por uno de los genes que codifican la enzima telomerasa. Así el virus con el ADN tratado e inoculado en el animal actúa como un vehículo que deposita el gen de la telomerasa en las células, corrigiendo el reloj biológico de la célula.

- **Teoría de la oxidación mitocondrial por radicales libres:** Harman²³, en 1956, propuso que la mayoría de los cambios asociados a la alteración de las moléculas se debían a la acción de radicales libres. Así la teoría de la oxidación mitocondrial²⁴ se basa en que la producción natural de energía en nuestras células se produce en la mitocondria²⁵. Se generan especies reactivas de oxígeno (ERO), que son compuestos moleculares inestables y extremadamente reactivas²⁶, que pueden reaccionar con el

DNA mitocondrial, impidiendo la reduplicación de estos, las proteínas y lípidos. El ADN contenido en el interior de las mitocondrias está mucho más expuesto que el ADN del núcleo, ya que está más próximo a la fuente de los ERO. Puesto que el ADN mitocondrial codifica sobre todo para componentes de la maquinaria de producción de energía, estos componentes acumulan alteraciones que contribuyen a disminuir su funcionalidad, lo que produce una disminución de la producción de energía (ATP). Cuando la producción de ATP disminuye por debajo de un umbral, la célula se vuelve incompetente, por lo que se desencadena el proceso de muerte celular por apoptosis, de manera que disminuye el número de células productoras de energía, que contribuye al proceso de envejecimiento generado por lesión mitocondrial.^{27,28}

- **Glicación:** La glucosa es uno de los azúcares esenciales para nuestro metabolismo. Sin embargo, estos azúcares pueden reaccionar con los aminoácidos de las proteínas de nuestro organismo (pero también con los ácidos nucleicos y los lípidos), en una reacción química relativamente lenta denominada glicación. Este proceso conduce a la acumulación de productos de la glicación avanzada, PGA. Estos productos se generan mediante el establecimiento de conexiones anormales entre moléculas diversas que alteran su estructura y perturban gravemente su función.

Con la edad suele ocurrir una glicoxidación, es decir, el proceso sinérgico de la oxidación producida por los ERO y la acumulación de PGA producidos por la glicación, que está implicado en numerosas condiciones patológicas asociadas con el envejecimiento y/o la diabetes,

como las cataratas, el alzhéimer, la aterosclerosis, las nefropatías o las alteraciones vasculares periféricas.²⁹

- **Las investigaciones actuales** versan sobre el rejuvenecimiento. En 2013, Gomes et al.³⁰, dan a conocer a la comunidad científica una investigación, realizada en ratones, según la cual se ha podido revertir uno de los mecanismos del envejecimiento, el relacionado con el desgaste y ruptura de la comunicación química molecular entre el núcleo celular y la mitocondria. Demuestran, que suministrando un compuesto natural, NAD, fabricado por el propio organismo humano, se logra revertir el envejecimiento al menos para tres indicadores básicos de una buena salud: resistencia a la insulina (una condición que eleva el riesgo de diabetes), inflamación (relacionada con cáncer y enfermedades cardiovasculares) y el desgaste muscular.

Katsimpardi et al.³¹, en estudios hechos en ratones, han demostrado que la proteína denominada GDF11 es capaz de rejuvenecer el cerebro y los músculos, incluido el corazón. Esta proteína actúa también en el cuerpo humano. Esta proteína se encuentra en cantidades mucho más altas en la sangre de ratones jóvenes que en la de ratones viejos, y se ha observado que favorece el crecimiento de nuevas neuronas y vasos sanguíneos en el cerebro, de modo que el cerebro de animales viejos vuelve a parecerse anatómicamente al de animales más jóvenes. Además, estas neuronas y vasos sanguíneos son funcionales, ya que se recuperan habilidades cognitivas que se habían perdido con el envejecimiento.

Además han demostrado que se pueden reparar los daños del ADN en células madre musculares con inyecciones de GDF11. Los experimentos

se han realizado con ratones que tenían una edad equivalente a 70 años en una persona y que han recuperado la fuerza, la resistencia y el tejido muscular de cuando eran más jóvenes.

Hasta el momento no podemos atribuir a ninguna de las teorías desarrolladas el proceso de envejecimiento, nos hemos centrado más en las teorías que emanan desde la Biogerontología, siendo algunas de ellas las que mejor pueden explicar este proceso fisiológico al que estamos abocados. Pero no debemos de olvidarnos que son importantes los aspectos globales del individuo, por lo tanto, no debemos perder el referente de la Gerontología, tal y como han hecho en sus investigaciones Ornihs et al.²¹, actuando en los pacientes en su modo de vida, modificando los aspectos físicos, mentales y sociales. También podríamos expresar que las investigaciones pueden iniciarse a nivel molecular para obtener respuesta a nivel orgánico y otras investigaciones parten desde el nivel orgánico para comprobar que es lo que ocurre a nivel molecular.

2.1.3.2.- EXPRESIÓN DEL ENVEJECIMIENTO^{17,32}

Las teorías del envejecimiento pueden explicar la disminución del rendimiento fisiológico y las alteraciones anatomopatológicas e histoquímicas que ocurren en órganos y sistemas. La pérdida funcional en general puede cifrarse en un 1% al año.³³

Esta expresión del envejecimiento nos lleva a una serie de cambios de la composición corporal y de la estructura y función de los órganos. En cuanto al primero de ellos, consisten en una disminución de la masa celular, sobre todo del músculo: sarcopenia³⁴, y del agua y un aumento de la proporción de grasa, que desde el 15% a los 30 años pasa al 30% a los 80. La estructura de

los órganos se ve afectada, además de lo visto anteriormente, por cambios en el tejido conjuntivo que aumenta en cantidad, pero se reduce la de fibras elásticas y, en cuanto al colágeno, cambia la proporción entre los diversos tipos y sus fibras se hacen resistentes y rígidas. Los cambios funcionales provienen de la suma de los cambios acontecidos en niveles organizativos inferiores. La afectación es más intensa para aquellas funciones que son más complejas y, por tanto, exigen coordinación de varios sistemas.

a).- Alteraciones en la composición y aspecto general del mayor

Se produce una disminución de la estatura cercana a los 6 a 8 cm, ya que a partir de los 40 años se pierde del orden de 1 cm por década vivida, se acorta la columna vertebral por varios motivos: por la reducción de la altura de los discos intervertebrales, por la exageración de la cifosis dorsal y, eventualmente por el colapso de los cuerpos vertebrales, justificado por una osteoporosis senil, incluso algunos autores apuntan a una disminución de las bóvedas plantares.¹⁷ También contribuye la posición en flexión de caderas y de rodillas, así como la extensión de cuello para compensar el incremento de la cifosis dorsal.

Continuando con la descripción del aspecto general del mayor, hay aumento en el diámetro anteroposterior del tórax además de una reducción en la anchura de los hombros, que junto con la cifosis dorsal, origina mayor sensación de gibosidad dorsal. Se produce un aumento de la grasa corporal, y se redistribuye la grasa subcutánea que se concentra en abdomen y caderas, mientras que disminuye en cara, cuello y extremidades. Se produce un incremento del diámetro craneal, así como de la nariz y el pabellón auditivo.

La piel, debido a los cambios en el tejido conjuntivo de la dermis, adquiere mayor movilidad respecto a los tejidos subyacentes, menor grosor y elasticidad. Presenta arrugas, manchas pigmentadas grandes sobre todo en zonas expuestas al sol, lentigos³⁵, y un aspecto seco y atrófico, por disminución de la actividad de las glándulas sudoríparas y sebáceas, que puede provocar mayor número de heridas e infecciones.

El pelo se torna blanco, delgado y fino, disminuyendo su densidad, no son fenómenos ligados exclusivamente al envejecimiento³²; se enrarece en axila y pubis, aumentando en otras zonas como fosas nasales y zona del bigote en las mujeres. Las uñas disminuyen su grosor, se vuelven más frágiles, amarillentas y presentan estrías longitudinales.³⁶

b).- Aparato Digestivo

Se produce un adelgazamiento de la mucosa de manera generaliza en todo el trayecto del tubo digestivo, este cambio es menos marcado en el intestino delgado.³² Existe una disminución de la secreción salivar y gástrica. Hay hipotonía de las fibras musculares que provoca menor motilidad.

Esta pérdida de función conlleva digestiones pesadas, problemas de malabsorción, tendencia a las gastritis atróficas, estreñimiento y diverticulosis. Las funciones hepática y pancreática se mantienen, existe cierto problema para la biotransformación de fármacos. Las vías biliares con frecuencia padecen litiasis y por tanto colecistitis agudas o crónicas.³⁷⁻⁴¹

c).- Aparato Génito-Urinario

Los cambios funcionales en este aparato se deben: a la pérdida de la tasa de filtración glomerular, el 1% anual desde los 40 años, aunque la concentración de creatinina en sangre se mantiene en cifras normales; a la limitación en la capacidad de retener sodio; a la reducción para concentrar la orina y

conservar agua por la diuresis osmótica; a la disminución de la potencia de la función endocrina.³²

En las mujeres mayores puede aparecer mayor incidencia de incontinencia de esfuerzo por menor resistencia en la uretra a la salida de orina, junto con el déficit de estrógenos y la debilidad de la musculatura pélvica. En los hombres, en esta etapa de su vida, se produce una hipertrofia de próstata, detalle que desentona con el declinar de resto de funciones. Este aumento se asocia con una disminución del flujo urinario y con una hiperreactividad del músculo detrusor de la vejiga, pudiéndose provocar en estos casos una incontinencia urinaria de urgencia y/o por rebosamiento.⁴²

d).- Metabolismo⁴³

El metabolismo basal de los mayores está disminuido y directamente relacionado con las pequeñas alteraciones que se aprecian en las glándulas endocrinas. En el eje hipotálamo-hipofisario se aprecia una baja en las concentraciones de neurotransmisores y una merma en la sensibilidad a las hormonas.

La osteopenia y la sarcopenia que algunos mayores sufren, puede venir facilitado por la disminución de la hormona del crecimiento. También contribuye al primero de los hechos la disminución de los estrógenos.

La pérdida de reserva funcional en la vejez produce una disminución de la capacidad de respuesta del organismo ante el estrés. Se tiene mayor facilidad para sufrir deshidratación y generar alteraciones iónicas como hiponatremia, hipo e hiperpotasemia e hipomagnesemia, como consecuencia de la pérdida de la sensación de sed con la hipovolemia correspondiente y la natriuria.

La mitad de la población diabetes tipo 2 en nuestro país tiene más de 65 años, su prevalencia en los mayores de 75 años es del 30% y alcanza prácticamente el 40% entre los mayores de 85 años.⁴⁴ La proporción de diabetes tipo 2 conocida frente a la ignorada oscila entre 1:3 y 2:3 del total.⁴⁵ Existiendo unos porcentajes mayores prevalencia en la tolerancia alterada a la glucosa (TAG)⁴⁵ que de diabetes, que aunque no tiene las complicaciones características de esta, si presenta un riesgo mayor de padecer enfermedad vascular grave.

El metabolismo del calcio y fósforo está unido a la tendencia de una menor absorción intestinal de calcio por falta de actividad de vitamina D, por baja exposición al sol, con lo que los huesos se mineralizan menos, unido a una osteopenia, se genera un problema importante con pérdida de capital óseo, es decir osteoporosis y la osteomalacia consistente en la formación de un hueso pobremente mineralizado.

e).- Sistema Inmunológico

La respuesta inmunitaria en las personas mayores, en general, está disminuida, ya que se son más vulnerables a las infecciones y la capacidad de éstas es más patógena.⁴⁶ Existen pequeñas alteraciones en el sistema de reconocimiento y regulación de la inmunidad, con reducción de la capacidad de respuesta frente a antígenos y un incremento de los fenómenos autoinmunes.⁴⁷

f).- Aparato Respiratorio^{17,32}

Las alteraciones que sufren las personas mayores en su composición y aspecto corporal, como ya hemos apuntado en apartados anteriores, nos llevan a tener un tórax más rígido, por osificación de los cartílagos condroesternales; con disminución de sus movimientos, por alteraciones en

las articulaciones costovertebrales y posición espiratoria de los arcos costales. Según Petroainu^{17,48}, el volumen máximo de aire inspirado a los 70 años es la mitad que a los 30 años, esto nos indica que los mayores utilizan un patrón ventilatorio predominantemente diafragmático para compensar la pérdida de elasticidad de la "jaula torácica" que deviene con el tiempo.

A nivel del pulmón la involución se plasma en un adelgazamiento de los tabiques interalveolares y un aumento del tamaño de los alveolos. Estas circunstancias que acontecen en el aparato respiratorio en la vejez conllevan el siguiente comportamiento funcional:

- El patrón espirométrico se corresponde al de un trastorno ventilatorio obstructivo (TVO), ya que los cambios anatómicos son semejantes al de un paciente con enfisema, enfisema senil, con disminución del FEV₁ y aumento del volumen residual (VR).
- La compliancia está disminuida.
- La capacidad de difusión del oxígeno y del dióxido de carbono está reducida al disminuir la superficie alveolo-capilar.
- La relación ventilación perfusión, ya de por sí heterogénea y no equilibrada, se desequilibra aún más por la falta de uniformidad en la ventilación.

Este comportamiento funcional nos conduce a un aumento del gradiente alveoloarterial de oxígeno y disminuye la PaO₂ sin alteración de la PaCO₂.

g).- Aparato Cardiocirculatorio

Con la edad el sistema circulatorio, especialmente la aorta, modifica su composición disminuyendo la densidad de fibras elásticas, pero aumentando las fibras de colágeno y depósitos de sales de calcio que incrementan el grosor de la capa íntima⁴⁹, es la denominada arteriosclerosis.

No solamente afecta a este gran vaso arterial, lo hace en otros de mediano y pequeño calibre. Este aumento en la rigidez arterial, disminución en el calibre de su luz, conduce a una alteración en el funcionamiento del corazón por aumentos de la presión arterial influida, no sólo por el ejercicio, sino por un aumento de la impedancia que dificulta el vaciamiento del ventrículo izquierdo, y menor receptividad de los receptores adrenérgicos de los vasos.¹⁷

El corazón en estas circunstancias sufre una hipertrofia en la pared posterior del ventrículo izquierdo, debida más a la impedancia del sistema que a una propia patología.⁵⁰ Afirma Petroiau^{17,48}, que el corazón humano aumenta aproximadamente 1 gr/año en los hombres y 1,5gr/año en las mujeres. El periodo de contracción se encuentra alargado ligeramente, de un 15% a un 20% más que en el adulto, como consecuencia de una menor duración de la relajación, que puede ser reversible con la actividad física regular y permanente, como se ha demostrado en animales de experimentación.⁵¹ Hay una tendencia al enlentecimiento de la frecuencia cardíaca⁵², que puede ser espontánea o inducida por la variación de los movimientos ventilatorios.⁵³

h).- Sistema Hemático

En las personas mayores los cambios hematológicos provienen sobre todo de los que se producen en la médula ósea y rara vez tienen trascendencia clínica. Cuando hay un proceso patológico no pueden producir células sanguíneas con rapidez, siendo esta una de las características del envejecimiento y puede suponer un problema.

Los cambios en la médula ósea se centran en la disminución del porcentaje de espacio medular que ocupa el tejido hematopoyético, que declina progresivamente desde el nacimiento hasta alrededor de los 30 años,

momento en el que se nivela. Se produce una segunda declinación lenta a partir de los 70 años, comenzando por los huesos largos, como el fémur; mientras que los huesos planos se mantienen relativamente⁵⁴.

A nivel de la sangre periférica es normal la linfopenia y unos valores de hemoglobina inferiores, que son suficientes para proveer de oxígeno a sus tejidos. Esta circunstancia la tenemos que unir a los cambios que ya hemos visto en el sistema cardiorrespiratorio.³²

i).- Aparato Locomotor

Los cambios que se producen en el organismo por el proceso de envejecimiento son más notorios o llamativos en este aparato: osteopenia, sarcopenia y degeneración de los componentes articulares produciendo osteoartritis.^{32,55}

La pérdida de masa ósea, osteopenia, es compleja y está relacionada con los cambios metabólicos, endocrinos, renales y digestivos que afloran con la edad. La osteopenia, con independencia de la raza, sexo o tamaño corporal⁵⁶, condiciona la aparición de osteoporosis. Éste término implica no solo pérdida del volumen óseo, sino también patología, y aquí se plantea la dificultad para discernir entre lo fisiológico y lo patológico. Podría considerarse este límite cuando la osteopenia alcanza un nivel que implique riesgo de fractura.⁵⁷

Durante toda la vida del individuo el hueso sufre una serie de cambios. En la infancia que predominan los procesos de modelación ósea: aumento de longitud y espesor, así como de osificación de los cartílagos de crecimiento. En la pubertad, se genera un proceso de remodelación de los huesos⁵⁸, manteniéndose un equilibrio entre la formación y la reabsorción ósea para mantener sus funciones y prevenir las lesiones.⁵⁹ En la edad adulta,

alrededor de los 30 años es cuando se genera el pico de densidad mineral ósea, donde la actividad de osteoclastos y osteoblastos está más equilibrada, a partir de este momento se produce una manifiesta y progresiva pérdida de masa ósea, más evidente en las mujeres en menopausia⁶⁰, se vuelve a entretener el proceso sobre los 70 años.

Visto esto, podemos considerar que la densidad mineral ósea, en cualquier momento de la vida, depende de dos variables: el nivel de masa ósea máxima conseguida durante el crecimiento y, posteriormente, el ritmo de pérdida de la misma que está influida por múltiples factores. Estudios epidemiológicos muestran una relación inversa entre el grado de actividad física y la osteopenia.⁵⁶

En otras estructuras del aparato locomotor como el cartílago articular, los tendones, la membrana sinovial, los ligamentos, las cápsulas, aparecen cambios degenerativos por el envejecimiento que van en detrimento de la funcionalidad y de la biomecánica normal.⁵⁶ A parte de estos cambios degenerativos hay unos posibles factores predisponentes como la obesidad, los traumatismos, las anomalías congénitas y los trastornos articulares primarios que pueden acelerar estas modificaciones.⁵⁵

De todas las alteraciones anatómico-funcionales del proceso de envejecimiento, una de las más importantes desde el punto de vista funcional es la que acontece en el sistema muscular. Lo más evidente es la pérdida de masa muscular o sarcopenia, que cursa con pérdida de peso muscular y de área de sección transversal, traduciéndose en una pérdida de fuerza muscular^{17,33}.

El termino sarcopenia se debe a Rosenberg, que sugiere su utilización en una reunión de expertos en 1988 en Albuquerque, Nuevo México.⁶¹

Después de los 50 años de edad aproximadamente, la masa muscular disminuye anualmente el 1,2%. La fuerza muscular se reduce en un 1,5% entre las edades de 50 y 60 años, y en un 3% a partir de entonces. Las razones de estos cambios incluyen la denervación de las unidades motoras y una conversión neta de fibras musculares rápidas tipo II en fibras lentas de tipo I con la consiguiente pérdida de la fuerza muscular necesaria para las actividades de la vida diaria⁶², así como una menor velocidad en su ejecución.¹⁷

Otro de los cambios fisiopatológicos de la sarcopenia incluye la deposición de lípidos dentro de las fibras musculares. Esta circunstancia, en comparación con la caquexia, no conduce a una pérdida de peso corporal.⁶³

Se estima que del 5% al 13,5% de las personas mayores de 60-70 años se ven afectados por la sarcopenia. Los números aumentan del 11% al 50% para los mayores de 80 o más años. La sarcopenia puede producir fragilidad, pero no todos los mayores con ella son frágiles, la sarcopenia es dos veces más común que la fragilidad.⁶⁴ Según Abellan van Kan⁶⁵, las cifras de sarcopenia en mayores de 60 años podrían oscilar entre el 8% y el 40%.

Varios estudios han demostrado que el riesgo de caídas es significativamente más elevado en los sujetos con la fuerza muscular reducida³⁴, además de contar con una peor calidad de la contracción muscular y de coordinación de movimientos.¹⁷

j).- Sistema Nervioso¹⁷

Existe controversia en la comunidad científica para consensuar cuales de los cambios que existen en el Sistema Nervioso Central son producto de la edad o son en realidad por patología.

El envejecimiento promueve una disminución del peso y del volumen cerebral, habiendo atrofia cerebral y, en contrapartida, aumento del volumen de los ventrículos encefálicos.^{48,66,67} Esta pérdida se caracteriza por ser uniforme, a los 90 años el encéfalo pesa un 10% menos que a los 30 años. Esta pérdida de peso y volumen se concentra en los lóbulos frontales y temporales, y especialmente en el complejo amígdala-hipocampo debido a su papel en el aprendizaje y la memoria.

Los cambios histológicos, bioquímicos y fisiológicos se evidencian en varias alteraciones de la exploración neurológica, pero sin significado patológico. La sensibilidad vibratoria, discriminativa y táctil está reducida, manteniéndose la postural y la de presión, aunque a la hora de mantener posturas existe una tendencia a la flexión, relacionada con problemas a nivel articular, muscular y de control neuromuscular.⁶⁸ De igual modo se modifica la capacidad de coordinación a nivel motor.⁶⁹ Y de forma general podemos decir que hay una alteración de la conducción nerviosa y las uniones mioneuronales.

2.2.- CAPACIDAD FUNCIONAL

Como se ha comentado, con el envejecimiento se producen disminuciones y modificaciones funcionales en los diferentes aparatos y sistemas que componen nuestro organismo. Así, las personas sedentarias sanas tienen un pico de capacidad funcional alrededor de los 25 a 35 años, después de este periodo, se inicia una pérdida de la capacidad funcional general, que hasta los 40 años es ligera, siendo a partir de esta etapa de la vida cuando comienza una disminución más marcada y severa. Para los individuos activos la curva de capacidad funcional es parecida a la de las personas

sedentarias, pero presentando niveles funcionales más elevados cuando los comparamos con sus pares sedentarios.⁷⁰

La práctica regular y sistemática de actividad física durante la vida permite que cuando alcancemos los 65 años tengamos una capacidad funcional similar a la de un adulto sedentario con aproximadamente 30 años. Por lo tanto, siendo activos a lo largo de la vida, realizando mayor cantidad de actividades recreativas, laborales, sociales y de actividad física; estaremos contribuyendo a la posibilidad de poseer una mayor calidad de vida en la vejez, con unos niveles más altos y óptimos de autonomía motora y de independencia funcional.^{70,71}

2.2.1.- CONCEPTO

La independencia funcional del individuo se consigue a través de la interacción de los sistemas neuromuscular y cardiorrespiratorio que nos permiten tener un nivel de salud, traducido en la posibilidad de realizar actividades laborales, mantener relaciones sociales y familiares, y por supuesto el desarrollo de actividades físicas y deportivas.

Para mantener este nivel de independencia funcional y poder realizar las diversas actividades de la vida diaria, se requiere la participación del metabolismo aeróbico, que nos proporciona la energía necesaria para poder desarrollar el movimiento, a través de la contracción muscular. Para establecer cuál es la capacidad aeróbica de la persona hay que determinar el consumo de oxígeno (VO_2) y, sobre todo, su valor máximo ($VO_{2m\acute{a}x}$). Por lo tanto, al determinar éste sabemos la capacidad funcional aeróbica del individuo, ya que estamos evaluando la aptitud cardiorrespiratoria, es decir,

la resistencia de los aparatos cardiovascular y respiratorio, así como la utilización del oxígeno por parte del músculo.^{72,73}

La condición física del mayor está compuesta por nueve elementos según el Comité para el Desarrollo del Deporte del Consejo de Europa⁷⁴: resistencia cardiorrespiratoria, composición corporal o dimensiones antropométricas, fuerza y resistencia muscular, flexibilidad, velocidad, equilibrio, coordinación y potencia. Las cinco primeras de ellas están relacionadas con la salud, de ahí su importancia.⁷²

2.2.2.- CONSUMO DE OXÍGENO

Este parámetro fisiológico indica la cantidad de oxígeno que se consume o utiliza en el organismo por unidad de tiempo.

Cuando una persona está en situación de reposo absoluto, el VO_2 en ese momento nos está indicando el metabolismo basal. Atendiendo a cálculos realizados se estima que es de 3,5 mililitros de oxígeno por kilogramo de peso corporal y minuto ($ml * kg^{-1} * min^{-1}$), que expresado en términos metabólicos sería 1 MET o unidad metabólica. Nos indica la cantidad de gasto energético que necesita un individuo para mantener sus constantes vitales.⁷⁵

Para cubrir las necesidades metabólicas del organismo es necesario que el oxígeno ambiental llegue a las mitocondrias celulares, para ello es necesario que sea conducido por el sistema respiratorio hasta la membrana alveolo-capilar para que por difusión simple pase al torrente sanguíneo y desde allí a la mitocondria. Todos los componentes del sistema de absorción y

transporte del oxígeno determinan el VO_2 , que según la ecuación de Fick se determina:

$$\text{VO}_2 = Q * D(a-v)\text{O}_2$$

El gasto cardíaco viene expresado por Q y $D(a-v)\text{O}_2$ es la diferencia arteriovenosa de oxígeno.^{73,75,76} El primer factor implica la función cardíaca, componente central, y el segundo factor, componente periférico, se corresponde con varias funciones fisiológicas. La concentración de oxígeno arterial depende de: la ventilación, la perfusión y la difusión, además de la concentración de hemoglobina en sangre, el número de hematíes y la concentración atmosférica de oxígeno; y la concentración de oxígeno en sangre venosa obedece a cuánto oxígeno pasa de la sangre a los tejidos.

2.2.2.1.- RESPUESTA DEL VO_2 DURANTE EL EJERCICIO⁷⁵

Cualquier actividad que realice el individuo por encima del nivel de reposo absoluto, requerirá un aumento de la actividad metabólica y, por tanto, requiere mayor VO_2 . El trabajo muscular es una de las funciones fisiológicas que mayor demanda de oxígeno requiere, por ello a mayor nivel de actividad física más cantidad de oxígeno.

El VO_2 ante un ejercicio incremental, es decir, aquel en que el esfuerzo que se solicita a la persona aumenta progresivamente su intensidad hasta llegar al máximo de ese individuo, presenta una relación lineal entre él y la potencia desarrollada, siempre que esta sea submáxima. Pero si el sujeto es capaz de seguir con el incremento de intensidad del esfuerzo, cuando ya ha llegado al $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se producirá una meseta en la representación gráfica aunque continúe con el ejercicio incremental.

Con el ejercicio de carga constante el VO_2 se ajusta a cada intensidad constante de ejercicio, presentando dos periodos uno de adaptación y otro de estabilización posterior. La fase de adaptación será más o menos larga en el tiempo en función de la carga de trabajo y de la cinética del VO_2 que tenga el sujeto.

2.2.2.2.- CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO

Lo podemos definir, gracias a Archibald Vivian Hill, como la cantidad máxima de O_2 que el organismo es capaz de absorber, transportar y consumir por unidad de tiempo.^{75,76} El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ es el parámetro indicador más fiable de la capacidad funcional de los individuos, reflejando el nivel funcional de los aparatos cardiovascular y respiratorio, así como la utilización del oxígeno por parte de los músculos esqueléticos.^{70,72-76}

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ se expresa normalmente en cantidades absolutas en litros por minuto ($\text{L} \cdot \text{min}^{-1}$) o en mililitros por minuto ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1}$) o en cantidades relativas al peso corporal del sujeto ($\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$). Las cantidades absolutas nos sirven como medida del costo energético en las actividades sin tolerancia de peso, se relaciona también de forma directa con el tamaño corporal, así los hombres poseen un mayor $\text{VO}_{2\text{máx}}$ absoluto que las mujeres. El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ relativo se usa para clasificar el nivel de aptitud cardiorrespiratoria o para comparar esos niveles en personas con diversos tamaños corporales. También es útil para calcular el costo energético de las actividades con tolerancia de peso.⁷²

El $\text{VO}_{2\text{máx}}$ o potencia aeróbica nos está indicando la cantidad máxima de esfuerzo que puede realizar el individuo y por consiguiente, el consumo de energía o ATP. Nos marca el límite metabólico de obtención y reposición del

ATP, bien por vía del metabolismo aeróbico y para esfuerzos superiores por vía del metabolismo anaeróbico.

2.2.2.3.- FACTORES QUE CONDICIONAN EL $VO_{2m\acute{a}x}$ ⁷⁵

La variabilidad que existe entre los diferentes individuos respecto al $VO_{2m\acute{a}x}$ es amplia, debiéndose a diferentes factores.

- **Dotación Genética:** el $VO_{2m\acute{a}x}$ puede venir condicionado hasta en un 70% a causa de la herencia. A esto se le debe añadir la entrenabilidad que también tiene un factor de agregación familiar importante.
- **La edad:** el máximo de $VO_{2m\acute{a}x}$ se alcanza entre los 18 a 25 años de edad, a partir de ese momento tiene un descenso progresivo, aproximadamente un 10% de pérdida por década para ambos sexos independientemente del nivel de actividad física. Las investigaciones realizadas por Tanaka⁷⁷ sobre el declive del $VO_{2m\acute{a}x}$ absoluto en los mayores, se asocia con pérdidas más notables en aquellos que tenían un mayor nivel de actividad física en comparación con pares sedentarios.

Este declive del $VO_{2m\acute{a}x}$ consecuencia del proceso de envejecimiento se debe a factores como: sarcopenia⁷⁸, disminución de la frecuencia cardíaca máxima y la reducción del volumen sanguíneo⁷⁹, este último más por sedentarismo que por la edad.

- **La composición corporal:** a mayor masa muscular, o peso libre de grasa, mayor es el $VO_{2m\acute{a}x}$.
- **Sexo:** como ya se ha comentado para cualquier edad y condición física el $VO_{2m\acute{a}x}$ es menor para las mujeres. Esto se debe a la composición corporal, factores hormonales y de función cardiovascular e incluso

menor concentración de hemoglobina que presentan las mujeres después de la pubertad.

- **Grado de acondicionamiento físico:** este hecho se puede comprobar tanto en personas con un alto nivel de condición física, como en aquellos que sufren algún tipo de discapacidad funcional.

2.2.3.- CONSUMO MÁXIMO DE OXÍGENO EN LAS PERSONAS MAYORES

Desde 1930 han sido muchas las investigaciones que han seguido a la de Sir Robinson sobre envejecimiento y actividad física. Como se ha comentado con la edad hay una pérdida media del 1% anual, entre el 0,8% y el 1,1% según diferentes autores, a partir de los 25 años aproximadamente, siendo un descenso progresivo y estable hasta los 75 años en personas con niveles de actividad física normal.⁸⁰ Hay algunos estudios que apuntan la certeza de que el descenso del $VO_{2m\acute{a}x}$ en mujeres es menos marcada que en los hombre, siendo de 0,2 a 0,5 ml * kg⁻¹ * min⁻¹, aunque no hay un consenso al respecto.

Hay diferentes estudios sobre el $VO_{2m\acute{a}x}$ que concluyen cuestiones opuestas sobre el envejecimiento y distintos nivel de actividad física. Así en 1996, Trappe et al.⁸¹, demuestran que el descenso del $VO_{2m\acute{a}x}$ con el pasar de los años es menor en atletas que en sedentarios, disminuyendo entre el 5% al 7% por década. Sin embargo FitzGerald et al.⁸², encuentran que en mujeres deportistas entrenadas en resistencia la pérdida de ml * kg⁻¹ * min⁻¹ de $VO_{2m\acute{a}x}$ por década era mayor, seguido de las mujeres activas y el menor descenso correspondía a las mujeres del grupo de sedentarias. Si este descenso se plasmaba de manera relativa, es decir, el porcentaje de variación para cada

grupo desde los 25 años hasta la fecha del estudio, la variación en los tres grupos de estudio era similar, aproximadamente del 10% por década.

Resultados similares obtuvo Eskuza et al.⁸³, en un estudio longitudinal en mujeres, donde las mayores pérdidas de $VO_{2m\acute{a}x}$ correspondieron a las deportistas que redujeron los niveles de entrenamiento, seguidas de las que lo mantuvieron o aumentaron, coincidiendo con estudios anteriores en que las mujeres sedentarias eran las que menos pérdida de $VO_{2m\acute{a}x}$ padecían con el envejecimiento.

En hombres hay estudios que aportan datos semejantes a los encontrados en mujeres como los de Pimentel et al.⁸⁴, aunque tres años antes Wilson y Tanaka⁸⁵ no observaron diferencias en el descenso del $VO_{2m\acute{a}x}$ de hombres deportistas y sedentarios con la edad.

2.2.4.- SISTEMAS ENERGÉTICOS Y ACTIVIDAD FÍSICA⁸⁶

Para el desarrollo de cualquier tipo de actividad física es necesario que el músculo esquelético, en este caso las fibras musculares tipo I, IIA y IIX que componen nuestro organismo^{87,88}, tenga el aporte de sustratos para cubrir sus demandas energéticas.

Mediante una dieta equilibrada, el organismo es capaz de mantener las reservas de sustratos energéticos para asegurar el correcto funcionamiento de las fibras musculares, y utilizar la energía que les proporciona estos elementos al transformarla en energía mecánica y conseguir la contracción muscular. Los sustratos fundamentales son los hidratos de carbono y las grasas, raramente las proteínas actúan como sustratos energéticos.

En la célula muscular se produce la degradación de estos sustratos para transformar energía química en mecánica, por un proceso de fosforilación del ATP. El metabolismo energético de nuestras células musculares será el responsable de aportar la cantidad suficiente de ATP, siendo necesario que los procesos de hidrólisis del ATP y su resíntesis estén en equilibrio.

La célula muscular dispone de tres mecanismos para resintetizar el ATP a partir del adenosín difosfato (ADP), todos ellos son procesos exergónicos al liberar energía en forma de calor, se les pueden denominar reacciones exotérmicas. Los mecanismos son: a partir de la fosfocreatina, la glucólisis anaeróbica con la transformación de glucógeno muscular en lactato y la fosforilación oxidativa. El último de los procesos se realiza en presencia de oxígeno, vía aeróbica, siendo el que más energía aporte, de aquí la importancia de tener un buen $VO_{2máx}$ que nos está reflejando la capacidad funcional de la persona (*Imagen 1*).

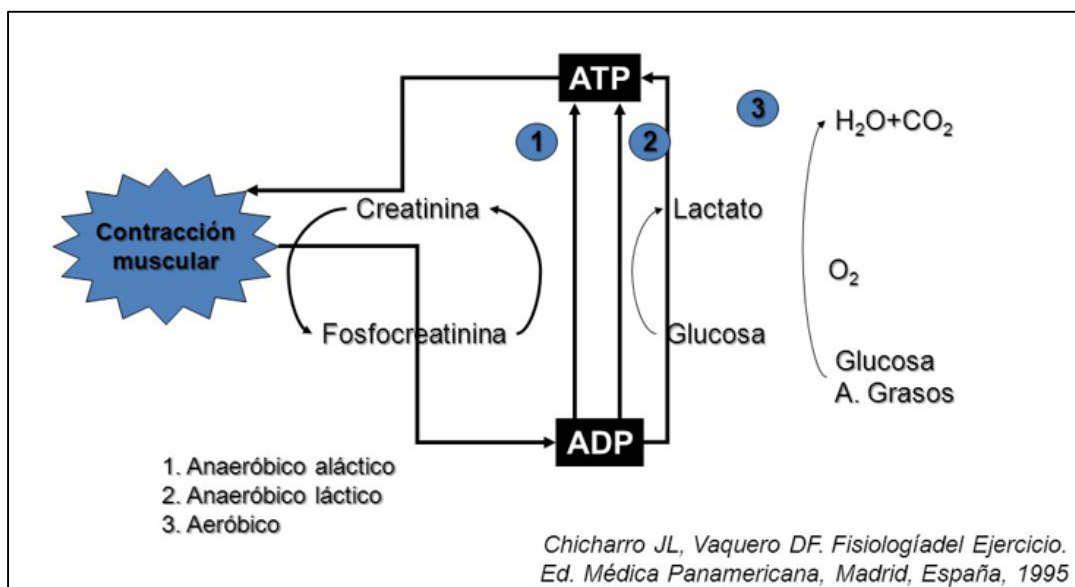


Imagen 1.- Sistemas de producción del ATP en el músculo esquelético⁸⁶

Los sistemas de producción del ATP atendiendo al sustrato utilizado estaríamos hablando de cuatro tipos de metabolismo: de los fosfágenos, de los hidratos de carbono, de las grasas y las proteínas (*Tabla 4*).

ANAERÓBICOS		AERÓBICOS
Aláctico	Sustratos ATP Fosfocreatina	
Láctico	Hidratos de carbono	
		Grasas Proteínas

Tabla 4.- Sistemas de producción de ATP⁸⁶

La actividad física en las personas mayores debe estar programada para que la intensidad de los ejercicios sea el adecuado a cada uno de los participantes, por lo que habrá que intentar que los grupos de actividad sean homogéneos a este respecto, y el sistema de producción del ATP se consiga por vía metabólicas aeróbicas, con un aprovechamiento máximo del oxígeno y con la degradación de los hidratos de carbono y grasas, que se traducirá en beneficios para la salud. Cuestiones todas estas que desarrollaremos en apartados sucesivos.

2.2.5.- DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD FUNCIONAL

Para determinar la capacidad funcional de las personas, y por ende, conocer la situación de los sistemas cardiocirculatorio y respiratorio, resistencia cardiorrespiratoria, y la posterior utilización del oxígeno por parte del tejido muscular, es necesario la realización de pruebas de esfuerzo cardiorrespiratorio (PECR).^{72-74,76}

Mediante las PECR obtendremos cuál es el $VO_{2m\acute{a}x}$ del individuo, siendo este un parámetro funcional que acepta la comunidad científica para tener conocimiento del estado funcional. Determinamos con ello la potencia aeróbica máxima (PAM) y la velocidad aeróbica máxima (VAM), así como los umbrales lácticos (UL) y los umbrales ventilatorios (UV).⁸⁹ Puede ser medido por métodos directos o indirectos al estimarse mediante ecuaciones de referencia de predicción, utilizando para ello indicadores como la frecuencia cardíaca (FC) o la potencia ergométrica.

Inicialmente se utilizaba la “*calorimetría directa*” para determinar el gasto energético. La persona que se valoraba se introducía en una cámara cerrada que puede medir el flujo de calor que genera su cuerpo. Este sistema tiene una serie de desventajas: aparatos técnicamente complejos y no transportables, que no tienen en cuenta la energía para cambiar sudor a gas durante la sudoración, que hay que medir los posibles incrementos de temperatura almacenada en el cuerpo, no mide el trabajo de la contracción muscular y, por último, no da información sobre el sustrato energético utilizado.⁹⁰

A principios del siglo XX se desarrolló la “*calorimetría indirecta*”, gracias al avance en las técnicas bioquímicas para la detección de los gases pulmonares, basándose en el principio de que toda energía es generada en el

proceso de oxidación, es por ello, que al medir el consumo de oxígeno debería dar resultados idénticos a la calorimetría directa, según demostraron en 1903 Atwater y Benedict.⁹⁰

Dentro de la calorimetría indirecta existen dos clases: la de circuito cerrado en el que el VO_2 se mide por cambios en el volumen de una reserva de gas, y de circuito abierto a partir del cual se inspira gas de la atmósfera y se mide la concentración de los gases inspirados y espirados que el cuerpo de la persona a valorar consume o produce. Su evolución ha sido grande, así desde los históricos sacos de Douglas para poder medir el volumen espirado hasta los actuales pneumotacómetros, microturbinas y las turbinas con potenciómetro.⁹⁰

Para la realización de cualquier tipo de PECR progresiva es necesario seguir las pautas generales que marcó en 2006 la American College of Sports Medicine (ACSM)⁹¹ y las nuevas recomendaciones del 2013^{92,93}, así como las indicaciones absolutas y relativas para la terminación de las mismas.⁹⁴

Las PECR progresivas las podemos clasificar en pruebas máximas y submáximas. A su vez, las pruebas máximas en directas e indirectas, según se realice la determinación del $\text{VO}_{2\text{máx}}$ (*Tabla 5*).

CALORIMETRÍA DIRECTA					
CALORIMETRÍA INDIRECTA	CIRCUITO CERRADO de VO ₂				
	CIRCUITO ABIERTO de VO ₂	CARGA PROGRESIVA O INCREMENTAL	MÁXIMAS	DIRECTAS de VO _{2máx}	CONTINUA en el tiempo
					DISCONTINUA en el tiempo
		CARGA CONSTANTE	SUBMÁXIMAS	INDIRECTAS de VO _{2máx}	CONTINUA en el tiempo
				DISCONTINUA en el tiempo	

Tabla 5.- Tipos de pruebas de esfuerzo cardiorrespiratorio

Las pruebas máximas directas se caracterizan por la medición en tiempo real del VO₂ hasta que el individuo alcanza su VO_{2máx}, pudiendo ser la determinación en un circuito cerrado, que presenta mayores dificultades de realización, o abierto que es el que se prefiere en la actualidad.

En las pruebas máximas indirectas la persona alcanza sus máximos parámetros biomecánicos, VAM y PAM, y fisiológicos, VO_{2máx} y FC_{máx}, sin necesidad de materiales costosos ya que no se miden los valores del VO_{2máx}. Este se obtiene a través de ecuaciones de referencia o nomogramas a partir de la VAM y/o PAM. Atendiendo a como se desarrolla la prueba son continuas o discontinuas. En las primeras se realiza la misma sin interrupción del ejercicio de carga incremental cada 2 o 3 minutos hasta el máximo de posibilidades del ejecutante que suele ser entre los 8 a 12 minutos de la prueba. En las segundas se incluyen periodos de descanso de entre 5 a 10 minutos entre los intervalos de trabajo que duran cada uno entre 5 y 6 minutos. Las pruebas discontinuas duran cinco veces más que las continuas, en ambas se obtienen valores similares de VO_{2máx}, por lo cual la comunidad científica y los clínicos utilizan las PECR máximas continuas.

Con las pruebas vistas hasta ahora, las intensidades del esfuerzo que se requieren son elevadas y pueden llegar a ser contraproducentes en la persona que la realiza, para ello se utilizan las PECR submáximas que nos permiten calcular el $VO_{2máx}$ a partir de un esfuerzo aeróbico submáximo.^{72,73}

Son de gran utilidad en sujetos aparentemente sanos para saber la condición física sin necesidad de una valoración diagnóstica, ya que se lleva a la persona a un punto predeterminado que bien puede ser un porcentaje de la $FC_{máx}$ teórica (85%), una FC diana, un nivel de esfuerzo en la escala de Borg o una intensidad de ejercicio. En ellas no se desencadenan cambios valorables en el electrocardiograma (ECG) o en la tensión arterial (TA), pero nos valen para valorar la condición física y la evolución de la misma después de aplicar un programa de actividad física.⁹⁵

2.2.5.1.- PRUEBAS CARDIORRESPIRATORIAS EN MAYORES

En las personas mayores para evaluar su aptitud cardiorrespiratoria se pueden utilizar los protocolos de los adultos en cinta sin fin, cicloergómetro o subida del escalón, realizando una serie de modificaciones a estas PECR progresivas submáximas.^{72,95}

Esta elección de pruebas submáximas viene determinada por los cambios que produce el envejecimiento sobre el sistema cardiocirculatorio. La FC en reposo suele estar disminuida o como en la edad adulta, pero todos tienen limitaciones para elevarla con el ejercicio, lo que dificulta poder alcanzar la $FC_{máx}$, lo cual parece ser debido a una degeneración senil del tejido de conducción y a una reducción en el número y sensibilidad de los receptores cardíacos betaadrenérgicos.^{95,96}

Las recomendaciones para las adaptaciones que debemos realizar a las PECR se sintetizan en:

- El periodo de calentamiento se debe incrementar en más de 3 minutos.
- Se debe comenzar el ejercicio con una intensidad de 2 a 3 MET, los incrementos de trabajo deben de ser de 0,5 a 1 MET.
- Si la prueba se realiza en una cinta sin fin, porque las características del mayor así lo requieren, se ajustará su velocidad, siendo esta constante y aumentando mejor el grado de inclinación.
- Debido a las condiciones fisiológicas que se tienen en el proceso de envejecimiento, es necesario que cada estadio de trabajo se mantenga durante unos 3 minutos, para de esta manera se alcance un estado de equilibrio en la función cardiorrespiratoria.
- El tiempo de prueba irá desde los 8 a los 12 minutos, para ello deberemos ser cuidadosos en elegir el protocolo de actuación.

Estas serían las modificaciones generales que hay que tener presentes a la hora de elegir una PECR. Se podría optar por una que utilice el cicloergómetro cuando la persona mayor presente problemas de equilibrio, alteraciones de la visión o problemas de coordinación neuromuscular.

Nuestra experiencia nos ha llevado a utilizar PECR en las que haya que caminar, ya que es una actividad que los mayores realizan de manera habitual en el desempeño de sus AVD, incluyendo las adaptaciones necesarias al individuo para que la pueda desarrollar con seguridad y evitar una caída. Las pruebas en las que se utiliza el cicloergómetro no nos han ofrecido resultados óptimos, ya que por motivos generacionales de nuestro país, muchos de los mayores que evaluamos no habían montado nunca en bicicleta y por tanto, carecían del patrón correcto del pedaleo, lo que

dificultaba los incrementos de intensidad por no mantener la cadencia óptima de pedaleo o bien pedaleaban hacia atrás.

Para evaluar a mayores de entre 60 a 95 o más años, son interesantes las PECR de campo, como lo proponen Rikli y Jones^{97,98} en la *Senior Fitness Test Battery*. Para determinar la capacidad aeróbica de este grupo de edad indican la prueba de caminata durante 6 minutos (6MWT) y la prueba en escalinata durante 2 minutos, pudiéndose seleccionar una u otra.

2.2.5.2.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA

En la década de 1950 se introdujo la prueba de subir escaleras a los pacientes quirúrgicos, estableciéndose el papel de las pruebas basadas en el ejercicio como una herramienta de diagnóstico útil y un complemento de la prueba de esfuerzo cardiopulmonar convencional. Desde entonces, se han desarrollado numerosas pruebas, “pruebas de campo”, que varían en sus protocolos y aplicaciones clínicas, pero todas son relativamente simples y fáciles de aplicar, que requieren mínimo equipamiento y apoyo técnico.⁹⁹

La 6MWT es una prueba de campo normalizada, que sirve para testar la capacidad funcional del sistema cardiorrespiratorio tanto de personas sanas, incluidas las mayores^{100,101}, como de pacientes con patologías^{102,103}, principalmente cardiovasculares¹⁰⁴, cardiopatía isquémica^{105,106} y respiratorias^{100,107} como la EPOC, así como en la evaluación prequirúrgica de los mismos. Es una PECR de carga constante submáxima que determina de manera indirecta el $VO_{2m\acute{a}x}$. Está basada en la prueba de trote de los doce minutos de Cooper¹⁰⁰, que aun siendo una prueba de campo, correlaciona bien la distancia recorrida con el $VO_{2m\acute{a}x}$. Está adaptada y validada por Butland, Mc Gavin y Gupta para la patología respiratoria.¹⁰⁸

Es Butland et al.¹⁰⁹ quienes determinaron que la duración de la prueba de los 12 minutos marcha superaba las capacidades de los individuos deteriorados por la patología pulmonar, tornándose en una prueba agotadora. La prueba de los 2 minutos marcha es menos potente para diferenciar la capacidad funcional de gente sana o que padezca deterioro físico. Por ello, concluye que una prueba de duración intermedia es la mejor opción, así se empezó a utilizar la 6MWT.

La distancia recorrida durante el 6MWT se relaciona en forma positiva ($r=0,78$) con el tiempo de caminata submáxima en cinta sin fin, protocolo de Bruce para alcanzar el 85% de la $FC_{máx}$. Esta prueba detecta la declinación esperada en el rendimiento en los distintos grupos etarios y discrimina a los individuos con condiciones altas o bajas de actividad física. La fiabilidad y validación de la prueba, según Heyward⁷², corresponde a $r=0,94$.

Hay trabajos de investigación¹¹⁰ que avalan la correlación existente entre el 6MWT con el $VO_{2máx}$, valorado mediante una prueba ergométrica en la cinta sin fin, también han encontrado una correlación estadísticamente significativa con la capacidad vital forzada del paciente, y con la ventilación voluntaria máxima limitada por síntomas.¹⁰⁰ Otros investigadores, Segura-Ortiz et al.¹¹¹, encuentran correlación entre la distancia recorrida en el 6MWT y el VO_2 pico en $ml * min^{-1}$ de la prueba de esfuerzo ($r=0,83$; $p<0,01$; $n=21$). Cuando calculan el trabajo como distancia recorrida en el 6MWT por peso muscular medido con antropometría, presenta una mayor correlación con el VO_2 pico en $ml * min^{-1}$ de la prueba de esfuerzo ($r=0,88$; $p<0,01$; $n=21$). En pacientes con cardiopatía isquémica avanzada evaluados para el trasplante cardíaco, el 6MWT es una herramienta que predice el VO_2 pico y la supervivencia libre de eventos a corto plazo, según manifiestan Cahalin et al.¹⁰⁶ En un grupo de 22 pacientes, también con cardiopatía isquémica,

refieren los autores que no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el $VO_{2m\acute{a}x}$ directo y el indirecto, encontrándose los valores muy cercanos a la media.¹⁰⁵

El estudio llevado a cabo por Enright et al.¹⁰² en el que evaluaron a 2.281 personas mayores de 68 años con el 6MWT llegaron a la conclusión de que la mayoría de la población mayor es capaz de realizar esta prueba de forma segura y eficaz. Demostraron que los mayores recorrían como promedio una distancia de 344 metros. Son diversos los autores que apoyan las conclusiones de Enright, añadiendo que es una herramienta útil, fácil de administrar y de bajo coste para determinar la capacidad funcional de los mayores, además del bajo riesgo que conlleva su realización.^{100,104,107}

2.3.- EJERCICIO FÍSICO Y REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA

La práctica de actividad física va adquiriendo cada vez más importancia, ya que reporta numerosos beneficios biopsicosociales, además es un elemento más en los hábitos diarios gracias a la modificación del estilo de vida que está ocurriendo en la sociedad. Las personas mayores como elementos activos de la sociedad también se han sumado a esta práctica de actividad física, contando además con mayor tiempo y posibilidades de realizarlo como consecuencia de las campañas y de los programas institucionales de envejecimiento activo¹¹², a nivel municipal desde los años 80. Es tal relevancia de estos programas que la Unión Europea determinó el año 2012 como el "*Año Europeo del Envejecimiento Activo*"¹¹³.

La adquisición de estos comportamientos saludables, a través de una dieta equilibrada, de eliminar o minimizar factores de riesgo cardiovascular y de la adquisición diaria de estilos de vida activos, juega un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas y degenerativas, así como en un menor grado de riesgo para muertes prematuras¹¹⁴⁻¹²² (Imagen 2).



Imagen 2.- Función de la actividad física y el ejercicio en la prevención y la rehabilitación de la enfermedad.^{123,124}

Según "Las Guías de Actividad Física para los Estadounidenses del 2008"¹²⁵ una persona tiene un estilo de vida activo cuando realice de modo regular actividades físicas de intensidad moderada, como mínimo 21 minutos la

mayoría de los días de la semana. Si la intensidad del ejercicio es vigorosa se deben realizar 11 minutos como mínimo diariamente. A estos niveles de actividad diarios hay que sumar el evitar estar largo tiempo sentado, ya que invalidarían los posibles beneficios para la salud.¹²⁶

Las recomendaciones de actividad física para personas de 65 años en adelante de la OMS¹²⁷ son: que dediquen 150 minutos semanales a realizar actividades físicas moderadas aeróbicas, o bien algún tipo de actividad física vigorosa aeróbica durante 75 minutos, o una combinación equivalente de actividades moderadas y vigorosas; la actividad se practicará en sesiones de 10 minutos como mínimo. A fin de obtener mayores beneficios para la salud, los adultos de este grupo de edades deben dedicar hasta 300 minutos semanales a la práctica de actividad física moderada aeróbica, o bien 150 minutos semanales de actividad física aeróbica vigorosa, o una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa. Los adultos de este grupo de edades con movilidad reducida deberían realizar actividades físicas para mejorar su equilibrio e impedir las caídas, tres días o más a la semana; así como actividades que fortalezcan los principales grupos musculares dos o más días a la semana. Cuando los adultos de mayor edad no puedan realizar la actividad física recomendada debido a su estado de salud, se mantendrán físicamente activos en la medida en que se lo permita su estado.

Para continuar con este apartado, lo primero que tenemos que tener claro es la definición de actividad física y ejercicio, ya que se suelen utilizar los términos de manera indistinta a modo de sinónimos. En 1985 es cuando Caspersen, Powell y Christenson publican una definición estándar para los conceptos de actividad física, ejercicio y aptitud física¹²⁸.

Se entiende por *actividad física* cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos que resulta en gasto energético. La actividad física moderada es aquella actividad que resulta de un gasto energético fluctuando entre los 3 a 6 METs o de 150 a 200 kilocalorías por día.

Por *ejercicio* se concibe aquella actividad física planificada, estructurada, repetitiva y dirigida hacia un fin, es decir, para la mejora o mantenimiento de uno o más de los componentes de la aptitud física.

En último término, la *aptitud física* es el conjunto de atributos que las personas poseen o alcanzan relacionado con la habilidad para llevar a cabo actividades físicas.

El incremento de personas que realizan actividad física y ejercicio está contribuyendo a mejorar su calidad de vida, cuestión esta más deseada que vivir durante más tiempo pero con menor calidad de vida. Diversos autores defienden el dicho de que el ejercicio intenta añadir "*vida a los años y no años a la vida*".^{129,130}

2.3.1.- EFECTO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LAS PERSONAS MAYORES

La actividad física reporta beneficios incrementando el nivel de salud y sensación de bienestar en las personas que la realizan, de esta circunstancia también se favorecen los adultos mayores.¹³¹ La actividad física y, mejor aún, el ejercicio son el único remedio eficaz para contrarrestar el envejecimiento patológico.¹³²

En el proceso de envejecimiento la capacidad de trabajo físico disminuye. Todavía no está claro si esta pérdida está ligada al proceso de envejecer o

que con el paso de los años en los individuos los niveles de actividad física decrecen. Aunque sí es cierto que los individuos de cualquier edad responden con beneficios a la realización de ejercicio.¹³³

El ejercicio físico contribuye a la lucha contra los efectos del envejecimiento con un mantenimiento de la movilidad articular, previene la rigidez de la articulación, y del tono y metabolismo musculares disminuyendo el riesgo de caídas y sus consecuencias¹³⁴⁻¹³⁶; un incremento de la densidad mineral ósea en columna lumbar y en la cadera¹³⁷, así como en el calcáneo^{136,138} y en las falanges¹³⁸ y prevención de la osteoporosis; una disminución de la tensión arterial¹³⁷⁻¹³⁹ con mejora de las condiciones hemodinámicas, coronarias y respiratorias, incrementando la fuerza de los grupos musculares respiratorios¹⁴⁰, aumentando el $VO_{2máx}$; una prevención de la hiperlipidemia, la arteriosclerosis y la diabetes tipo II; también tiene efectos positivos en la disminución del dolor; y una prevención¹⁴¹ y mejora general de las condiciones de salud en el adulto mayor.¹⁴²

Diferentes autores hallan valores de condición física similares entre los sujetos que han realizado actividad física hasta edades muy avanzadas y jóvenes activos, más que con adultos sedentarios^{143,144}, esto se puede explicar porque los cambios atribuidos al proceso de envejecimiento derivan realmente del sedentarismo que puede conllevar esta etapa de la vida.¹⁴⁵

Siempre se ha asociado la idea de tener que disminuir la actividad física de manera voluntaria al mismo tiempo que se envejece, cuestión esta que no es así, tal y como estamos comprobando, puesto que lo que se deja de hacer, seguramente pronto ya no se podrá volver a hacer y se hará bueno el dicho *“se es tan viejo como uno se siente”*.¹⁴⁶

Tenemos que evitar este condicionamiento social de disminuir la actividad física al llegar a mayores. Nos podemos basar en el hecho de que personas activas durante toda su vida mantienen una capacidad funcional a los 65 años idéntica a un sedentario con 30 años que es cuando se produce el pico de capacidad funcional.⁷⁰ Otros autores refieren que hay marcadas diferencias fisiológicas cuando comparan grupos de personas mayores, con la misma edad, que realizan deporte y las no entrenadas.¹²⁹ Estas aportaciones nos hacen pensar que hay que llevar una vida activa desde edades tempranas, manteniendo un nivel de ejercicio continuo y adecuado. Aunque empezar a realizar actividad física y ejercicio cuando se es mayor también tiene sus beneficios. En caso contrario, mucha población mayor a causa del sedentarismo, vivirá por debajo de su nivel de capacidad física con las consecuencias socioeconómicas e incremento del nivel de dependencia que puede suponer.

Así, la actividad física puede retardar algunas de las modificaciones achacadas al proceso de envejecimiento, se recomienda la práctica de ejercicio desde edades tempranas y mantenidas a lo largo de la vida ya que se incrementan los beneficios en la vejez.¹⁴⁷ Esta mejora será menor cuanto más tarde se empiece a realizar la actividad física.¹⁴⁸

La realización de actividad física regular a lo largo de la vida, según se demostró en un estudio de comparación del somatotipo entre varones mayores divididos en grupos de sedentarios y activos, nos aporta una disminución relativa de la obesidad y un desarrollo de la musculatura en el segundo grupo.¹⁴⁷ Como consecuencia de esto, hay también una mejora de la osteopenia aumentando la densidad mineral ósea.^{137,138,149}

El aumento de la capacidad de trabajo estimula al mayor activo a movimientos más rápidos, y proporciona por tanto un aumento del bienestar y una mejora de la percepción de la calidad de vida.^{150,151}

En la aptitud física intervienen tanto factores genéticos como ambientales, adquiriendo estos últimos mayor relevancia, es por ello que a través del ejercicio físico podemos aumentar el potencial de aptitud física.¹⁵² Cuando se programan actividades físicas con un plan de movimientos corporales repetitivos y con un fin concreto, se mejoran las capacidades físicas del individuo, siendo extrapolable a los mayores.^{137,138} Las investigaciones apuntan a mejoras tanto en la fuerza como en la capacidad aeróbica, sin límite de edad y beneficiándose personas sanas y pacientes crónicos.¹⁵³

Así lo refiere Marín¹⁵⁴, de diversas investigaciones realizadas sobre el $VO_{2máx}$. En una de ellas, Hollman y Liesen (1985), en personas mayores no entrenadas y después de realizar ejercicio durante 10 años, se mejoró entre un 9% y 17% los valores de $VO_{2máx}$, siendo valores extrapolables a personas no entrenadas con 20 años menos. Resultados similares obtienen Kasch et al.¹⁵⁵ en varones de entre 45 a 70 años respecto a la tensión arterial, que no se modificó en los hombres que realizaban actividad física. Para el $VO_{2máx}$, detectó una pérdida del mismo en ambos grupos, pero solamente del 19% en los que hacían ejercicio y del 41% en los sedentarios. Llegaron a la conclusión que la pérdida de capacidad aeróbica se debe a la disminución del gasto cardíaco con el envejecimiento, pero se puede modificar y modular esta tendencia con la práctica de actividad física o, mejor aún, ejercicio.¹⁵⁴

El estilo de vida saludable es el responsable de la longevidad de las personas centenarias y de aquellos que casi lo llegan a ser. Esta atribución está basada en tres comportamientos característicos, que suelen aparecer en los casos

estudiados, como son realizar actividad física o bien haber sido personas activas durante su vida, mantener una red social y actitud mental positiva.¹⁵⁶

Este último aspecto psicológico se suele perder, cuando finaliza la vida laboral generándose una pérdida de autoestima, llegando en algunos casos a trastornos depresivos. Es aquí cuando se puede aumentar el bienestar psicológico y la autoestima mediante la práctica de actividades físicas.¹³¹ Así es el caso cuando se somete a un programa de ejercicio físico a pacientes mayores y adultos, que mejoran más en salud mental y capacidad para el ejercicio que el grupo de pacientes de más edad.¹⁵⁷

En esta etapa de la vida no solamente se afecta la esfera fisiológica y psicológica, también se resiente el aspecto social, con una disminución de las relaciones interpersonales positivas por factores psicológicos y dificultades físicas. La realización de actividades físicas evitará este aislamiento social, contribuyendo positivamente en los aspectos biopsicosociales del mayor.^{131,158}

Las personas que viven solas, con escasos contactos sociales y con poca actividad física presentan los mayores problemas de depresión y de incapacidad.¹⁵⁹

Todo lo expuesto sobre los beneficios de la actividad física en las personas mayores presupone la posibilidad de ser más longevos y aumentar la esperanza de vida, aún hay que ser cautos pues no hay certeza científica. Se piensa que el ejercicio físico regular practicado por las personas mayores es beneficioso para casi todo, y esto tiene probabilidades de transformarse en mito y propagarse sin ningún control por parte de la ciencia, proliferando opiniones y programas de entrenamiento sin ninguna base.^{137,160}

Según el posicionamiento del ACSM¹⁵⁶ en 2009 sobre *“Ejercicio y Actividad Física para Adultos Mayores”* la participación vigorosa, a largo plazo en un entrenamiento con ejercicios aeróbicos se asocia con elevaciones de la reserva cardiovascular y adaptaciones del músculo esquelético que permiten a la persona mayor aeróbicamente entrenada soportar una carga submáxima con menos estrés cardiovascular y fatiga muscular que sus pares sin entrenamiento. El ejercicio aeróbico prolongado también parece ralentizar la acumulación, relacionada con la edad, de la grasa corporal central y es cardioprotector. Por otro lado, la participación prolongada en un entrenamiento con ejercicios de resistencia tiene claros beneficios para ralentizar la pérdida de masa y fuerza muscular y ósea. Es por esto, que en el momento de planificar programas de ejercicios para personas mayores hay que contemplar actividades de carga aeróbica y de resistencia, ya que el entrenamiento de un solo aspecto no sería tan beneficioso.

La actividad física y el ejercicio no son un elixir de vida. “Estar en forma” no puede garantizar una buena salud ni una larga vida, pero hace ambas cosas más probables. El movimiento es una de las claves para mantenerse joven, o lo que es lo mismo, nada hace envejecer tan deprisa como la inmovilidad.¹⁴⁶

2.3.2.- EVALUACIÓN DE LAS PERSONAS MAYORES

Vistos los beneficios que reporta la vida activa mediante la realización de actividad física y ejercicios, en cualquier etapa de la vida del individuo, es necesario antes de iniciarse en ello realizar una evaluación para comprobar que no se tiene ninguna contraindicación para realizar las cargas de trabajo y por otro lado, conocer cuál es la condición o aptitud física de la que parte el sujeto y poder trabajar con la intensidad adecuada.

El ACSM^{72,91}, en 2006, recomendaba la realización de una prueba de esfuerzo máxima antes de comenzar un programa de ejercicios físicos intensos, es decir superior al 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$, a los hombres mayores de 44 años y mujeres de 55 años o más; a todos aquellos que tuvieran dos o más factores de riesgo para sufrir enfermedad coronaria, tener un riesgo moderado; personas de alto riesgo con uno o varios signos o síntomas de enfermedad cardiovascular o pulmonar; o aquellas que también con alto riesgo documenten enfermedad cardiovascular, pulmonar o metabólica. Cuando la intensidad del ejercicio físico es moderado, entre el 40% y el 60% del $VO_{2m\acute{a}x}$, recomendaba la realización de una prueba de esfuerzo submáxima para personas con bajo y moderado riesgo cardiovascular.

En aras de favorecer la adopción de un estilo de vida activo mediante el inicio de actividad y ejercicio físico, en 2013, el ACSM^{92,93} hace nuevas recomendaciones en el cribado de salud antes de comenzar éstos, motivado por: la mayor parte del riesgo asociado con el ejercicio puede ser mitigado mediante la adopción de un régimen de entrenamiento de ejercicio progresivo, y en segundo lugar existe un bajo riesgo global de tener un percance con la participación en programas de actividad física. Así solo se recomienda realizar una exploración médica y una prueba de esfuerzo a los que tienen un alto riesgo, independientemente del nivel de actividad física a desarrollar; los que presentan un riesgo moderado solamente deberían pasar un reconocimiento médico antes de iniciar un programa de ejercicios de alta intensidad; para el resto de la población no sería necesario.

En las personas mayores, atendiendo a las características especiales que pueden presentar desde el punto de vista de la actividad física, y para que esta se constituya en saludable¹³¹, será necesaria la realización de una

evaluación previa, ya que no todos los mayores que desean intervenir en programas de ejercicios son aptos para ello.¹⁶¹

Para determinar la indicación o contraindicación del ejercicio físico, la evaluación a la que tiene que someterse el mayor debe contener una exploración médica inicial profunda.¹⁶² Podemos afirmar también que muchas veces es el mayor quien decide la conveniencia o no de realizar la actividad física, sin realizar este tipo de reconocimiento.¹⁶¹

Según diversos autores, nos podemos encontrar con diferentes grupos de personas mayores que se quieren incorporar a los programas de ejercicios físicos: los que han practicado deporte durante toda su vida y son conscientes de sus posibilidades y siguen con esa práctica sin poner en riesgo su salud, pudiendo hacer ejercicios con intensidad de hasta 9 METs, incluso deporte competitivo adaptado a su condición; los mayores que han practicado deporte, pero inconscientes de sus posibilidades actuales con el envejecimiento pueden poner en riesgo su salud, que serían capaces de realizar actividades lúdicas y recreativas de actividad física de hasta 6 METs; y por último, aquellos que se quieren incorporar a la vida activa mediante la realización de actividad física, pero anteriormente han sido sedentarios, su nivel de intensidad será de 2 a 3 METs, con fines preventivos y de mantenimiento de la salud.¹⁵⁴

Las evaluaciones previas al inicio de la práctica de ejercicio físico deben de contener una serie de apartados que nos permitan determinar la condición física de la persona mayor en relación con el rendimiento físico. Especialmente tendremos que contemplar aquellos elementos de la condición física relacionados con la salud.^{74,163} Estos apartados pueden ser los siguientes:¹³¹

- **Datos personales:** que contiene los datos de identificación y filiación, la situación social, actividad física desarrollada hasta el momento y el motivo de inscripción en el programa de actividad.¹⁶¹
- **Historia Clínica:** sobre los antecedentes patológicos y estado actual por aparatos y sistemas, junto con hábitos alimenticios, alcohólicos y tabáquicos. En cada apartado hay que contemplar la medicación prescrita con las dosis y frecuencias.^{101,161}
- **Exploración física general:** auscultación cardíaca y pulmonar, toma de tensión arterial, palpación de pulsos periféricos, pruebas espirométricas, exploración neurológica de reflejos, exploración abdominal,...
- **Determinación de la composición corporal:** referido al peso corporal, talla, el índice de masa corporal de Quetelet, perímetro abdominal y de cadera que nos facilita el índice cintura/cadera, cantidad de grasa corporal mediante impedancia, densidad mineral ósea,...
- **Examen del equilibrio, la postura y la coordinación:** examen de la morfología y la estática del individuo mediante observación de la actitud general, alineamientos articulares, examen de pies en carga, examen del raquis, utilización de plataformas estabilométricas.^{134,135}
- **Pruebas funcionales:** medición de la amplitud de los movimientos articulares y del tono, fuerza y resistencia muscular, así como posibles dolores y otras anomalías al movimiento activo y/o pasivo.¹³¹
- **Pruebas de esfuerzo:** un apartado importante es la valoración de la resistencia cardiorrespiratoria en las personas mayores candidatas a iniciar o continuar practicando ejercicio físico, como ya se ha abordado con anterioridad. Es necesario mediante una serie de test sencillos, de fácil aplicación e interpretación y que no requieran de un aparataje sofisticado, conocer el nivel de forma física del mayor, sobre todo en

relación con las actividades de la vida diaria, que sería determinar su capacidad funcional.^{72,74,97,98,135,137,161}

Existen algunas indicaciones, absolutas y relativas, para finalizar una prueba de esfuerzo como son el aumento del dolor precordial o una angina de pecho entre moderada y grave; síntomas del SNC como por ejemplo ataxia, mareo, confusión o ligero síncope; signos de perfusión inadecuada como son cianosis, palidez o frialdad; descenso de la presión arterial sistólica igual o superior a 10 mmHg. respecto a la tensión basal durante el trabajo de esfuerzo incremental; respuesta hipertensiva, es decir incremento de la presión sistólica superior a 250 mmHg. o la diastólica por encima de los 115 mmHg., de manera conjunta o cualquiera de las dos; fatiga, respiración entrecortada, calambres, dolor o claudicación en las piernas y/o requerimiento por parte del paciente de parar el test.^{72,94}

Con mucha frecuencia en personas de edad avanzada, la prueba de esfuerzo se ve limitada por síntomas como la disnea, dolor y calambres en las piernas o fatiga con una frecuencia cardíaca significativamente por debajo del valor máximo.¹⁶⁴ También hay que considerar que en algunos casos ciertos medicamentos pueden afectar los resultados de las pruebas de esfuerzo y dar falsa información.¹⁶⁵

2.3.2.1.- CONTRAINDICACIONES ABSOLUTAS^{137,161}

La persona mayor que esté interesada en participar en programas de ejercicio físico y presente alguna de las siguientes patologías o circunstancias no debería participar en ellos, estaría excluida.

- Infecciones e inflamaciones agudas.
- Insuficiencias graves: cardíaca, respiratoria, renal, hepática.

- Estenosis coronaria grave.
- Angina de pecho de mínimos esfuerzos durante el mes anterior.
- Infarto de miocardio reciente, mes anterior.
- Bloqueo auriculoventricular grave.
- Síndrome de Wolf-Parkinson-Whait (taquicardia).
- Aneurisma ventricular o aórtico.
- Embolia pulmonar o sistémica reciente.
- Cor pulmonare crónico.
- Hipertensión arterial no controlada.
- Enfermedades infecciosas crónicas.
- Enfermedades que perturben seriamente el equilibrio.
- Enfermedades metabólicas no controladas.
- Procesos tumorales malignos.

2.3.2.2.- CONTRAINDICACIONES RELATIVAS^{137,161}

Aquel anciano que presente una condición física baja, evidenciado en la prueba de esfuerzo y además presente alguna de estas circunstancias o patologías, tampoco debería participar del programa de ejercicio físico, estaría excluida.

- Enfermedades vasculares compensadas.
- Extrasistolia ventricular.
- Bloqueo de rama izquierda.
- Existencia de marcapasos cardíaco.
- Varices graves con historia de tromboflebitis.
- Toma de algunas medicaciones: digital y betabloqueantes.
- Alteraciones neuromusculares.

- Artritis, artrosis deformante.
- Isquemia cerebral transitoria reciente.
- Antecedentes de traumatismos craneales graves.
- Cirugía en la cabeza o columna vertebral.
- Obesidad desmedida.
- Enfermedades o sintomatologías que empeoran con la humedad.
- Osteoporosis.

2.3.2.3.- LIMITACIONES^{137,161}

El mayor que desee realizar ejercicio físico y presente alguna de estas circunstancias o patologías deberá adaptar las sesiones a su circunstancia personal.

- Discapacidades psicofísicas.
- Cardiopatías sin insuficiencia cardíaca.
- Pacientes intervenidos del corazón.
- Disminuciones graves de vista y oído.
- Organomegalias.
- Hernias hiatales, abdominales, discales.
- Alteraciones musculoesqueléticas que dificulten la actividad motriz.

2.3.3.- REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA

La Revitalización Geriátrica,^{166,167} es una modalidad de fisioterapia preventiva, y la podemos definir como la aplicación de técnicas fisioterápicas y rehabilitadoras al anciano sano, sin patologías invalidantes. Los objetivos principales de estas técnicas son: el retraso de la aparición de

los cambios fisiológicos y como consecuencia, evitar la disminución de capacidades y habilidades, para conseguir un nivel de independencia suficiente para el desarrollo y participación normal en esta sociedad, en definitiva, aumentar la calidad de vida en las personas mayores.

La sesión básica de Revitalización Geriátrica¹³⁷ se estructura de la siguiente manera:

- Estiramientos estáticos, sin rebotes, de los grupos musculares más importantes.
- Calentamiento suave mediante desplazamiento andando y con trote lento.
- Ejercicios ventilatorios abdomino-diafragmáticos.
- Ejercicios para mantener y aumentar el rango articular y la fuerza muscular.
- Desplazamiento en trote lento durante 3 minutos.
- Hidratación y descanso de 5 minutos.
- Actividades de coordinación, agilidad y equilibrio.
- Desplazamientos con trote y marcha.
- Enfriamiento progresivo dinámico, caminando y ventilando relajadamente.
- Hidratación

La revitalización trata de mejorar fundamentalmente la capacidad cardiorrespiratoria y mantener la función del aparato locomotor, así como evitar las alteraciones estáticas, con el fin de conservar al mayor en óptimas condiciones de actividad física y relación social.¹³²



3.~ OBJETIVOS E HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1.- HIPÓTESIS DE TRABAJO

El ejercicio físico en personas mayores que participan en un Programa de Revitalización Geriátrica (PReGe) durante un periodo de cuatro años consecutivos modifica su capacidad funcional, valorada mediante la prueba de los 6 minutos marcha (6MWT).

3.2.- OBJETIVOS

1. Valorar el efecto de la Revitalización Geriátrica como ejercicio físico sobre parámetros antropométricos, parámetros cardiovasculares y la 6MWT.
2. Identificar qué parámetros de salud evaluados en el PReGe influyen y/o se correlacionan con la 6MWT.
3. Establecer qué ecuaciones de referencia de la 6MWT descritas sirven como predictoras para las personas mayores que participan en un PReGe.
4. Diseñar una ecuación de referencia de la 6MWT para las personas mayores que participan en un PReGe.
5. Determinar si la 6MWT, siendo una prueba de esfuerzo submáxima, sirve para determinar la capacidad funcional de los mayores que participan en un PReGe.



4.~ MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se llevó a cabo un diseño de estudio cuasi experimental longitudinal prospectivo con una línea de base o seguimiento^{168,169}, en el que se evaluó la evolución de la capacidad funcional a individuos que voluntariamente se inscribieron en el PReGe ofertado por el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca en diferentes centros municipales de mayores de la ciudad de Salamanca, siendo este programa la intervención realizada.

El estudio se desarrolló a lo largo de cuatro cursos académicos con tres periodos sin intervención entre ellos. Cada periodo de intervención tuvo una duración de 8 meses y los periodos sin intervención fueron de 4 meses cada uno de ellos. Los participantes fueron valorados al inicio y al final de cada periodo de intervención. Las intervenciones y las evaluaciones fueron realizadas por fisioterapeutas y médicos pertenecientes al Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

Previamente a la valoración inicial a todos los participantes se les informó detalladamente sobre los objetivos y la metodología de la misma mediante un consentimiento informado.

Las investigaciones realizadas en el Área de Fisioterapia sobre los PReGe en personas mayores fueron aprobadas por el Comité de Bioética de la Universidad de Salamanca, con fecha 20 de octubre de 2001.

4.2.- POBLACIÓN DE ESTUDIO

En el estudio participaron personas mayores de 60 años, de ambos sexos, válidas y no institucionalizadas del municipio de Salamanca y que voluntariamente se inscriben en el PReGe.

Anualmente, en el periodo de mayo a junio, la Concejalía de Mayores del Ayuntamiento de Salamanca¹⁷⁰ procede a recoger las solicitudes de los mayores que desean participar en este tipo de actividad de ejercicio físico que se oferta en los Centros Municipales de Mayores “Juan de la Fuente” y “Tierra Charra”, así como en las Asociaciones de Mayores del municipio, estando repartidos en 17 grupos.

En los casos en que exista mayor número de solicitudes que plazas ofertadas, se procede a la realización de un sorteo para la adjudicación provisional de plaza dentro del PReGe.

A los solicitantes que se les adjudica una plaza, en cualquiera de los centros de mayores, se les realiza una valoración clínica individualizada inicial en cada uno de los periodos de intervención, con el fin de determinar la presencia de alguna de las contraindicaciones absolutas o relativas para la realización del ejercicio físico y que constituyen algunos de los criterios de exclusión del programa.

4.2.1.- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Los criterios de inclusión que se establecieron para participar en este estudio fueron:

1. Ser mayor de 60 años e inscribirse voluntariamente en el PReGe.

2. Asistir a la evaluación inicial (E-1) aceptando la participación en el estudio con la firma del consentimiento informado.

4.2.2.- CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Los criterios de exclusión que se establecieron para participar en el estudio fueron:

1. Presentar alguna de las contraindicaciones absolutas o relativas, descritas en los apartados [2.3.2.1](#) y [2.3.2.2](#) del marco teórico.
2. Presentar alguna de las siguientes limitaciones que dificulten la deambulaci3n: discapacidades psicofísicas, disminuciones graves de vista, alteraciones musculoesqueléticas.
3. Presentar alguna contraindicaci3n para la prueba de los 6MWT^{171,172}, como tener una frecuencia cardíaca de reposo superior a 120 pulsaciones por minuto, una presi3n arterial sist3lica de m3s de 180 mmHg y una diast3lica de m3s de 100 mmHg.
4. Sufrir o padecer alg3n tipo de incidente o patología durante el programa que interfiera claramente en las evaluaciones o intervenciones del estudio.
5. Participar en alg3n otro programa de ejercicio f3sico con regularidad
6. No asistir a alguna de las evaluaciones o valoraciones clínicas iniciales de los periodos de intervenci3n.
7. Tener una media de asistencia a las sesiones del PReGe inferior al 50% en cada uno de los cuatro ciclos.

4.3.- PLANIFICACIÓN E INTERVENCIÓN

4.3.1.- PLANIFICACIÓN

La planificación de la intervención realizada en el estudio durante los cuatro años que duró, de septiembre de 2010 a junio de 2014, la secuenciamos de la siguiente manera (*Imagen 3*):

1. Primeramente los interesados en participar en el PReGe deben realizar la **inscripción voluntaria** y esperar a la **adjudicación de una plaza**, tal y como ya se ha comentado.

2. Lectura y firma del **consentimiento informado**, tras las aclaraciones solicitadas por el mayor (*Anexo 1*).

3. **Evaluación 1 o inicial (E-1)** realizada en el mes de septiembre por los miembros del equipo investigador, médicos y fisioterapeutas, que consistió en formalizar la historia clínica y realización de diferentes pruebas y valoraciones funcionales, que se describen en el siguiente apartado.

4. Determinación de la muestra teniendo en cuenta los criterios de inclusión y exclusión.

5. **Periodo de intervención 1 (PI-1)** que se extiende desde el mes de octubre al mes de mayo, con 3 sesiones semanales durante 27 semanas de actividad, lo que supone 81 sesiones de ejercicio físico.

6. Al finalizar este periodo de intervención, se procede a realizar por parte de los investigadores la **evaluación 2 (E-2)** en el mes de junio, constando de las mismas pruebas y valoraciones funcionales. El lapso de tiempo desde la E-1 a la E-2 es el **ciclo 1 (C-1)**.

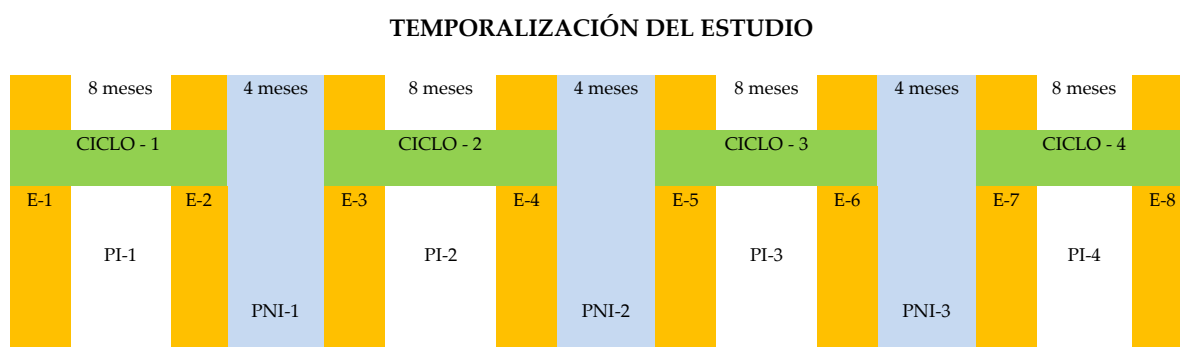
7. Coincidiendo con el periodo estival de cuatro meses, junio a septiembre, transcurre el **periodo de no intervención 1 (PNI-1)**.

8. Se inicia el **ciclo 2 (C-2)**, cuando se realiza la **evaluación 3 (E-3)**, seguido del **periodo de intervención 2 (PI-2)**, para concluir con la **evaluación 4 (E-4)**.

9. Continuamos con el **periodo de no intervención 2 (PNI-2)**, que da paso al **ciclo 3 (C-3)**, que estaría constituido por la **evaluación 5 (E-5)**, **periodo de intervención 3 (PI-3)** y **evaluación 6 (E-6)**.

10. Después del **periodo de no intervención 3 (PNI-3)**, llegamos al último ciclo del estudio, **ciclo 4 (C-4)**. Comprende **evaluación 7 (E-7)**, **periodo de intervención 4 (PI-4)**, y la última evaluación que es la **evaluación 8 o final (E-8)**.

Cada uno de los cuatro periodos de intervención tiene una duración idéntica de 8 meses con 81 sesiones realizadas. Los tres periodos de no intervención son de cuatro meses cada uno.



Evaluación: E-1 a 8; Periodo de Intervención: PI-1 a 4; Periodo de No Intervención: PNI-1 a 3.

Imagen 3.- Secuencia del estudio.

4.3.2.- INTERVENCIÓN

La intervención está basada en el PReGe, con la temporalización que hemos visto anteriormente, realizándose la sesión básica de Revitalización

Geriátrica 3 veces por semana con una duración aproximada de 55 a 60 minutos.

El PReGe se lleva efectuando desde 1991 en el Área de Fisioterapia, bajo la dirección del Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas, junto con la Concejalía de Mayores.^{134,135,137,139,140,161,173-175}

Las sesiones de Revitalización Geriátrica son realizadas por cinco fisioterapeutas, becados por la Universidad de Salamanca, con cargo al proyecto de investigación financiado por el Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, denominado: “Evaluación, indicación y seguimiento de Programas de Actividad Física, y la realización de Programas de Revitalización, Terapia Ocupacional, Prevención de Caídas, y Reeduación Muscular con personas mayores”.

4.3.2.1.- ESTRUCTURACIÓN DE LA SESIÓN BÁSICA¹³⁷

En la sesión tipo se utiliza el agente físico movimiento como vehículo de energía aplicado al organismo, y a través de su efecto primario cinético, produce una modificación biológica o efecto secundario cuantificable.¹⁷⁶ El movimiento se combina con los estiramientos, con el trabajo de la resistencia aeróbica, la movilidad articular, la fuerza muscular, la coordinación, la agilidad, el equilibrio, la ventilación y la relajación; sin olvidar la hidratación que, aunque no es actividad física, es primordial en los mayores.

Se recomienda el uso de ropas de algodón amplias y cómodas que eviten el rozamiento en cualquier zona sensible. En cuanto a las zapatillas deben evitar las molestias de zonas que, de por sí, están inflamadas o alteradas,

como pueden ser hallux valgus o puentes demasiado planos, así como la mayor tendencia a padecer ulceraciones.

Se les recordará siempre que cada uno deberá intentar realizar los ejercicios lo más correctamente posible, esforzándose, pero que cada persona haga lo que pueda, ajustándose así el nivel de intensidad y progresión.

El comienzo de la sesión se realiza con el saludo y recuento de los participantes, con breve revisión de la indumentaria de los mismos, especialmente las zapatillas deportivas, para evitar prendas impropias. Se puede utilizar música suave de fondo para dar ritmo a los ejercicios y evitar ciertas distracciones de los participantes.

a.- Estiramientos

Los estiramientos se aplican al comienzo de la sesión, junto con el calentamiento de los grupos musculares más importantes¹⁷⁷, comenzando por estiramiento estático sin rebote, con esfuerzo entre 6 y 60 segundos en cada estiramiento y no más de 4 repeticiones por grupo muscular.¹⁷⁸

Se estirará por grupos musculares: grupos posteriores y anteriores de pierna, muslo y pelvis, grupos flexores, aproximadores y extensores de las caderas, músculos laterales del tronco en bipedestación, músculos de la raíz del miembro superior y músculos del cuello (*Imagen 4*).



Imagen 4.- Estiramientos musculares.

b.- Calentamiento

Concluidos los estiramientos, se procede a realizar el calentamiento, con trabajo cardiovascular y muscular ligero, que tendrá una duración de tres minutos, constando de un trote lento o caminar rápido durante un minuto, continuar el siguiente minuto con una marcha a ritmo normal y concluir con un trote ligero o caminar rápido.

Se realiza de forma circular y alternando el sentido de la marcha de manera pausada a cada cambio de ritmo. Para evitar lesiones por sobrecarga o impacto no deben pisar fuertemente el suelo, ni que aumente mucho la velocidad de manera inicial (*Imagen 5*).



Imagen 5.- Calentamiento.

c.- Ejercicios de ventilación

Estos ejercicios se realizan en sedestación en la silla, con la espalda perfectamente apoyada en el respaldo, los pies en el suelo y las dos manos cruzadas sobre el vientre. Se incita a tomar aire por la nariz de manera lenta y tirarlo por la boca con los labios ligeramente pinzados, es decir boca entreabierta, tratarán en todo momento que el aire penetre lo más profundamente para lo cual activarán el músculo diafragma, notarán la presión abdominal en sus manos al inspirar y como desciende el vientre al espirar. La espiración debe ser lenta y durando entre el doble y el triple de la inspiración, solicitando en último término la contracción de los músculos abdominales (*Imagen 6*).



Imagen 6.- Ejercicios de ventilación.

d.- Ejercicios articulares y musculares

En diferentes posiciones: bipedestación, sedestación y en decúbito; se realizarán los ejercicios para mantener y aumentar el recorrido articular y para incrementar la fuerza y resistencia de los músculos. Para ello utilizamos diferente material en cada sesión.

Para el recorrido articular se deberán realizar movimientos amplios en su recorrido sin que aparezcan molestias, y siempre haciéndolo de forma funcional. A una velocidad más próxima a lenta que a rápida.

Los ejercicios de fuerza deberán realizarse sin que sean esfuerzos máximos, intentando evitar las contracciones isométricas prolongadas y la fatiga muscular (*Imagen 7*).



Imagen 7.- Ejercicios de movilidad articular.

e.- Desplazamiento

En este punto de la sesión, las personas mayores se desplazarán en trote lento durante 3 minutos, para ello se podrá, en ocasiones, situar objetos para trazar un circuito sinuoso. Hay que evitar llegar al punto de la fatiga. Con ello, se pretende activar la función cardiorrespiratoria y aumentar la capacidad funcional.

En caso de ser un grupo heterogéneo, en cuanto al nivel de capacidad física, se pueden diseñar dos circuitos concéntricos, el exterior para los que trotan más rápido y uno interior para los que marchan más despacio (*Imagen 8*).



Imagen 8.- Desplazamiento mediante trote o carrera.

f.- Hidratación

Finalizada la actividad anterior, se procede a una parada en la actividad para la hidratación coincidiendo con el ecuador de la sesión. Será obligatorio que cada persona beba al menos un vaso de agua. Este periodo de descanso e hidratación deberá durar unos 5 minutos aproximadamente.

g.- Ejercicios de agilidad, coordinación y equilibrio

Con estos ejercicios se completará el resto de la sesión básica de Revitalización Geriátrica, correspondiendo con una parte bastante lúdica y entretenida para los participantes, sin descuidar los objetivos que nos marcamos con ella para trabajar estos otros elementos de la condición física del individuo.

Para ello utilizamos picas, balones, aros, conos, diseño de circuitos sinuosos, juegos tradicionales adaptados.

En general, estos juegos no proporcionan solamente un incremento del rendimiento físico, además incluyen un importante componente psicosocial al facilitar la integración de los individuos en el grupo incrementando la

sociabilidad y las relaciones interpersonales, que propicia una estabilidad psicológica fundamental a esta edad (*Imágenes 9, 10, 11*).



Imagen 9.- Ejercicios de agilidad.



Imagen 10.- Ejercicios de coordinación.



Imagen 11.- Ejercicios de equilibrio.

h.- Desplazamiento

Llegados a este punto de la sesión, se realiza un nuevo trote suave durante al menos 2 minutos, seguido de una marcha relajada 2 minutos y para finalizar con 2 minutos de trote.

i.- Enfriamiento y relajación

Para finalizar la sesión, y devolver a los mayores a la situación cardiorrespiratoria de inicio, se procede con un enfriamiento progresivo, pidiendo a los participantes que caminen relajadamente, seguido de unos estiramientos suaves de la musculatura de las extremidades inferiores, para concluir con un minuto de ejercicios de ventilación profunda (*Imagen 12*).



Imagen 12.- Enfriamiento y relajación.

j.- Hidratación

Antes de despedirnos de los participantes, hay que invitarles a que beban al menos otro vaso de agua. Recordándoles que continúen en sus casas con la hidratación (*Imagen 13*).



Imagen 13.- Hidratación.

k.- Precauciones y ejercicios a evitar

Se deberá evitar aquellos ejercicios que mantengan la cabeza por debajo del nivel de la cintura, contraindicando los ejercicios de flexión y extensión forzada de la columna vertebral. Cuando se esté trabajando en colchonetas no se realizarán volteretas ni ejercicios en decúbito prono. En bipedestación no realizar saltos bruscos o ejercicios que supongan una competición ya que aumentan el riesgo de caída. No incluir ejercicios que supongan una carga en flexión excesiva en rodillas, caderas, hombros o codos.¹⁷⁹

Para trabajar sin riesgo cardiovascular, hay que realizar los ejercicios con la intensidad suficiente para cumplir con el principio de sobrecarga y con un metabolismo aeróbico submáximo, para ello debemos realizar los ejercicios entre el 70% y el 80% de la frecuencia cardíaca de reserva de Karvonen (%FCdRes), ya que al trabajar con esos porcentajes sobre la fórmula de la $FC_{máx}$ ($220 - \text{edad}$) se infraestiman las pulsaciones máximas para este grupo de población.¹⁸⁰⁻¹⁸² Swain et al. demostraron la relación ($r=0.990$) entre el % $VO_{2máx}$ y el % de la FCdRes en 50 jóvenes activos no deportistas.¹⁸³

4.4.- EVALUACIONES

La primera evaluación del estudio coincide con la evaluación de comienzo del PReGe del periodo 2010-2011, y la evaluación final corresponde con la evaluación de cierre del PReGe del periodo 2013-2014. En total se realizaron ocho evaluaciones a lo largo del estudio, una al inicio y otra al final de cada uno de los cuatro ciclos de intervención. Se realizaron las mismas pruebas funcionales en todas ellas, además en la primera se abrió la historia clínica de cada uno de los participantes.

La historia clínica contiene los datos personales y de filiación junto con los hábitos de actividad física precedentes, así como los antecedentes patológicos y la medicación actual por aparatos y sistemas de la persona mayor (*Imagen 14*).

Las pruebas funcionales se recogieron en una ficha de evaluación, donde se reflejan las incidencias de salud acontecidas desde la última revisión, medicación actual, las caídas, frecuencia cardíaca, tensión arterial, mediciones antropométricas: talla, peso, índice de masa corporal (IMC), bioimpedancia: %grasa y peso graso, circunmetría abdominal, densitometría del calcáneo y test de los 6 minutos marcha (6 MWT) (*Imagen 15*).

HISTORIA CLÍNICA

Fecha de Exploración:	Código:
-----------------------	---------

DATOS PERSONALES

Nombre: _____

Grupo: _____ Teléfono: _____

Fecha Nacimiento: / / Edad: Sexo: Hombre Mujer

Nº Hijos: Vive solo/a: No Sí Estado Civil: S C D V Profesión: _____

Practicó deporte: Durante su vida: No Sí En los últimos 5 años: No Sí Momento actual: No Sí

-Tipo de deporte: _____ -Tipo de deporte: _____ -Tipo de deporte: _____

ANTECEDENTES PATOLÓGICOS

Aparato Digestivo:

Tratamiento actual

Aparato Respiratorio:

Tratamiento actual

Aparato Cardiocirculatorio:

Tratamiento actual

Aparato Genitourinario:

Tratamiento actual

Aparato Locomotor:

Tratamiento actual

Sistema Nervioso:

Tratamiento actual

Órganos de los Sentidos:

Tratamiento actual

Metabolismo:

Tratamiento actual

Piel:

Tratamiento actual

Imagen 14.- Historia Clínica.

EVALUACIÓN REVITALIZACIÓN		Código:	
Nombre y Apellidos:		Grupo:	
Fecha de Nacimiento:		Edad:	
Fecha Revisiónes	Sept.	Junio.	
Observaciones (ingreso, patologías, estado de salud):			
Número de caídas:			
MEDICACIÓN (nº pastillas/día):			
Ap. Cardiovascular (nº de pastillas/día):			
Antidiabéticos (nº de pastillas/día):			
AINES y analgésicos:			
Air/Ostio/OT/OCOS:			
Medicación para el control de la presión arterial:			
Otros:			
PMM reposo			
PAS reposo			
PAD reposo			

Fecha Revisiónes	SEPTIEMBRE:	JUNIO:
TEST DE LOS 6 MINUTOS MARCHA	Nº de Vueltas efectuado (150 m. vueltas)	
	Nº de Conos A. cambiado (solo 5m)	
TALLA		
PESO		
IMPEDANCIA	% grasa	
	Fase grasa	
CIRCUNMETRÍA ABDOMINAL (perímetro umbilical en espiración)	C.A. - 1	
	C.A. - 2	
	C.A. - 3	
DENSITOMETRÍA	T-Score	
	Qui- stiffness	
	BMD esp (alón iglcm ²)	
	BUA	
	SDS	
↓↓↓↓↓↓↓ (en caso de tener que repetir) ↓↓↓↓↓↓		
DENSITOMETRÍA	T-Score	
	Qui stiffness	
	BMD esp (alón iglcm ²)	
	BUA	
	SDS	

Imagen 15.- Ficha de evaluación.

4.4.1.- ESTUDIO DE LA PRESIÓN ARTERIAL Y DE LA FRECUENCIA CARDÍACA

Para evitar los posibles errores de la medición de la presión arterial (PA), tanto sistólica como diastólica (PAS – PAD), por el método auscultatorio, se optó por la utilización de un aparato de medida oscilométrica, donde la medición fue realizada en la zona braquial izquierda.

El aparato utilizado nos facilita los datos de PAS, PAD en mmHg y de la frecuencia cardíaca en pulsaciones por minuto (PPM). El modelo utilizado es OMRON M6 Comfort (HEM-7221-E/HEM-7221-E8), fabricante: OMRON HEALTHCARE Co. Ltd-Japón, que mide de forma oscilométrica no invasiva estas constantes.

El rango de medición para la PA es de: 0 – 299mmHg. La gama de medición para la PPM es de: 40 – 180 latidos/minuto. La precisión de la medición de la PA es de ± 3 mmHg. En la PPM es de $\pm 5\%$ del valor indicado.

La fuente de alimentación es realizada por 4 pilas “AA” de 1,5V o adaptador CA (100-240V 50/60Hz 0,12A). Las condiciones ambientales para la medición deben ser de: +10°C a +40°C, con un máximo de humedad relativa del aire del 30 al 85%.

El aparato cumple las disposiciones de la directiva comunitaria 93/42/EEC, (Directiva para Productos Sanitarios). Está diseñado de acuerdo con la norma europea EN1060, para esfigmomanómetros no invasivos, parte 1: requisitos generales, y parte 3: requisitos adicionales para sistemas electromecánicos de medición de la presión arterial.

4.4.1.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA PRESIÓN ARTERIAL Y DE LA FRECUENCIA CARDÍACA

La medición se realiza después de 10 minutos de reposo de la persona a valorar en posición de sedestación. En esta posición, el individuo sentado frente a una mesa con la espalda en contacto con el respaldo de la silla, con los pies apoyados en el suelo y caderas y rodillas a 90º de flexión, el brazo izquierdo relajado y libre de ropa o cualquier tipo de complemento.

Esta extremidad superior se coloca con el codo flexionado a ± 45 grados, apoyado sobre el plano de la mesa y el antebrazo en supinación.

Se ajusta el manguito de presión con cierre de velcro a 1 o 2 cm por encima del codo, quedando la banda azul del brazaletes en el centro de la parte interior del brazo. Posteriormente se acciona el botón “O/I start”.

Poseer unos valores de PA iguales o superiores a 140 y 90mmHg para la PAS y la PAD respectivamente, supone tener hipertensión arterial (HTA) en adultos mayores de 18 años. Esta debe ser considerada como un factor de riesgo cardiovascular, ya que las personas con HTA tienen mayor riesgo de aparición de lesiones vasculares en el sistema nervioso central y riñón, mayor riesgo de fracaso cardíaco y renal, y de cardiopatía isquémica, y por lo tanto menor esperanza de vida.¹⁸⁴

Las principales sociedades científicas de Europa y EE.UU., relacionadas con la HTA, tienen publicados diferentes documentos de consenso donde presentan su clasificación. Así la *European Society of Hypertension-European Society of Cardiology*¹⁸⁵ establece tres categorías de TA normal y cuatro de HTA (Tabla 6). Mientras que el *Joint National Committee*¹⁸⁶ para la Prevención, Detección, Evaluación y Tratamiento de la HTA instituye dos categorías respectivamente de TA normal y de HTA (Tabla 7).

	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Categoría		
Óptima	< 120	< 80
Normal	120 - 129	80 - 84
Normal alta	130 - 139	85 - 89
Hipertensión		
Grado 1 (ligera)	140 - 159	90 - 99
Grado 2 (moderada)	160 - 179	100 - 109
Grado 3 (severa)	> 180	> 110
Sistólica aislada	> 140	< 90

Tabla 6.- Clasificación de la tensión arterial en reposo según ESH-ESC

	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Categoría		
Normal	< 120	< 80
Prehipertensión	120 - 139	80 - 89
Hipertensión		
Estadio I	140 - 159	90 - 99
Estadio II	≥ 160	≥ 100

Tabla 7.- Clasificación de la tensión arterial en reposo según JNC VII

4.4.2.- MEDICIONES ANTROPOMÉTRICAS

Las mediciones antropométricas que efectuamos en nuestra evaluación son el peso, la altura, el IMC y la circunferencia abdominal o medición del perímetro abdominal.

4.4.2.1.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DEL PESO

El aparato utilizado fue una báscula digital portátil modelo: PPW3300/01, del fabricante Bosch – Germany. Tiene una capacidad de 180kg de peso máximo, dividido en 100g. Tiene una plataforma en vidrio de 300 x 300mm. El peso medido por cuatro sensores es visualizado en un expositor de cristal líquido (LCD), cuyo tamaño de los números es de 38mm.

Se midió el peso del individuo descalzo, vistiendo ropa ligera, teniendo una posición bípeda vertical y mirada al frente. Se registró el peso en kilogramos (kg).

Esta báscula permite una medida fácil, precisa y rápida, evitando los errores inherentes al explorador. Al ser portátil es ligera y de sencillo transporte. Es segura para la estabilidad de los mayores mientras suben y bajan para pesarse, pues posee una superficie estable y amplia, además de elevarse tan solo 20mm del suelo.

4.4.2.2.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA ALTURA

Se empleó un tallímetro mecánico modelo: estadiómetro de columna portátil SECA 213, del fabricante SECA GMHB & Co. – Germany. El alcance de

medición es desde los 20 a los 210cm, con división de 1mm. Cumple con la normativa europea relativa a productos sanitarios, clase I con función de medida, 93/42/CEE.

La talla se midió con el sujeto descalzo, en posición bípeda erguida, con los pies ligeramente separados, espalda tocando el tallímetro, con mirada al frente en plano paralelo al suelo.

4.4.2.3.- ESTUDIO DEL ÍNDICE DE MASA CORPORAL

El IMC o índice de Quetelet es un método apropiado debido a su fiabilidad para saber si una persona padece o no sobrepeso y si su grado de obesidad es severo o no.

Se calcula a partir del peso en kg dividido por el cuadrado de la talla en metros, se expresa de la siguiente manera: $IMC = \text{kg}/\text{m}^2$.

La clasificación en función del IMC¹⁸⁷ es la siguiente: **delgadez** < 18,50 kg/m²; **normal** entre 18,50 y 24,99 kg/m²; **sobrepeso** entre 25,00 y 29,99 kg/m²; y **obesidad** ≥ 30,00 kg/m². Esta última se subdivide en **obesidad tipo I** entre 30,00 y 34,99 kg/m²; **obesidad tipo II** entre 35,00 y 39,99 kg/m²; y **obesidad tipo III** ≥ 40,00 kg/m².

El documento de consenso de la Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO 2007)¹⁸⁸ presenta modificaciones a la clasificación de la OMS: el rango del sobrepeso lo subdivide en dos tipos, ya que la mayor parte de la población adulta se encuentra en este rango; y, por otra parte, en el rango de la obesidad introduce el grado IV u obesidad extrema, ya que los adultos que presentan este IMC son tributarios de la cirugía bariátrica (*Tabla 8*).

CLASIFICACIÓN OMS		CLASIFICACIÓN SEEDO 2007	
	IMC kg/m ²		IMC kg/m ²
Delgadez	< 18,5	Peso insuficiente	< 18,5
Normal	18,5 – 24,9	Normopeso	18,5 – 24,9
Sobrepeso	25 – 29,9	Sobrepeso grado I	25 – 26,9
		Sobrepeso grado II (preobesidad)	27 – 29,9
Obesidad	> 30	Obesidad	> 30
Obesidad tipo I	30 – 34,9	Obesidad tipo I	30 – 34,9
Obesidad tipo II	35 – 39,9	Obesidad tipo II	35 – 39,9
Obesidad tipo III	≥ 40	Obesidad tipo III (mórbida)	40 – 49,9
		Obesidad tipo IV (extrema)	≥ 50

Tabla 8.- Clasificación del IMC según la OMS y SEEDO 2007.

4.4.2.4.- PROCEDIMIENTO DE MEDIDA DE LA CIRCUNFERENCIA ABDOMINAL

Se utilizó una cinta métrica de la marca West – Germany, flexible no elástica. Su longitud es de 150cm, con medición bilateral y una división con precisión de 0,1cm.

La medición del perímetro abdominal se realiza en bipedestación con el abdomen desnudo, posicionando la cinta métrica sin pliegues ni torsiones a la altura del ombligo y en plano horizontal al suelo, tomando como valor el resultante después de una espiración máxima de la persona mayor.

Se realizan tres mediciones que no difieran entre ellas más del 5%, sirviendo como valor la media de las tres.

Medir el perímetro abdominal es un método sencillo que refleja la obesidad central de forma precisa^{189,190}, el riesgo cardiovascular¹⁹¹ y el riesgo de mortalidad.^{192,193} Varios estudios reflejan que la obesidad central es más relevante en determinar el riesgo de enfermedades cardiovasculares que las

medidas de obesidad general como el IMC^{194,195}, sobre todo cuando el IMC es mayor de 25 kg/m².¹⁹⁶ Se ha establecido también, que existe una predisposición a sufrir problemas cardiovasculares con perímetro mayor de 102 cm en hombres y mayor de 88 cm en mujeres según la *National Cholesterol Education Program Adult Treatment*¹⁹⁷, aunque para la *International Diabetes Federation* los valores serían mayor de 94 en hombres y mayor de 80 en mujeres.¹⁹⁸ Además, la medida del perímetro abdominal se utiliza como criterio para identificar el síndrome metabólico.^{197,199}

4.4.3.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA

La 6MWT, tal y como vimos en el apartado [2.2.5.2](#), es una prueba de esfuerzo submáxima de campo normalizada que nos da información de la capacidad funcional del individuo, ya que evalúa de manera conjunta e integrada la respuesta de todos los sistemas implicados durante la actividad física, en este caso el caminar, incluyendo los sistemas cardiovascular, respiratorio, hemático, unidades neuromusculares y metabolismo muscular.

No nos proporciona una información específica sobre la función de cada uno de los diferentes sistemas y órganos involucrados en el ejercicio o en el mecanismo de limitación del mismo, como nos los puede ofrecer una prueba de esfuerzo cardiorrespiratoria máxima.

El caminar es una actividad que las personas mayores realizan todos los días para desempeñar sus AVD, que suelen realizar a niveles submáximos de esfuerzo, así esta prueba nos refleja de manera fidedigna el nivel de capacidad funcional del sujeto.²⁰⁰ Además durante la realización de la misma, caminan al ritmo más alto que puedan desarrollar, graduando ellos mismos su propio nivel de intensidad.

Se ha elegido la 6MWT como prueba de esfuerzo para nuestro estudio atendiendo a las diferentes investigaciones que correlacionan la distancia recorrida en la 6MWT con el $VO_{2m\acute{a}x}$, ya mencionadas en el marco teórico, unido a las afirmaciones de los párrafos anteriores y que es una prueba fácil de administrar para poblaciones grandes, bien tolerada por las personas mayores²⁰¹, sin riesgos durante su desarrollo, con costes mínimos y con requisitos técnicos escasos.

4.4.3.1.- PROCEDIMIENTO PARA LA 6MWT

Para realizar la 6MWT nos basamos en las recomendaciones de la American Thoracic Society (ATS)^{171,172}

a.- Diseño del circuito

La longitud del circuito diseñado debe corresponder con la medida estándar establecida por la ATS, como mínimo 30 metros lineales en un pasillo, marcado por conos claramente visibles, con una superficie plana y firme para que los mayores realicen una pisada segura.⁹⁹ Si las condiciones ambientales lo permiten se puede realizar en el exterior.

La elección de un pasillo de 30m²⁰² se debe a que se obtienen distancias de caminata más largas que cuando se utilizan circuitos con medidas inferiores, de 20 y 10m, ya que estas distancias requieren mayor cantidad de giros con la consiguiente pérdida de tiempo. Sin embargo el sentido de giro no afecta.²⁰³ Troosters, Gosselink y Decramer²⁰⁴ realizan su investigación, sobre la distancia recorrida en seis minutos con 51 sujetos sanos con edades entre los 50 y 85 años, en un pasillo de 50m de longitud.

La 6MWT se ha de realizar en un circuito con estas características y no se debe sustituir por una cinta rodante, al no ser intercambiables²⁰⁵, en caso de no poseer el espacio suficiente aunque los sujetos estén familiarizados con ella, ya que según apuntan diferentes estudios la distancia recorrida es hasta un 15% inferior en ella.^{99,206,207}

Proponemos un circuito en forma de rectangular con una longitud total de 155m, con 69m de largo por 7m de ancho al frente y 10m a la espalda, el sentido de giro es contrario a las agujas del reloj. Cada 5m se posicionan conos, además de señalar con conos especiales la salida y final de vuelta, así como las esquinas (*Imagen 16*).



Imagen 16.- Circuito de la 6MWT.

b.- Equipo necesario

Cronómetros, mesa portátil, sillas, hojas de registro, bolígrafos, agua para hidratación al finalizar la prueba, teléfono móvil, DESA.

c.- Preparación de la persona mayor

Las personas mayores que realicen la 6MWT deben acudir con ropa cómoda de algodón, preferentemente deportiva. Zapatillas deportivas que ajusten bien el talón y permitan una marcha cómoda.

En caso de necesitar algún tipo de ayuda técnica para caminar la pueden utilizar. No se debe suspender ningún tipo de tratamiento médico prescrito.

Pueden hacer su desayuno habitual, ya que las pruebas se desarrollan entre las 9:30 horas y las 13:00 horas.

Deben evitar la realización de ejercicios vigorosos 2 horas antes de comenzar la prueba.

d.- Protocolo de medición

Las pruebas siempre se realizan en los mismos meses, septiembre y junio, contando pues con características ambientales parecidas. En horario de mañana, entre las 9:30 y 13:00 horas, a cada grupo de mayores siempre se le asigna la misma franja horaria de revisión, así se minimizan las variabilidades intradía.¹⁷¹

No es necesario un periodo de calentamiento antes de la prueba, el mayor debe permanecer en reposo en una silla, durante al menos 10 minutos antes del inicio de la prueba.

Las instrucciones que se facilitan a la persona que va a realizar la prueba son las siguientes:

1. El objetivo de la prueba es caminar la mayor distancia posible durante 6 minutos. Debe caminar lo más rápido posible, pero sin correr o trotar. En caso de fatiga, puede ralentizar la marcha e incluso detenerse, pero debe iniciar la marcha lo antes posible hasta completar el tiempo total. En este último caso, podrá sentarse o apoyarse en la pared.
2. En la prueba no se detiene el cronómetro en caso de que el mayor realice una pausa.
3. Se le explica el sentido de la marcha, que deben caminar por fuera de los conos y lo más cercano a ellos pero sin tocarlos. Las esquinas se deben girar lo más rápidamente posible y sin atajar.
4. La prueba se realiza de manera individual, evitando la coincidencia en el inicio de dos personas. En caso de que se alcancen durante el transcurso de la prueba, se le indicará que cada uno siga a su ritmo, evitando el continuar juntos. Esto podría suponer un incremento del 30% en la distancia recorrida.^{172,208}
5. Se le recuerda al mayor que debe evitar el hablar durante el desarrollo de la prueba.
6. Durante la prueba se pueden dar u omitir indicaciones, esto no modifica la distancia final. En caso de ofrecer el explorador indicaciones y órdenes verbales a la persona mayor durante la prueba se deben realizar en un tono neutro y uniforme, evitando gestos exagerados con el lenguaje corporal. Estas indicaciones estandarizadas son las siguientes:
 - a. ¡Usted lo está haciendo bien! y el tiempo restante para finalizar, la primera vez que pase por la salida.
 - b. ¡Continúe igual! y el tiempo restante para finalizar, la segunda vez que pase por la salida.

Seguir alternando estas órdenes estandarizadas cada vez que pase por la salida.

7. Felicitar al individuo al finalizar la prueba por completarla.

Cuando se dan estímulos verbales o se utiliza el lenguaje corporal animando a los sujetos durante la realización de la prueba se puede producir un incremento del 30% en la distancia total.¹⁷²

e.- Factores de variabilidad de la prueba

Existen una serie de factores que influyen en la distancia que pueden recorrer los sujetos durante la realización de la 6MWT, tanto para aumentar como para disminuir los metros recorridos.^{171,172}

Entre los factores que disminuyen la distancia de la 6MWT están:¹⁷¹

1. La talla baja, por considerarse que la longitud de la pierna es menor y el paso de zancada también.
2. La edad.
3. El sexo femenino.
4. Deterioro cognitivo.
5. Circuito menor de 30m.
6. Enfermedades respiratorias: EPOC, asma, fibrosis quística,...
7. Enfermedades cardiovasculares: angina de pecho, infarto de miocardio, insuficiencia cardíaca congestiva, ACV, isquemia transitoria, arteritis.
8. Patologías del aparato locomotor: artritis, lesiones de tobillo, cadera o rodilla, sarcopenia.

Entre los factores que aumentan la distancia de la 6MWT están:

1. La talla alta, por considerarse que la longitud de la pierna es mayor y el paso de zancada también.

2. El sexo masculino.
3. La alta motivación para realizar la prueba.
4. Los sujetos que han realizado con anterioridad la prueba.
5. La medicación para una enfermedad incapacitante tomada justo antes de la prueba.
6. La suplementación de oxígeno.

4.4.3.2.- ECUACIONES DE REFERENCIA DE LA 6MWT

Desde que en 1982 Butland et al.¹⁰⁹ establecieron la utilización de la 6MWT como prueba de campo normalizada, a partir de los estudios y pruebas de caminar anteriores, muchos han sido los equipos de investigación que han desarrollado diversas ecuaciones predictoras o de referencia para el cálculo de la distancia máxima teórica que pueden caminar diferentes tipos de poblaciones.

Centrándonos en el estudio de las personas mayores y la distancia que pueden recorrer durante la 6MWT, encontramos descritas 18 ecuaciones de referencia. La primera dada a conocer es la de Enright & Sherril²⁰⁹ en 1998, unas de las últimas son las de Steffens²¹⁰ y Britto²¹¹ en 2013. Debemos descartar la ecuación de referencia de Poh²¹², ya que en nuestro estudio no contemplamos la toma de la frecuencia cardíaca después de terminar la prueba, siendo necesario el cálculo del porcentaje de la FC_{máx.} alcanzado por los sujetos al finalizar la prueba para esta ecuación.

Todas las ecuaciones están calculadas para la distancia máxima teórica en metros a alcanzar por las personas mayores, salvo la descrita por Burr²¹³ en 2011 que se expresa en VO_{2máx.} (*Tabla 9*).

Autor	Año	Fórmula para la distancia en metros	Explicación
Enright & Sherril ²⁰⁹	1998	$(7,57 \times \text{altura en cm}) - (5,02 \times \text{edad}) - (1,76 \times \text{peso en kg}) - 309$	Para hombres: límite inferior del rango normal: -153m
		$(2,11 \times \text{altura en cm}) - (2,29 \times \text{peso kg}) - (5,78 \times \text{edad}) + 667$	Para mujeres: límite inferior del rango normal: -139m
Troosters et al. ²⁰⁴	1999	$218 + (5,146 * \text{altura en cm} - 5,326 * \text{edad}) - (1,806 * \text{peso en kg}) + (51,316 * \text{sexo})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino
Gibbons et al. ²¹⁴	2001	$868,8 - (\text{Edad} * 2,99) - (\text{Sexo} * 74,7)$	Sexo: 0 = masculino 1 = femenino
Enright; McBurnie et al. ¹⁰²	2003	$493 + (2,2 \times \text{altura en cm}) - (0,93 \times \text{peso}) - (5,3 \times \text{edad})$	Fórmula para las mujeres. Para hombres añadir 17 m. Límite inferior del rango normal: -100m
Chetta ²¹⁵	2006	$518,853 + (1,250 * \text{altura en cm}) - (2,816 * \text{edad}) - (39,07 * \text{sexo})$	Sexo: 0 = masculino 1 = femenino
Camarri ²¹⁶	2006	$216,90 + 4,12 (\text{altura en cm}) - 1,75 (\text{edad}) - 1,15 (\text{peso en kg}) - 34,04 (\text{sexo})$	Sexo: 0 = masculino 1 = femenino
Masmoudi ²¹⁷	2008	$299,8 - (4,34 * \text{edad}) + (342,6 * \text{altura en m}) - (1,46 * \text{peso en kg}) + (62,5 * \text{sexo})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino Límite inferior del rango normal: -124,5m
Iwama ²¹⁸	2009	$622,461 - (1,846 \times \text{edad}) + (61,503 \times \text{sexo})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino
Alameri ²¹⁹	2009	$(2,81 \times \text{altura en cm}) + (0,79 \times \text{edad}) - 28,5$	
Ben Saad ²²⁰	2009	$(-160,27 * \text{sexo}) - (5,14 * \text{edad}) - (2,23 * \text{peso en kg}) + (2,72 * \text{altura en cm}) + 720,50$	Sexo: 0 = masculino 1 = femenino
Osses ²²¹	2010	$457 - (3,46 * \text{edad}) + (2,61 * \text{talla en cm}) - (1,57 * \text{peso en kg})$	Para mujeres
		$530 - (3,31 * \text{edad}) + (2,36 * \text{talla en cm}) - (1,49 * \text{peso en kg})$	Para hombres
Dourado ²²²	2011	$299,296 - (2,728 * \text{edad}) - (2,160 * \text{peso en kg}) + (361,731 * \text{altura en m.}) + (56,386 * \text{sexo})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino
Soares ²²³	2011	$511 + (\text{altura}^2 \times 0,0066) - (\text{edad}^2 \times 0,030) - (\text{IMC}^2 \times 0,068)$	Altura en cm
Hill ²²⁴	2011	$970,7 + (-5,5 * \text{edad}) + (56,3 * \text{sexo})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino
Burr ²¹³	2011	$\text{VO}_{2\text{máx.}} = 70,161 + (0,023 * 6\text{mwt en m}) - (0,276 * \text{peso en kg}) - (6,79 * \text{sexo}) - (0,193 * \text{FCreposito(PMM)}) - (0,191 * \text{edad})$	Sexo: 0 = masculino 1 = femenino Ecuación calculada en $\text{VO}_{2\text{máx.}}$
Britto ²¹¹	2013	$890,46 - (6,11 * \text{edad}) + (0,0345 * \text{edad}^2) + (48,87 * \text{sexo}) - (4,87 * \text{IMC})$	Sexo: 1 = masculino 0 = femenino
Steffens ²¹⁰	2013	$963,04 - (4,71 * \text{edad}) + (43,25 * \text{grupo de actividad}) - (5,07 * \text{IMC})$	Grupo de actividad: Sedentaria = 0 Activa = 1

Tabla 9.- Ecuaciones de referencia para la 6MWT.

4.4.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

La base de datos utilizada fue FileMaker7. Para el tratamiento y análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM-SPSS-Statistics, versión 23.0, para Windows (en castellano).

La variable edad se había registrado como años cumplidos, razón por la cual fue recalculada en edad corregida a partir de la edad + 0,5 años.

Inicialmente se realizó una depuración de los datos para detectar posibles errores en la recogida de los datos y aplicar correctamente los criterios de exclusión establecidos. Para ello se recurrió a un análisis descriptivo incidiendo principalmente en máximos y mínimos de las variables cuantitativas, así como en la presencia de outliers en los diagramas de caja.

Una vez definida la matriz definitiva de datos, se ha realizado primeramente un análisis descriptivo a partir de la media, la desviación típica (DT), máximos, mínimos e intervalos de confianza para las variables cuantitativas; frecuencias y porcentajes para las variables categóricas o cualitativas.

Para comprobar la normalidad de la muestra al inicio del estudio, se ha realizado un análisis comparativo al inicio entre todas las variables. Para las cuantitativas se utilizó la prueba T-Student para muestras independientes, en el caso de variables de agrupación dicotómicas, y la prueba ANOVA de un factor en el caso de variables de agrupación con más de dos categorías. Para las variables cualitativas o categóricas se ha recurrido a una prueba de Chi-Cuadrado mediante tablas cruzadas o de contingencia. Además, se ha aplicado la prueba de bondad de ajuste de Kolmogorov-Smirnov para determinar la normalidad en la distribución de las variables cuantitativas estudiadas, aunque no se ha reflejado en los resultados por redundar en lo obtenido en las comparaciones iniciales ya mencionadas.

Posteriormente se ha realizado un análisis inferencial con los siguientes estudios:

- Análisis de correlaciones mediante el cálculo del coeficiente de correlación de Pearson.
- Análisis multivariante (MANOVA) en el que se han incluido como covariables aquellas que presentaron diferencias significativas en el inicio del estudio y que podrían afectar al análisis de no estar controladas. Además se han incluido todas las variables categóricas en relación al sexo, IMC, circunferencia abdominal, presión arterial y promedio de asistencia al PReGe. Presentando las interacciones y las comparaciones por pares significativas.
- Comparaciones, mediante la prueba T-Student para muestras relacionadas, de los valores reales obtenidos en la prueba de 6MWT en la 1ª y 2ª evaluación, con los valores teóricos a partir de las fórmulas obtenidas por los diferentes autores presentados en este trabajo.
- Análisis de regresión múltiple para comprobar el valor predictivo de las variables cuantitativas sobre la distancia recorrida en la 6MWT, y cálculo de una fórmula propia para nuestra muestra al inicio del estudio.
- Comparaciones, mediante la prueba T-Student para muestras relacionadas, de los valores reales obtenidos en la prueba de 6MWT y los valores teóricos a partir de la fórmula obtenida en el análisis de regresión múltiple.

En todos los análisis se estableció un intervalo de confianza del 95% con unos índices de significación de $p < 0,05$. Los resultados obtenidos se han

expresado con el valor del estadígrafo, así como los p-valores y aquellos datos que resultan más interesantes para la interpretación de los resultados.

4.4.4.1.- VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de estudio se agrupan en variables independientes y variables dependientes. A continuación, se representan y se definen las 105 variables de estudio de manera esquemática (*Tabla 10*).

VARIABLES DE ESTUDIO			
Nombre de Variable	Abreviatura	Tipo de variable	Cuándo se obtiene
Número de identificación	Nº ID	Independiente	Pre-intervención
Centro de Mayores	CENTRO	Independiente	Pre-intervención
Edad corregida (años)	EDAD	Independiente	Pre-intervención
Sexo	SEXO	Independiente	Pre-intervención
Antigüedad en el PReGe (años)	ANTIGÜEDAD	Independiente	Pre-intervención
% de Asistencia PReGe 2009-2010	ASISTENCIA_0	Independiente	Pre-intervención
Talla al inicio del primer ciclo de intervención (m)	TALLA_1	Independiente	Pre-intervención
Talla al final del primer ciclo de intervención (m)	TALLA_2	Independiente	Post-intervención
Talla al inicio del segundo ciclo de intervención (m)	TALLA_3		
Talla al final del segundo ciclo de intervención (m)	TALLA_4		

Talla al inicio del tercer ciclo de intervención (m)	TALLA_5		
Talla al final del tercer ciclo de intervención (m)	TALLA_6		
Talla al inicio del cuarto ciclo de intervención (m)	TALLA_7		
Talla al final del cuarto ciclo de intervención (m)	TALLA_8		
Peso al inicio del primer ciclo de intervención (kg)	PESO_1	Independiente	Pre-intervención
Peso al final del primer ciclo de intervención (kg)	PESO_2	Dependientes	Post-intervención
Peso al inicio del segundo ciclo de intervención (kg)	PESO_3		
Peso al final del segundo ciclo de intervención (kg)	PESO_4		
Peso al inicio del tercer ciclo de intervención (kg)	PESO_5		
Peso al final del tercer ciclo de intervención (kg)	PESO_6		
Peso al inicio del cuarto ciclo de intervención (kg)	PESO_7		
Peso al final del cuarto ciclo de intervención (kg)	PESO_8		
Índice de masa corporal al inicio del primer ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_1	Independiente	Pre-intervención
Índice de masa corporal al final del primer ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_2	Dependiente	Post-intervención
Índice de masa corporal al inicio del segundo ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_3		
Índice de masa corporal al final del segundo ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_4		
Índice de masa corporal al inicio del tercer ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_5		

Índice de masa corporal al final del tercer ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_6		
Índice de masa corporal al inicio del cuarto ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_7		
Índice de masa corporal al final del cuarto ciclo de intervención (kg/m ²)	IMC_8		
Índice de masa corporal al inicio del primer ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_1_rango	Independiente	Pre-intervención
Índice de masa corporal al final del primer ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_2_rango	Dependiente	Post-intervención
Índice de masa corporal al inicio del segundo ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_3_rango		
Índice de masa corporal al final del segundo ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_4_rango		
Índice de masa corporal al inicio del tercer ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_5_rango		
Índice de masa corporal al final del tercer ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_6_rango		
Índice de masa corporal al inicio del cuarto ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_7_rango		
Índice de masa corporal al final del cuarto ciclo de intervención (kg/m ²). Rangos OMS.	IMC_8_rango		
Circunferencia abdominal al inicio del primer ciclo de intervención (cm)	C_ABD_1	Independiente	Pre-intervención
Circunferencia abdominal al final del primer ciclo de intervención (cm)	C_ABD_2	Dependiente	Post-intervención
Circunferencia abdominal al inicio del segundo ciclo de intervención (cm)	C_ABD_3		
Circunferencia abdominal al final del segundo ciclo de intervención (cm)	C_ABD_4		
Circunferencia abdominal al inicio del tercer ciclo de intervención (cm)	C_ABD_5		

Circunferencia abdominal al final del tercer ciclo de intervención (cm)	C_ABD_6		
Circunferencia abdominal al inicio del cuarto ciclo de intervención (cm)	C_ABD_7		
Circunferencia abdominal al final del cuarto ciclo de intervención (cm)	C_ABD_8		
Circunferencia abdominal al inicio del primer ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_1_rango	Independiente	Pre-intervención
Circunferencia abdominal al final del primer ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_2_rango	Dependiente	Post-intervención
Circunferencia abdominal al inicio del segundo ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_3_rango		
Circunferencia abdominal al final del segundo ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_4_rango		
Circunferencia abdominal al inicio del tercer ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_5_rango		
Circunferencia abdominal al final del tercer ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_6_rango		
Circunferencia abdominal al inicio del cuarto ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_7_rango		
Circunferencia abdominal al final del cuarto ciclo de intervención (cm). Rangos NCEP: SIN OC/SIN RCV; CON OC/CON RCV.	C_ABD_8_rango		
Pulsaciones por minuto al inicio del primer ciclo de intervención	PPM_1	Independiente	Pre-intervención
Pulsaciones por minuto al final del primer ciclo de intervención	PPM_2	Dependiente	Post-intervención

Pulsaciones por minuto al inicio del segundo ciclo de intervención	PPM_3		
Pulsaciones por minuto al final del segundo ciclo de intervención	PPM_4		
Pulsaciones por minuto al inicio del tercer ciclo de intervención	PPM_5		
Pulsaciones por minuto al final del tercer ciclo de intervención	PPM_6		
Pulsaciones por minuto al inicio del cuarto ciclo de intervención	PPM_7		
Pulsaciones por minuto al final del cuarto ciclo de intervención	PPM_8		
Presión arterial sistólica al inicio del primer ciclo de intervención (mmHg)	PAS_1	Independiente	Pre-intervención
Presión arterial sistólica al final del primer ciclo de intervención (mmHg)	PAS_2		
Presión arterial sistólica al inicio del segundo ciclo de intervención (mmHg)	PAS_3		
Presión arterial sistólica al final del segundo ciclo de intervención (mmHg)	PAS_4		
Presión arterial sistólica al inicio del tercer ciclo de intervención (mmHg)	PAS_5	Dependiente	Post-intervención
Presión arterial sistólica al final del tercer ciclo de intervención (mmHg)	PAS_6		
Presión arterial sistólica al inicio del cuarto ciclo de intervención (mmHg)	PAS_7		
Presión arterial sistólica al final del cuarto ciclo de intervención (mmHg)	PAS_8		
Presión arterial diastólica al inicio del primer ciclo de intervención (mmHg)	PAD_1	Independiente	Pre-intervención
Presión arterial diastólica al final del primer ciclo de intervención (mmHg)	PAD_2	Dependiente	Post-intervención

Presión arterial diastólica al inicio del segundo ciclo de intervención (mmHg)	PAD_3		
Presión arterial diastólica al final del segundo ciclo de intervención (mmHg)	PAD_4		
Presión arterial diastólica al inicio del tercer ciclo de intervención (mmHg)	PAD_5		
Presión arterial diastólica al final del tercer ciclo de intervención (mmHg)	PAD_6		
Presión arterial diastólica al inicio del cuarto ciclo de intervención (mmHg)	PAD_7		
Presión arterial diastólica al final del cuarto ciclo de intervención (mmHg)	PAD_8		
Presión arterial conjunta al inicio del primer ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_1_rango	Independiente	Pre-intervención
Presión arterial conjunta al final del primer ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_2_rango		
Presión arterial conjunta al inicio del segundo ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_3_rango		
Presión arterial conjunta al final del segundo ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_4_rango		
Presión arterial conjunta al inicio del tercer ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_5_rango	Dependiente	Post-intervención
Presión arterial conjunta al final del tercer ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_6_rango		
Presión arterial conjunta al inicio del cuarto ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_7_rango		
Presión arterial conjunta al final del cuarto ciclo de intervención (PAS/PAD mmHg). Rangos JNC VII.	PAS/PAD_8_rango		
Test de marcha de los 6 minutos al inicio del primer ciclo de intervención (m)	6MWT_1	Independiente	Pre-intervención
Test de marcha de los 6 minutos al final del primer ciclo de intervención (m)	6MWT_2	Dependiente	Post-intervención

Test de marcha de los 6 minutos al inicio del segundo ciclo de intervención (m)	6MWT_3		
Test de marcha de los 6 minutos al final del segundo ciclo de intervención (m)	6MWT_4		
Test de marcha de los 6 minutos al inicio del tercer ciclo de intervención (m)	6MWT_5		
Test de marcha de los 6 minutos al final del tercer ciclo de intervención (m)	6MWT_6		
Test de marcha de los 6 minutos al inicio del cuarto ciclo de intervención (m)	6MWT_7		
Test de marcha de los 6 minutos al final del cuarto ciclo de intervención (m)	6MWT_8		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el primer ciclo de intervención (%)	Asistencia_1-2	Dependiente	Post-intervención
Asistencia a las sesiones de intervención durante el segundo ciclo de intervención (%)	Asistencia_3-4		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el tercer ciclo de intervención (%)	Asistencia_5-6		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el cuarto ciclo de intervención (%)	Asistencia_7-8		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el primer ciclo de intervención. 4 Rangos: <50%; 50-75%; 75-85% ;>85%)	Asistencia _Tot_12_4rangos	Dependiente	Post-intervención
Asistencia a las sesiones de intervención durante el segundo ciclo de intervención.4 Rangos: <50%; 50-75%; 75-85% ;>85%)	Asistencia _Tot_34_4rangos		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el tercer ciclo de intervención.4 Rangos: <50%; 50-75%; 75-85% ;>85%)	Asistencia _Tot_56_4rangos		
Asistencia a las sesiones de intervención durante el cuarto ciclo de intervención.4 Rangos: <50%; 50-75%; 75-85% ;>85%)	Asistencia _Tot_78_4rangos		

Promedio de asistencia a dos ciclos de intervención	Asistencia_Tot_34	Dependiente	Post-intervención
Promedio de asistencia a tres ciclos de intervención	Asistencia_Tot_56		
Promedio de asistencia a cuatro ciclos de intervención	Asistencia_Tot_78		

Tabla 10.- Variables de estudio



5.~ RESULTADOS

5.1.- RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA POBLACION DE ESTUDIO

La población de estudio resulta de las solicitudes presentadas en los diferentes Centros Municipales de Mayores “Juan de la Fuente” y “Tierra Charra”, así como en las Asociaciones de Mayores del municipio, dependientes de la Concejalía de Mayores del Excmo. Ayuntamiento de Salamanca, para la participación voluntaria en el PReGe, desarrollado por el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

5.1.1.- POBLACIÓN DE ESTUDIO

El número total de solicitudes presentadas para formar parte del PReGe en los meses de mayo y junio de 2010 correspondieron a un total de **540 sujetos**, 82 hombres (15,2%) y 458 mujeres (84,8%). A la **evaluación inicial (E-1)**, en septiembre de ese año, acuden 460 sujetos, 75 hombres (16,3%) y 385 mujeres (83,7%), siendo aptos para nuestro estudio, por cumplir los criterios de inclusión y no presentar ninguno de los criterios de exclusión, formando la muestra un total de **371 sujetos**, 65 hombres (17,5%) y 306 mujeres (82,5%), con edades comprendidas entre los 60 y 92 años (*Gráfico 5*).

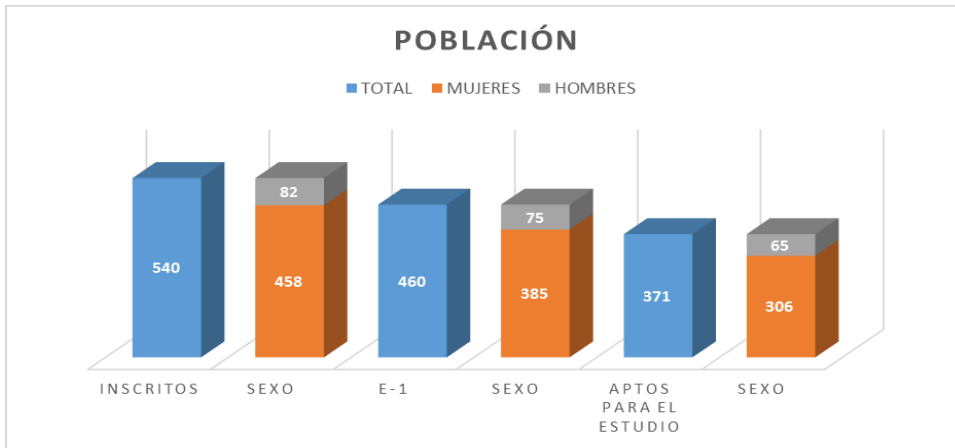


Gráfico 5.- Población al inicio del estudio por sexos.

La media de edad corregida de la muestra inicial fue de $73,96 \pm 6,05$ años [IC 95%: 73,35 a 74,58 años]. En los hombres fue de $75,30 \pm 6,06$ años [IC 95%: 73,80 a 76,80 años], el mayor de los varones tenía 87 años. Siendo de $73,68 \pm 6,01$ años [IC 95%: 73,00 a 74,36 años] en las mujeres. En la comparación de la edad corregida por sexos encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-1,970$; $p=0,049$] Por este motivo utilizaremos la edad como covariable en posteriores análisis por sexo (Gráfico 6).

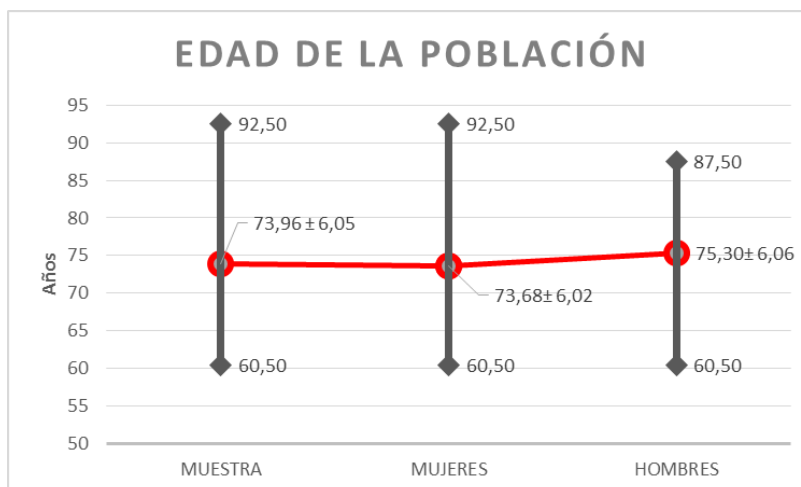


Gráfico 6.- Edad corregida de la muestra por sexos, con media, DT, máximos y mínimos en E-1.

5.1.2.- INICIO DEL PRIMER CICLO. EVALUACIÓN INICIAL

5.1.2.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

La muestra presentó una media de peso de $69,54 \pm 10,87$ kg [IC 95%: 68,43 a 70,65 kg]. En los hombres fue de $75,75 \pm 9,28$ kg [IC 95%: 73,45 a 78,05 kg]. En las mujeres la media era de $68,22 \pm 10,74$ kg [IC 95%: 67,01 a 69,43 kg]. En la comparación del peso por sexos encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{(369)}=-5,252$; $p=0,000$].

La media de la talla fue de $1,53 \pm 0,07$ m [IC 95%: 1,5242 a 1,5384 m]. Presentando una media de $1,62 \pm 0,059$ m [IC 95%: 1,61 a 1,64 m] los hombres y para las mujeres fue de $1,51 \pm 0,055$ m [IC 95%: 1,51 a 1,52 m]. En la comparación de la talla por sexos, como era de esperar al igual que en el peso, encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{(369)}=-14,180$; $p=0,000$]. Por este motivo utilizaremos tanto el peso como la talla como covariables en posteriores análisis por sexo.

El IMC tuvo una media de $29,66 \pm 4,29$ kg/m² [IC 95%: 29,22 a 30,10 kg/m²]. En los hombres fue de $28,86 \pm 3,54$ kg/m² [IC 95%: 27,98 a 29,74 kg/m²], mientras que el grupo de las mujeres tuvo una media de $29,83 \pm 4,42$ kg/m² [IC 95%: 29,33 a 30,32 kg/m²]. En la comparación del IMC por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{(110,947)}=1,901$; $p=0,060$]. No se ha asumido la igualdad de varianzas entre sexos por ser significativa la prueba de Levene. (*Tabla 11*).

VALORES ANTROPOMÉTRICOS EN E-1		Estadístico	Error estándar	
Peso (kg)	Media	69,54	0,5642	
	Desviación estándar	10,87		
	Mujer	Media	68,22	0,6137
		Desviación estándar	10,74	
	Hombre	Media	75,75	1,1511
		Desviación estándar	9,28	
Talla (m)	Media	1,53	0,00360	
	Desviación estándar	0,07		
	Mujer	Media	1,51	0,00317
		Desviación estándar	0,06	
	Hombre	Media	1,62	0,00725
		Desviación estándar	0,06	
IMC (kg/m²)	Media	29,66	0,22275	
	Desviación estándar	4,29		
	Mujer	Media	29,83	0,25272
		Desviación estándar	4,42	
	Hombre	Media	28,86	0,43876
		Desviación estándar	3,54	
Circunferencia abdominal (cm)	Media	97,73	0,5245	
	Desviación estándar	10,10		
	Mujer	Media	97,66	0,5934
		Desviación estándar	10,38	
	Hombre	Media	98,05	1,0853
		Desviación estándar	8,75	

Tabla 11.- Valores antropométricos al inicio del estudio para la muestra y por sexos.

A partir de la variable cuantitativa del IMC se crea una variable cualitativa con cinco categorías: normal, sobrepeso, obesidad tipo I, obesidad tipo II y obesidad tipo III. A partir de esta categorización la muestra quedó distribuida en esta E-1 de la siguiente forma: normal (n=44), sobrepeso (n=172), obesidad tipo I (n=114), obesidad tipo II (n=32) y obesidad tipo III (n=8) (Tabla 12) (Gráfico 7). La distribución por sexos muestra ciertas similitudes, como que ambas presentan mayor frecuencia en el grupo de sobrepeso con 70,8% para los hombres y un 41,4% para las mujeres (Gráfico 8). Sin embargo, en la comparación por categorías del IMC y sexo,

encontramos diferencias estadísticamente significativas [Chi cuadrado de Pearson $X^2_{(4)}=19,060$; $p=0,001$].

			Sexo		Total
			Mujer	Hombre	
IMC E-1 categorizado	Normal	Recuento	40	4	44
		% dentro de Sexo	13,1%	6,1%	11,9%
	Sobrepeso	Recuento	126	46	172
		% dentro de Sexo	41,4%	70,8%	46,5%
	Obesidad tipo I	Recuento	102	12	114
		% dentro de Sexo	33,4%	18,5%	30,8%
	Obesidad tipo II	Recuento	30	2	32
		% dentro de Sexo	9,8%	3,1%	8,6%
	Obesidad tipo III	Recuento	7	1	8
		% dentro de Sexo	2,3%	1,5%	2,2%
Total	Recuento	305	65	370	
	% dentro de Sexo	100,0%	100,0%	100,0%	

Tabla 12.- Tabla cruzada del IMC inicial categorizado por sexo.

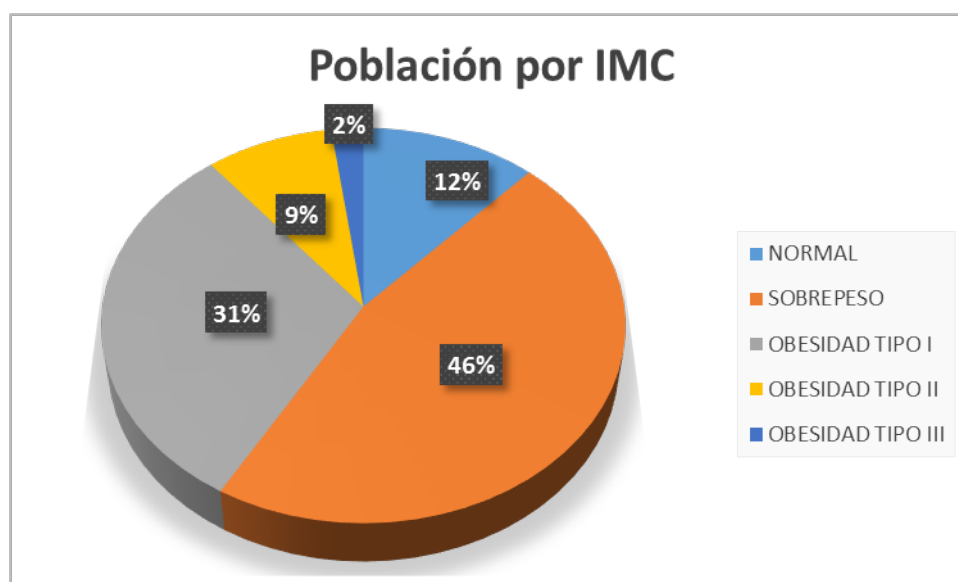


Gráfico 7.- Distribución de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS¹⁸⁷.

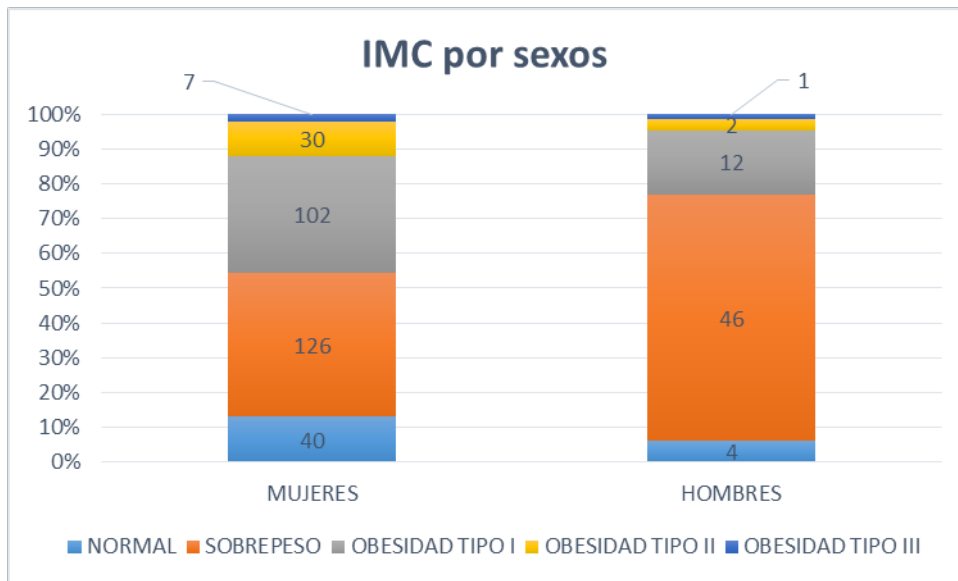


Gráfico 8.- Frecuencias por sexos en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.

El grupo con media de edad más joven era el de los obesos tipo III con $71,50 \pm 3,74$ años [IC 95%: 68,37 a 74,63 años]. La media de edad más alta era de $74,34 \pm 6,24$ años [IC 95%: 73,18 a 75,50 años] que corresponde al grupo de obesos tipo I. En la comparación de la edad corregida por grupos del IMC no encontramos diferencias estadísticamente significativas [ANOVA $F_{[4,369]}=0,922$; $p=0,451$] (Tabla 13).

			Estadístico	Error estándar	
Edad corregida (años)	Normal	Media	72,77	1,0283	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,70	
			Límite superior	74,85	
		Desviación estándar		6,82	
		Mínimo		63,50	
		Máximo		92,50	
	Sobrepeso	Media	74,16	0,4503	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,27	
			Límite superior	75,05	
		Desviación estándar		5,91	
		Mínimo		60,50	
		Máximo		89,50	
	Obesidad tipo I	Media	74,34	0,5848	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,18	
			Límite superior	75,50	
		Desviación estándar		6,24	
		Mínimo		60,50	
		Máximo		87,50	
	Obesidad tipo II	Media	73,75	0,9578	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	71,80	
			Límite superior	75,70	
Desviación estándar		5,42			
Mínimo		63,50			
Máximo		84,50			
Obesidad tipo III	Media	71,50	1,3229		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	68,37		
		Límite superior	74,63		
	Desviación estándar		3,74		
	Mínimo		65,50		
	Máximo		76,50		

Tabla 13.- Edad corregida de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.

Los sujetos que se engloban dentro de un IMC normal presentaron una media de $23,68 \pm 1,15 \text{ kg/m}^2$ [IC 95%: 23,33 a 24,03 kg/m^2], mientras que los del grupo de sobrepeso de $27,64 \pm 1,42 \text{ kg/m}^2$ [IC 95%: 27,42 a 27,85 kg/m^2] (Tabla 14).

		Estadístico	Error estándar
IMC (kg/m ²)	Normal	Media	23,68
		Desviación estándar	1,15
	Sobrepeso	Media	27,64
		Desviación estándar	1,42
	Obesidad tipo I	Media	31,92
		Desviación estándar	1,32
	Obesidad tipo II	Media	37,22
		Desviación estándar	1,37
	Obesidad tipo III	Media	42,96
		Desviación estándar	2,03

Tabla 14.- IMC de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.

En el 12% de la muestra que tenía un IMC normal (Gráfico 7), no había ni obesidad central ni riesgo cardiovascular atendiendo a su circunferencia abdominal con una media de $84,73 \pm 6,32 \text{ cm}$ [IC 95%: 82,81 a 86,65 cm], con independencia de que sean hombres o mujeres. En el grupo de sobrepeso, la media de la circunferencia abdominal fue de $94,87 \pm 6,83 \text{ cm}$ [IC 95%: 93,84 a 95,89 cm], y debemos realizar una diferenciación por sexos, por presentar medidas diferentes a partir de las cuales comienza el riesgo cardiovascular y la obesidad central, en los hombres > de 102 cm y en las mujeres > de 88 cm . A partir del grupo de obesidad tipo I, con una media de $102,18 \pm 7,13 \text{ cm}$ [IC 95%: 100,86 a 103,5 cm] y los grupos de obesidad tipo II y III, ambos sexos presentan obesidad central y riesgo cardiovascular. En la comparación de la circunferencia abdominal inicial por categorías de IMC, independientemente del sexo, encontramos diferencias estadísticamente significativas [ANOVA

$F_{[4,369]}=99,065$; $p=0,000$] (*Tabla 15*). Lo mismo ocurre al hacer el análisis por separado en hombres y mujeres, con una $p=0,000$ en ambos casos.

			Estadístico	Error estándar	
Circunferencia abdominal (cm)	Normal	Media	84,73	0,9523	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	82,81	
			Límite superior	86,65	
		Desviación estándar	6,32		
	Sobrepeso	Media	94,87	0,5204	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	93,84	
			Límite superior	95,89	
		Desviación estándar	6,83		
	Obesidad tipo I	Media	102,18	0,6673	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,86	
			Límite superior	103,50	
		Desviación estándar	7,13		
	Obesidad tipo II	Media	109,01	1,4505	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	106,05	
			Límite superior	111,97	
Desviación estándar		8,21			
Obesidad tipo III	Media	121,33	3,2074		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	113,75		
		Límite superior	128,92		
	Desviación estándar	9,07			

Tabla 15.- Circunferencia abdominal de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.

La muestra presentó una media de circunferencia abdominal de $97,73 \pm 10,10$ cm [IC 95%: 96,70 a 98,76 cm]. En los hombres fue de $98,05 \pm 8,75$ cm [IC 95%: 95,88 a 100,22 cm]. En las mujeres la circunferencia abdominal era de $97,66 \pm 10,38$ cm [IC 95%: 96,49 a 98,83 cm]. En la comparación de la circunferencia abdominal inicial por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-0,282$; $p=0,778$] (*Tabla 11*).

A partir de la variable cuantitativa de la circunferencia abdominal se crea una variable cualitativa con dos categorías: la primera es sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular, y la otra es con obesidad central y con riesgo cardiovascular. A partir de esta categorización la muestra queda distribuida de la siguiente forma: sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular (n=113), con obesidad central y riesgo cardiovascular (n=258) (Gráfico 9).

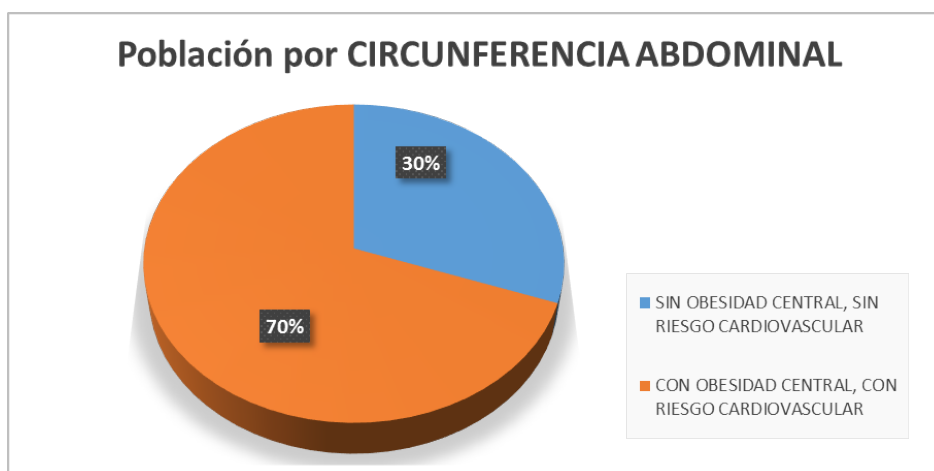


Gráfico 9.- Distribución de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP¹⁹⁷

La distribución que nos encontramos en las mujeres (n=306) es que el 79,1% de ellas presenta obesidad central y riesgo cardiovascular, frente al 24,6% del total de hombres (n=65). Existiendo diferencias estadísticamente significativas que muestran que es claramente mayor la proporción de mujeres con obesidad central y riesgo cardiovascular que hombres. [Chi cuadrado de Pearson $X^2_{[1]}=75,096$; $p=0,000$] (Gráfico 10).

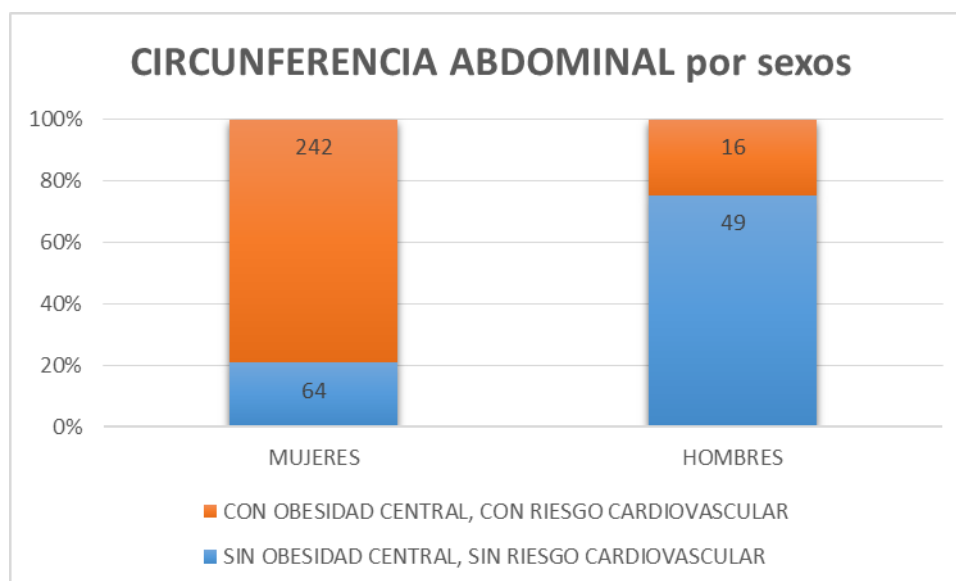


Gráfico 10.- Distribución por sexos en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP

La media de edad corregida para el grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular fue de $73,24 \pm 6,11$ años [IC 95%: 72,10 a 74,37 años] y de $74,27 \pm 6,01$ años [IC 95%: 73,54 a 75,01 años] para los de obesidad central y riesgo cardiovascular. En la comparación de la edad corregida por categorías de la circunferencia abdominal no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-1,540$; $p=0,124$].

El grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular presentó una media del IMC de $26,47 \pm 2,59$ kg/m^2 [IC 95%: 25,99 a 26,96 kg/m^2], mientras que el grupo con obesidad central y riesgo cardiovascular tuvo una media de $31,04 \pm 4,15$ kg/m^2 [IC 95%: 30,53 a 31,55 kg/m^2]. En la comparación del IMC por grupos de la circunferencia abdominal encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[325,717]}=-12,913$; $p=0,000$]. No se ha asumido la igualdad de varianzas entre sexos por ser significativa la prueba de Levene (Tabla 16).

			Estadístico	Error estándar	
IMC (kg/m2)	SIN Obesidad Central y SIN Riesgo Cardiovascular	Media	26,47	0,24347	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	25,99	
			Límite superior	26,96	
	Desviación estándar		2,59		
	CON Obesidad Central y Riesgo Cardiovascular	Media	31,04	0,25871	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30,53	
			Límite superior	31,55	
Desviación estándar		4,15			
Circunferencia abdominal (cm)	SIN Obesidad Central y SIN Riesgo Cardiovascular	Media	88,18	0,6584	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	86,87	
			Límite superior	89,48	
	Desviación estándar		6,99		
	CON Obesidad Central y Riesgo Cardiovascular	Media	101,90	0,5148	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,89	
			Límite superior	102,92	
Desviación estándar		8,25			

Tabla 16.- IMC y circunferencia abdominal de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según NCEP.

Al realizar la comparación, mediante tablas de contingencia, de las categorías creadas a partir del IMC, tanto con las categorías de la circunferencia abdominal independientemente del sexo [Chi cuadrado de Pearson $X^2_{(4)}=100,554$; $p=0,000$], como con las categorías de la circunferencia abdominal según el sexo [Chi cuadrado de Pearson $X^2_{(12)}=152,488$; $p=0,000$] podemos decir que existen diferencias significativas. Se puede observar como, tanto en hombres como en mujeres, no hay ningún sujeto sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular entre los que presentan obesidad tipo II o III. Destaca como en las mujeres sin obesidad y sin riesgo el 50% se encuentra en la normalidad del IMC, y un 40,63% en sobrepeso, tan solo estando un 9,38%

en obesidad tipo I, en cambio en los hombres el 81,63% está en sobrepeso. También destaca que, tanto en hombres, como en mujeres con obesidad central y riesgo cardiovascular la mayor parte de la muestra se encuentra en obesidad, en mujeres un 55,19% y en hombres un 62,5% (Tabla 17).

Recuento

		Circunferencia abdominal_1 categorizada por sexo				Total
		Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	
IMC_1 categorizado	Normal	32	8	4	0	44
	Sobrepeso	26	100	40	6	172
	Obesidad tipo I	6	96	5	7	114
	Obesidad tipo II	0	30	0	2	32
	Obesidad tipo III	0	7	0	1	8
Total		64	241	49	16	370

Tabla 17.- Tabla cruzada de IMC categorizado por circunferencia abdominal categorizada por sexo en E-1.

5.1.2.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES

En cuanto a los valores cardiovasculares, la muestra tuvo una media de la frecuencia cardíaca de $69,29 \pm 8,52$ PPM [IC 95%: 68,42 a 70,16 PPM]. En los hombres fue de $67,42 \pm 8,01$ PPM [IC 95%: 65,43 a 69,40 PPM] y en las mujeres de $69,69 \pm 8,59$ PPM [IC 95%: 68,72 a 70,66 PPM]. En la comparación de la frecuencia cardíaca por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{(369)}=1,961$; $p=0,051$].

Para la PAS la media fue de $129,76 \pm 15,17$ mmHg [IC 95%: 128,21 a 131,31 mmHg]. Presentando una media de $131,46 \pm 15,46$ mmHg [IC 95%: 127,63

a 135,29 mmHg] los hombres y las mujeres fue de $129,40 \pm 15,12$ mmHg [IC 95%: 127,70 a 131,10 mmHg]. En la comparación de la PAS por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-0,997$; $p=0,319$].

El grupo presentó una media de PAD de $72,08 \pm 8,74$ mmHg [IC 95%: 71,19 a 72,97 mmHg]. En los hombres fue de $72,85 \pm 10,27$ mmHg [IC 95%: 70,30 a 75,39 mmHg] y en las mujeres de $71,92 \pm 8,40$ mmHg [IC 95%: 70,97 a 72,86 mmHg]. Al igual que en la PAS, no encontramos diferencias estadísticamente significativas en la comparación por sexo [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-0,777$; $p=0,438$] (*Tabla 18*).

VALORES CARDIOVASCULARES EN E-1		Estadístico	Error estándar	
Frecuencia cardíaca (PPM)	Media	69,29	0,4425	
	Desviación estándar	8,52		
	Mujer	Media	69,69	0,4909
		Desviación estándar	8,59	
	Hombre	Media	67,42	0,9939
		Desviación estándar	8,01	
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Media	129,76	0,7878	
	Desviación estándar	15,17		
	Mujer	Media	129,40	0,864
		Desviación estándar	15,12	
	Hombre	Media	131,46	1,9169
		Desviación estándar	15,46	
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Media	72,08	0,4540	
	Desviación estándar	8,74		
	Mujer	Media	71,92	0,4799
		Desviación estándar	8,40	
	Hombre	Media	72,85	1,2737
		Desviación estándar	10,27	

Tabla 18.- Valores cardiovasculares al inicio del estudio para la muestra y por sexos.

A partir de las variables cuantitativas de la tensión arterial, tanto sistólica como diastólica, se crea una variable cualitativa de tensión arterial conjunta, considerándose la clasificación con el mayor grado de tensión arterial con independencia de que sea en la PAS o PAD, con cuatro categorías: normal, prehipertensión, hipertensión estadio I, hipertensión estadio II. A partir de esta categorización la muestra queda distribuida en este momento de la siguiente forma: normal (n=51), prehipertensión (n=193), hipertensión estadio I (n=110), hipertensión estadio II (n=17) (*Gráfico 11*). La distribución por sexos es similar, presentando mayor frecuencia el grupo de prehipertensión con un 47,7% para los hombres y un 52,9% para las mujeres, seguido por hipertensión estadio I en ambos sexos (*Gráfico 12*). En la comparación por sexo y por categorías de la tensión arterial no encontramos diferencias estadísticamente significativas [Chi cuadrado de Pearson $\chi^2_{(3)}=0,626$; $p=0,891$].

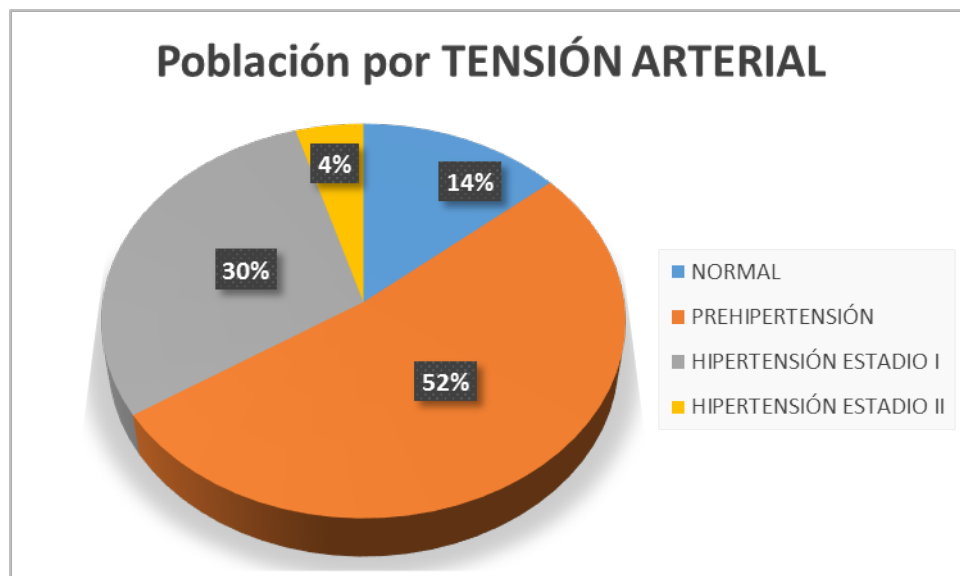


Gráfico 11.- Distribución de la muestra al inicio del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII¹⁸⁶.

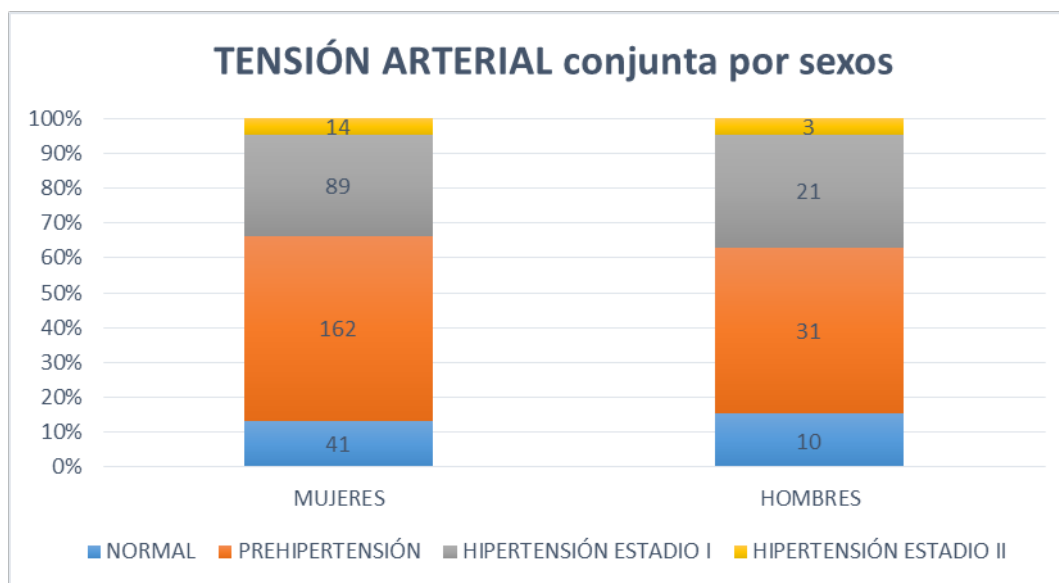


Gráfico 12.- Frecuencias por sexos al inicio del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII.

5.1.2.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT

La distancia media recorrida en la 6MWT fue de $521,42 \pm 69,50$ m [IC 95%: 514,32 a 528,51 m]. Presentando una mayor distancia recorrida los hombres con una media de $549,69 \pm 98,21$ m [IC 95%: 525,36 a 574,03 m], mientras que las mujeres caminaron 34 m menos. En la comparación de la 6MWT por sexos encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{(74,540)} = -2,708$; $p = 0,008$]. No se ha asumido la igualdad de varianzas entre sexos por ser significativa la prueba de Levene (*Tabla 19*).

El grupo de sujetos englobados en un IMC normal fue el que mayor distancia completó en la 6MWT con una media de $555,46 \pm 59,82$ m [IC 95%: 537,27 a 573,64 m], decreciendo la distancia a medida que se incrementaba el IMC. En la comparación por grupos según el IMC de la distancia recorrida en la 6MWT también encontramos diferencias estadísticamente significativas [ANOVA $F_{(4-42,762)} = 7,842$; $p = 0,000$]. En este análisis se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de contrastes de Levene sobre la

igualdad de varianzas ($p=0,029$), y como se encuentra la varianza mayor (6899,99) en el grupo menor (Obesidad tipo III, $n=8$) se aplica la corrección en los grados de libertad usando la Prueba de Welch, una prueba robusta de igualdad de varianzas para corregir el error tipo I (*Gráfico 13*).

			Estadístico	Error estándar
6 MWT (m)	Media		521,42	3,6083
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	514,32	
		Límite superior	528,51	
	Desviación estándar		69,50	
	Mínimo		280,0	
	Máximo		725,0	
	Rango		445,0	
Mujeres	Media		515,41	3,4439
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	508,63	
		Límite superior	522,19	
	Desviación estándar		60,24	
	Mínimo		280,0	
	Máximo		660,0	
	Rango		380,0	
Hombres	Media		549,69	12,1815
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	525,36	
		Límite superior	574,03	
	Desviación estándar		98,21	
	Mínimo		310,0	
	Máximo		725,0	
	Rango		415,0	

Tabla 19.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra y por sexos.

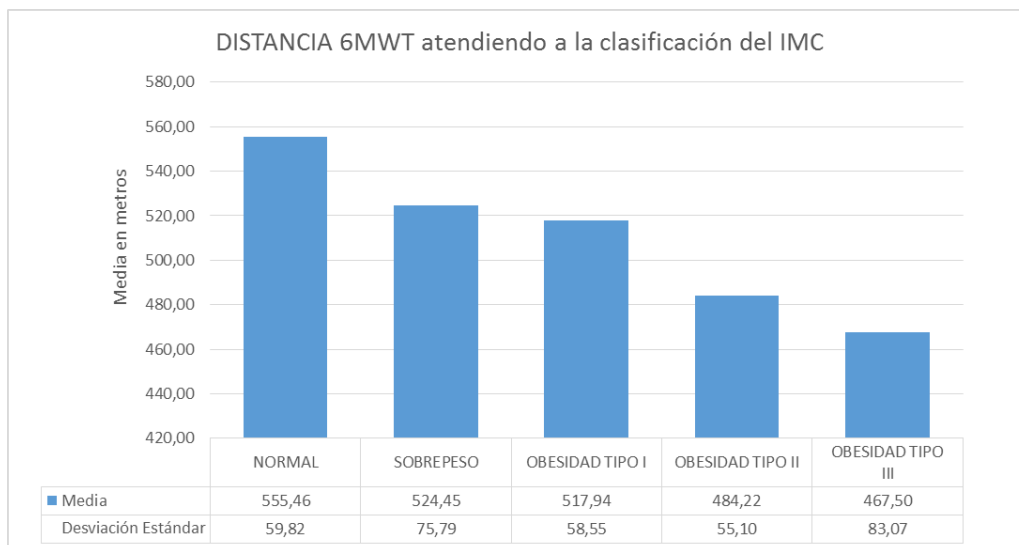


Gráfico 13.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por el IMC.

Los individuos que no presentaban ni obesidad central ni riesgo cardiovascular caminaron 50 m más que los que sí la presentaban que caminaron una media de $506,19 \pm 63,62$ m [IC 95%: 542,93 a 569,19 m] (Gráfico 14). En la comparación por grupos según la obesidad central y riesgo cardiovascular de la distancia recorrida encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=6,724$; $p=0,000$]. Y en esta misma comparación, incluyendo el sexo en el análisis, también obtenemos diferencias significativas entre la distancia recorrida en la 6MWT [ANOVA $F_{[3-53,898]}=13,914$; $p=0,000$]. En este análisis de nuevo se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la prueba de contrastes de Levene sobre la igualdad de varianzas ($p=0,000$), y como se encuentra la varianza mayor (11170,73) en el grupo menor (hombres con obesidad central y con riesgo cardiovascular, $n=16$) se aplica la corrección de Welch.

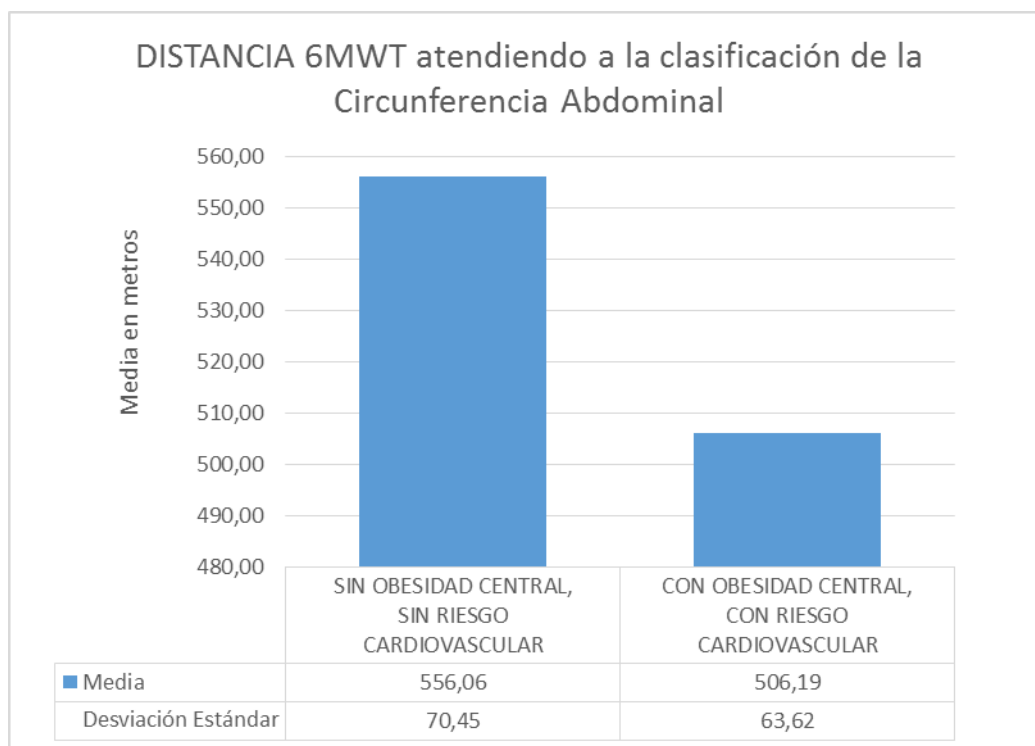


Gráfico 14.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por la circunferencia abdominal.

Al realizar las comparaciones por pares en el post hoc de HDS de Tukey, teniendo en cuenta la circunferencia abdominal y el sexo, obtenemos diferencias significativas entre las mujeres con y sin obesidad central y riesgo cardiovascular ($p=0,001$) con una diferencia de 35,84 metros, y entre los hombres con y sin obesidad central y riesgo cardiovascular ($p=0,000$), con una diferencia de distancia recorrida de 91,21 metros. En ambos casos la mayor distancia recorrida es en el grupo de mujeres y hombres sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular. También es importante remarcar que no hay diferencias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres con obesidad central y con riesgo cardiovascular ($p=0,378$), ni entre hombres y mujeres sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular ($p=0,101$) (Tabla 20).

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: 6MWT en E-1 (m)

HSD Tukey

(I) Circunferencia abdominal_1 categorizada por sexo	(J) Circunferencia abdominal_1 categorizada por sexo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	35,837*	9,1609	,001	12,194	59,480
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-28,393	12,3716	,101	-60,322	3,536
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	62,812*	18,2167	,004	15,798	109,827
Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-35,837*	9,1609	,001	-59,480	-12,194
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-64,230*	10,2097	,000	-90,579	-37,880
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	26,976	16,8235	,378	-16,443	70,394
Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	28,393	12,3716	,101	-3,536	60,322
	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	64,230*	10,2097	,000	37,880	90,579
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	91,205*	18,7660	,000	42,773	139,637
Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-62,812*	18,2167	,004	-109,827	-15,798
	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	-26,976	16,8235	,378	-70,394	16,443
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-91,205*	18,7660	,000	-139,637	-42,773

Se basa en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Tabla 20.- Comparación de la 6MWT por grupos de circunferencia abdominal y sexo al inicio del estudio.

Los sujetos que presentaron una tensión arterial normal fueron los que mayor distancia recorrieron en la 6MWT con una media de $533,70 \pm 70,31$ m [IC 95%: 513,72 a 553,68 m], siendo el grupo de hipertensos estadio I los que menos metros completaron. En la comparación de la distancia recorrida por grupos de tensión arterial conjunta no encontramos diferencias estadísticamente significativas [ANOVA $F_{[370]}=0,878$; $p=0,453$] (*Gráfico 15*).

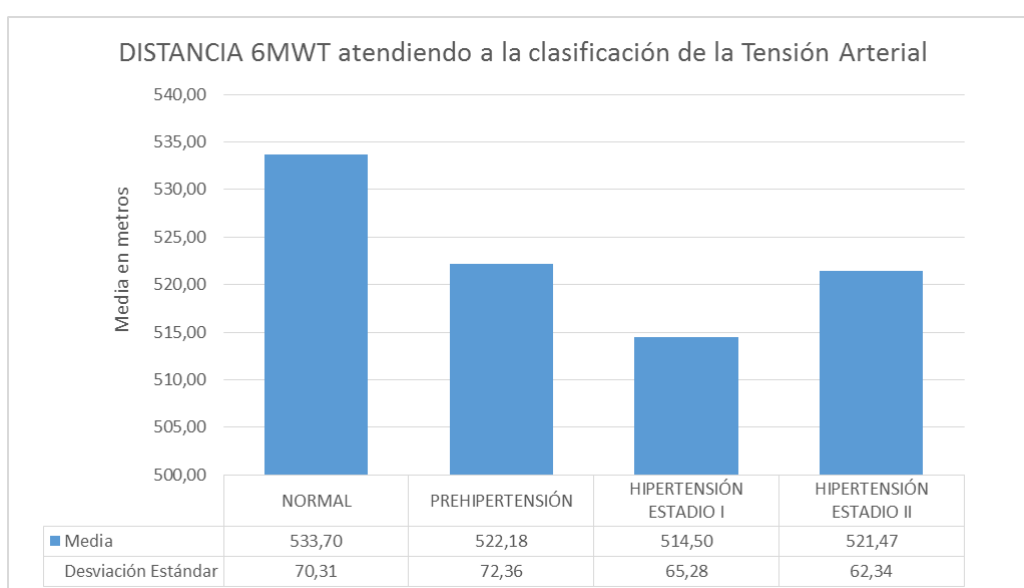


Gráfico 15.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por la tensión arterial.

5.1.3.- EVALUACIONES INTERMEDIAS

5.1.3.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

Como ya se ha expuesto con anterioridad después de la evaluación inicial o E-1 el estudio continua con el PI-1 que concluye con la E-2, lo que comprendería el C-1. Este proceso se repite cuatro veces (*Imagen 3*).

Los resultados obtenidos en estas evaluaciones intermedias, junto con la inicial y final, se presenta en modo de tendencias.

Comenzando por los parámetros antropométricos de la muestra, el peso corporal se presentó estable al principio del estudio, disminuyendo al final del estudio con una pérdida total de 1,49 kg (Gráfico 16). Por sexos siguió esta tendencia, siendo los hombres los que más peso perdieron, 2,52 kg (Gráfico 17).

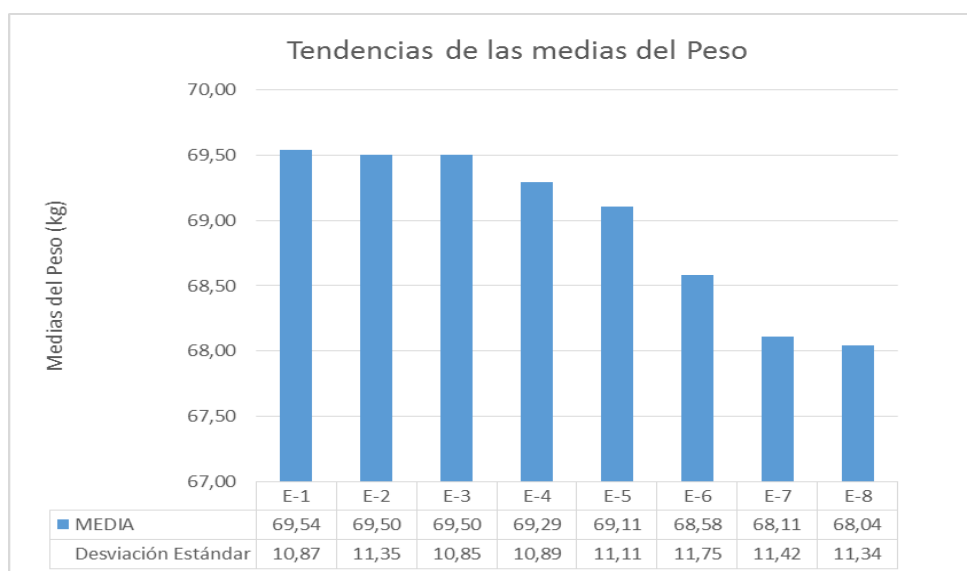


Gráfico 16.- Tendencias de las medias del peso durante el estudio.

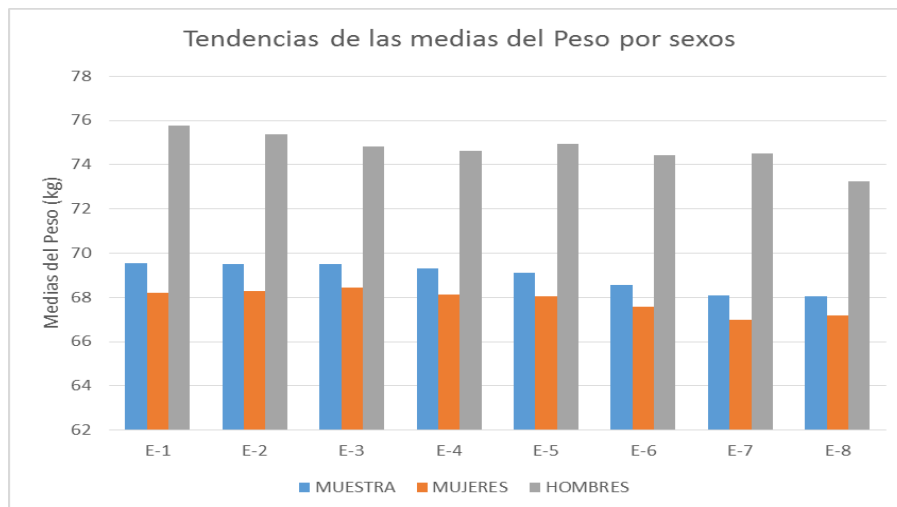


Gráfico 17.- Tendencias de las medias del peso por sexo durante el estudio.

La talla permanece estable a lo largo del estudio, presentando mayor altura los hombres (*Gráficos 18 y 19*).

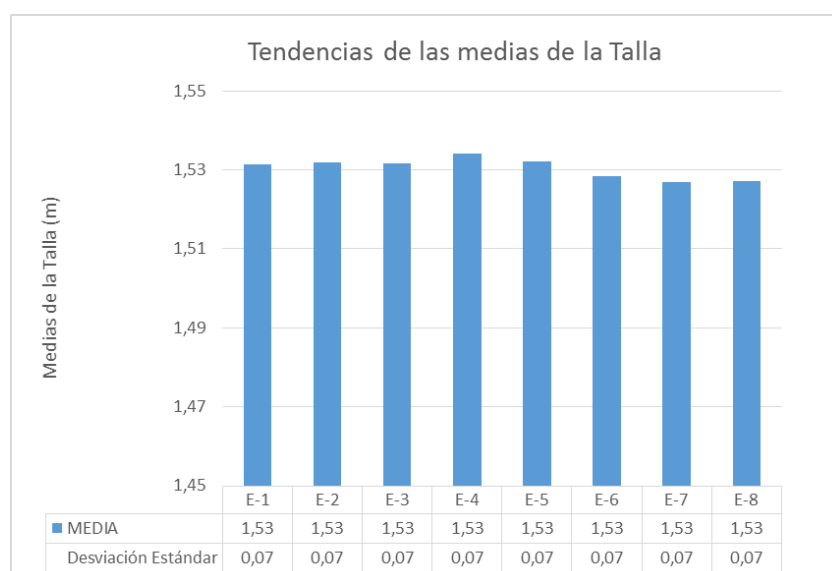


Gráfico 18.- Tendencias de las medias de la talla durante el estudio.

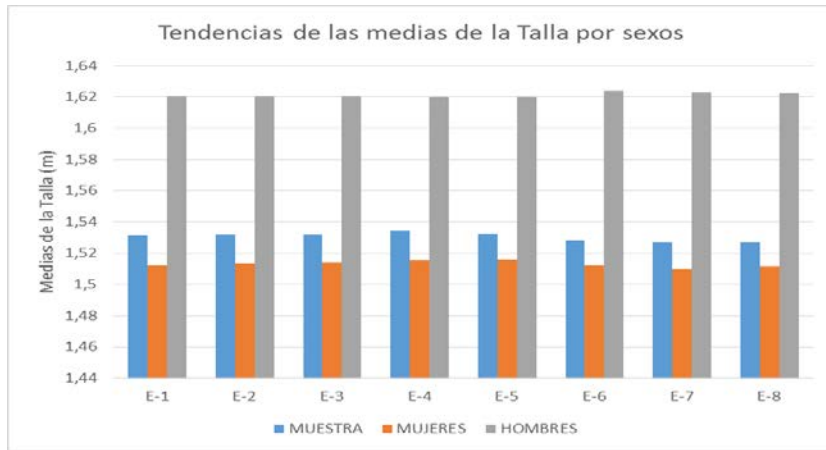


Gráfico 19.- Tendencias de las medias de la talla por sexo durante el estudio.

Centrándonos en el IMC, la muestra presenta unos valores estables a lo largo del estudio, presentando una ligerísima tendencia descendente (*Gráfico 20*). Por sexos el comportamiento fue similar en ambos grupos, siendo algo más marcado el descenso en el grupo de varones (*Gráfico 21*).

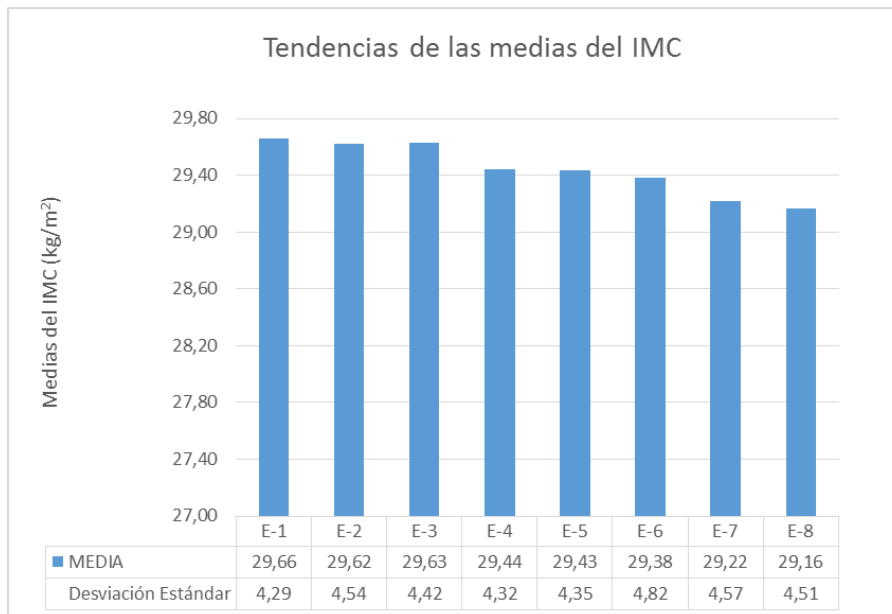


Gráfico 20.- Tendencias de las medias del IMC durante el estudio.

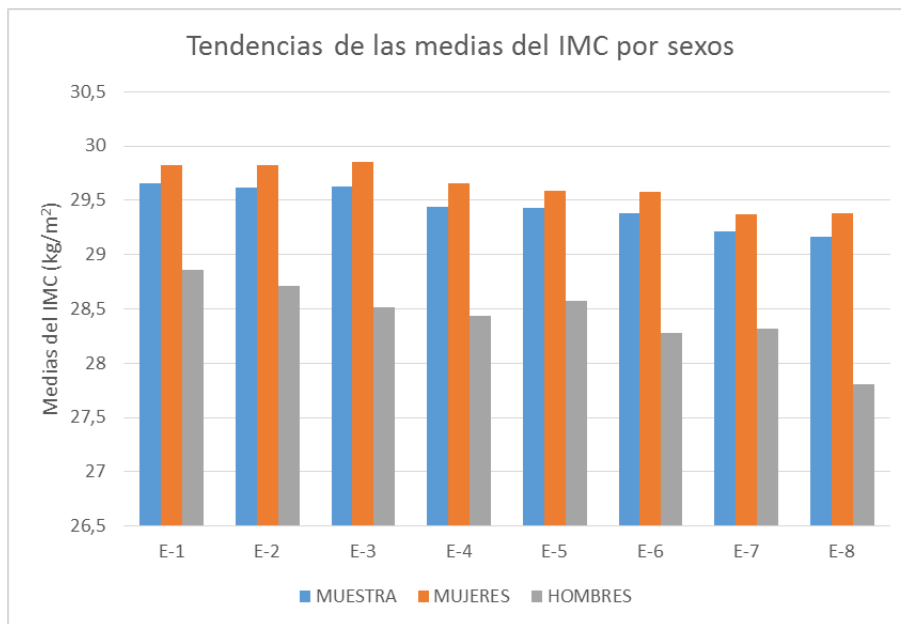


Gráfico 21.- Tendencias de las medias del IMC por sexo durante el estudio.

Atendiendo a la categorización del IMC, apreciamos una mayor frecuencia de sujetos con sobrepeso seguido de los que presentan obesidad tipo I, manteniendo todas las categorías unos porcentajes similares a lo largo de los cuatro ciclos. Existe una tendencia a disminuir el porcentaje de obesos tipo I y a aumentar los que tienen un IMC normal (*Gráfico 22*).

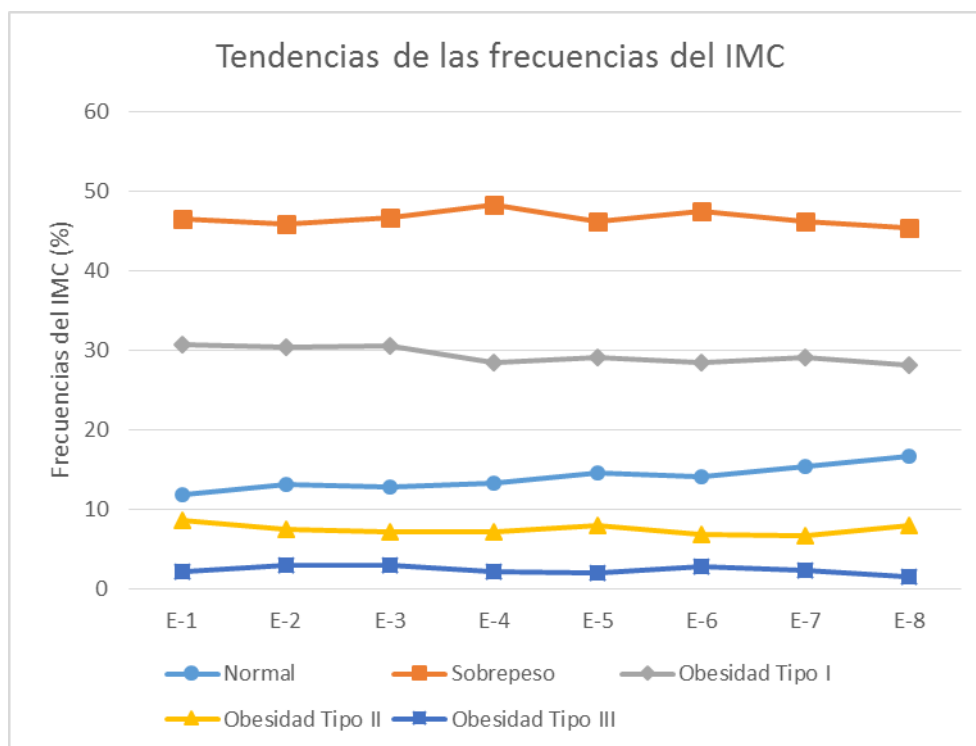


Gráfico 22.- Tendencias de las frecuencias del IMC durante el estudio, expresadas en porcentajes.

La tendencia del IMC en el grupo de mujeres es aumentar la frecuencia de las que se encuentran con peso normal y sobrepeso, y a disminuir las que presentaban obesidad tipo I. En los hombres desaparecen los que tenían obesidad tipo II, produciéndose una disminución del porcentaje en el sobrepeso y un aumento del peso normal (Gráfico 23).

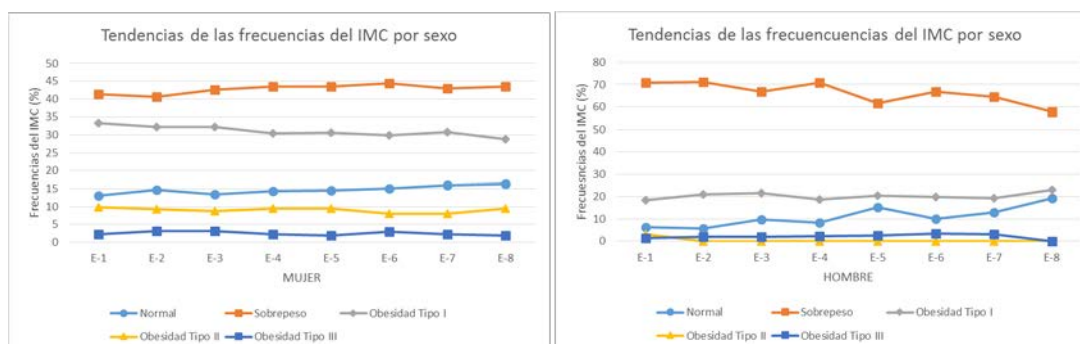


Gráfico 23.- Tendencias de las frecuencias del IMC por sexos durante el estudio, expresadas en porcentajes.

La media de la circunferencia abdominal en las evaluaciones intermedias oscila desde los $96,39 \pm 11,91$ cm en la E-7 hasta los $98,40 \pm 9,85$ cm de la E-4. Podemos observar como no hay una tendencia clara en la evolución durante los cuatro ciclos del estudio (*Gráfico 24*).

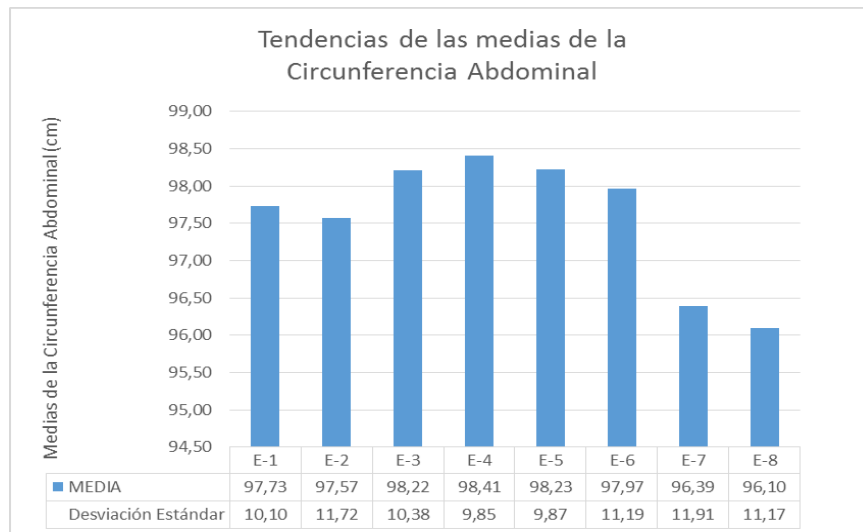


Gráfico 24.- Tendencias de las medias de la circunferencia abdominal durante el estudio.

En el análisis por sexos, la tendencia observada es muy similar en ambos sexos. (*Gráfico 25*).

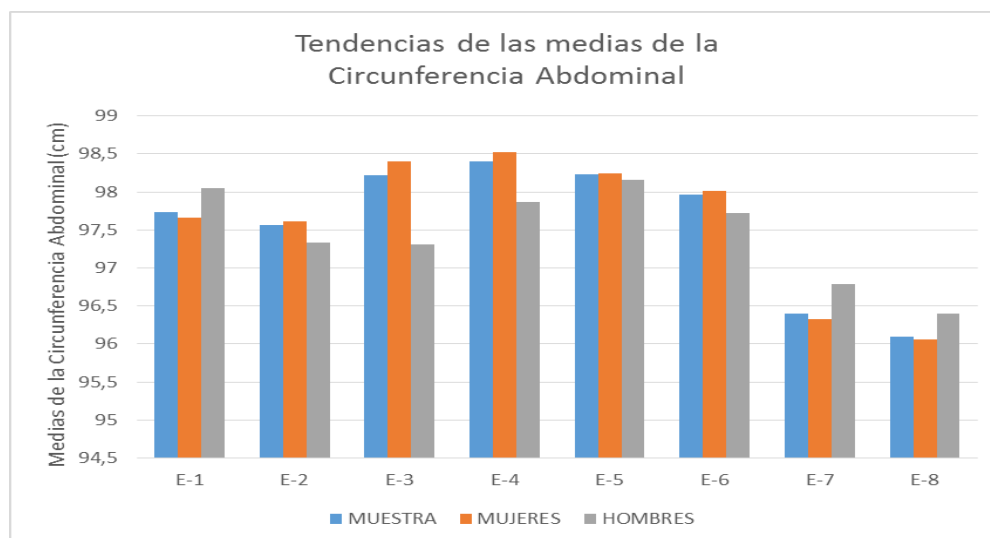


Gráfico 25.- Tendencias de las medias de la circunferencia abdominal por sexos durante el estudio.

Atendiendo a la categorización de la circunferencia abdominal el porcentaje de sujetos que presenta obesidad central y riesgo cardiovascular tiene una ligera tendencia a la disminución (*Gráfico 26*).

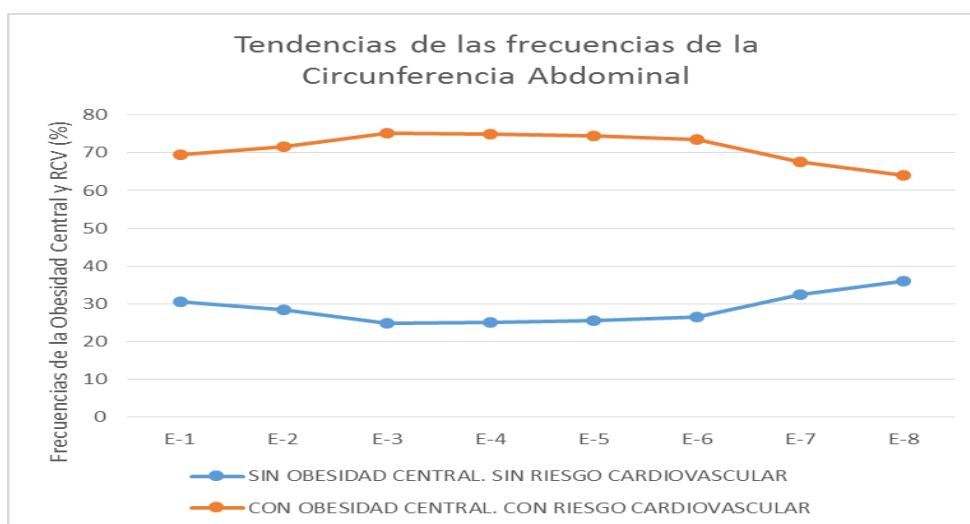


Gráfico 26.- Tendencias de las frecuencias de la obesidad central y riesgo cardiovascular durante el estudio, expresadas en porcentajes.

5.1.3.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES

En cuanto a los valores cardiovasculares, la muestra tuvo una tendencia al incremento de la media de la frecuencia cardíaca en reposo (*Gráfico 27*). Por sexos su evolución fue semejante, presentando valores menores en los hombres (*Gráfico 28*).

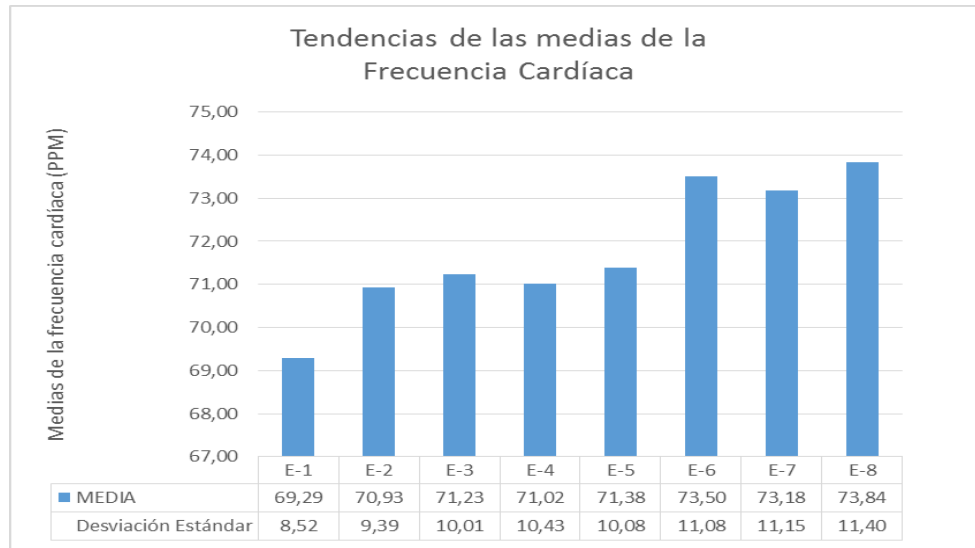


Gráfico 27.- Tendencias de las medias de la frecuencia cardíaca durante el estudio.

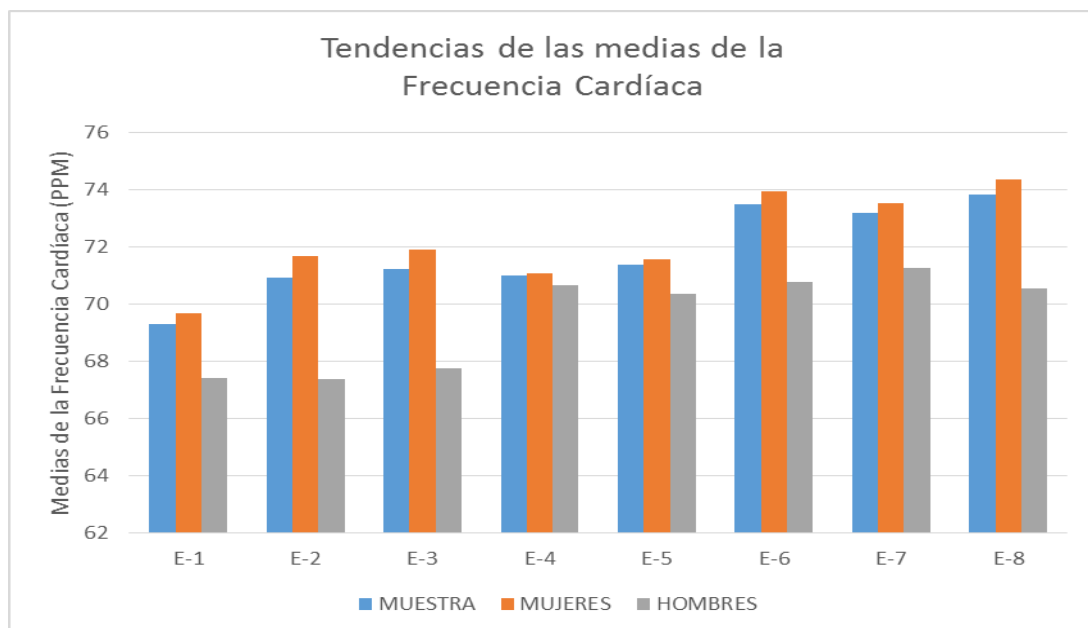


Gráfico 28.- Tendencias de las medias de la frecuencia cardíaca por sexos durante el estudio.

Las cifras de tensión arterial tienden a mantenerse estables durante el estudio, apreciándose un ligero incremento de la PAD, mientras que la PAS se incrementa mínimamente (Gráfico 29).

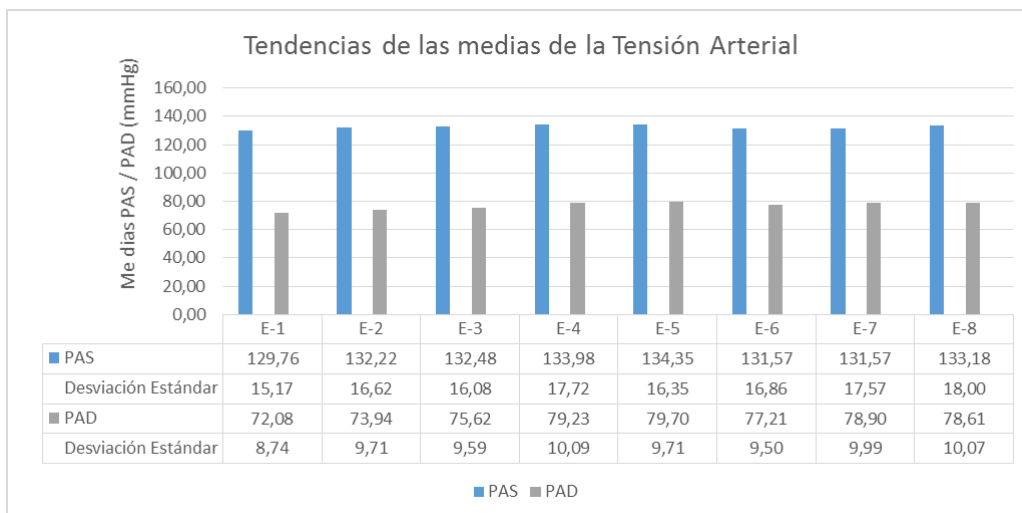


Gráfico 29.- Tendencias de las medias de la tensión arterial durante el estudio.

La tensión arterial evoluciona de manera similar por sexos apreciándose un mayor incremento en la PAS de los hombres (*Gráfico 30*).

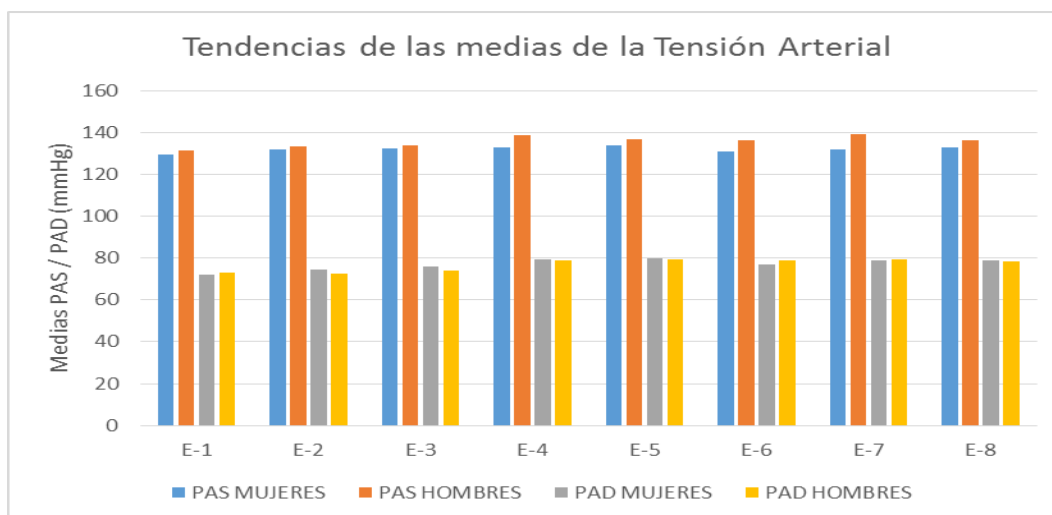


Gráfico 30.- Tendencias de las medias de la tensión arterial por sexos durante el estudio.

La frecuencia de sujetos que presentaban prehipertensión descendió a lo largo del estudio, aumentando los que se englobaban dentro de la tensión

arterial normal y en menor medida los de hipertensión estadio II. (Gráfico 31).

El grupo de mujeres se comportó de la misma manera, mientras que los hombres presentaron una marcada disminución de frecuencia de los que tenían prehipertensión, con descenso ligero de los que tuvieron tensión normal y un aumento brusco en el último periodo, pero incrementaron la frecuencia de los de hipertensión estadio I, sobre todo en el segundo y tercer ciclo del estudio (Gráfico 32).

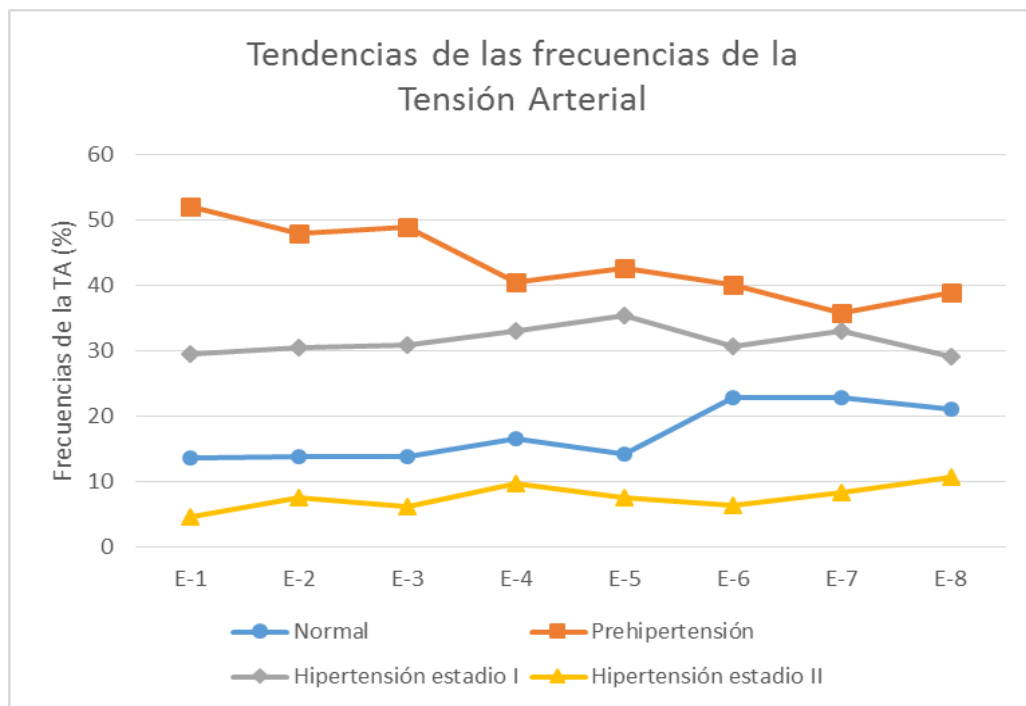


Gráfico 31.- Tendencias de las frecuencias de la tensión arterial durante el estudio, expresadas en porcentajes.

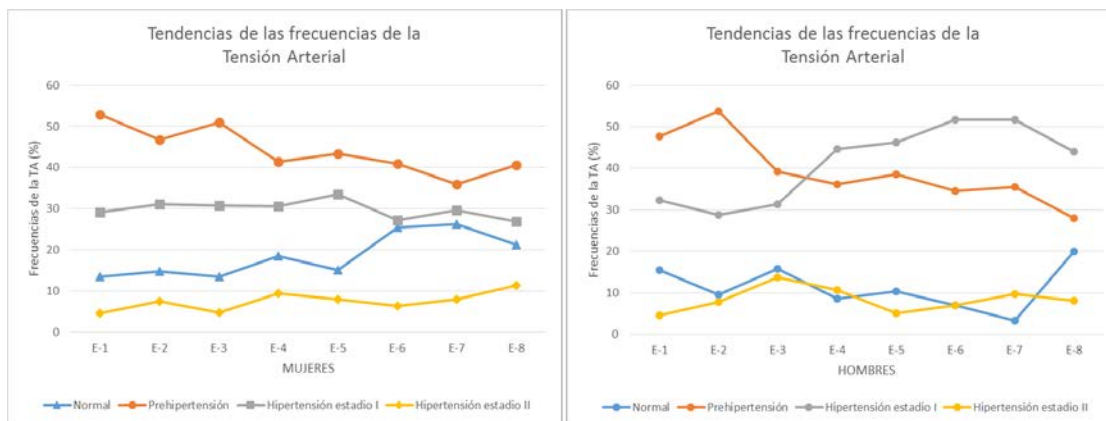


Gráfico 32.- Tendencias de las frecuencias de la tensión arterial por sexos durante el estudio, expresadas en porcentajes.

5.1.3.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT

Respecto a la distancia en los 6MWT se incrementó en 3 m al finalizar el PI-1, decreciendo la distancia caminada por los participantes hasta en 30 m en la última evaluación. La tendencia es por tanto claramente hacia la disminución de la distancia recorrida (Gráfico 33).

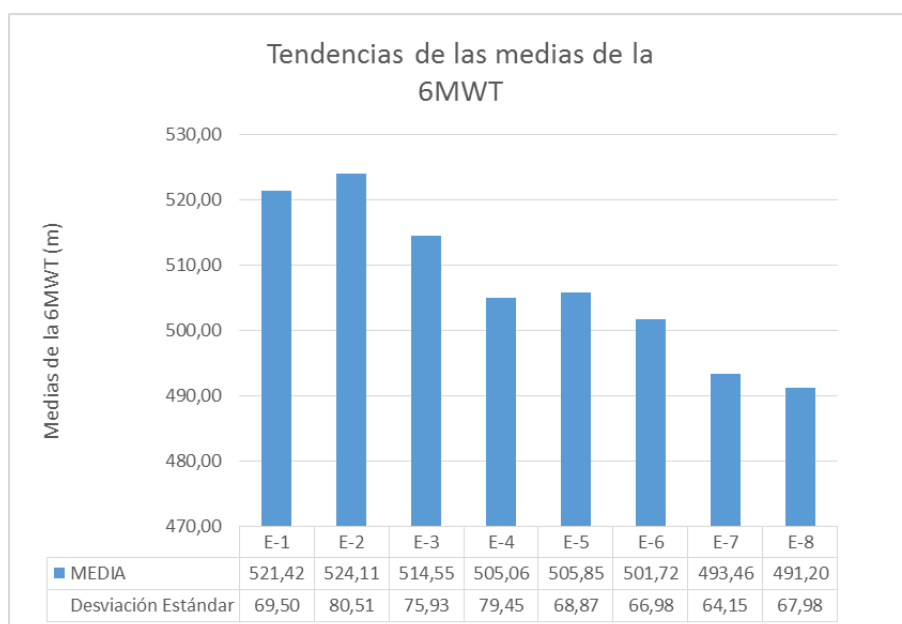


Gráfico 33.-Tendencias de las medias de la 6MWT durante el estudio.

El grupo de mujeres caminó siempre menos que el de los hombres, además de decrecer de manera progresiva la distancia que recorrieron a lo largo del estudio. Sin embargo los hombres incrementaron la distancia que recorrieron en 24 m al finalizar el PI-1 y a partir de ese momento la distancia disminuyó progresivamente, y no fue hasta la E-6 que comienzan a caminar menos distancia que al inicio de la intervención. Finalmente recorren 18 m menos en la evaluación final respecto a la inicial (*Gráfico 34*).

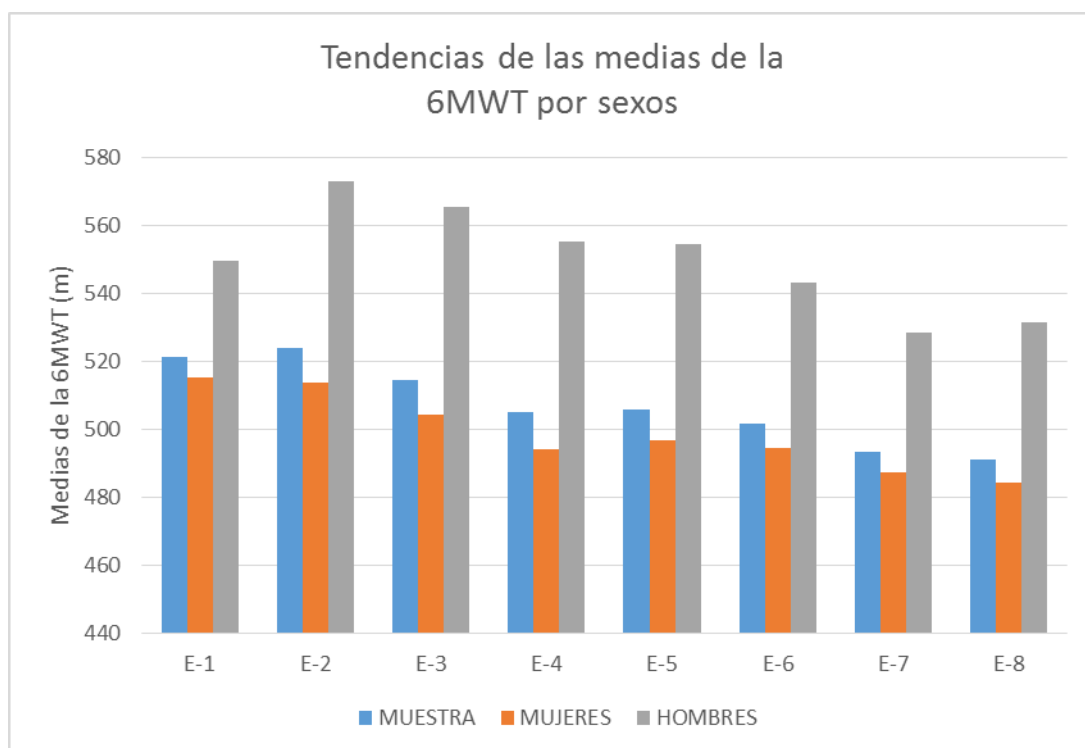


Gráfico 34.- Tendencias de las medias de la 6MWT por sexos durante el estudio.

5.1.4.- FINAL DEL CUARTO CICLO. EVALUACIÓN FINAL

A la **evaluación final (E-8)**, en junio de 2014, acuden **186 sujetos**, 26 hombres (14%) y 160 mujeres (86%), lo que supone el 50,1% de los sujetos incluidos al

inicio del estudio, perdiendo las mujeres el 47,7% (n = 146) y el 60% (n = 39) los hombres (Gráfico 35).

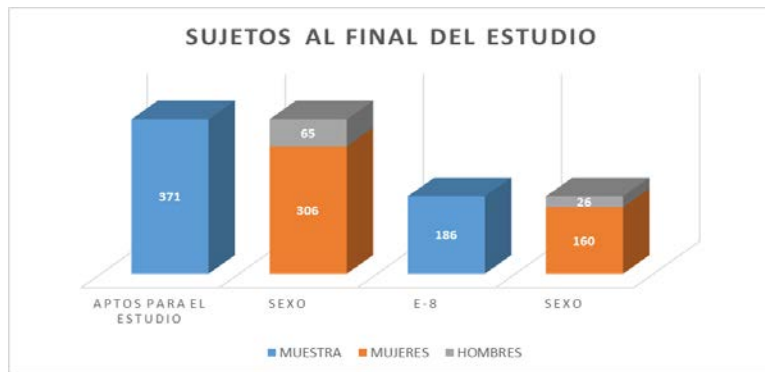


Gráfico 35.- Población al final del estudio por sexos.

La media de edad corregida de la muestra final era de $73,21 \pm 5,61$ años [IC 95%: 72,40 a 74,02 años]. En los hombres fue de $73,62 \pm 4,97$ años [IC 95%: 71,61 a 75,62 años], el mayor de los varones tenía los 80 años. Siendo de $73,14 \pm 5,72$ años [IC 95%: 72,25 a 74,04 años] en las mujeres (Gráfico 36).

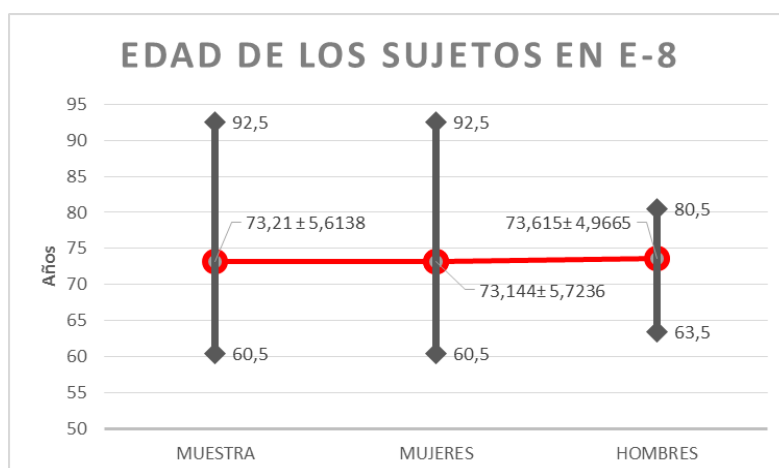


Gráfico 36.- Edad corregida de la muestra por sexos, con media, DT, máximos y mínimos al finalizar el estudio.

5.1.4.1.- VARIABLES ANTROPOMÉTRICAS

En esta última evaluación la muestra presentó una media de peso de $68,04 \pm 11,34$ kg [IC 95%: 66,40a 69,69 kg]. En los hombres fue de $73,23 \pm 9,48$ kg [IC 95%: 69,40 a 77,06 kg]. Las mujeres pesaron 6,04 kg menos.

La media de la talla fue de $1,53 \pm 0,07$ m [IC 95%: 1,52 a 1,54 m]. Los hombres midieron 0,11 m más que las mujeres que midieron $1,51 \pm 0,057$ m [IC 95%: 1,50 a 1,52 m].

El IMC se quedó en una media de $29,16 \pm 4,51$ kg/m² [IC 95%: 28,51 a 29,82 kg/m²]. En los hombres fue de $27,81 \pm 3,05$ kg/m² [IC 95%: 26,58 a 29,04 kg/m²]. Las mujeres tenían 1,58 kg/m² más (*Tabla 21*).

Atendiendo a la categorización del IMC, se produce un aumento de la frecuencia en el grupo de peso normal, mantenimiento en el de obesidad tipo III y una reducción en el resto de grupos (*Tabla 22*) (*Gráfico 37*). La distribución por sexos muestra ciertas similitudes, como que ambos presentan mayor frecuencia en el grupo de sobrepeso nuevamente y aumentan el porcentaje en peso normal. Los hombres aumentan su proporción también en el grupo de obesidad tipo I, mientras que las mujeres disminuyen en los grupos de obesidad (*Gráfico 38*).

Valores antropométricos en E-8			Estadístico	Error estándar	
Edad corregida (años)	Mujer	Media	73,14	0,4525	
		IC 95%	Límite inferior	72,25	
			Límite superior	74,04	
		Desviación estándar	5,72		
	Hombre	Media	73,62	0,9740	
		IC 95%	Límite inferior	71,61	
			Límite superior	75,62	
Desviación estándar	4,97				
Peso (kg)	Mujer	Media	67,20	0,9057	
		IC 95%	Límite inferior	65,41	
			Límite superior	68,98	
		Desviación estándar	11,42		
	Hombre	Media	73,23	1,8588	
		IC 95%	Límite inferior	69,40	
			Límite superior	77,06	
Desviación estándar	9,48				
Talla (m)	Mujer	Media	1,51	0,00450	
		IC 95%	Límite inferior	1,50	
			Límite superior	1,52	
		Desviación estándar	0,06		
	Hombre	Media	1,62	0,01287	
		IC 95%	Límite inferior	1,60	
			Límite superior	1,65	
Desviación estándar	0,07				
IMC (kg/m²)	Mujer	Media	29,39	0,37043	
		IC 95%	Límite inferior	28,65	
			Límite superior	30,12	
		Desviación estándar	4,67		
	Hombre	Media	27,81	0,59758	
		IC 95%	Límite inferior	26,58	
			Límite superior	29,04	
Desviación estándar	3,05				
Circunferencia abdominal (cm)	Mujer	Media	96,05	0,9111	
		IC 95%	Límite inferior	94,26	
			Límite superior	97,85	
		Desviación estándar	11,52		
	Hombre	Media	96,40	1,7377	
		IC 95%	Límite inferior	92,82	
			Límite superior	99,98	
Desviación estándar	8,86				

Tabla 21.- Valores antropométricos al final del estudio para la muestra por sexos.

			Sexo		Total
			Mujer	Hombre	
IMC E-8 categorizado	Normal	Recuento	26	5	31
		% dentro de Sexo	16,40%	19,20%	16,76%
	Sobrepeso	Recuento	69	15	84
		% dentro de Sexo	43,40%	57,70%	45,41%
	Obesidad tipo I	Recuento	46	6	52
		% dentro de Sexo	28,90%	23,10%	28,11%
Obesidad tipo II	Recuento	15	0	15	
	% dentro de Sexo	9,40%	0,00%	8,11%	
Obesidad tipo III	Recuento	3	0	3	
	% dentro de Sexo	1,00%	0,00%	1,62%	
Total		Recuento	159	26	185
		% dentro de Sexo	100,00%	100,00%	100,00%

Tabla 22.- Tabla cruzada del IMC final categorizado por sexo.

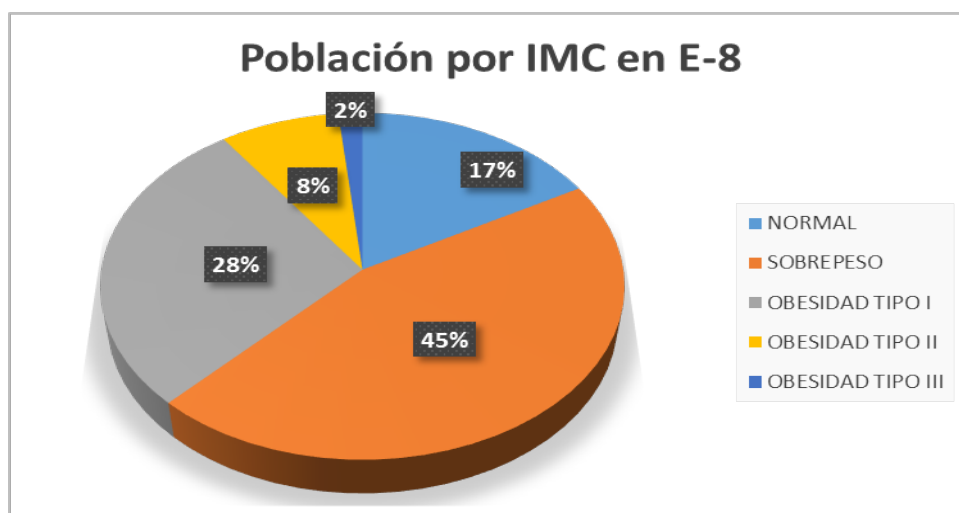


Gráfico 37.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.

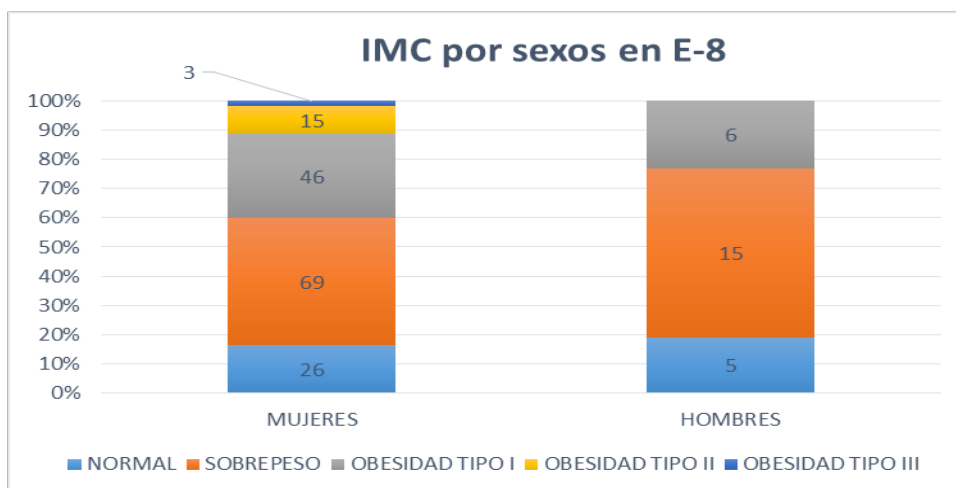


Gráfico 38.- Frecuencias por sexos al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.

El grupo de obesos tipo III sigue siendo el grupo más joven con una media de edad corregida de $70,50 \pm 5,00$ años [IC 95%: 58,08 a 82,92 años]. El grupo de obesos tipo I tenía 3,83 años más, siendo el de mayor edad (Tabla 23).

			Estadístico	Error estándar	
Edad corregida (años)	Normal	Media	72,89	1,1618	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,51	
			Límite superior	75,26	
		Desviación estándar	6,47		
	Sobrepeso	Media	72,86	0,5997	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	71,66	
			Límite superior	74,05	
		Desviación estándar	5,50		
	Obesidad tipo I	Media	74,33	0,7243	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	72,87	
			Límite superior	75,78	
		Desviación estándar	5,22		
	Obesidad tipo II	Media	73,10	1,4632	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	69,96	
			Límite superior	76,24	
Desviación estándar		5,67			
Obesidad tipo III	Media	70,50	2,8868		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	58,08		
		Límite superior	82,92		
	Desviación estándar	5,00			

Tabla 23.- Edad corregida de la muestra en E-8 atendiendo a la clasificación del IMC.

Los sujetos que se engloban dentro de un IMC de obesidad tipo III aumentaron su media a $44,45 \pm 5,15 \text{ kg/m}^2$, disminuyendo la media en IMC normal, sobrepeso y obesidad tipo II (*Tabla 24*).

		Estadístico	Error estándar	
IMC (kg/m ²)	Normal	Media	23,28	0,22967
		Desviación estándar	1,28	
	Sobrepeso	Media	27,58	0,15521
		Desviación estándar	1,42	
	Obesidad tipo I	Media	32,07	0,18439
		Desviación estándar	1,33	
	Obesidad tipo II	Media	37,03	0,33966
		Desviación estándar	1,32	
	Obesidad tipo III	Media	44,45	2,97163
		Desviación estándar	5,15	

Tabla 24.- IMC de la muestra al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC.

Además del incremento de sujetos que finalizó el estudio con un IMC normal, estos disminuyeron su circunferencia abdominal con una media de $83,85 \pm 5,70 \text{ cm}$ [IC 95%: 81,76 a 85,94 cm], así como el grupo de sobrepeso cuya media fue de $92,87 \pm 7,13 \text{ cm}$ [IC 95%: 101,18 a 105,12 cm]. Todos los grupos de obesidad aumentaron su circunferencia abdominal, mínimamente los obesos tipo I y II y 5,67 cm los obesos tipo III (*Tabla 25*).

			Estadístico	Error estándar	
Circunferencia abdominal (cm)	Normal	Media	83,85	1,0234	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	81,76	
			Límite superior	85,94	
		Desviación estándar	5,70		
	Sobrepeso	Media	92,87	0,7777	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	91,33	
			Límite superior	94,42	
		Desviación estándar	7,13		
	Obesidad tipo I	Media	103,15	0,9817	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	101,18	
			Límite superior	105,12	
		Desviación estándar	7,08		
	Obesidad tipo II	Media	109,98	2,1872	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	105,29	
			Límite superior	114,67	
Desviación estándar		8,47			
Obesidad tipo III	Media	127,00	5,8721		
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	101,73		
		Límite superior	152,27		
	Desviación estándar	10,17			

Tabla 25.- Circunferencia abdominal de la muestra al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC.

La media de circunferencia abdominal en la última revisión fue de $96,10 \pm 11,17$ cm [IC 95%: 94,49 a 97,72 cm] casi idéntica a la inicial. En los hombres disminuyó en 1,65 cm y en las mujeres disminuyó en 1,61 cm (Tabla 21).

De los sujetos que finalizan el estudio aumenta la frecuencia de los que no presentan ni obesidad central ni riesgo cardiovascular respecto al inicio con un 36% (Gráfico 39).

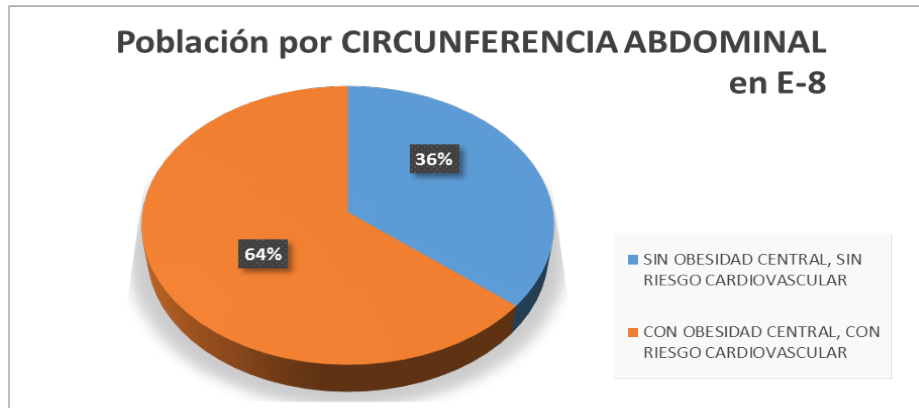


Gráfico 39.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP.

Después de cuatro años la distribución por sexo que nos encontramos es similar, siendo los hombres los que presentaron mayor proporción sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular respecto a las mujeres (Gráfico 40).

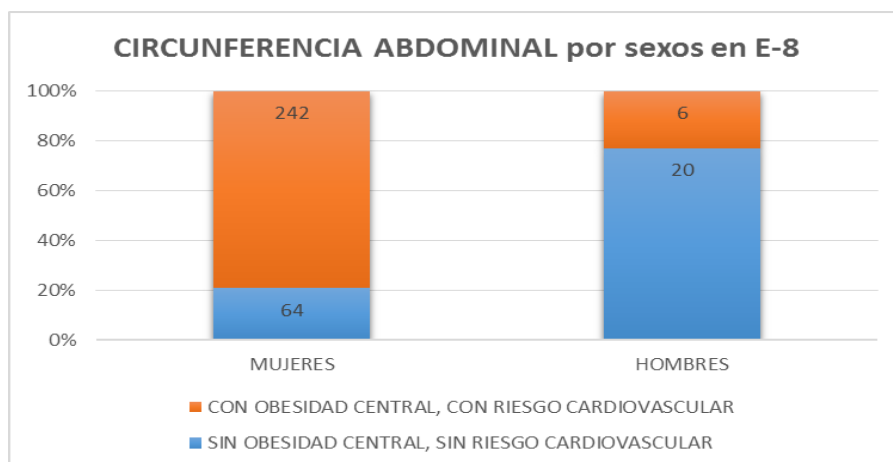


Gráfico 40.- Distribución por sexos al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP.

La media de edad corregida para el grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular fue de $72,01 \pm 5,59$ años [IC 95%: 70,67 a 73,40 años] y de $73,87 \pm$

5,54 años [IC 95%: 72,86 a 74,87 años] para los de obesidad central y riesgo cardiovascular.

El grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular disminuyó tanto el IMC en 0,98 kg/m² y la circunferencia abdominal en 2,19 cm (*Tabla 26*).

			Estadístico	Error estándar	
IMC (kg/m²)	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Media	25,4943	0,30341	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	24,8883	
			Límite superior	26,1002	
	Desviación estándar		2,46494		
	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Media	31,1972	0,37354	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	30,4575	
			Límite superior	31,9369	
Desviación estándar		4,07483			
Circunferencia abdominal (cm)	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Media	85,988	0,7568	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	84,477	
			Límite superior	87,499	
	Desviación estándar		6,1946		
	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Media	101,797	0,8370	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,139	
			Límite superior	103,454	
Desviación estándar		9,1303			

Tabla 26.- IMC y circunferencia abdominal de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según NCEP.

Al igual que al inicio del estudio la mayor frecuencia de mujeres corresponde a las que tienen obesidad y riesgo cardiovascular y se engloban en los grupos de sobrepeso y obesidad tipo I. Los hombres sin obesidad y sin

riesgos cardiovascular tienen sobrepeso, los que tienen obesidad y riesgo cardiovascular son solamente obesos tipo I (*Tabla 27*).

Recuento

		Circunferencia abdominal_8 categorizada por sexo				Total
		Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	
IMC_8 categorizado	Normal	23	3	5	0	31
	Sobrepeso	22	47	13	2	84
	Obesidad tipo I	1	45	2	4	52
	Obesidad tipo II	0	15	0	0	15
	Obesidad tipo III	0	3	0	0	3
Total		46	113	20	6	185

Tabla 27.- Tabla cruzada de IMC categorizado por circunferencia abdominal categorizada por sexo al final del estudio.

5.1.4.2.- VARIABLES CARDIOVASCULARES

En cuanto a los valores cardiovasculares aumentaron todos al final del estudio, la muestra tuvo una media de la frecuencia cardíaca de $73,96 \pm 11,31$ PPM [IC 95%: 72,32 a 75,60 PPM]. Las mujeres tuvieron 3,10 PPM más que los hombres.

Para la PAS la media fue de $133,18 \pm 18,00$ mmHg [IC 95%: 130,57 a 135,79 mmHg]. Los hombres tuvieron 3,31 mmHg más que las mujeres.

El grupo presentó una media de PAD final de $78,61 \pm 10,07$ mmHg [IC 95%: 77,15 a 80,07 mmHg]. Por sexo presentan valores similares, siendo ligeramente superior el de las mujeres (*Tabla 28*).

PARÁMETROS CARDIOVASCULARES		Estadístico	Error estándar	
Frecuencia cardíaca (PPM)	Media	73,96	0,8318	
	Desviación estándar	11,31		
	Mujer	Media	74,38	0,9099
		Desviación estándar	11,51	
	Hombre	Media	71,28	1,9507
		Desviación estándar	9,75	
Presión Arterial Sistólica (mmHg)	Media	133,18	1,3236	
	Desviación estándar	15,17		
	Mujer	Media	132,73	1,4194
		Desviación estándar	17,95	
	Hombre	Media	136,04	3,6844
		Desviación estándar	18,42	
Presión Arterial Diastólica (mmHg)	Media	78,61	0,7402	
	Desviación estándar	10,07		
	Mujer	Media	78,66	0,7714
		Desviación estándar	9,76	
	Hombre	Media	78,28	2,4183
		Desviación estándar	12,09	

Tabla 28.- Valores cardiovasculares al inicio del estudio para la muestra y por sexos.

La muestra final aumentó la frecuencia de sujetos en los grupos de tensión arterial normal y de hipertensión estadio II y disminuyendo en el grupo de prehipertensión (*Gráfico 41*). La distribución por sexos fue la siguiente: presentan mayor frecuencia el grupo de hipertensión estadio I con un 44% para los hombres y un 40,6% de prehipertensas las mujeres (*Gráfico 12*).

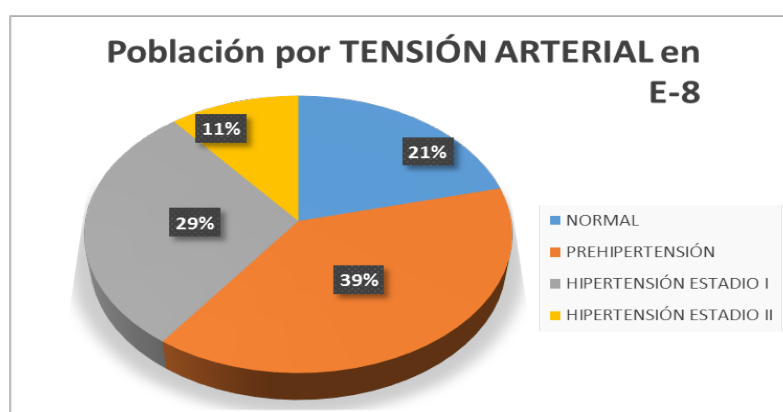


Gráfico 41.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII

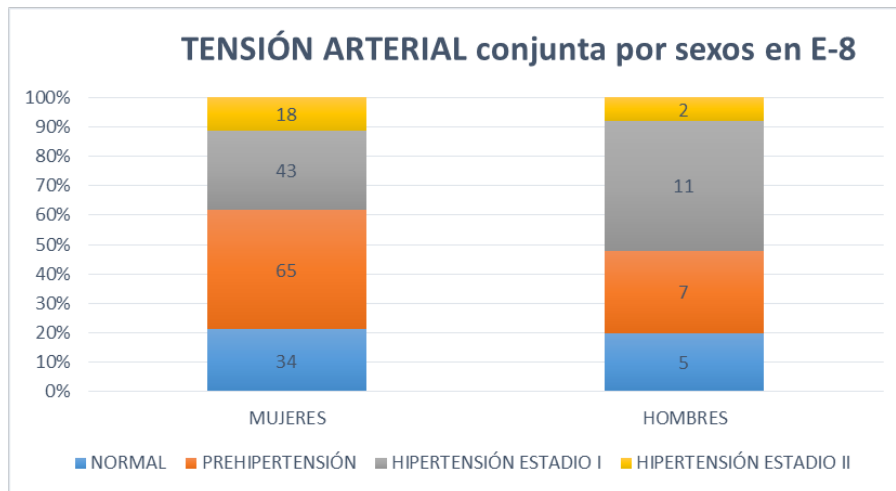


Gráfico 42.- Frecuencias por sexos al final del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII.

5.1.4.3.- PRUEBA DE LOS 6MWT

La distancia media recorrida en la 6MWT fue de $491,20 \pm 67,98$ m, caminando $30,21$ m menos que al principio. Las mujeres disminuyen de manera similar su distancia total $30,89$ m, mientras que los hombres caminan $18,15$ m menos que al inicio del estudio con una media final de $531,54 \pm 60,18$ m (Tabla 29).

			Estadístico	Error estándar
6 MWT (m)	Media		491,20	5,0250
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	481,29	
		Límite superior	501,12	
	Desviación estándar		67,98	
	Mínimo		250,0	
	Máximo		675,0	
	Rango		425,0	
Mujer	Media		484,52	5,3504
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	473,95	
		Límite superior	495,09	
	Desviación estándar		67,04	
	Mínimo		250,0	
	Máximo		670,0	
	Rango		420,0	
Hombre	Media		531,54	11,8021
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	507,23	
		Límite superior	555,85	
	Desviación estándar		60,18	
	Mínimo		395,0	
	Máximo		675,0	
	Rango		280,0	

Tabla 29.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra y por sexos.

El grupo de sujetos englobados en un IMC normal fue el que mayor distancia completó también al final del estudio en la 6MWT con una media de $531,45 \pm 63,86$ m [IC 95%: 508,03 a 554,88 m], decreciendo la distancia a medida que se incrementaba el IMC (*Gráfico 43*).

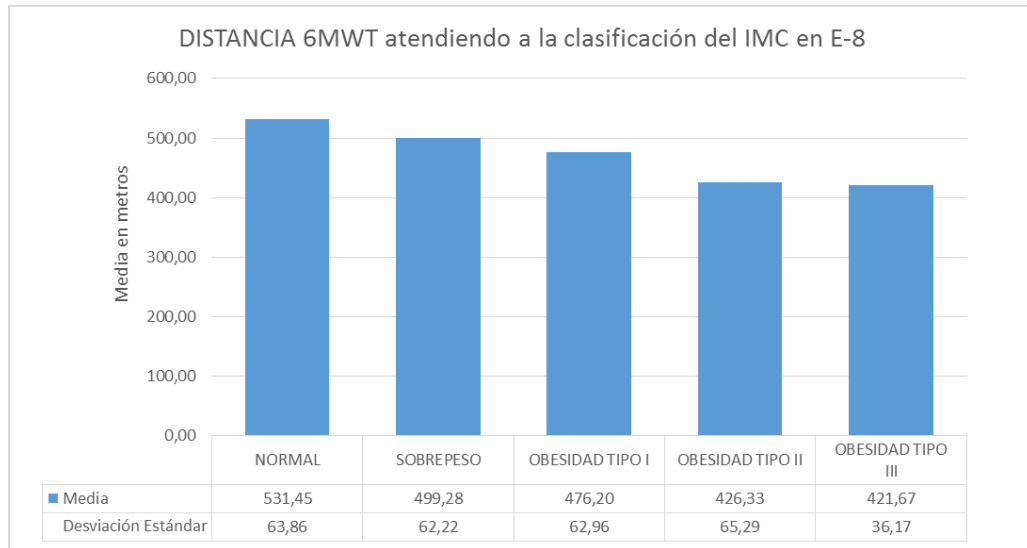


Gráfico 43.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por el IMC.

Los individuos que no presentaban ni obesidad central ni riesgo cardiovascular caminaron 44,81 m más que los que sí la presentaban que caminaron una media de $475,04 \pm 67,42$ m [IC 95%: 462,70 a 487,39 m] (Gráfico 44).

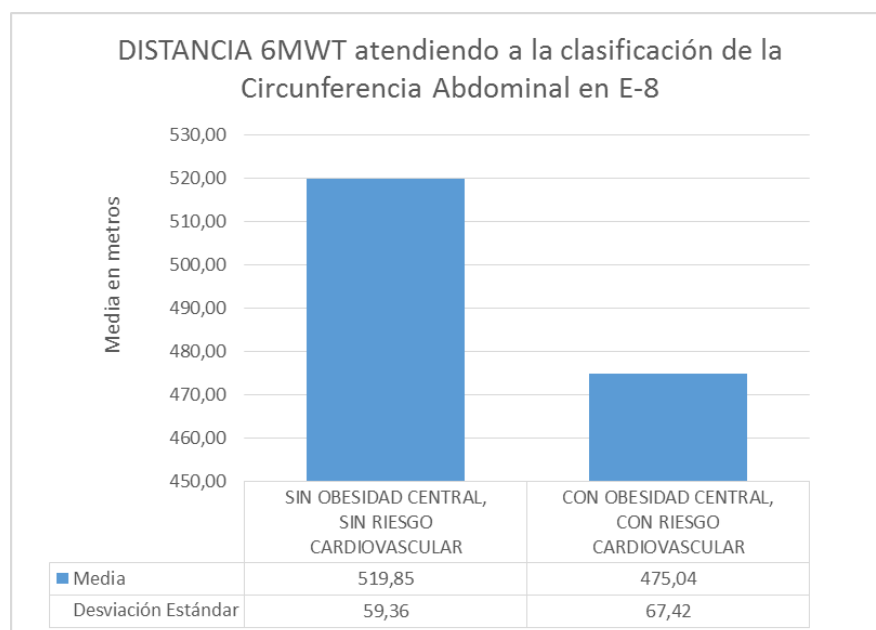


Gráfico 44.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por la circunferencia abdominal.

Existen diferencias estadísticamente significativas en la distancia recorrida en la 6MWT en la última revisión entre los sujetos clasificados por categorías según sexo y la existencia o no de obesidad central y riesgo cardiovascular, a partir de la circunferencia abdominal. [ANOVA $F_{[4-42,762]}=8,532$; $p=0,000$]. En las comparaciones por pares sólo existen diferencias significativas entre las mujeres con obesidad central y riesgo cardiovascular con las mujeres y con los hombres sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular (*Tabla 30*). El cambio con respecto al inicio, es que ahora los hombres con obesidad central y con riesgo cardiovascular no muestran diferencias significativas con las mujeres ni con los hombres sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular.

La muestra atendiendo a la clasificación de la tensión arterial se comportó de manera similar respecto al inicio del programa. Los sujetos que presentaron una tensión arterial normal fueron los que mayor distancia recorrieron en la 6MWT con una media de $503,17 \pm 59,55$ m [IC 95%: 480,93 a 525,40 m], siendo el grupo de hipertensos estadio I los que menos metros completaron (*Gráfico 45*).

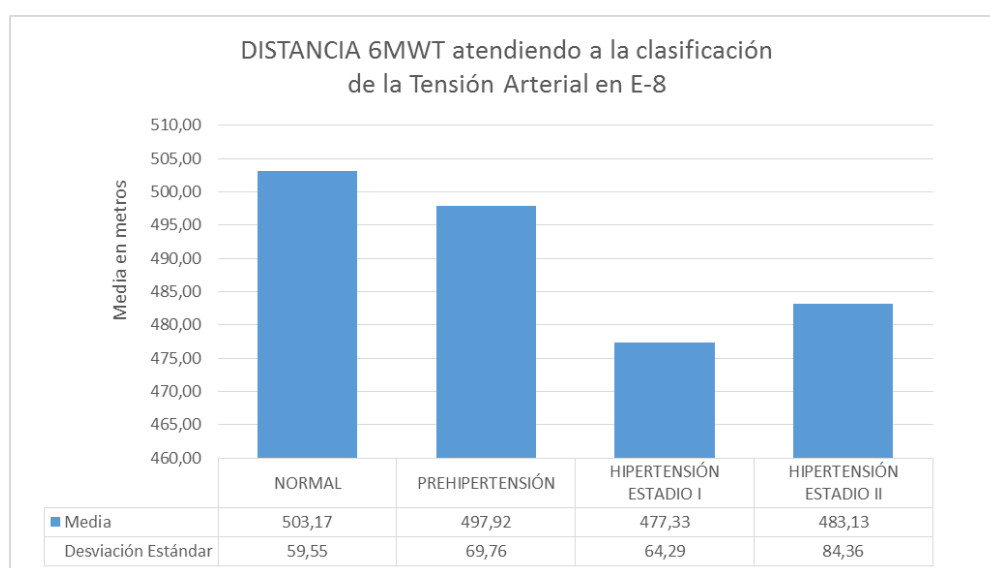


Gráfico 45.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por la tensión arterial.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: 6MWT en E-8 (m)

HSD Tukey

(I) Circunferencia abdominal_8 categorizada por sexo	(J) Circunferencia abdominal_8 categorizada por sexo	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	41,263*	11,2423	,002	12,108	70,418
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-20,304	17,1722	,639	-64,837	24,229
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	-9,638	27,8288	,986	-81,807	62,531
Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-41,263*	11,2423	,002	-70,418	-12,108
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-61,568*	15,5742	,001	-101,957	-21,179
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	-50,901	26,8722	,234	-120,589	18,787
Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	20,304	17,1722	,639	-24,229	64,837
	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	61,568*	15,5742	,001	21,179	101,957
	Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	10,667	29,8430	,984	-66,726	88,059
Hombre CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Mujer SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	9,638	27,8288	,986	-62,531	81,807
	Mujer CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	50,901	26,8722	,234	-18,787	120,589
	Hombre SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	-10,667	29,8430	,984	-88,059	66,726

Se basa en las medias observadas.

* La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

Tabla 30.- Comparación de la 6MWT por grupos de circunferencia abdominal y sexo al final del estudio.

5.1.5.- ADHERENCIA AL PREGGE

El programa se desarrolló con normalidad durante los cuatro ciclos, desde septiembre de 2010 a junio de 2014. Cada ciclo de intervención duró 8 meses, con un total de 3 sesiones semanales en 28 semanas de trabajo. Resultando un total de 336 sesiones de revitalización geriátrica. Existieron tres periodos de no intervención de cuatro meses de duración cada uno de ellos, desde junio a septiembre.

La muestra que inicia el programa es gente mayor activa, pues el 83% asistió al PReGe del año anterior ($n=308$), el 84% de las mujeres ($n=257$) y el 78,5% de los hombres ($n=51$) (*Gráfico 46*), con una media de años de ejercicio físico previo de $7,50 \pm 3,90$ años [IC 95%: 7,06 a 7,93 años]. Llegando a tener el más antiguo una trayectoria en el programa de 16 años. En la comparación de los años de actividad física previa por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[369]}=-0,854$; $p=0,394$] (*Tabla 31*).

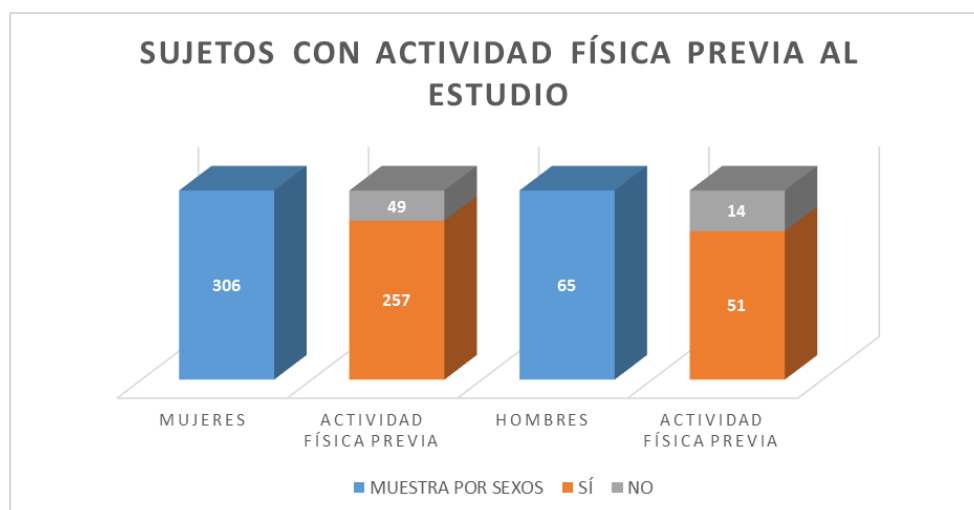


Gráfico 46.- Actividad física previa al estudio de la población por sexos.

La media de asistencia a las sesiones del PReGe del año anterior fue de 80,26 \pm 16,45 % [IC 95%: 78,41 a 82,10 %], los hombres asistieron un 1,18% menos a las sesiones respecto a las mujeres que tuvieron una media de asistencia del 80,45 \pm 15,51 % [IC 95%: 78,55 a 81,86 %]. En la comparación de la asistencia al programa el año anterior por sexos no encontramos diferencias estadísticamente significativas [T-student de muestras independientes $t_{[306]}=-0,466$; $p=0,641$] (Tabla 31).

			Estadístico	Error estándar	
Antigüedad en el programa (años)		Media	7,50	0,22	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,06	
			Límite superior	7,93	
		Desviación estándar	3,90		
	MUJER	Media	7,51	0,24	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	7,03	
			Límite superior	7,99	
		Desviación estándar	3,91		
	HOMBRE	Media	7,43	0,54	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	6,34	
			Límite superior	8,52	
		Desviación estándar	3,87		
%_ASISTENCIA año anterior		Media	80,26	0,94	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	78,41	
			Límite superior	82,10	
		Desviación estándar	16,45		
	MUJER	Media	80,45	0,97	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	78,55	
			Límite superior	82,36	
		Desviación estándar	15,51		
	HOMBRE	Media	79,28	2,90	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	73,46	
			Límite superior	85,09	
		Desviación estándar	20,69		

Tabla 31.- Años de antigüedad en el PReGe y porcentaje de asistencia al año anterior.

En el primer periodo de intervención (PI-1) del estudio, la media de asistencia de los que asistieron a más del 50% de las sesiones fue del $82,19 \pm 12,40$ % [IC 95%: 80,83 a 83,54 %]. Al aplicar este criterio de exclusión quedaron fuera del estudio 46 sujetos (12,4%) (Gráfico 47).

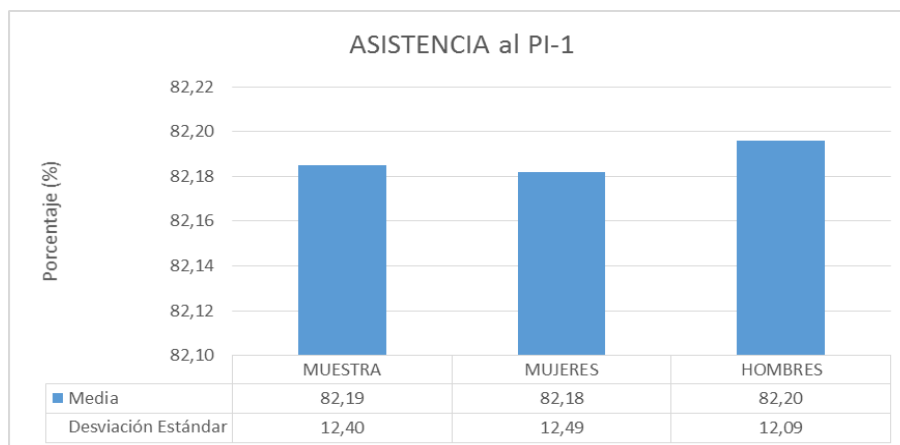


Gráfico 47.- Porcentaje de asistencia al primer periodo de intervención.

En este momento categorizamos la variable porcentaje de asistencia a las sesiones en tres niveles: entre el 50 y 75% de asistencias, entre el 75 y 85% y acudir a más del 85% de las sesiones. En el PI-1 el 52,9% de los sujetos asistió a más del 85% de las sesiones (Gráfico 48).

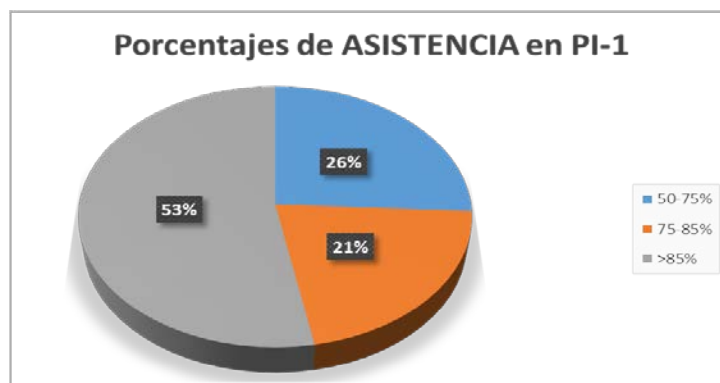


Gráfico 48.- Distribución de la muestra al final del primer periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.

Continuando con el segundo periodo de intervención (PI-2) del estudio, la media de asistencia se incrementó en un 3,23% resultando una media del $85,42 \pm 10,79$ % [IC 95%: 84,16 a 86,68 %]. Al aplicar el criterio de exclusión de asistencia mínima quedan fuera ya del estudio el 23,5% de sujetos, contando los dos primeros ciclos. En este periodo se pierde un número similar al anterior $n=41$ (Gráfico 49).

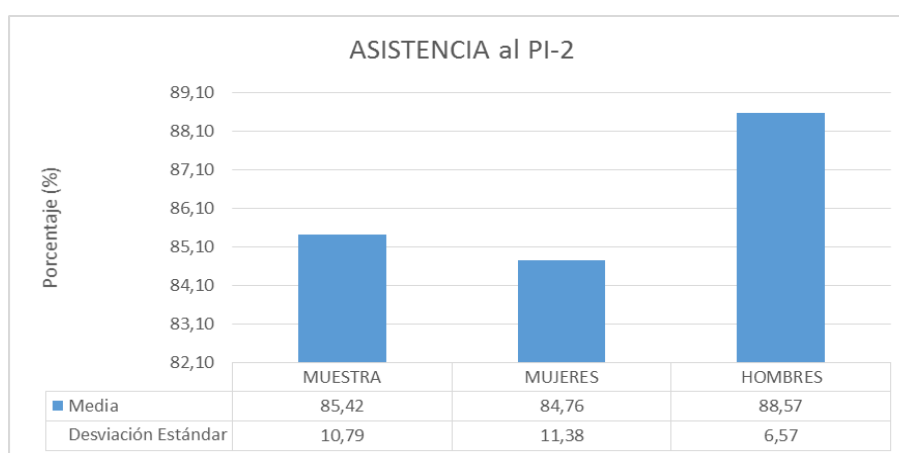


Gráfico 49.- Porcentaje de asistencia al segundo periodo de intervención.

En este segundo momento del estudio aumenta el porcentaje de los sujetos que asistió a más del 85% de las sesiones, hasta un total del 62% (Gráfico 50).

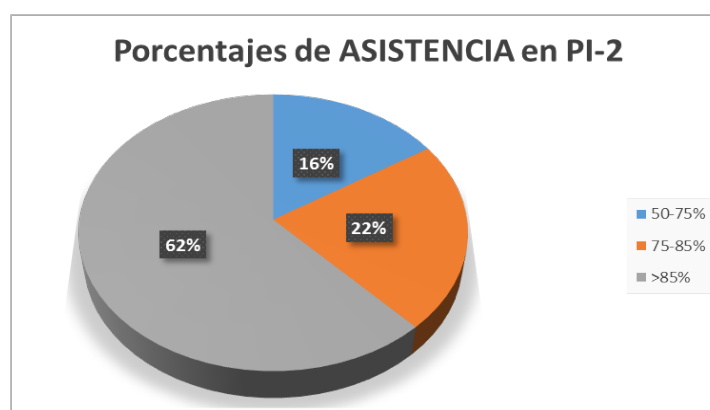


Gráfico 50.- Distribución de la muestra al final del segundo periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.

El promedio de asistencia de estos dos primeros periodos de intervención es de $84,29 \pm 9,39$ % [IC 95%: 83,19 a 85,38 %], siendo mayor el de los hombres (Gráfico 51).

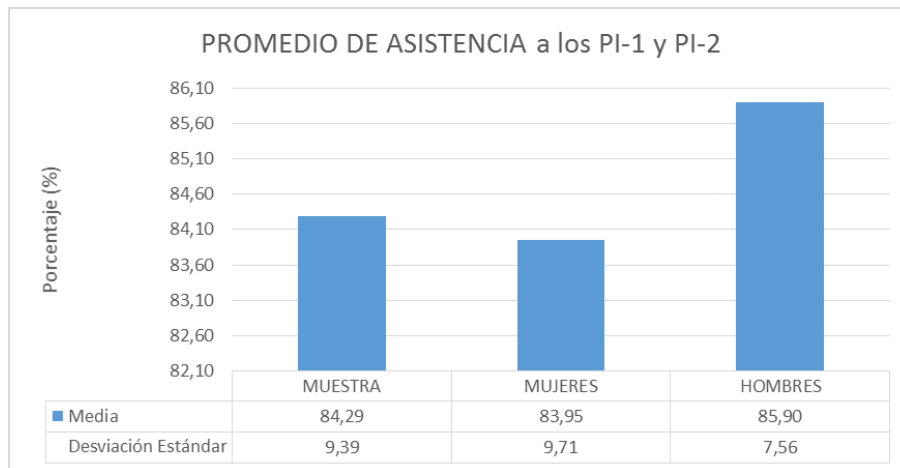


Gráfico 51.- Promedio de asistencia a los dos primeros periodos de intervención.

El tercer periodo de intervención (PI-3) del estudio, presentó la media de asistencia más elevada de todo el estudio con una media del $86,69 \pm 11,16$ % [IC 95%: 85,21 a 88,17 %]. Al aplicar el criterio de exclusión de asistencia mínima quedan fuera del estudio 64 sujetos, contando los tres ciclos se han excluido al 40,7% de los individuos que iniciaron el estudio (Gráfico 52).

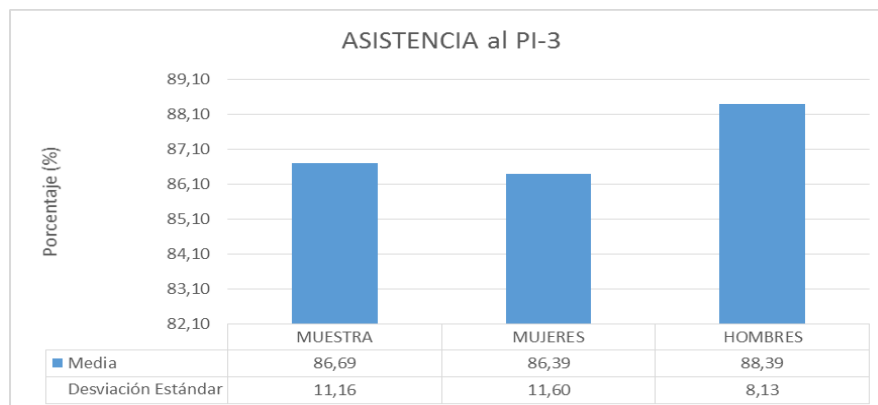


Gráfico 52.- Porcentaje de asistencia al tercer periodo de intervención.

En este momento del estudio continúa la tendencia de aumento de los participantes que acuden a más del 85% de las sesiones (*Gráfico 53*).

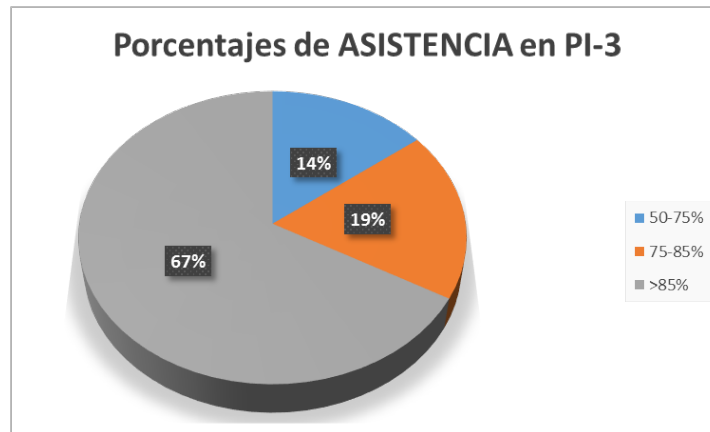


Gráfico 53.- Distribución de la muestra al final del tercer periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.

El promedio de asistencia de estos tres periodos de intervención es de 85,85 \pm 8,37 % [IC 95%: 84,74 a 86,97 %] (*Gráfico 54*).

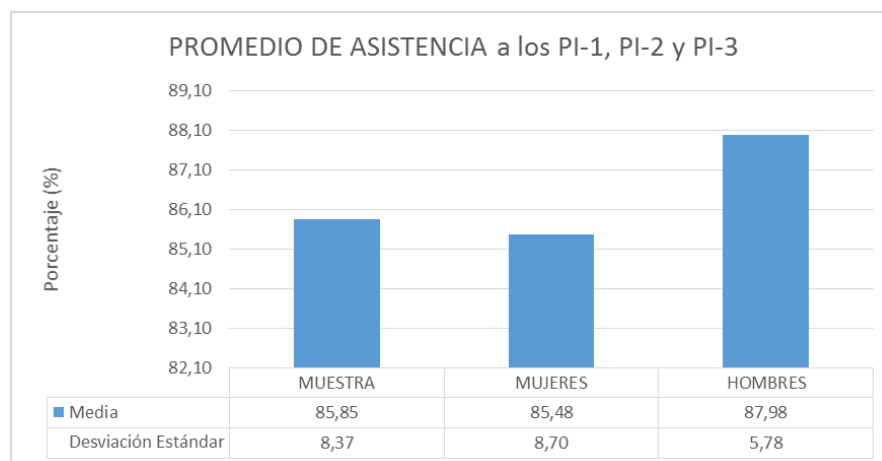


Gráfico 54.- Promedio de asistencia a tres periodos de intervención.

El último periodo de intervención del estudio (PI-4), presentó una media de asistencia del 85,70 \pm 11,38 % [IC 95%: 84,07 a 87,34 %]. Al aplicar el criterio de

exclusión de asistencia mínima quedan fuera del estudio el 49,3% de los que iniciaron el programa en septiembre de 2010, en total 183 sujetos. Podemos apreciar que este es el periodo de menor pérdida de sujetos por este criterio $n=32$ (Gráfico 55).

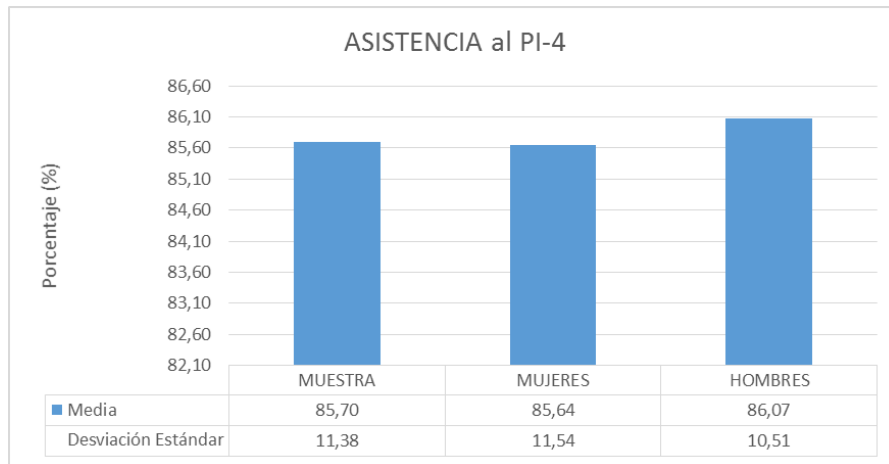


Gráfico 55.- Porcentaje de asistencia al cuarto periodo de intervención.

La distribución de porcentajes de asistencia sigue la misma tendencia que en todo el estudio (Gráfico 56).

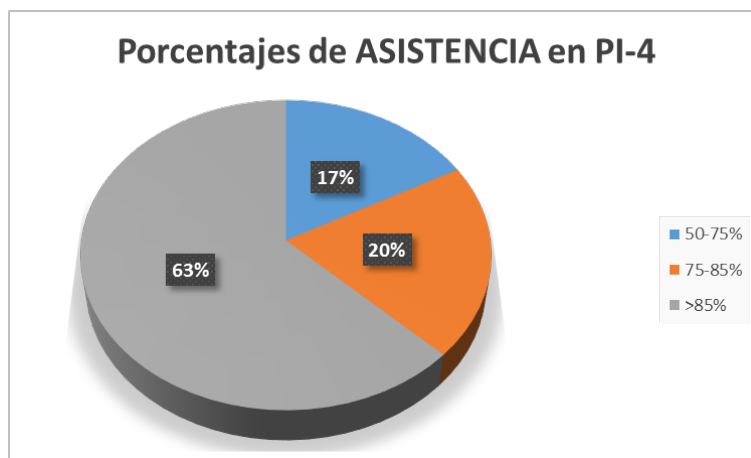


Gráfico 56.- Distribución de la muestra al final del cuarto periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.

El promedio de asistencia de los participantes en el estudio, en sus cuatro periodos de intervención, es de $86,24 \pm 7,91$ % [IC 95%: 85,10 a 87,38 %] (Gráfico 57).

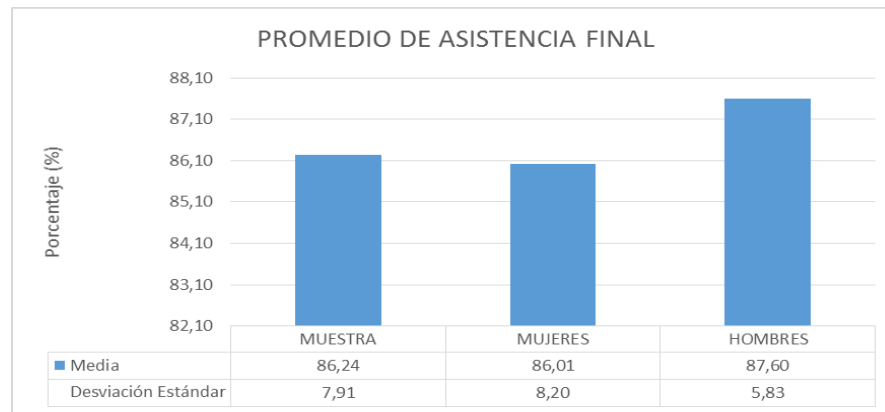


Gráfico 57.- Promedio de asistencia a los cuatro periodos de intervención.

Cuando tenemos presente el promedio de asistencia de los sujetos que participan a lo largo de los cuatro periodos de intervención del estudio, nos sigue resultando que el mayor porcentaje de individuos asiste de manera continuada a más del 85% de las sesiones, seguido de los que acuden entre el 75 y el 85% y decrecen los que tienen una asistencia entre el 50 y el 75%, analizado desde el inicio al final (Gráfico 58).

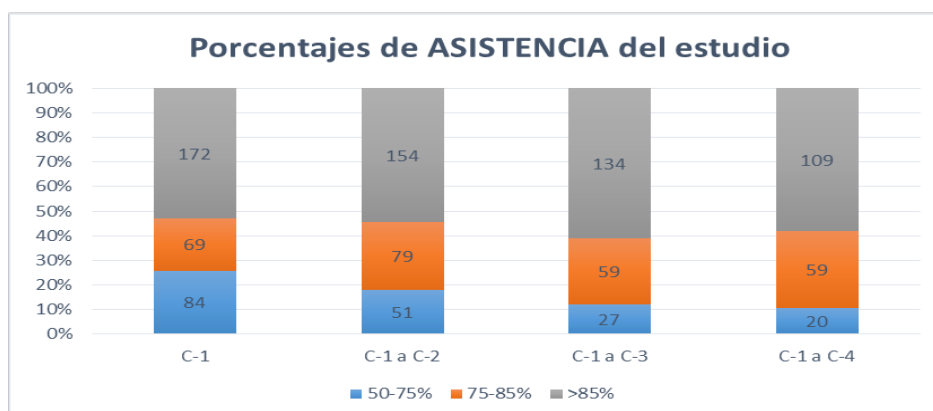


Gráfico 58.- Distribución de la muestra durante el estudio atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.

5.1.6.- DIAGRAMA DE FLUJO

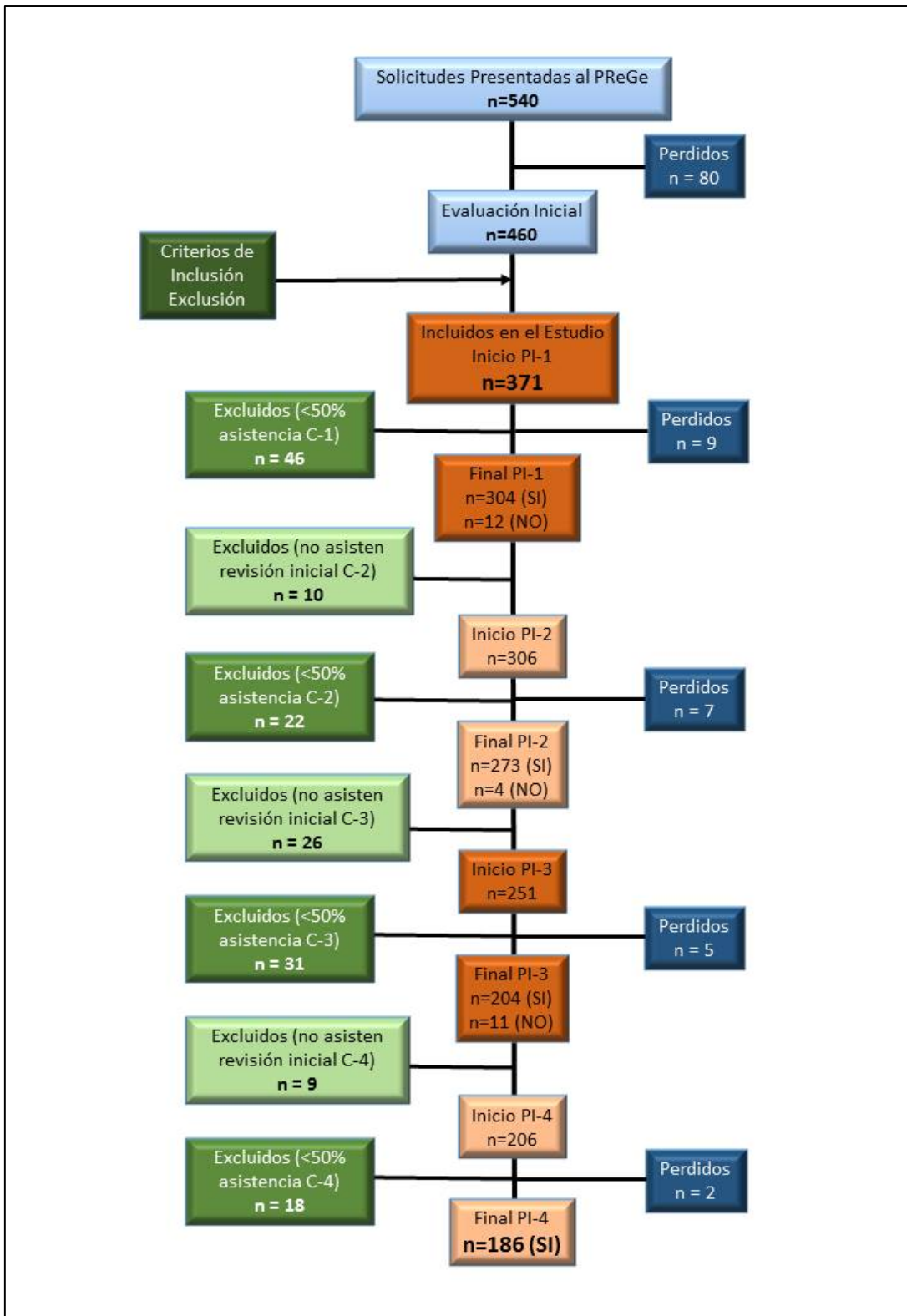


Imagen 17.- Diagrama de flujo de los participantes durante el estudio.

5.2.- RESULTADOS INFERENCIALES

5.2.1.- CORRELACIONES

A partir de los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones de los parámetros antropométricos, cardiovasculares, de la distancia recorrida en la 6MWT y la asistencia al PReGe, atendiendo a las categorizaciones de cada una de ellas y al sexo se han buscado las correlaciones.

Como consecuencia del tamaño de la muestra se han obtenido muchas correlaciones estadísticamente significativas a nivel de 0,05 (bilateral) y en mayor medida con un nivel de significación del 0,01 (bilateral) a partir del coeficiente de correlación lineal de Pearson.

En las siguientes tablas se marcan únicamente aquellas correlaciones, con una $p < 0,05$ y $< 0,01$, que existen entre la distancia recorrida en la 6MWT y el resto de variables del estudio. La observación de las correlaciones se realiza atendiendo a las ocho evaluaciones realizadas en los cuatro ciclos del estudio.

La distancia alcanzada durante la prueba de la 6MWT tiene una relación directa con el sexo. Como se codificó a los hombres con un valor 2 y a las mujeres con un valor 1, implica que los hombres caminan más distancia que las mujeres. Esta correlación mantiene una significación estadística ($p < 0,01$) a lo largo de todo el estudio (*Tabla 32*).

La edad mantiene una relación inversa con la distancia de la 6MWT, es decir, a mayor edad menos distancia recorren los sujetos. Lo mismo ocurre con la antigüedad en el PReGe de los participantes, que posee una relación lineal inversa con la 6MWT. Por este motivo, se supone que influye la edad del individuo, nuestra muestra con una media de $73,96 \pm 6,05$ años, y la

cantidad de años que llevan haciendo ejercicio físico de $7,50 \pm 3,90$ años, no así su condición física. En ambos casos hay significación estadística de $p \leq 0,01$ en todos los periodos, salvo en la E-7 en que la antigüedad en el PReGe tiene una significación de $p=0,017$ (Tabla 32).

Respecto a las variables antropométricas, el IMC tiene una relación inversa con la distancia recorrida en la 6MWT, siendo significativa estadísticamente ($p \leq 0,01$) durante todo el estudio. El peso, que es una de las variables que contribuyen al IMC, mantiene el mismo tipo de relación, aunque únicamente es significativo, a nivel de $p \leq 0,01$, en cuatro periodos (E-2, E-6, E-7, E-8). Por el contrario, la talla se relaciona de manera directa con la distancia en la 6MWT, es decir, los más altos caminan más distancia. Su significación estadística es a nivel de $p \leq 0,01$ en todo el estudio (Tabla 32).

Evaluaciones	VARIABLES											
	SEXO	EDAD	PESO	TALLA	IMC	PPM	PAS	PAD	C_ABD	6MWT	ANTIGÜEDAD	ASISTENCIA_0
6MWT_1 Correlación de Pearson	,188**	-,428**	-0,068	,298**	-,269**	-,136**	-0,048	-0,033	-,280**	1	-,240**	0,093
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,189	0,000	0,000	0,009	0,356	0,528	0,000		0,000	0,103
6MWT_2 Correlación de Pearson	,280**	-,349**	-,162**	,315**	-,353**	-0,090	-,143*	-0,034	-,283**	1	-,328**	0,063
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,145	0,020	0,584	0,000		0,000	0,349
6MWT_3 Correlación de Pearson	,303**	-,405**	-0,032	,290**	-,215**	-,138*	0,032	,130*	-,189**	1	-,299**	0,032
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,581	0,000	0,000	0,017	0,577	0,024	0,001		0,000	0,607
6MWT_4 Correlación de Pearson	,296**	-,319**	-0,109	,259**	-,282**	-0,109	0,030	0,075	-,303**	1	-,239**	0,075
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,076	0,000	0,000	0,075	0,632	0,221	0,000		0,000	0,255
6MWT_5 Correlación de Pearson	,302**	-,356**	-0,121	,279**	-,313**	-,129*	-0,035	0,026	-,275**	1	-,253**	0,091
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,057	0,000	0,000	0,043	0,584	0,686	0,000		0,000	0,181
6MWT_6 Correlación de Pearson	,260**	-,338**	-,297**	,307**	-,494**	-0,124	-0,113	-0,027	-,417**	1	-,206**	0,080
Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,079	0,111	0,704	0,000		0,003	0,294
6MWT_7 Correlación de Pearson	,231**	-,312**	-,190**	,220**	-,346**	-,153*	-0,094	-0,081	-,274**	1	-,167*	0,082
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,006	0,002	0,000	0,028	0,182	0,249	0,000		0,017	0,269
6MWT_8 Correlación de Pearson	,242**	-,327**	-,293**	,215**	-,451**	-0,113	-0,058	-0,049	-,441**	1	-,277**	0,103
Sig. (bilateral)	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,126	0,436	0,510	0,000		0,000	0,189

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).
 **. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 32.- Correlaciones entre la 6MWT y el resto de variables en cada una de las evaluaciones del programa.

A lo largo de todo el estudio la circunferencia abdominal posee una relación inversa con los metros caminados en la 6MWT, con una significación estadística a nivel de $p \leq 0,01$, así a medida que aumenta el riesgo cardiovascular y la obesidad central caminan menos distancia (*Tabla 32*).

Las variables cardiovasculares no tienen un patrón definido de correlación con la distancia caminada, siendo la frecuencia cardíaca la que tiene una relación inversa en el 50% de las evaluaciones, más concretamente en las evaluaciones iniciales de cada periodo de intervención, siendo mayoritaria la significación a nivel de $p \leq 0,05$. Alcanzarían distancias más largas aquellos que tienen unas PPM en reposo más bajas (*Tabla 32*).

La PAS correlaciona de manera inversa ($p=0,020$) en la segunda evaluación, por lo tanto, los que tienen tensión más baja recorrerán más metros en la 6MWT. En la tercera evaluación la PAD tiene una relación directa ($p=0,024$) (*Tabla 32*).

Al incluir la variable de agrupación por sexo en las correlaciones entre la distancia recorrida en la 6MWT y el resto de variables, las mujeres presentan una tendencia muy similar a la muestra completa, mientras que los hombres en las últimas evaluaciones presentan menor cantidad de correlaciones significativas entre las variables debido, en gran parte, a la pérdida de sujetos varones a lo largo del PReGe (*Tabla 33*).

Los hombres mantienen la relación inversa entre la 6MWT con la edad, la antigüedad en el PReGe y la circunferencia abdominal en los tres primeros ciclos. La talla, que correlaciona de manera directa, lo hace principalmente en los dos primeros ciclos; mientras que el IMC, que correlaciona de manera inversa, lo hace fundamentalmente en los dos últimos ciclos (*Tabla 33*).

	Evaluaciones	VARIABLES											
		EDAD	PESO	TALLA	IMC	PPM	PAS	PAD	C_ABD	6MWT	ANTIGÜEDAD	ASISTENCIA_0	
MUJERES	6MWT_1	Correlación de Pearson	-.408**	-.187**	.204**	-.305**	-0,053	-0,077	-0,075	-.289**	1	-.168**	0,048
		Sig. (bilateral)	0,000	0,001	0,000	0,000	0,353	0,180	0,189	0,000		0,003	0,440
	6MWT_2	Correlación de Pearson	-.338**	-.307**	.137*	-.383**	-0,017	-.210**	-0,057	-.286**	1	-.248**	0,052
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,043	0,000	0,799	0,002	0,400	0,000		0,000	0,482
	6MWT_3	Correlación de Pearson	-.405**	-.141*	.124*	-.209**	-0,074	-0,010	0,110	-.185**	1	-.233**	0,000
		Sig. (bilateral)	0,000	0,026	0,049	0,001	0,243	0,871	0,083	0,003		0,000	0,998
	6MWT_4	Correlación de Pearson	-.291**	-.242**	0,052	-.282**	-0,108	-0,043	0,080	-.321**	1	-.190**	0,095
		Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,447	0,000	0,109	0,528	0,239	0,000		0,005	0,191
6MWT_5	Correlación de Pearson	-.386**	-.202**	.146*	-.301**	-0,103	-0,127	0,028	-.279**	1	-.213**	0,076	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,003	0,035	0,000	0,140	0,067	0,686	0,000		0,002	0,306	
6MWT_6	Correlación de Pearson	-.343**	-.356**	.234**	-.484**	-0,059	-.227**	-0,091	-.429**	1	-.175*	0,087	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,002	0,000	0,446	0,003	0,240	0,000		0,022	0,290	
6MWT_7	Correlación de Pearson	-.362**	-.267**	0,093	-.332**	-.149*	-.196**	-0,110	-.284**	1	-.164*	0,071	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,221	0,000	0,049	0,010	0,150	0,000		0,030	0,381	
6MWT_8	Correlación de Pearson	-.328**	-.371**	0,136	-.462**	-0,065	-0,122	-0,106	-.484**	1	-.271**	0,082	
	Sig. (bilateral)	0,000	0,000	0,090	0,000	0,421	0,129	0,188	0,000		0,001	0,338	
HOMBRES	6MWT_1	Correlación de Pearson	-.641**	0,067	-.339**	-0,140	-.344**	-0,012	0,039	-.333**	1	-.447**	0,210
		Sig. (bilateral)	0,000	0,596	0,006	0,264	0,005	0,922	0,756	0,007		0,000	0,138
	6MWT_2	Correlación de Pearson	-.560**	0,019	-.380**	-0,238	-0,137	-0,002	0,128	-.378**	1	-.560**	0,077
		Sig. (bilateral)	0,000	0,902	0,009	0,112	0,364	0,988	0,396	0,010		0,000	0,655
	6MWT_3	Correlación de Pearson	-.615**	0,030	0,237	-0,127	-0,198	0,105	.357*	-0,223	1	-.501**	0,110
		Sig. (bilateral)	0,000	0,833	0,095	0,374	0,163	0,465	0,010	0,116		0,000	0,498
	6MWT_4	Correlación de Pearson	-.597**	0,041	.337*	-0,196	-0,112	0,154	0,117	-0,275	1	-.376**	-0,023
		Sig. (bilateral)	0,000	0,783	0,019	0,182	0,450	0,301	0,430	0,058		0,008	0,890
6MWT_5	Correlación de Pearson	-.461**	-0,225	0,129	-.323*	-0,212	0,306	0,052	-.351*	1	-.510**	0,156	
	Sig. (bilateral)	0,004	0,175	0,440	0,048	0,202	0,062	0,756	0,031		0,001	0,386	
6MWT_6	Correlación de Pearson	-.451*	-.483**	0,055	-.529**	-0,277	0,316	0,117	-.456*	1	-.417*	-0,029	
	Sig. (bilateral)	0,012	0,007	0,774	0,003	0,146	0,095	0,547	0,011		0,022	0,884	
6MWT_7	Correlación de Pearson	-0,095	-0,214	0,194	-.369*	-0,108	0,245	0,017	-0,295	1	-0,236	0,072	
	Sig. (bilateral)	0,613	0,247	0,297	0,041	0,563	0,183	0,930	0,107		0,200	0,710	
6MWT_8	Correlación de Pearson	-0,476	-0,214	-0,105	-0,201	-0,273	0,300	0,323	-0,213	1	-0,322	0,245	
	Sig. (bilateral)	0,014	0,293	0,610	0,325	0,178	0,145	0,116	0,296		0,109	0,237	

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

**.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Tabla 33.- Correlaciones por sexo entre la 6MWT y el resto de variables en cada una de las evaluaciones del programa.

5.2.3.- ANÁLISIS COMPARATIVO MULTIVARIANTE

Teniendo presente las comparaciones de cada una de las variables al inicio del estudio, se realizan las comparaciones mediante un análisis multivariante (MANOVA). Se utilizan como variables de agrupación las variables: evaluaciones (1 a 8), sexo (SEXO), IMC al inicio del primer ciclo de intervención por rangos OMS (IMC_1_rango), presión arterial conjunta al inicio del primer ciclo de intervención (PAS/PAD_1_rango), la circunferencia abdominal al inicio del primer ciclo de intervención por rangos

(C_ABD_1_rango) y el promedio de asistencia a cuatro ciclos de intervención (Asistencia_Tot_78). Se tendrá en cuenta la edad corregida (EDAD), la talla al inicio del primer ciclo de intervención (TALLA_1), el peso al inicio del primer ciclo de intervención (PESO_1), el IMC al inicio del primer ciclo de intervención (IMC_1) y la circunferencia abdominal al inicio del primer ciclo de intervención (C_ABD_1) como covariables para controlar su efecto sobre las comparaciones.

Este análisis se ha ido realizando para la variable de la 6MWT en cada evaluación del estudio.

Debido al tamaño de algunas tablas, sólo se mostrarán aquellas partes en las que se observen algunas diferencias estadísticamente significativas o que puedan ser relevantes clínicamente.

En la variable analizada, la 6MWT, se expondrán los resultados teniendo en cuenta que: en primer lugar, se incluyen como variables de agrupación las evaluaciones, el sexo, C_ABD_1_rango, Asistencia_Tot_78; y en segundo lugar, se añadieron a estas variables de agrupación el IMC_1_rango y la PAS/PAD_1_rango.

Las interacciones estudiadas son las relativas a la variable dependiente 6MWT a lo largo del estudio. Tomaremos las medias estimadas, en lugar de las medias descriptivas, porque son medias corregidas controlando el efecto de las covariables significativas incluidas en el análisis.

5.2.3.1.- ANÁLISIS MULTIVARIANTE (MANOVA) DE LOS 6MWT

a.- Con evaluaciones, sexo, circunferencia abdominal (rangos) y promedio de asistencia a cuatro ciclos (rangos) como variables de agrupación.

Al realizar los contrastes multivariados (MANOVA) debemos mantener en el modelo como covariables, por ser significativas y para mantener su efecto controlado, la **edad** [$F_{[1,127]}=13,353$; $p=0,000$] y la **C_ABD_1** [$F_{[1,127]}=22,124$; $p=0,000$].

En este análisis obtenemos diferencias estadísticamente significativas en la interacción **evaluación*C_ABD_1_rango** [$F_{[7,121]}=2,280$; $p=0,032$] y en el **sexo** [$F_{[1,127]}=14,119$; $p=0,000$].

En el análisis teniendo en cuenta el sexo, las diferencias significativas muestran como es mayor la distancia recorrida en la 6MWT para los hombres, con una diferencia entre las medias estimadas por sexo de 61,294 m [IC 95%: 29,808 a 92,781].

Aun no siendo significativo en el modelo MANOVA inicial, hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas en la comparación por pares en las **evaluaciones**, que resultan interesantes para nuestro estudio ya que se ve claramente como descende la distancia recorrida a lo largo del seguimiento. Así la distancia caminada resulta mayor en la primera evaluación respecto a las cuatro últimas evaluaciones, la segunda respecto a las tres últimas evaluaciones, la tercera y cuarta respecto a la séptima y octava (*Gráfico 59*) (*Tabla 34*).

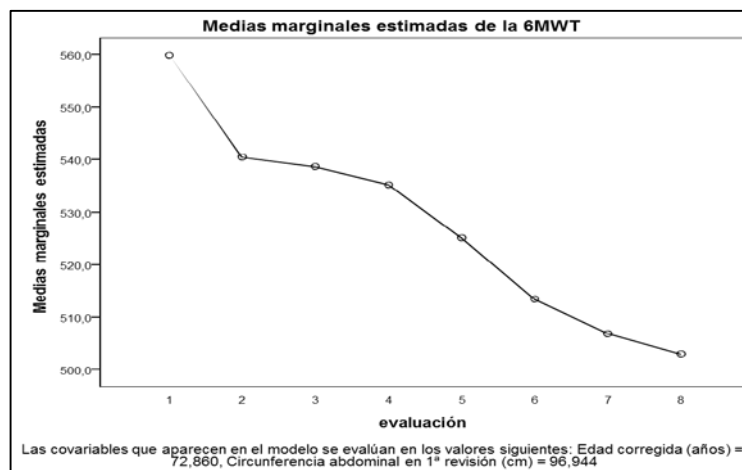


Gráfico 59.- Tendencia de la 6MWT a lo largo del estudio (MANOVA).

Evaluación I	J	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^c	95% de intervalo de confianza para diferencia ^c	
					Límite inferior	Límite superior
1	5	34,809 ^{a,*}	8,470	,002	7,843	61,774
	6	46,499 ^{a,*}	6,743	,000	25,032	67,965
	7	53,045 ^{a,*}	7,220	,000	30,061	76,028
	8	56,987 ^{a,*}	8,814	,000	28,927	85,047
2	6	27,053 ^{a,*}	7,386	,010	3,540	50,567
	7	33,600 ^{a,*}	7,849	,001	8,611	58,588
	8	37,542 ^{a,*}	9,415	,003	7,569	67,515
3	7	31,808 ^{a,*}	8,648	,010	4,278	59,338
	8	35,751 ^{a,*}	10,076	,015	3,673	67,829
4	7	28,406 ^{a,*}	8,854	,046	,218	56,593
	8	32,348 ^{a,*}	8,774	,009	4,415	60,281

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 34.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio (MANOVA).

- **Interacción C_ABD_1_rango*Evaluación:**

En las comparaciones por pares, las diferencias aparecen principalmente en el grupo de personas sin obesidad y sin riesgo cardiovascular que recorren más distancia en la primera evaluación que en el resto, salvo en la segunda y tercera. En la segunda y quinta revisión caminan más metros que en la sexta,

séptima y octava. Los sujetos con obesidad y riesgo cardiovascular caminan más en la primera evaluación que en la séptima únicamente (Gráfico 60) (Tabla 35).

Además podemos observar como la tendencia es más marcada en los sujetos sin obesidad central y riesgo cardiovascular al inicio del estudio, ya que la distancia que recorren al final del estudio es menor que en los sujetos con obesidad central y riesgo cardiovascular.

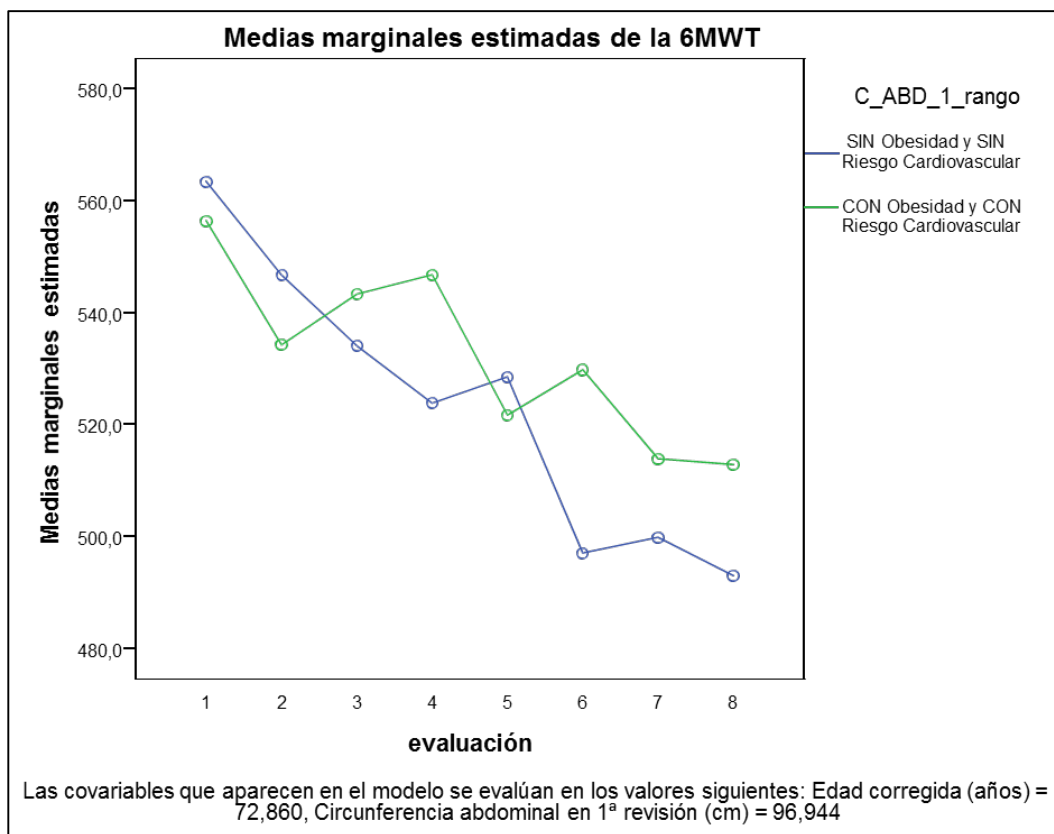


Gráfico 60.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio en la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).

C_Abd_1_rango	Evaluación		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^c	95% de intervalo de confianza para diferencia ^c		
	I	J				Límite inferior	Límite superior	
SIN Obesidad y SIN Riesgo	1	4	39,636 ^{a*}	12,289	,044	,514	78,758	
		6	66,403 ^{a*}	8,872	,000	38,158	94,647	
		7	63,603 ^{a*}	9,499	,000	33,362	93,844	
		8	70,454 ^{a*}	11,597	,000	33,534	107,374	
	2	6	49,680 ^{a*}	9,718	,000	18,742	80,617	
		7	46,880 ^{a*}	10,328	,000	14,002	79,758	
		8	53,731 ^{a*}	12,388	,001	14,295	93,168	
	5	6	31,479 ^{a*}	8,984	,018	2,879	60,080	
		7	28,680 ^{a*}	8,612	,031	1,264	56,096	
		8	35,531 ^{a*}	9,805	,012	4,317	66,745	
	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	1	7	42,486 ^{a*}	12,538	,026	2,571	82,401

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 35.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio por circunferencia abdominal inicial categorizada en la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).

- **Interacción Evaluación*C_ABD_1_rango:**

No existen diferencias estadísticamente significativas en las comparaciones por pares.

Hemos querido incluir también las diferencias significativas encontradas en las comparaciones por pares teniendo en cuenta el promedio de asistencia total en el estudio, aunque no aparecieran diferencias significativas en el modelo manova.

- **Interacción Asistencia_Tot_78*Evaluación:**

En la comparación por pares para aquellos sujetos que tienen un promedio entre el 50 y el 75% de asistencia a los cuatro ciclos de intervención, hay diferencias significativas, observando que caminan más metros en la primera y segunda evaluación que en la sexta, séptima y octava. En los que su promedio de asistencia se sitúa entre el 75-85% hay diferencias significativas y vemos que caminan más en la primera evaluación respecto a

la séptima y octava. Los que asisten a más del 85% de las sesiones en todo el programa les ocurre como al primer grupo de asistencia, con la salvedad de que las diferencias de medias son menores y el nivel de significación es mayor (Tabla 36) (Gráfico 61).

Asistencia_Tot_78	Evaluación		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^c	95% de intervalo de confianza para diferencia ^c	
	I	J				Límite inferior	Límite superior
50-75% Asistencia	1	6	64,867 ^a *	12,865	,000	23,910	105,824
		7	49,366 ^a *	13,775	,013	5,514	93,217
		8	60,243 ^a *	16,817	,013	6,705	113,780
	2	6	64,204 ^a *	14,092	,000	19,341	109,066
		7	48,703 ^a *	14,976	,040	1,027	96,378
		8	59,580 ^a *	17,963	,033	2,393	116,766
75-85% Asistencia	1	7	62,881 [*]	13,668	,000	19,370	106,392
		8	54,586 [*]	16,687	,038	1,464	107,707
>85% Asistencia	1	6	45,726 [*]	9,031	,000	16,977	74,475
		7	45,048 [*]	9,669	,000	14,266	75,829
		8	57,761 [*]	11,805	,000	20,181	95,341
	2	6	37,874 [*]	9,892	,006	6,383	69,364
		7	37,195 [*]	10,512	,016	3,730	70,661
		8	49,909 [*]	12,609	,003	9,767	90,050

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 36.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio por promedio de asistencia a cuatro periodos categorizada en la interacción Asistencia_Tot_78*evaluación (MANOVA).

- **Interacción Evaluación*Asistencia_Tot_78:**

En esta comparación por pares, en la sexta evaluación los sujetos que asistieron a un promedio de asistencias entre el 50 al 75% caminaron significativamente menos que los que asistieron a más del 85% y los que asistieron entre el 75 al 85%, en orden decreciente (Tabla 37) (Gráfico 61).

Evaluación	Asistencia_Tot_78		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
	I	J				Límite inferior	Límite superior
6	50-75% Asistencia	75-85% Asistencia	-68,644 ^{a,*}	21,007	,004	-119,473	-17,815
		>85% Asistencia	-50,278 ^{a,*}	18,345	,021	-94,666	-5,889

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 37.- 6MWT. Comparación por pares entre el promedio de asistencia a cuatro periodos categorizada por evaluaciones del estudio en la interacción evaluación*Asistencia_Tot_78 (MANOVA).

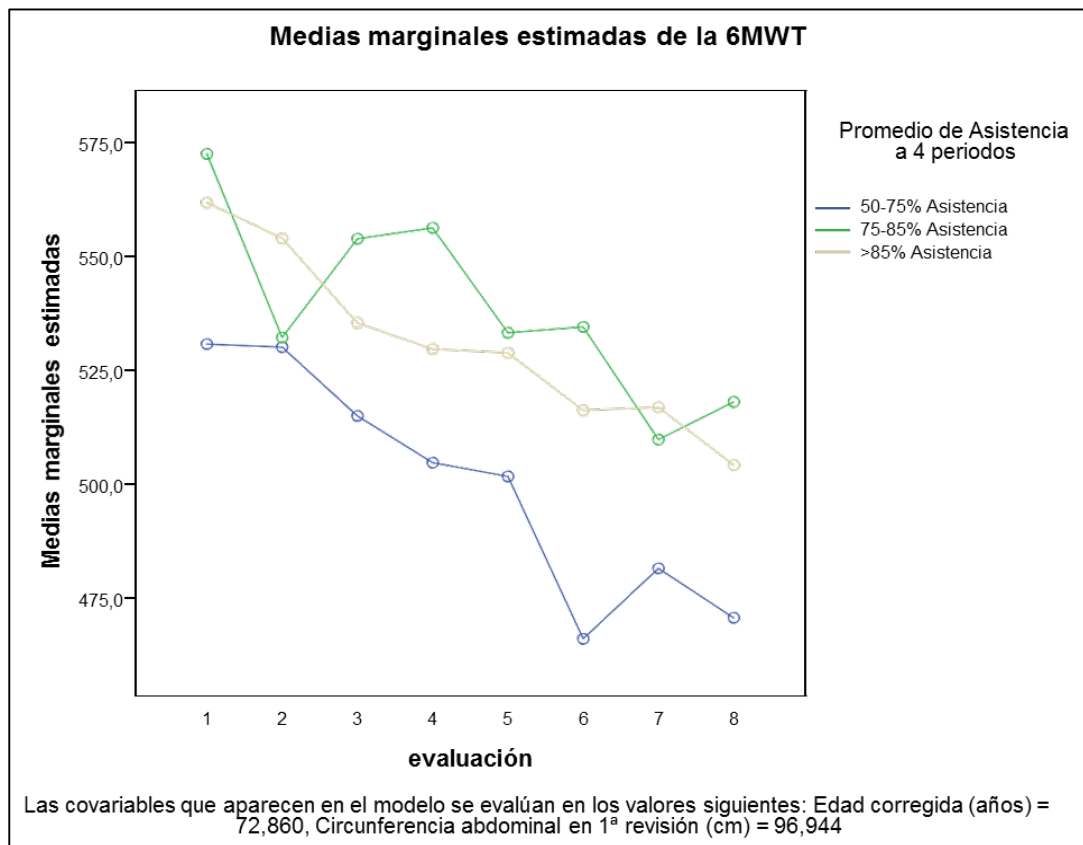


Gráfico 61.- Tendencias de la 6MWT por grupos de promedio de asistencia a 4 periodos a lo largo del estudio en la interacción Asistencia_Tot_78*Evaluación (MANOVA).

b.- Con evaluaciones, sexo, circunferencia abdominal (rangos), promedio de asistencia a cuatro ciclos, IMC (rangos) y presión arterial conjunta (rangos) como variables de agrupación.

Al realizar los contrastes multivariados (MANOVA) mantenemos en el modelo la **edad** [$F_{[1,83]}= 15,081$; $p=0,000$] como covariable por ser significativa para mantener su efecto controlado.

En este análisis obtenemos diferencias estadísticamente significativas en las interacciones **evaluación*C_Abd_1_rango*Asistencia_Tot_78** [$F_{[14,154]}=1,823$; $p=0,040$], en **IMC_1_rango*C_Abd_1_rango*PAS/PAD_1_rango** [$F_{[1,83]}=5,691$; $p=0,019$], en **IMC_1_rango** [$F_{[4,83]}=6,825$; $p=0,000$] y **sexo** [$F_{[1,83]}=11,888$; $p=0,001$].

En las comparaciones por pares teniendo en cuenta sólo el sexo es mayor el valor para los hombres, con una diferencia entre las medias estimadas con las mujeres de 61,337 m [IC 95%: 38,544 a 84,131].

En el **IMC_1_rango**, al comparar por pares, obtenemos diferencias significativas en los sujetos con un IMC normal, que caminan más distancia en orden creciente respecto a los clasificados como obesos tipo I, tipo II y tipo III. El grupo de sobrepeso recorre más distancia que los clasificados como obesos tipo II y tipo III, también en orden creciente (*Tabla 38*) (*Gráfico 62*).

IMC_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
I	J				Límite inferior	Límite superior
Normal	Obesidad tipo I	40,858 ^{a,b,*}	13,229	,027	2,811	78,906
	Obesidad tipo II	78,174 ^{a,b,*}	16,662	,000	30,255	126,094
	Obesidad tipo III	146,359 ^{a,b,*}	41,561	,007	26,829	265,888
Sobrepeso	Obesidad tipo II	65,969 ^{a,b,*}	14,964	,000	22,931	109,007
	Obesidad tipo III	134,153 ^{a,b,*}	40,896	,015	16,534	251,772

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 38.- 6MWT. Comparación por pares entre los grupos de IMC según OMS (MANOVA).

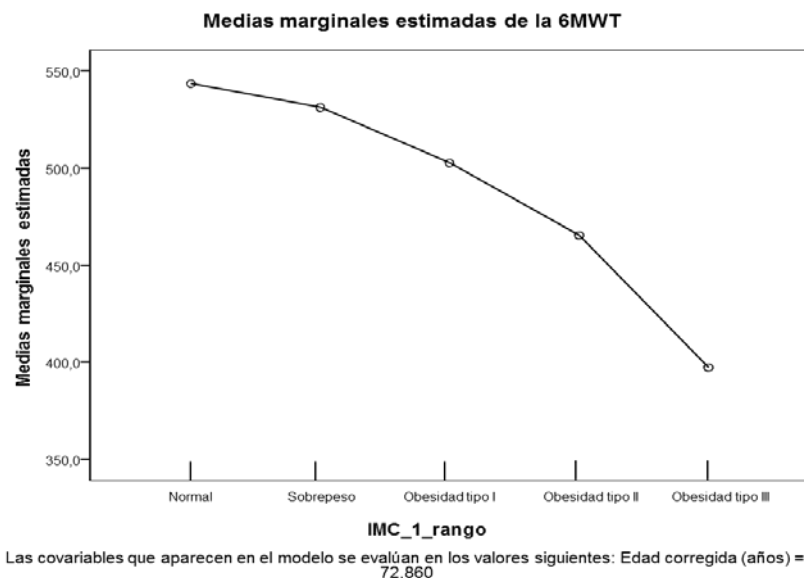


Gráfico 62.- Tendencia de la 6MWT atendiendo a la clasificación del IMC según la OMS (MANOVA).

Del mismo modo que antes, aun no siendo significativo en el modelo MANOVA inicial, existen diferencias estadísticamente significativas en la comparación por pares en las **evaluaciones** y puede ser interesante su observación. Así la distancia caminada resulta mayor en la primera evaluación respecto a las cinco últimas evaluaciones, la segunda y tercera respecto a las tres últimas evaluaciones (*Tabla 39*) (*Gráfico 63*).

Evaluaciones		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^c	95% de intervalo de confianza para diferencia ^c	
I	J				Límite inferior	Límite superior
1	4	26,631 ^{a,*}	6,809	,005	4,707	48,556
	5	23,691 ^{a,*}	5,701	,002	5,334	42,048
	6	36,348 ^{a,*}	4,906	,000	20,551	52,145
	7	40,601 ^{a,*}	5,279	,000	23,601	57,601
	8	51,890 ^{a,*}	5,826	,000	33,129	70,651
2	6	30,642 ^{a,*}	5,464	,000	13,049	48,236
	7	34,895 ^{a,*}	5,700	,000	16,542	53,249
	8	46,184 ^{a,*}	6,430	,000	25,480	66,889
3	6	30,119 ^{a,*}	6,533	,000	9,081	51,157
	7	34,372 ^{a,*}	6,375	,000	13,844	54,900
	8	45,661 ^{a,*}	7,037	,000	23,002	68,320

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 39.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio (MANOVA).

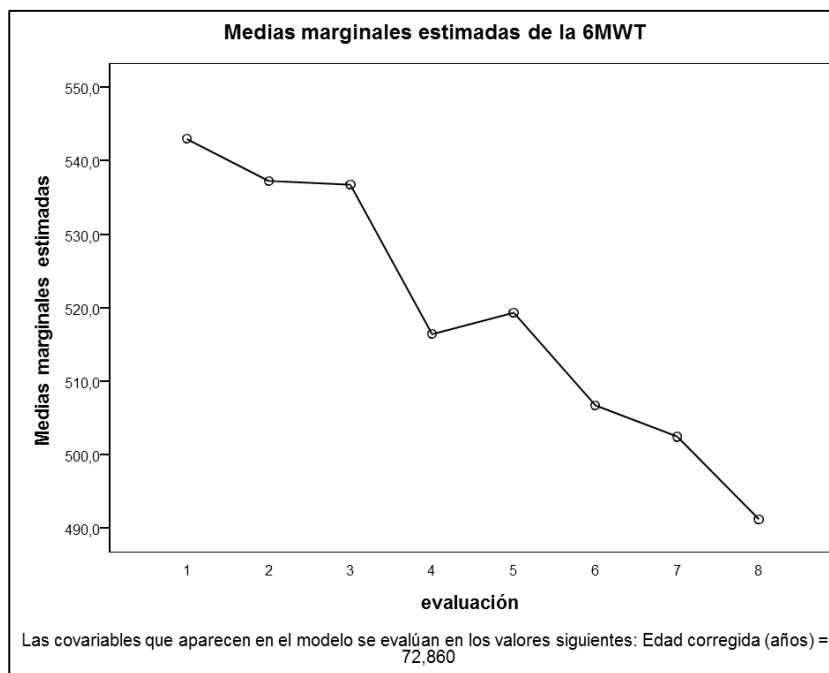


Gráfico 63.- Tendencia de la 6MWT a lo largo del estudio (MANOVA).

En la comparación por pares atendiendo a la **circunferencia abdominal por rangos** (C_ABD_1_rango), independientemente de la evaluación en la que se realice y del sexo, es mayor la distancia que recorren los clasificados en el grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular que los que sí la presentan, con diferencias significativas (Tabla 40) (Gráfico 64).

C_ABD_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
I	J				Límite inferior	Límite superior
SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	48,796 ^{*,b,c}	8,979	,000	30,937	66,655

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

c. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 40.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal en el estudio (MANOVA).

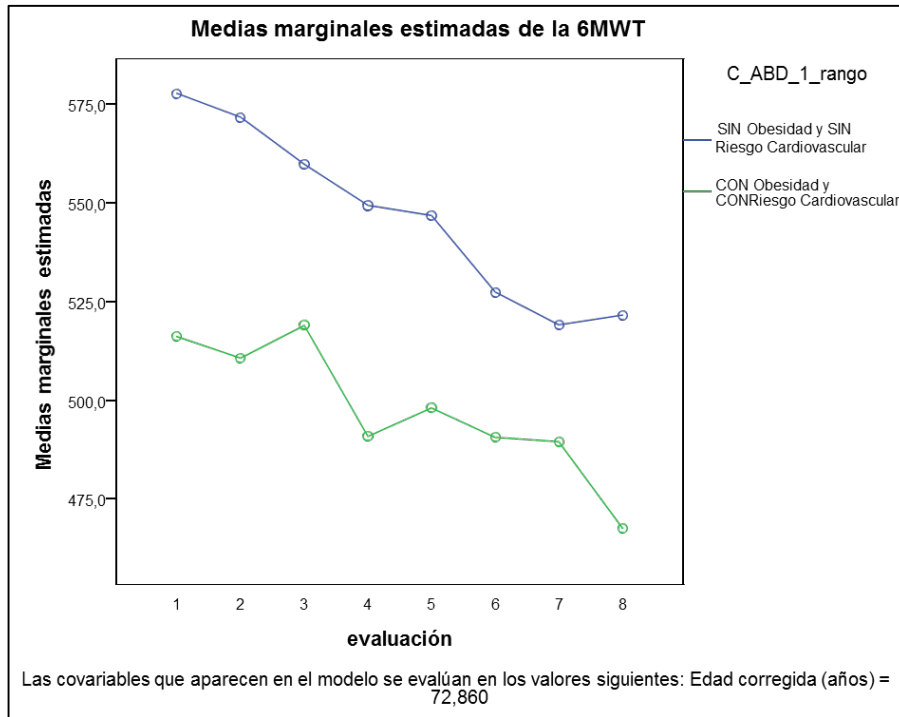


Gráfico 64.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio (MANOVA).

Esto lo podemos comprobar en las comparaciones por pares de los grupos con y sin obesidad central y riesgo cardiovascular en cada una de las evaluaciones (con diferencias significativas), tal y como podemos observar en la siguiente interacción (*Tabla 41*).

- **Interacción Evaluación*C_ABD_1_rango:**

En todas las evaluaciones recorre más distancia el grupo de sujetos sin obesidad y sin riesgo cardiovascular (*Tabla 41*).

Evaluación	C_ABD_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
	I	J				Límite inferior	Límite superior
1	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	CON Obesidad y Riesgo Cardiovascular	61,456 ^{*,b,c}	11,145	,000	39,288	83,623
2			60,922 ^{*,b,c}	11,483	,000	38,083	83,762
3			40,723 ^{*,b,c}	13,909	,004	13,058	68,387
4			58,441 ^{*,b,c}	14,871	,000	28,863	88,020
5			48,659 ^{*,b,c}	10,489	,000	27,797	69,521
6			36,738 ^{*,b,c}	10,650	,001	15,556	57,920
7			29,528 ^{*,b,c}	10,736	,007	8,175	50,881
8			53,904 ^{*,b,c}	12,080	,000	29,877	77,930

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

c. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 41.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por evaluaciones en el estudio para la interacción evaluación*C_ABD_1_rango (MANOVA).

- **Interacción C_ABD_1_rango*Evaluación:**

Sin ser significativo en el modelo MANOVA inicial, en la comparación por pares las diferencias que aparecen en el grupo de personas sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular recorren más distancia en la primera evaluación que con las cuatro últimas. En la segunda revisión caminan más metros que en la sexta, séptima y octava. En la tercera y quinta evaluación caminan más que en las dos últimas. Los sujetos con obesidad central y con riesgo cardiovascular caminan menos en la última evaluación que en el resto de las evaluaciones, salvo la cuarta que la diferencia no es estadísticamente significativa. Además en la primera y tercera caminan más que en la sexta y séptima (Tabla 42).

C_ABD_1_rango	Evaluación		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^c	95% de intervalo de confianza para diferencia ^c		
	I	J				Límite inferior	Límite superior	
SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	1	5	30,904 ^a	9,134	,030	1,492	60,316	
		6	50,280 ^a	7,860	,000	24,969	75,591	
		7	58,597 ^a	8,459	,000	31,358	85,835	
		8	56,147 ^a	9,335	,000	26,087	86,206	
	2	6	44,274 ^a	8,754	,000	16,085	72,463	
		7	52,591 ^a	9,132	,000	23,184	81,997	
		8	50,140 ^a	10,302	,000	16,967	83,314	
	3	7	40,682 ^a	10,215	,004	7,790	73,573	
		8	38,232 ^a	11,275	,029	1,926	74,537	
	5	7	27,693 ^a	6,641	,002	6,309	49,077	
		8	25,243 ^a	7,801	,048	,122	50,363	
	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	1	6	25,562 ^a	6,261	,003	5,402	45,722
			7	26,669 ^a	6,737	,004	4,974	48,364
			8	48,594 ^a	7,435	,000	24,652	72,537
		2	8	43,121 ^a	8,205	,000	16,699	69,544
3		6	28,380 ^a	8,337	,028	1,533	55,227	
		7	29,487 ^a	8,136	,014	3,289	55,684	
		8	51,412 ^a	8,980	,000	22,496	80,329	
5		8	30,487 ^a	6,214	,000	10,479	50,495	
6		8	23,032 ^a	5,999	,007	3,716	42,349	
7		8	21,926 ^a	6,231	,020	1,862	41,989	

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 42.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por evaluaciones en el estudio para la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).

- **Interacción C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78*Evaluación:**

En la comparación por pares, los sujetos incluidos en el grupo sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular con una asistencia entre el 50 al 75% de las sesiones de todo el estudio es mayor el valor para las evaluaciones primera y segunda respecto a la sexta. Los que presentan un asistencia entre el 75 al 85% es mayor el valor de la primera evaluación respecto a la séptima y octava. Aquellos que presentan una asistencia superior al 85% es menor el valor de la séptima evaluación respecto a la primera, segunda, tercera y quinta, siendo mayor el valor de primera y segunda respecto a la sexta y octava. Las diferencias de medias son mayores en los sujetos con menor asistencia, sobre todo en el rango de asistencia de 50 a 75%, y como veremos

a continuación en los gráficos es debido a que descienden más sus valores en la distancia recorrida en la prueba 6MWT.

En el grupo con obesidad central y con riesgo cardiovascular el valor de la octava evaluación es menor que: la primera y segunda de los que tienen una asistencia del 50 al 75%, la primera y quinta de los que tienen una asistencia entre el 75 al 85% y las tres primeras de los que tienen más del 85% de asistencia. De nuevo vemos como las diferencias de las medias son mayores en los sujetos que asisten menos al programa durante los cuatro años, ya que disminuye más la distancia que caminan los que asisten menos (*Tabla 43*) (*Gráfico 65*).

C_ABD_1_rango	Asistencia_Tot_78	Evaluación		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d		
		I	J				Límite inferior	Límite superior	
SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	50-75% Asistencia	1	6	81,607 ^a	24,146	,031	3,856	159,358	
		2	6	102,452 ^a	26,891	,007	15,861	189,044	
	75-85% Asistencia	1	7	69,990 ^a	15,585	,001	19,805	120,175	
		8	60,851 ^a	17,199	,018	5,468	116,235		
	>85% Asistencia	1	6	47,833 ^a	10,084	,000	15,362	80,304	
		7	55,465 ^a	10,852	,000	20,522	90,409		
		8	57,426 ^a	11,976	,000	18,863	95,989		
		2	6	47,139 ^a	11,231	,002	10,975	83,302	
		7	54,771 ^a	11,715	,000	17,046	92,496		
			8	56,732 ^a	13,216	,001	14,174	99,289	
			3	7	43,126 ^a	13,104	,040	,931	85,322
			5	7	30,077 ^a	8,520	,019	2,643	57,511
CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	50-75% Asistencia	1	8	58,340 ^a	16,273	,016	5,941	110,739	
		2	8	58,759 ^a	17,958	,043	,932	116,586	
	75-85% Asistencia	1	8	50,988 ^a	12,900	,005	9,451	92,526	
		5	8	37,535 ^a	10,780	,022	2,823	72,248	
	>85% Asistencia	1	8	42,120 ^a	10,767	,005	7,450	76,790	
		2	8	40,294 ^a	11,882	,029	2,033	78,555	
3		8	46,893 ^a	13,004	,015	5,020	88,766		

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Se basa en la media marginal de población modificada.

c. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 43.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones por grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos y por circunferencia abdominal en el estudio para la interacción C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78*evaluación (MANOVA).

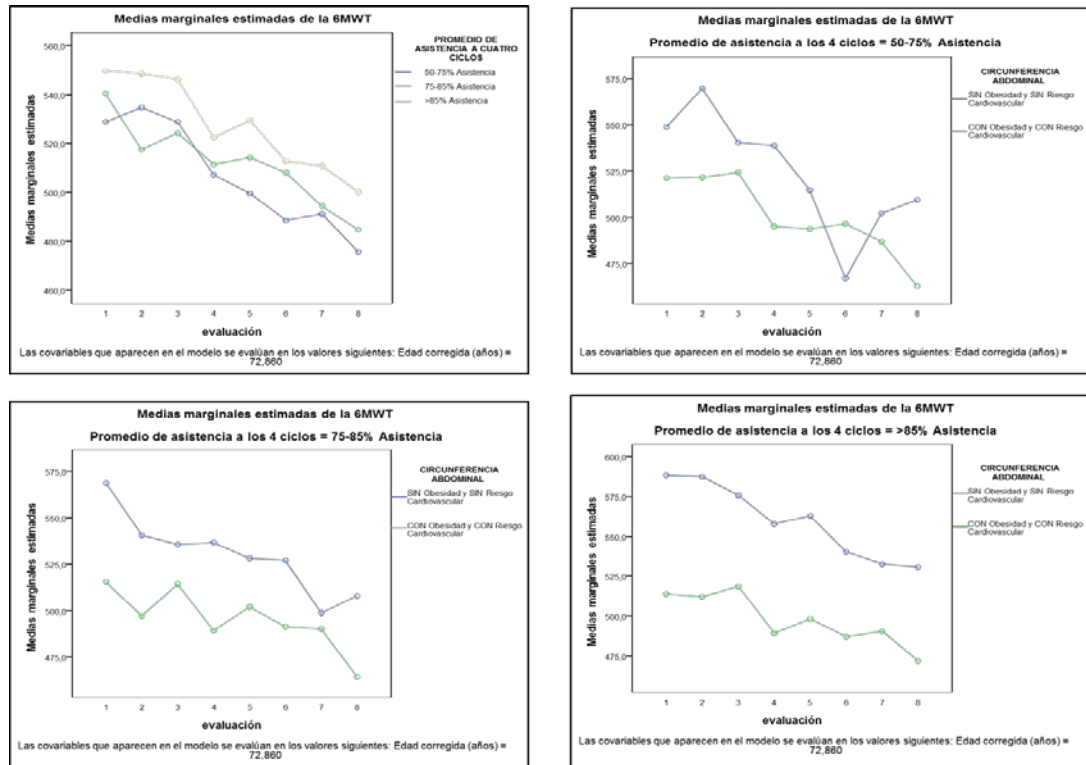


Gráfico 65.- Tendencias de la 6MWT por grupos de promedio de asistencia a los cuatro ciclos y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio (MANOVA).

- **Interacción Evaluación*Asistencia_Tot_78*C_ABD_1_rango:**

En la comparación por pares de esta interacción sólo obtenemos diferencias significativas en los sujetos que asisten más del 75% de media en todo el programa, y sobre todo por encima del 85%. Podemos observar que cuando asisten a más del 85% de las sesiones, la diferencia entre la distancia recorrida por los que tienen obesidad central y riesgo cardiovascular es mayor que cuando asisten entre el 75 y el 85%, lo que indica que a mayor asistencia al programa mayor distancia recorrida por los que no tienen riesgo cardiovascular, lo que nos puede hacer pensar en que la actividad física tiene mayor efecto sobre los sujetos con menor circunferencia abdominal (Tabla 44) (Gráfico 66).

Evaluación	Asistencia_Tot_78	C_ABD_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
		I	J				Limite inferior	Limite superior
		SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular					
1	75-85% Asistencia			53,409 ^{a,b,*}	20,007	,009	13,615	93,203
	>85% Asistencia			74,359 ^{a,b,*}	15,020	,000	44,486	104,233
2	75-85% Asistencia			43,473 ^{a,b,*}	20,614	,038	2,474	84,473
	>85% Asistencia			75,492 ^{a,b,*}	15,475	,000	44,713	106,270
3	>85% Asistencia			57,248 ^{a,b,*}	18,744	,003	19,967	94,529
4	>85% Asistencia			68,535 ^{a,b,*}	20,041	,001	28,675	108,396
5	>85% Asistencia			64,595 ^{a,b,*}	14,135	,000	36,481	92,709
6	>85% Asistencia			53,414 ^{a,b,*}	14,352	,000	24,869	81,960
7	>85% Asistencia			42,249 ^{a,b,*}	14,468	,005	13,473	71,024
8	75-85% Asistencia			43,546 ^{a,b,*}	21,685	,048	,414	86,677
	>85% Asistencia			59,054 ^{a,b,*}	16,279	,000	26,675	91,433

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 44.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos y por evaluaciones del estudio para la interacción evaluación*Asistencia_Tot_78*C_ABD_1_rango (MANOVA).

- **Interacción Evaluación*C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78:**

La única comparación por pares que tiene diferencias estadísticamente significativas es entre los que asisten entre el 50 al 75% de las asistencias respecto a los que asisten a más del 85%, siendo mayor el valor para estos últimos, en el grupo sin obesidad central y riesgo cardiovascular en la sexta evaluación (Tabla 45).

Evaluación	C_ABD_1_rango	Asistencia_Tot_78		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^d	95% de intervalo de confianza para diferencia ^d	
		I	J				Limite inferior	Limite superior
6	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	50-75% Asistencia	>85% Asistencia	-73,211 ^{a,b,*}	27,620	,029	-140,516	-5,906

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 45.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos por grupos de circunferencia abdominal y por evaluaciones del estudio para la interacción evaluación*C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78 (MANOVA).

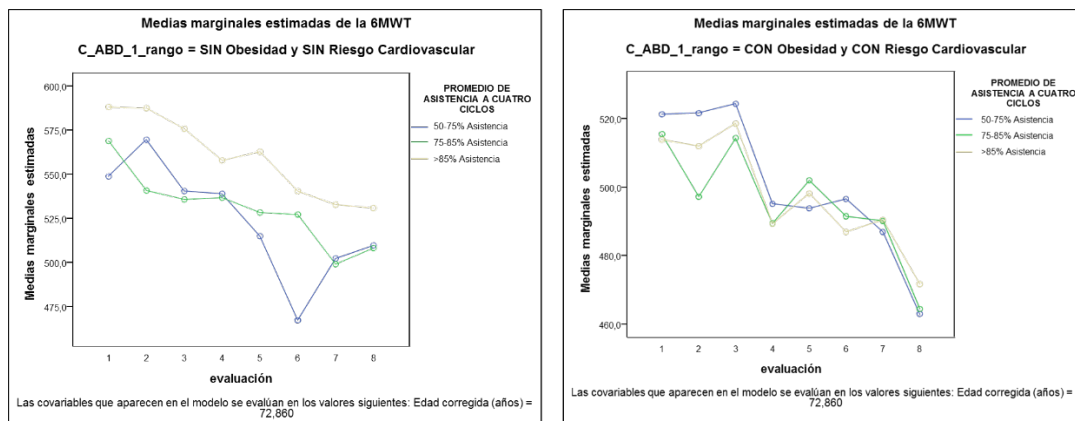


Gráfico 66.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular y por grupos de promedio de asistencia a los cuatro ciclos a lo largo del estudio (MANOVA).

• **Interacción C_ABD_1_rango*PAS/PAD_1_rango*IMC_1_rango:**

En la comparación por pares se obtienen diferencias estadísticamente significativas sólo en el grupo de obesidad central y riesgo cardiovascular. Aquellos clasificados en prehipertensión atendiendo a la tensión arterial conjunta y que están con sobrepeso caminan más que los que están con obesidad tipo III. Mientras que los clasificados en hipertensión estadio I en la tensión arterial conjunta y poseen un IMC normal caminan más que los que tienen obesidad tipo II (Tabla 46) (Gráfico 67).

C_ABD_1_rango	PAS/PAD_1_rango	IMC_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^f	95% de intervalo de confianza para diferencia ^f	
		I	J				Límite inferior	Límite superior
CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	Prehipertensión	Sobrepeso	Obesidad tipo III	124,466 ^{a,b,c}	41,907	,038	3,941	244,990
	Hipertensión Estadio I	Normal	Obesidad tipo II	127,131 ^{a,b,c}	46,439	,045	1,965	252,296

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

c. La combinación de niveles de factores en (J) no se observa.

d. La combinación de niveles de factores en (I) no se observa.

f. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 46.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de IMC por tensión arterial conjunta y por grupos de circunferencia abdominal para la interacción C_ABD_1_rango*PAD/PAS_1_rango*IMC_1_rango (MANOVA).

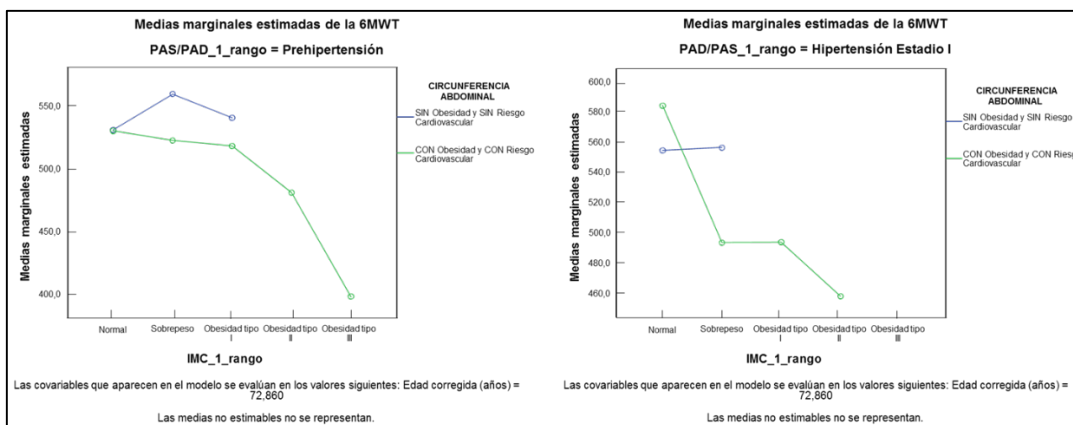


Gráfico 67.- Tendencias de la 6MWT por grupos de presión arterial conjunta y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular y por grupos de IMC (MANOVA).

• **Interacción IMC_1_rango*PAS/PAD_1_rango *C_ABD_1_rango:**

En la comparación por pares se obtienen diferencias estadísticamente significativas sólo en el grupo de sobrepeso. Aquellos clasificados en prehipertensión atendiendo a la tensión arterial conjunta y que están sin obesidad central y riesgo cardiovascular caminan más que los que sí la presentan. Mientras que los clasificados en hipertensión estadio I en la tensión arterial conjunta y no poseen obesidad central ni riesgo cardiovascular caminan más que los que sí la tienen (Tabla 47) (Gráfico 68).

IMC_1_rango	PAS/PAD_1_rango	C_ABD_1_rango		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig. ^f	95% de intervalo de confianza para diferencia ^f	
		I	J				Límite inferior	Límite superior
Sobrepeso	Prehipertensión	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	36,957 ^{a,c,*}	17,833	,041	1,488	72,426
	Hipertensión Estadio I	SIN Obesidad y SIN Riesgo Cardiovascular	CON Obesidad y CON Riesgo Cardiovascular	63,282 ^{a,c,*}	23,008	,007	17,520	109,044

Se basa en medias marginales estimadas

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel ,05.

a. Una estimación de la media marginal de población modificada (I).

b. La combinación de niveles de factores en (J) no se observa.

c. Una estimación de la media marginal de población modificada (J).

d. La combinación de niveles de factores en (I) no se observa.

f. Ajuste para varias comparaciones: Sidak.

Tabla 47.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por tensión arterial conjunta y por grupos de IMC para la interacción IMC_1_rango*PAD/PAS_1_rango*C_ABD_1_rango (MANOVA).

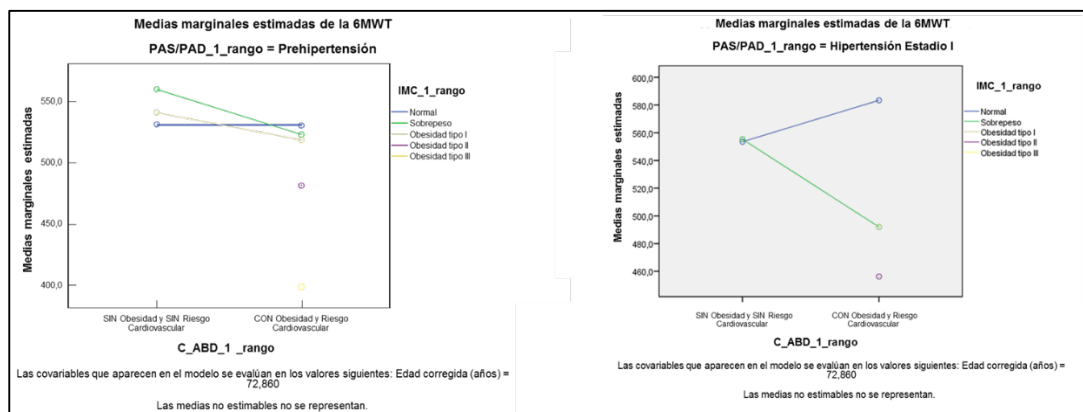


Gráfico 68.- Tendencias de la 6MWT por grupos de presión arterial conjunta y por grupos de IMC y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular (MANOVA).

Estas últimas diferencias encontradas, parecen indicar claramente como el peso, bien tenido en cuenta en la agrupación por la circunferencia abdominal y su categorización en obesidad central y riesgo cardiovascular, bien en la agrupación por IMC, parece mostrar claramente que influye de forma directa en lo que pueden caminar los sujetos. A mayor peso, visto en las interacciones como con mayor IMC o con obesidad central y riesgo cardiovascular, caminan menos que los sujetos con menor IMC y sin obesidad central y sin riesgo cardiovascular.

5.2.4.- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA 6MWT CON FÓRMULAS PREDICTORAS ¹

Una vez realizadas las correlaciones entre las distintas variables del estudio y el análisis multivariante, proseguimos en este apartado de resultados inferenciales con el análisis comparativo de la distancia real caminada por los mayores incluidos en nuestro estudio y la distancia teórica que deberían

¹ Los autores que aparecen en este apartado con el año de publicación, se puede consultar cuál es su cita bibliográfica en el apartado 4.4.3.2 o en la Tabla 9.

de caminar aplicando las diferentes fórmulas predictoras que hemos descrito en el apartado [4.4.3.2](#) de nuestro estudio.

Finalmente no realizaremos la comparación con la fórmula predictora de Burr²¹³, ya que está expresada en $VO_{2máx}$. y no en distancia recorrida, lo que nos dificulta la comparación entre resultados.

Las personas mayores incluidas en el estudio ($n = 371$) caminaron una media de $521,42 \pm 69,50$ m en la evaluación inicial. Cuando se calcula la distancia teórica que deberían de caminar aplicando las diversas fórmulas propuestas. Encontramos que la fórmula propuesta por Dourado (2011) caminarían una distancia teórica de $512,61 \pm 41,68$ m, siendo la más próxima entre lo real y lo teórico. La que mayores diferencias aporta entre lo real y lo teórico es la de Enright, McBurnie et al. (2003) resultando una distancia media teórica de $378,87 \pm 36,66$ m.

Solamente hay tres fórmulas propuestas en que lo teórico sería mayor que lo obtenido en la realidad, Gibbons (2001) Camarri (2006) y Hill (2011) (*Tabla 48*).

Existen diferencias estadísticamente significativas entre la distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio con la distancia calculada teórica de todas las fórmulas de los diferentes autores. Por ello, debemos desechar la hipótesis nula y admitir la hipótesis alternativa, ninguna de las fórmulas descritas sirven para nuestra muestra de personas mayores, mayoritariamente mujeres, y entrenadas.

	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
6MWT_1_medido	521,42	69,50	3,6083
Enright_McBurnie_2003	378,87	36,66	1,90319
Enright_Sherril_1998	406,90	44,18	2,29352
Masmoudi_2008	415,19	46,32	2,40462
Soares_2011	442,01	36,95	1,91835
Alameri_2009	459,84	19,88	1,03224
Chetta_2006	471,29	26,60	1,38093
BenSaad_2009	472,61	74,51	3,86851
BRITTO_2013	493,30	29,71	1,54246
Iwama_2009	497,77	25,19	1,30773
Troosters_1999	498,27	55,26	2,86904
Osses_2010	502,17	36,36	1,88766
Steffens_2013	502,57	36,01	1,86958
Dourado_2011	512,61	41,68	2,16376
Hill_2011	576,75	38,06	1,97582
Gibbons_2001	587,91	32,50	1,68725
Camarri_2006	611,28	35,93	1,86516

Tabla 48.- Distancia caminada en metros en la 6MWT: real en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas.

La mayoría de ellas subestima la distancia que deben recorrer nuestros sujetos. Como ya se ha indicado anteriormente, la diferencia mayor encontrada es para la ecuación de Enright, McBurnie et al. (2003) resultando una diferencia entre medias de $142,55 \pm 57,94$ m [T-student de muestras independientes $t_{(370)}=-47,387$; $p=0,000$].

De las tres ecuaciones que sobreestiman la distancia que debe recorrer nuestra muestra de estudio está la de Camarri (2006), que resulta la mayor diferencia entre medias de las ecuaciones que sobreestiman, con una diferencia media de $-89,86 \pm 61,90$ m [T-student de muestras independientes $t_{(370)}=-27,964$; $p=0,000$].

La ecuación de referencia que menos diferencia arroja, aunque también es significativa, es la de Dourado (2011), con una media de $8,81 \pm 61,04$ m [T-student de muestras independientes $t_{[370]}=-2,779$; $p=0,006$] (Tabla 49).

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
6MWT_1 (m) - Enright_McBurnie_2003	142,55	57,94	3,00820	136,63	148,47	47,387	370	0,000
6MWT_1 (m) - Enright_Sherill_1998	114,51	59,56	3,09220	108,43	120,60	37,033	370	0,000
6MWT_1 (m) - Masmoudi_2008	106,22	60,14	3,12231	100,08	112,36	34,021	370	0,000
6MWT_1 (m) - Soares_2011	79,40	57,54	2,98727	73,53	85,28	26,580	370	0,000
6MWT_1 (m) - Alameri_2009	61,57	68,57	3,55990	54,57	68,57	17,296	370	0,000
6MWT_1 (m) - Chetta_2006	50,12	61,29	3,18186	43,86	56,38	15,752	370	0,000
6MWT_1 (m) - BenSaad_2009	48,81	76,35	3,96408	41,01	56,60	12,313	370	0,000
6MWT_1 (m) - BRITTO_2013	28,11	63,77	3,31091	21,60	34,62	8,490	370	0,000
6MWT_1 (m) - Iwama_2009	23,64	64,42	3,34468	17,06	30,22	7,068	370	0,000
6MWT_1 (m) - Troosters_1999	23,14	61,35	3,18531	16,88	29,40	7,265	370	0,000
6MWT_1 (m) - Osses_2010	19,24	59,20	3,07334	13,20	25,29	6,261	370	0,000
6MWT_1 (m) - Steffens_2013	18,84	62,04	3,22098	12,51	25,17	5,849	370	0,000
6MWT_1 (m) - Dourado_2011	8,81	61,04	3,16924	2,58	15,04	2,779	370	0,006
6MWT_1 (m) - Hill_2011	-55,34	60,86	3,15959	-61,55	-49,12	-17,514	370	0,000
6MWT_1 (m) - Gibbons_2001	-66,49	63,45	3,29391	-72,97	-60,02	-20,187	370	0,000
6MWT_1 (m) - Camari_2006	-89,86	61,90	3,21347	-96,18	-83,54	-27,964	370	0,000

Tabla 49.- Diferencias de las distancias caminadas en metros en la 6MWT entre la real en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas.

Atendiendo a las indicaciones de Troosters et al.²⁰⁴ y la ATS¹⁷¹, es mejor expresar la diferencia de la distancia real respecto a la predicha en

porcentaje. Obtenemos pues, una variación que va desde el 72,7% hasta el 117,2% lo que supone un rango del 44,5% (Tabla 50).

6MWT_1_medido	521,42	100,0%
Enright_McBurnie_2003	378,87	72,7%
Enright_Sherril_1998	406,90	78,0%
Masmoudi_2008	415,19	79,6%
Soares_2011	442,01	84,8%
Alameri_2009	459,84	88,2%
Chetta_2006	471,29	90,4%
BenSaad_2009	472,61	90,6%
Britto_2013	493,30	94,6%
Iwama_2009	497,77	95,5%
Troosters_1999	498,27	95,6%
Osses_2010	502,17	96,3%
Steffens_2013	502,57	96,4%
Dourado_2011	512,61	98,3%
Hill_2011	576,75	110,6%
Gibbons_2001	587,91	112,8%
Camarri_2006	611,28	117,2%
Subestiman nuestra muestra		
Sobreestiman nuestra muestra		

Tabla 50.- Variación de la distancia caminada real en la 6MWT en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas.

Esta circunstancia se repite de manera similar en la E-2 que corresponde al final del primer periodo de intervención. La distancia media de nuestra muestra fue de $524,11 \pm 80,51$ m, existiendo diferencias estadísticamente significativas con el resto de fórmulas propuestas, que corroboran el tener que desechar cualquiera de ellas como fórmula predictiva para nuestra población de estudio (Tabla 51).

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
6MWT_2 (m) - Enright_McBurnie_2003	143,79	68,96	4,23625	135,45	152,13	33,942	264	0,000
6MWT_2 (m) - Enright_Sherril_1998	116,30	70,05	4,30312	107,83	124,77	27,027	264	0,000
6MWT_2 (m) - Masmoudi_2008	107,49	67,99	4,17667	99,27	115,72	25,737	264	0,000
6MWT_2 (m) - Soares_2011	81,31	67,67	4,15672	73,12	89,49	19,560	264	0,000
6MWT_2 (m) - Alameri_2009	64,38	78,40	4,81607	54,90	73,86	13,368	264	0,000
6MWT_2 (m) - Chetta_2006	52,00	71,56	4,39584	43,34	60,65	11,829	264	0,000
6MWT_2 (m) - BenSaad_2009	49,60	79,96	4,91217	39,93	59,27	10,097	264	0,000
6MWT_2 (m) - BRITTO_2013	30,26	72,51	4,45434	21,49	39,03	6,793	264	0,000
6MWT_2 (m) - Osses_2010	29,81	69,99	4,29950	21,35	38,28	6,934	264	0,000
6MWT_2 (m) - Iwama_2009	25,71	73,66	4,52514	16,80	34,62	5,682	264	0,000
6MWT_2 (m) - Troosters_1999	24,14	68,75	4,22321	15,83	32,46	5,717	264	0,000
6MWT_2 (m) - Steffens_2013	12,90	71,50	4,39194	4,25	21,55	2,937	264	0,004
6MWT_2 (m) - Dourado_2011	10,39	68,85	4,22917	2,06	18,72	2,456	264	0,015
6MWT_2 (m) - Hill_2011	-54,14	71,51	4,39278	-62,79	-45,49	-12,324	264	0,000
6MWT_2 (m) - Gibbons_2001	-64,74	72,47	4,45155	-73,50	-55,97	-14,543	264	0,000
6MWT_2 (m) - Camarrí_2006	-87,91	70,20	4,31239	-96,40	-79,41	-20,384	264	0,000

Tabla 51.- Diferencias de las distancias caminadas en metros en la 6MWT entre la real en E-2 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas.

5.2.5.- ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Al obtener diferencias estadísticamente significativas en la comparación de la distancia recorrida por las personas mayores incluidas en el estudio en la E-1 con la distancia teórica que deberían de recorrer aplicando las diferentes fórmulas propuestas en la literatura científica por diversos autores, nos planteamos realizar un análisis de regresión.

El objetivo de este análisis de regresión es conseguir nuestra propia fórmula predictiva de la distancia recorrida en la 6MWT para una población de personas mayores activas no institucionalizada.

Para la regresión múltiple se incluyeron las siguientes variables del estudio: edad corregida, sexo, peso, talla, circunferencia abdominal, frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica y diastólica y antigüedad en el programa, todas por haber correlacionado significativamente con la distancia de la prueba 6MWT. El IMC no se incluyó en el modelo de regresión por estar ya incluidos el peso y la talla. La variable dependiente en este caso es la 6MWT.

Se realizó la regresión múltiple con la valoración inicial de la 6MWT en la muestra con la que realizamos todo el análisis multivariante, que son los sujetos que concluyen el estudio (n=186). Nos resultan 6 modelos posibles con una varianza explicada del 39,4% y 39,0% para los dos últimos modelos (Tabla 52).

Resumen del modelo ^g				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,432 ^a	,187	,182	52,2053
2	,543 ^b	,295	,287	48,7474
3	,587 ^c	,344	,333	47,1329
4	,611 ^d	,373	,359	46,2238
5	,627 ^e	,394	,377	45,5720
6	,624 ^f	,390	,376	45,5876

a. Predictores: (Constante), Sexo

b. Predictores: (Constante), Sexo, Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm)

c. Predictores: (Constante), Sexo, Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm), Edad corregida (años)

d. Predictores: (Constante), Sexo, Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm), Edad corregida (años), Talla en 1ª revisión

e. Predictores: (Constante), Sexo, Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm), Edad corregida (años), Talla en 1ª revisión, Peso en 1ª revisión (kg)

f. Predictores: (Constante), Sexo, Edad corregida (años), Talla en 1ª revisión, Peso en 1ª revisión (kg)

g. Variable dependiente: Test de los 6 minutos en 1ª revisión (m)

Tabla 52.- Resumen del modelo de regresión, siendo la variable dependiente la distancia de la 6MWT.

En el modelo 5 [ANOVA $F_{[5,185]}=23,380$; $p=0,000$] se incluyen como variables predictoras el sexo, la edad corregida, la circunferencia abdominal, el peso y

la talla. Para el modelo 6 [ANOVA $F_{[4,185]}=28,924$; $p=0,000$] se excluye a la circunferencia abdominal (*Tabla 53*).

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
5	Regresión	242777,351	5	48555,470	23,380	,000 ^f
	Residuo	373825,875	180	2076,810		
	Total	616603,226	185			
6	Regresión	240443,989	4	60110,997	28,924	,000 ^g
	Residuo	376159,237	181	2078,228		
	Total	616603,226	185			

a. Variable dependiente: Test de los 6 minutos en 1ª revisión (m)

f. Predictores: (Constante), Sexo, Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm), Edad corregida (años), Talla en 1ª revisión, Peso en 1ª revisión (kg)

g. Predictores: (Constante), Sexo, Edad corregida (años), Talla en 1ª revisión, Peso en 1ª revisión (kg)

Tabla 53.- Variables predictoras del modelo de regresión, siendo la variable dependiente la distancia de la 6MWT. ANOVA.

5.2.5.1.- FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA

De los dos modelos barajados hasta el momento nos debemos quedar con el último de ellos, que aunque sólo posee un poder explicativo de la varianza del $R^2=39,0\%$; incluye en su modelo a todas las variables con diferencias estadísticamente significativas. El modelo 5 lo debemos desechar pues, aunque tiene mayor poder explicativo (39,4%), la circunferencia abdominal no tiene diferencias estadísticamente significativas (*Tabla 54*).

Coeficientes ^a									
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Correlaciones		
		B	Error estándar	Beta			Orden cero	Parcial	Parte
5	(Constante)	452,929	102,556		4,416	,000			
	Sexo	56,923	11,790	,343	4,828	,000	,432	,339	,280
	Circunferencia abdominal en 1ª revisión (cm)	-,628	,593	-,108	-1,060	,291	-,335	-,079	-,062
	Edad corregida (años)	-2,616	,629	-,254	-4,160	,000	-,277	-,296	-,241
	Talla en 1ª revisión	243,973	65,819	,293	3,707	,000	,339	,266	,215
	Peso en 1ª revisión (kg)	-1,483	,595	-,274	-2,493	,014	-,146	-,183	-,145
6	(Constante)	411,987	95,037		4,335	,000			
	Sexo	59,172	11,601	,356	5,101	,000	,432	,355	,296
	Edad corregida (años)	-2,823	,598	-,275	-4,722	,000	-,277	-,331	-,274
	Talla en 1ª revisión	261,677	63,686	,314	4,109	,000	,339	,292	,239
	Peso en 1ª revisión (kg)	-1,989	,355	-,367	-5,604	,000	-,146	-,384	-,325

a. Variable dependiente: Test de los 6 minutos en 1ª revisión (m)

Tabla 54.- Coeficientes de los modelos de regresión, siendo la variable dependiente la 6MWT.

La fórmula que se propone para el cálculo de la distancia recorrida en la 6MWT para una población de personas mayores activas no institucionalizada y con un valor explicativo de la varianza del 39% es:

$$6MWT = 411,987 + (59,172 * \text{sexo}) - (2,823 * \text{edad}) + (261,677 * \text{talla}) - (1,989 * \text{peso})$$

Donde el sexo se codifica con 1 para mujeres y 2 para hombres, la edad en años, la talla en metros y el peso en kilogramos.

5.2.6.- ANÁLISIS DE LA 6MWT

Aplicando la fórmula predictora derivada del modelo de regresión en la E-1 y en la E-8 observaremos las diferencias que pueden existir entre la distancia real medida por los sujetos del estudio y la distancia teórica que nos predice nuestro modelo.

De este modo, en la E-1 no existen diferencias estadísticamente significativas entre lo caminado y lo esperado aplicando la fórmula predictora, con una media de la diferencia de $0,02 \pm 45,09$ m [T-student de muestras independientes $t_{185}=0,005$; $p=0,996$]. Algo que parece lógico puesto que la fórmula se calculó a partir de los datos de esta evaluación.

Cuando la comparación la realizamos al final del estudio, es decir en la E-8, existen diferencias estadísticamente significativas entre lo recorrido en la prueba y lo esperado con la fórmula propuesta, con una media de $-37,92 \pm 56,81$ m [T-student de muestras independientes $t_{181}=-9,005$; $p=0,000$] (Tabla 55).

Estadísticas de muestras emparejadas

		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
E-1	6MWT_1 (m)	536,935	186	57,7321	4,2331
	Barbero_2016_1	536,9203	186	36,05173	2,64344
E-8	6MWT_8 (m)	491,126	182	68,1562	5,0521
	Barbero_2016_8	529,0477	182	37,68938	2,79372

Tabla 55.- Medias de la distancia en metros de la 6MWT para la muestra final del estudio, datos observados y datos calculados aplicando la fórmula de regresión en E-1 y E-8.

Según el resultado observado nuestra muestra al final del estudio camina un 92,83% respecto a la fórmula que proponemos después de un periodo de cuatro años de participar en el PReGe. Mostrando además diferencias estadísticamente significativas entre lo real y lo predicho con nuestra propia fórmula.

Sabiendo que esta fórmula solo es capaz de explicar el 39% de la varianza y sin tener un grupo control que no esté realizando el PReGe, ni ningún otro tipo de actividad física, no podemos aventurarnos en llegar a una conclusión certera. En el apartado siguiente de este trabajo abordaremos más profundamente este análisis.



6.~ DiSCVSiÓN

Esta investigación se ha realizado para estudiar la evolución durante cuatro años, con cuatro periodos de intervención de ocho meses por periodo y tres periodos de no intervención de cuatro meses cada uno, de una población de personas mayores no institucionalizadas que residen en el municipio de Salamanca, y que realizan ejercicio físico de manera regular en un programa de Revitalización Geriátrica que ofrece el Área de Fisioterapia de la Universidad de Salamanca.

Los resultados expuestos muestran la evolución de las personas mayores que han participado en el estudio objetivando su capacidad funcional a través de la 6MWT y sus correlaciones con los diferentes parámetros de la salud valorados, así como determinar qué fórmula predictora de la distancia caminada durante seis minutos es más conveniente para nuestra población.

Se analizarán los aspectos más relevantes de los resultados presentados a lo largo de la discusión de este trabajo.

6.1.- MUESTRA DEL ESTUDIO

Contamos en nuestro estudio con una muestra inicial de 371 sujetos, tamaño muestral mayor que el de otros muchos estudios^{100,201,204,214,225-243}, existiendo algunos con muestras similares como los de la ATS¹⁷¹, Enright²⁰⁹ y Santos²⁴⁴. Son pocos los que cuentan con tamaños muestrales mayores^{102,211,245-247}, y que no sean metaanálisis como el de Medrano²⁴⁸, el estudio multicéntrico de Casanova et al.²⁴⁹

Partiendo de esta muestra numerosa al final del seguimiento de los cuatro periodos de intervención la muestra se queda con 186 sujetos, todavía superior a muchos de los estudios citados. Además debemos hacer constar

que la continuidad en las siguientes ediciones del PReGe dependía de un sorteo que se realizaba desde el Ayuntamiento de Salamanca previa inscripción voluntaria de los participantes.

Por la experiencia del grupo de investigación respecto a la posibilidad de un grupo control, sabemos que intentar captar a personas mayores, de características similares a las de la muestra, y que no realicen ningún tipo de actividad física y no estén institucionalizados, es complicado. De los estudios consultados para la realización de este trabajo encontramos pocos que utilicen un grupo control puro^{201,225}, otros utilizan como grupo control aquellos que hacen actividad física aunque de menor intensidad²²⁸ y otros consideran grupo control al grupo de sedentarios.²¹⁰

La manera de captar a las personas mayores para el PReGe es por medio de la Concejalía de Mayores del Ayto. de Salamanca, que promueve la participación, entre las asociaciones de mayores del municipio, en el programa de ejercicio físico. Posteriormente se produce un sorteo en caso de existir mayor número de solicitudes que plazas, como ya hemos comentado con anterioridad. Por tanto, podemos decir que nuestra muestra del estudio es de conveniencia como en la mayoría de los trabajos revisados, ya que las muestras resultan de la inscripción de voluntarios sanos y que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión. Solamente encontramos una muestra seleccionada por el azar de una base de datos previa, conformada de voluntarios.²¹⁶

La muestra inicial del estudio estaba conformada por un 17,5% de hombres y un 82,5% de mujeres. Esta proporción mayoritaria de mujeres es casi norma en el resto de estudios, algunos de ellos solamente con mujeres^{237,242} y pocos los que mantienen una igualdad de sexos^{94,235,247,250} o es mayor la proporción de hombres.^{171,225,249}

La muestra presentó una edad media de $73,96 \pm 6,05$ años, situándose en unos parámetros bastante similares a los que se manejan en los diferentes estudios.^{100,209,226,228,229,232,233,235-239,241,242,246,247}

La muestra que inicia el programa es gente mayor activa, pues el 83% asistió al PReGe del año anterior, con una media de años de ejercicio físico previo de $7,50 \pm 3,90$ años. Esta cuestión no está clara en los diferentes trabajos, pues salvo los que inician su investigación con muestras sedentarias^{227,240}, el resto no refleja el nivel de actividad previa salvo Steffens²¹⁰, que diferencia activos y sedentarios dentro de su muestra.

6.2.- LA PARTICIPACIÓN EN EL PROGRAMA

La muestra inicial de 371 sujetos, después de las 336 sesiones de revitalización geriátrica en los cuatro años de intervención, se reduce un 49,9% quedando la muestra final en 186 sujetos, 14% hombres y 86% mujeres.

Se podría considerar un porcentaje alto de abandonos, pero teniendo presente que el estudio tiene un periodo de intervención tan largo, nos resultan inferiores a otros estudios que, con periodos de intervención de un año como máximo, tienen entre el 25% al 50% de abandonos.²⁵¹⁻²⁵⁴

Según nos refiere Martín Nogueras¹³⁴, existen estudios que presentan medias de asistencia por encima del 80%, entre el 80 y el 70% y algunos por debajo del 70%. Nuestro estudio comienza con una media de asistencia del $82,19 \pm 12,40$ % en el primer periodo de intervención, se incrementa en los siguientes periodos, finalizando con un promedio de asistencia a los cuatro periodos de intervención del $86,24 \pm 7,91$ %.

Estos datos de asistencia mejoran respecto a ediciones anteriores del PReGe^{134,135}, que estaban alrededor del 81%. Además el porcentaje de participantes que asisten a más del 75% de las sesiones que se situaba entre el 75 al 77,2%, en el presente estudio es del 74 al 86%. En el último periodo de intervención el 63% de los participantes asiste a más del 85% de las sesiones, siendo esta la tendencia general de nuestro estudio.

Se puede considerar, por tanto, que los datos de asistencia y adherencia al PReGe son buenos en nuestro estudio y que mejoran respecto a ediciones anteriores, con lo cual hemos solventado un punto débil detectado en 2007.¹³⁴

Según algunos autores^{239,242}, han obtenido mejores resultados en la distancia caminada en la 6MWT en las personas activas respecto a las que refieren sedentarismo, cifrando Steffens²¹⁰ esta diferencia en una media de 44 m. Nosotros no podemos corroborar este hecho, ya que si bien la correlación entre la antigüedad en el programa y la distancia recorrida en la 6MWT es inversa, caminarían menos metros los más veteranos, el porcentaje de asistencia no correlaciona. De ahí que tengamos que pensar que la antigüedad en el programa no está relacionada con ser activo o sedentario, sino con la edad. Así a más antigüedad en el programa la persona es más mayor. En caso de haber existido correlación con el porcentaje de participación en la edición del año anterior podríamos realizar la discriminación de personas mayores activas y sedentarias.

Atendiendo al promedio de asistencia al total de sesiones programadas durante los cuatro ciclos de que consta el PReGe, sí podemos constatar que los que asisten a más del 75% de las sesiones caminan más distancia que los que acuden entre el 50 y el 75%, teniendo presente que la tendencia general es a disminuir la distancia total a medida que avanza el estudio. Esta

disminución es menor en el grupo de mayor asistencia, es decir, los que asisten a más del 85% de las sesiones y mayor en el grupo que menor asistencia presenta, entre el 50 al 75% cuando realizamos la comparación con las categorías de sin y con obesidad central y riesgo cardiovascular.

6.3.- EFECTOS ANTROPOMÉTRICOS

Las variables antropométricas en nuestro estudio son las que más correlacionan con la 6MWT, cuestión que se observa también en el resto de estudios, pues en casi todos se incluyen el peso, talla e IMC y en algunos otros la circunferencia abdominal.²²⁶⁻²²⁸

Al inicio del estudio la muestra presentó una media de peso de $69,54 \pm 10,87$ kg, siendo mayor para los hombres que para las mujeres. Al finalizar el estudio hubo una pérdida de peso de 1,49 kg, siendo mayor esta pérdida en los hombres.

La correlación del peso con la 6MWT es ligeramente superior en dos de nuestras evaluaciones, concretamente en la E-6 ($r=-0.297$) y E-8 ($r=-0.293$) que lo referido por Camarri²¹⁶ ($r=-0.25$). En el resto de evaluaciones la relación sigue siendo inversa, por ello, a mayor peso la distancia que recorrerán las personas mayores será menor, como reflejan los diferentes autores en sus fórmulas propuestas para la 6MWT.

La talla se mantuvo estable a lo largo de todo el estudio, presentando una media inicial de $1,53 \pm 0,07$ m, volviendo a ser mayor para hombres, al igual que ocurrió con el peso.

La correlación entre la talla y la distancia de la 6MWT fue significativa a lo largo de todo el estudio, con una relación directa más marcada que el peso, aunque sin llegar a los parámetros referidos por otros estudios que establecen una correlación de $r=0,35^{94}$ y $r=0,54^{216}$. Así los más altos caminarán más metros en la 6MWT.²²³

La muestra inicial presentó una media del IMC de $29,66 \pm 4,29$ kg/m², estando la mayoría con sobrepeso, y en proporción decreciente con obesidad tipo I, normopeso, obesidad tipo II y III. Atendiendo a los datos referidos por el estudio de Medrano²⁴⁸ sobre factores de riesgo cardiovascular de la población española, las personas mayores del estudio presentarían una distribución similar a la población española respecto al sobrepeso, no así en la obesidad que presenta una mayor proporción. Esta circunstancia cambia respecto a otros países, como refiere Britto²¹¹ sobre brasileños, donde casi la mitad de la población tendría un peso normal, seguidos de los de sobrepeso y en último lugar los obesos.

La correlación entre el IMC y la 6MWT es inversa con diferencias significativas a lo largo de todo el estudio, siendo mejores nuestros resultados que el de otros autores^{94,239}. De este modo, los que presenten un IMC más elevado caminarán menor distancia.^{223,227}

La circunferencia abdominal también varía a lo largo del estudio, se reduce en 1,63 cm pasando de los $97,73 \pm 10,10$ cm a los $96,10 \pm 11,17$ cm, siendo mayor la disminución que experimentaron los hombres. Al final del programa aumenta hasta el 36% la proporción de personas mayores que no tienen obesidad central ni riesgo cardiovascular. La reducción en la circunferencia abdominal es casi el doble en el estudio de Vidarte²²⁸, que estipula un programa de ejercicios físicos de 3 sesiones semanales de 70 minutos cada una durante un periodo de 12 semanas.

La correlación entre la circunferencia abdominal y la distancia de la 6MWT es inversa, con diferencias significativas en todas las evaluaciones de nuestro estudio. Esta relación lineal inversa aparece también en un estudio de obesos²²⁷ siendo similares las correlaciones obtenidas $r=-0,43$ y en E-8 $r=-0,44$. Al igual que ocurre con el peso y el IMC, a mayor circunferencia abdominal menor distancia se recorrerá en la 6MWT; así afirma Wanderley²²⁶ que *“a peor perfil cardiovascular, es decir, un mayor porcentaje de grasa corporal, obesidad central y PAS aumentada, se relaciona con una inferior capacidad aeróbica en los adultos mayores”*.

Como ya hemos visto en los resultados, si mantenemos como covariables en el modelo del análisis multivariante la edad y la circunferencia abdominal, y como variables de agrupación las evaluaciones, el sexo, la obesidad central y riesgo cardiovascular y el promedio de asistencia al programa (modelo a), al final del estudio caminarían más y con menor descenso de metros recorridos los sujetos que están dentro de la categoría de obesidad central y con riesgo cardiovascular. Cuando en el modelo se deja solamente la edad como covariable y como variables de agrupación añadimos a las anteriores el IMC categorizado y la tensión arterial categorizada (modelo b), caminan más y presentan menor pérdida de distancia los que no presentan obesidad central ni riesgo cardiovascular. Atendiendo al IMC los que más caminan son los que tienen un peso normal y disminuye la distancia recorrida a medida que se incrementa el IMC. Existiendo diferencias significativas entre grupos no contiguos, es decir, entre peso normal y obesidad, independiente del tipo, y entre sobrepeso y obesidad tipo II y III. El segundo modelo se corresponde más con lo afirmado por Wanderley.

6.4.- EFECTOS CARDIOVASCULARES

Las variables cardiovasculares en el presente estudio correlacionan en menor medida que las antropométricas, esta circunstancia es general también en la bibliografía consultada, como veremos en los párrafos siguientes.

La muestra tenía una frecuencia cardíaca de reposo media de $69,29 \pm 8,52$ PPM aumentando progresivamente hasta el final del estudio hasta las $73,96 \pm 11,31$ PPM, siendo mayor para las mujeres en ambos momentos.

Los valores de tensión arterial se comportaron de manera similar a las PPM, aumentando ambas de manera progresiva a medida que avanzaba el programa. La media de PAS inicial fue de $129,76 \pm 15,17$ mmHg y la final de $133,18 \pm 18,00$ mmHg. La media de PAD inicial fue de $72,08 \pm 8,74$ mmHg y la final $78,61 \pm 10,07$ mmHg.

Atendiendo a estos valores la muestra la clasificamos en su mayor parte como prehipertensos, seguidos de los hipertensos estadio I, tensión arterial normal e hipertensos estadio II. Según los datos aportados en el metaanálisis de estudios transversales realizado por Medrano et al.²⁴⁸, en estudios de personas mayores de 60 años el 66,7% de esta población sería hipertensa, siendo el factor de riesgo cardiovascular más frecuente en las personas mayores, estando nuestra muestra de trabajo muy alejada de estos porcentajes de hipertensión (34%). En otros estudios, que hacen diferenciación en los porcentajes de hipertensión estadio I y II los mayores que participan en el PReGe seguirían por debajo de las cifras nacionales.

Al final del estudio se reduce el porcentaje de sujetos que presentan prehipertensión, aumentando los que presentan tensión arterial normal y los de hipertensión arterial estadio II, disminuyendo mínimamente los sujetos clasificados como hipertensos estadio I.

Las correlaciones significativas que hayamos en el estudio se producen en las revisiones de inicio de cada programa para la frecuencia cardíaca de reposo, siendo su relación inversa. Así, a medida que el mayor vaya teniendo unas PPM más bajas, caminará más distancia. Al igual que Wanderley²²⁶, encontramos una relación inversa entre la PAS y la distancia en la 6MWT en la E-2.

En el análisis multivariante, coincidimos con las conclusiones de Wanderley, que a peor perfil cardiovascular la distancia recorrida será menor en personas mayores. Hemos encontrado diferencias significativas en el grupo de prehipertensos e hipertensos estadio I caminando menos metros en la 6MWT a medida que aumenta su peso, tanto sea en obesidad central y riesgo cardiovascular como en IMC.

6.5.- PRUEBA DE LOS 6 MINUTOS MARCHA

Las personas mayores incluidas en el estudio (n = 371) caminaron una media de $521,42 \pm 69,50$ m en la evaluación inicial, contando que tienen una media de edad corregida de $73,96 \pm 6,05$ años, es difícil encontrar semejanzas con algunos de los trabajos consultados.

La distancia caminada por nuestras mujeres es dos metros más que para las del estudio de Peterson²⁴², en el grupo de los 70 a 79 años de edad. En la investigación de Rikli²⁴⁶, para gente mayor de entre 70 a 74 años, nuestras mujeres caminan más, mientras que nuestros hombres caminan 10 m menos. Los hombres de nuestro estudio caminan 34,3 m más que las mujeres, lo mismo le ocurre a Casanova²⁴⁹, con la diferencia que su grupo de población

va desde los 40 a los 80 años, lo que supone al final una distancia media recorrida superior respecto a nuestro grupo.

Nuestra muestra arroja mayor distancia caminada en la 6MWT, tanto para hombres como para mujeres, respecto a las de: Enright & Sherril²⁰⁹, Steffen²¹⁰, del Pozo-Cruz²²⁹ y Lusardi²⁴¹. Nuestros hombres llegan a caminar de media unos 90 m más que los hombres sedentarios con edad similar del estudio de Kalapotharakos.²⁴⁰

Por el contrario, nuestros resultados son peores para ambos sexos respecto a los estudios de: Troosters et al.²⁰⁴, Iwama²¹⁸, Jenkins²³¹ y de manera especial con Gibbons⁹⁴ que sus hombres llegan a caminar de media 130 m más.

La comparación de los resultados finales de nuestro estudio con los de otros autores resulta complicada, pues la inmensa mayoría de los trabajos encontrados son transversales y en los que son longitudinales el periodo de intervención como máximo es de 12 meses y el tamaño muestral es bastante inferior al nuestro.

La distancia final en nuestro estudio disminuye al cabo de los cuatro años de intervención, quedando la media de distancia recorrida en $491,20 \pm 67,98$ m, existiendo diferencias significativas entre el inicio y final. En un estudio longitudinal²²⁵, con periodo de intervención de 24 semanas y $n=32$, obtiene un aumento significativo en la distancia de la 6MWT del 5,5% y del 4,6% en los grupos de actividad física aeróbica y de fuerza al finalizar la intervención, así como diferencias estadísticamente significativas en la evaluación final sobre el grupo control que disminuye la distancia recorrida. Núñez Hernández¹⁰⁰, para una muestra de 30 sujetos con una media de 72,5 años, obtiene un incremento del 7,3% en la distancia final. Mientras que en nuestra investigación disminuye un 5,8% la distancia que recorren al final.

6.5.1.- VARIACIÓN CON FÓRMULAS PREDICTORAS DE LA 6MWT ²

Después del análisis comparativo de la distancia real caminada por las personas mayores incluidas en el estudio y la distancia teórica calculada con las diferentes fórmulas predictoras descritas por diversos grupos de investigación, encontramos con todas ellas diferencias estadísticamente significativas, es por ello que las tenemos que desechar como fórmulas predictoras para el grupo de personas mayores con las que venimos trabajando: mayores de 60 años, de ambos sexos, activas y no institucionalizadas

La mayoría subestiman el resultado de nuestra muestra, siendo la de Enright & McBurnie (2003) la que menor distancia prevé. Solamente tres son las que sobreestiman la distancia que deberían de caminar, siendo la de Camarri (2006) la que mayor distancia prevé.

En la investigación llevada a cabo por Santos²³⁵, encuentra diferencias significativas con algunas de ellas, bien por subestimar o sobreestimar a la población de mayores brasileños de entre 55 y 78 años. Sin embargo para su muestra de estudio le sirven las fórmulas de Iwama (2009) y de Chetta (2006).

En el estudio multicéntrico realizado en Brasil por Britto²¹¹ solo encuentra diferencias estadísticamente significativas con cuatro fórmulas, sirviendo las fórmulas de Enright & Sherrill (1998), de Chetta (2006), de Iwama (2009) y de Soares (2011).

² Los autores que aparecen en este apartado con el año de publicación, se puede consultar cuál es su cita bibliográfica en el apartado 4.4.3.2 o en la Tabla 9.

Algunos investigadores consideran que puede existir un factor geográfico para la utilización de fórmulas predictoras, por eso la cantidad de ellas propuestas en la comunidad científica. En un estudio multicéntrico internacional²⁴⁹ no encuentran diferencias en la edad de los sujetos y tienen una distribución homogénea por sexo, pero hubo diferencias sustanciales entre la distancia recorrida por los sujetos de los distintos países, incluso diferencias dentro del mismo país, en España los sujetos de Tenerife y Pamplona caminan más que los de Zaragoza.

6.5.2.- FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA ³

La fórmula que proponemos para predecir la distancia que pueden recorrer las personas mayores de 60 años, activas de ambos sexos y no institucionalizadas procede del análisis de regresión múltiple realizado con las variables del estudio.

Nuestra fórmula contempla la edad, el sexo, la talla y el peso. A más edad y peso la distancia a recorrer será menor, a más talla más distancia caminarán y los hombres caminarán más que las mujeres. El porcentaje de varianza explicada del modelo es del 39%. Al igual que ocurre en el trabajo de Bautmans²³⁶ la inclusión del IMC no mejoró significativamente el modelo predictivo.

Nuestra fórmula es parecida a la que difunden ocho grupos de investigación, por incluir el sexo, la talla, el peso y la edad. Estos grupo son el de Enright & Sherril (1998), aunque proponen una segunda fórmula con edad e IMC, el de Troosters (1999), el de Camarri (2006), el de

³ Los autores que aparecen en este apartado con el año de publicación, se puede consultar cuál es su cita bibliográfica en el apartado 4.4.3.2 o en la Tabla 9.

Dourado (2011), el de Enright & McBurnie (2003), el de Masmoudi (2008), el de Ben Saad (2009) y el de Osses (2010).

Otros investigadores incluyen la frecuencia cardíaca de reposo, el sexo, el peso y la distancia recorrida en la 6MWT para calcular el $VO_{2m\acute{a}x.}$, como en la fórmula propuesta por Burr (2011)²¹³; Hill (2011) introduce únicamente el sexo y la edad para realizar los cálculos; Steffens (2013) además de la edad y el IMC que representa el peso y la talla, incluyen el nivel de actividad de los participantes donde supuestamente caminan más los activos que los sedentarios; Alameri (2009) elimina de la fórmula más extendida el sexo y el peso, dejando únicamente la talla y la edad; Poh (2006)²¹² además del peso, la talla y la edad introduce el tanto por ciento de la frecuencia cardíaca máxima; Soares (2011) pone al cuadrado el sexo, la altura y el IMC; Iwama (2009) y Gibbons (2001) la edad y el sexo únicamente; Chetta (2006) emplea la una fórmula parecida a la nuestra salvo que no contiene el peso y la de Casanova (2011) que añade al sexo, peso, talla y edad la frecuencia cardíaca máxima alcanzada durante la prueba.

La que menor poder explicativo tiene es la de Enright & McBurnie (2003) con un 20%, le continúa Alameri (2009) con un 25%, Iwama (2009) un 30%, Camarri (2006) un 33,9%, Casanova con el 38%, la que proponemos en nuestro trabajo explica el 39% de la varianza, seguiría con un 40% la de Enright & Sherril (1998), Gibbons (2001) con el 41% y con el 42% Chetta (2006), Hill (2011) el 49%, Dourado (2011) el 54,3%, el 55% lo comparten Soares (2011) y la fórmula de los hombres de Osses (2010), Masmoudi (2008) con el 60%, la fórmula de la mujeres de Osses (2010) con el 63%, Troosters (1999) el 66% y en los últimos lugares Burr (2011) con el 72,4%, Ben Saad (2009) el 77% y Poh (2006) con el 78%.

En las comparaciones de nuestra muestra con las fórmulas teóricas, aún sin existir diferencias significativas la más cercana para nosotros sería la de Dourado que tiene un poder explicativo superior a la fórmula que proponemos.

6.5.3.- APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE LA 6MWT PROPUESTA

Según el resultado observado nuestra muestra al final del estudio camina solo el 92,83% respecto a la fórmula que proponemos después de un periodo de cuatro años de participar en el PReGe. Mostrando además diferencias estadísticamente significativas entre lo real y lo predicho con nuestra propia fórmula.

Ante esta situación, no podemos argumentar ningún tipo de comentario respecto a otros autores, pues únicamente han desarrollado su propia fórmula sin contrastarla posteriormente al grupo de trabajo, tal y como hemos procedido en el presente trabajo de investigación, tras un periodo de intervención con ejercicios físicos.

Si es verdad que en la clínica, la fórmula de referencia para enfermos respiratorios y con patologías cardiovasculares se utiliza la fórmula de Enright & Sherril²⁰⁹ desde 1998 aunque no explique más que el 40% de la varianza.

Podríamos pensar que la fórmula que proponemos no sirve y que habría que desecharla, en primer lugar por no llegar a explicar más que el 39% de la varianza, cuando hay muchas otras fórmulas con mayor poder explicativo. En segundo lugar, el modelo de regresión múltiple que nos resulta para la

fórmula incluye variables que otras ocho fórmulas contienen de la misma manera y el resto contienen en gran parte alguna de las variables que contemplamos.

Hubiera sido novedoso el incluir la circunferencia abdominal en la fórmula predictiva, que además nos daba algo más de poder explicativo, el 39,4%, ya que ningún autor la ha referido en sus propuestas, pero la tuvimos que eliminar como variable predictora por no obtener diferencias estadísticamente significativas en el cálculo de los coeficientes de las variables independientes.

En este punto y repasadas la multitud de propuestas que hay en la literatura sobre fórmulas predictoras de la distancia de la 6MWT, que las opiniones que refieren los diferentes autores son que han tenido que crear sus propias fórmulas por no servir las existentes; que incluso el estudio multicéntrico internacional de Casanova²⁴⁹, realizado en siete países y 10 centros con una n=444, llega a la conclusión de que hay que utilizar con precaución la aplicación de fórmulas predictoras de la distancia para la 6MWT.

Es Santana²²⁵ quién establece a partir de su trabajo en hombres mayores sanos sedentarios que los cambios en la 6MWT no correlacionan con los cambios en la prueba de esfuerzo cardiorrespiratorio para un programa de entrenamiento aeróbico o de fuerza de 3 sesiones semanales durante 24 semanas. Aunque sí apunta la posibilidad de utilizar la 6MWT para evaluar los cambios en la capacidad funcional de las personas mayores sanas, siendo un complemento de la prueba de esfuerzo cardiorrespiratorio y no un sustitutivo.

En nuestro caso y siguiendo las indicaciones de Hovington²³⁰, las personas más mayores caminan menos que las menos mayores. Así lo hemos

comprobado por los diferentes autores y el análisis multivariante realizado. Esta circunstancia la podíamos prever desde un principio, pues la muestra tiene una edad media de casi 74 años, lo que supone que al final del estudio tendrá tres años más y consecuentemente tendrá que caminar menor distancia. Las diferencias siempre nos han salido significativas entre las distancias caminadas en las primeras evaluaciones (E-1 y E-2) respecto a las del final del programa (E-5 a E-8) y entre las evaluaciones intermedias (E-3 y E-4) respecto a las dos últimas (E-7 y E-8), es decir, cuando la diferencia de edad es mayor.

Otro aspecto importante es el que apunta Troosters et al.²⁰⁴, que es mejor realizar la interpretación de la distancia recorrida en la 6MWT respecto a la distancia predicha por una fórmula predictora en porcentaje que la diferencia en metros. Al utilizar una ecuación de regresión, si obtenemos un valor inferior al 82% del predicho se podría considerar una distancia anormal para personas mayores sanas. En nuestro caso el porcentaje es del 92,83% que aun siendo menor del predicho y con diferencias significativas, estaría dentro de la normalidad según Troosters.

6.6.- LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La población de nuestro estudio son sujetos que habían manifestado voluntariamente su deseo de participar en el PReGe, de forma que no se trata de una población elegida al azar a partir del censo municipal o cualquier tipo de base de datos, es una muestra de conveniencia, pudiendo existir un sesgo.

Por este motivo, nuestros resultados no pueden generalizarse al resto de la población de mayores. Por lo tanto, la validez externa del estudio²⁵⁵ queda reducida a la población con características similares a las que han participado en el programa, es decir, personas mayores, de ambos sexos, activas e independientes con deseo de participar en actividades recreativas y de actividad física, ofertadas por las distintas asociaciones de personas mayores y Centros de Día del municipio.

La muestra presenta una clara descompensación atendiendo al sexo, pues hay muchas más mujeres que hombres.

Estos hechos son los que nos han dificultado la comparación de nuestros resultados con los de otros investigadores sobre la 6MWT, dada la cantidad de variables utilizadas en cada estudio y utilizada desde diversos campos, como el terapéutico: en enfermedades respiratorias, cardíacas u obesidad; o como el de la actividad física y el entrenamiento para personas mayores sedentarias y sanas.

Es una población entrenada y activa, pues viene participando en el PReGe desde hace 7,5 años de media, por lo tanto es más difícil encontrar resultados que aumenten la distancia recorrida en la 6MWT.

La imposibilidad de tener un grupo control que no realizara ningún tipo de actividad física. Encontrar personas mayores de estas características es muy difícil, al menos entre la población dispuesta a formar parte de estudios de investigación.

Los periodos de no intervención, que son tres, coinciden con el periodo estival, que es cuando mayor cantidad de actividades lúdicas y de actividad física desarrollan los mayores, con la dificultad de cuantificar las mismas y así clasificar a los sujetos en diferentes niveles de actividad.

La elección del circuito de la 6MWT, en el exterior y con una distancia más grande que la propuesta por la ATS¹⁷¹, podría implicar una dificultad en la estandarización de las informaciones verbales que hay que facilitar a los participantes.

Por esta variación en la estandarización de la prueba, tamaño del circuito, y por realizar la prueba a una gran cantidad de personas mayores en un periodo reducido de tiempo, hace que algunas de ellas caminen juntas, modificando su velocidad de paseo, aun poniendo el celo suficiente en que cada persona inicie la prueba con una latencia suficiente respecto a la anterior que nos asegure que no caminen juntas.

6.7.- DISCUSIÓN FINAL

Es indiscutible que la edad avanzada se asocia con cambios fisiológicos que se traducen en reducciones de la capacidad funcional y una alteración de la composición corporal. También se asocia con una disminución en el volumen e intensidad de la actividad física. Este periodo de la vida de los individuos se asocia con mayor riesgo de enfermedades crónicas. Es por ello fundamental que se incentive la participación de los mayores en programas de ejercicio físico, como puede ser el PReGe, que reducen significativamente este riesgo, fomentan la participación social y evitan el sedentarismo de nuestros mayores.

La participación regular y sistemática de las personas mayores en programas de ejercicio físico mitigan los efectos que acontecen en la esfera biológica y psicosocial por el proceso de envejecimiento, preservando la capacidad funcional y ayudando a seguir un estilo de vida activo.¹⁵⁶ Cumple un papel

preventivo y promotor de la salud e incluso se llega a utilizar por parte de los fisioterapeutas como terapéutico en caso de patología.

Como cualquier programa de ejercicio físico, el PReGe consta de una parte importante de entrenamiento aeróbico y en menor medida de entrenamiento de fuerza, es por ello que se asocia a mejoras cardiovasculares y funcionales, con efecto cardioprotector ante factores de riesgo como la hipertensión arterial y la obesidad central. Se ralentiza la pérdida de masa y fuerza muscular y ósea, no siendo objeto de estudio esta última en este trabajo.

El PReGe cumple con los requisitos que establece la ACSM¹⁵⁶ respecto a la frecuencia y duración del programa de ejercicio físico: 3 o más días de actividad por semana con una duración de una hora y que se prolongue como mínimo 16 semanas. A tenor de los resultados obtenidos respecto a la distancia recorrida en la 6MWT en nuestro estudio, con una disminución significativa de la misma, se puede deber a: que el nivel de intensidad desarrollado no llegue al umbral mínimo de intensidad ($\geq 60\%$ del $VO_{2\text{máx}}$. de pre-entrenamiento); o que, cumpliendo el principio de sobrecarga, el efecto del envejecimiento de la muestra nos haga disminuir los metros recorridos en la 6MWT, pero carecemos de grupo control para contrastar esta circunstancia.

Los resultados obtenidos sobre la correlación de los diferentes parámetros estudiados y la 6MWT son similares a los reportados por diversos autores y los factores de influencia que apunta la ATS¹⁷¹ sobre la distancia recorrida. Así, la edad, el sexo femenino, la talla baja, el sobrepeso y/o la obesidad, circuitos cortos son factores que reducen la distancia caminada. Por el contrario, el sexo masculino, la talla alta, el peso normal y/o delgadez, la alta motivación, el efecto de aprendizaje de la prueba mejoran la distancia total.

Nos podemos decantar por la posición de cautela que adquiere Casanova²⁴⁹ respecto a la utilización de fórmulas predictoras de la 6MWT para determinar el nivel de capacidad funcional de una población. Proponiendo su equipo de investigación la utilización de curvas estándar de predicción de la 6MWT basadas en percentiles (*ANEXO 2*).

A pesar de este inconveniente con las fórmulas predictivas de la 6 MWT, es importante tener presente otros estudios de relevancia clínica en los que se establecen distancias mínimas para las personas mayores. Yazdanyar²⁴⁵ afirma que la distancia caminada en la 6MWT se asoció de manera independiente con cualquier causa de muerte y es de utilidad pronóstica para los adultos mayores, estableciendo una distancia mínima de 290 m.

En pacientes con EPOC, Cote²⁵⁶ establece que caminar menos de 350 m se asocia a mayor mortalidad y debe considerarse una distancia anormal. Mientras Enright¹⁷² determina que incrementos de 70 m en la 6MWT es una mejora clínicamente importante, con una media de 70 a 170 m.

Para personas mayores sanas se puede utilizar como modelo clínico útil el propuesto por Troosters²⁰⁴, considerando que las variaciones del porcentaje en la distancia caminada respecto al valor predicho no sean inferiores al 82%. Nuestra muestra de estudio presenta una disminución de la distancia recorrida con diferencia estadísticamente significativa respecto a la fórmula que proponemos, pero clínicamente es un dato positivo pues su porcentaje de variación es superior a ese valor, concretamente el 92,83%.

Futuras investigaciones deben considerar los aspectos reseñados en la discusión de nuestro trabajo teniendo presente las limitaciones del estudio y sobre todo intentar incluir un grupo control, pese a las dificultades especificadas.



7.~ CONCLUSIONES

1. Las personas mayores que participan en el Programa de Revitalización Geriátrica durante un periodo de cuatro años asisten de manera continuada, con una participación mayor del 85% y gran adherencia al mismo.
2. Las personas mayores que participan en el Programa de Revitalización Geriátrica durante un periodo de cuatro años disminuyen de peso e IMC, aumentando la proporción de los que presentan un peso normal, y en las mujeres disminuye la proporción de obesas. Mientras que se mantienen estables los valores de tensión arterial, aumentando la proporción de los que presentan unos valores de normalidad.
3. La distancia recorrida en la 6MWT al cabo de cuatro años es significativamente menor. Caminando más distancia los que asisten a más del 75% de las sesiones. En esta pérdida podemos decir que influye el paso del tiempo, es decir, la edad influye en la disminución de la distancia recorrida de forma inversa, caminando de manera significativa menos a medida que nos hacemos mayores. Pero al mismo tiempo, la mayor adherencia a un programa de ejercicio físico, al PReGe, atenúa esta disminución, por lo tanto muestra su efecto beneficioso en el control de la pérdida funcional.
4. La distancia recorrida en la 6MWT también está influenciada por el sexo, caminando más los hombres que las mujeres de forma significativa, y por los parámetros antropométricos. En cuanto al peso, al IMC y a la circunferencia abdominal podemos decir que influyen de forma inversa, es decir, a mayores índices de obesidad menor distancia recorrida. Por el

contrario la talla tiene una correlación directa, por lo que a mayor altura, mayor distancia recorrida.

5. Los mayores que participan en el Programa de Revitalización Geriátrica con mejor perfil cardiovascular, es decir, con un IMC normal o sobrepeso, que no tienen obesidad central ni riesgo cardiovascular y que asisten a más del 85% de las sesiones caminan significativamente más distancia. Así, los mayores con unos valores de tensión arterial de prehipertensión y de hipertensión arterial estadio I, que tienen un menor IMC y que no tienen obesidad central ni riesgo cardiovascular caminan significativamente más que aquellos que tienen mayor peso, bien con mayor IMC o con obesidad central y riesgo cardiovascular.

6. Ninguna de las ecuaciones de referencia de la 6 MWT publicadas hasta el momento sirve para un grupo de personas mayores activas no institucionalizadas que realizan el PReGe.

7. La ecuación de referencia propuesta para un grupo de personas mayores activas no institucionalizadas que realizan el PReGe en el municipio de Salamanca y que tiene un poder explicativo del 39%; incluyendo el sexo, la edad, la talla y el peso, es:

$$6MWT = 411,987 + (59,172 * \text{sexo}) - (2,823 * \text{edad}) + (261,677 * \text{talla}) - (1,989 * \text{peso})$$

8. La 6MWT puede determinar la capacidad funcional de los mayores activos no institucionalizados que realizan el PReGe. Por el momento deberemos atender al porcentaje de variación de la distancia caminada sobre el valor teórico, o bien utilizar curvas de referencia estandarizadas ya publicadas, debido a la importancia clínica de los resultados de la prueba. A

falta de futuros estudios que incluyan grupo control y puedan validar nuestra fórmula, habrá que utilizar estas formas de determinar la capacidad funcional de la población con características similares a nuestra muestra de estudio.



8.~ BIBLIografía

1. Marín JM. Envejecimiento. *Salud Publica Educ Salud*. 2003;3(1):28-33.
2. Pizano Hernández S, Sánchez Martínez M. *Gerontología: Actualización, innovación y propuestas*. Madrid: Pearson Educación; 2005.
3. Organización Mundial de la Salud. Temas de salud: Envejecimiento. <http://www.who.int/topics/ageing/es/>. Accessed Mayo/13, 2015.
4. Organización Mundial de la Salud. Cifras y datos: Envejecimiento y ciclo de la vida. http://www.who.int/features/factfiles/ageing/ageing_facts/es/. Updated 2012. Accessed Mayo/13, 2015.
5. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects: The 2015 revision, key findings and advance tables. working paper no. ESA/P/WP.241. http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf. Updated 2015. Accessed Agosto/11, 2015.
6. World Health Organization. Global health observatory data repository. World health statistics: Life expectancy. http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/mbd/life_expectancy/flash/atlas.html. Updated 2014. Accessed Mayo/18, 2015.
7. Organización Mundial de la Salud. Global health observatory data repository. World health statistics: Demographic and socioeconomic statistics. <http://apps.who.int/gho/data/node.main.POP107?lang=en>. Updated 2014. Accessed Mayo/18, 2015.
8. INE: Instituto Nacional de Estadística. Anuario estadístico de España 2015. http://www.ine.es/prodyser/pubweb/anuario15/anu15_02demog.pdf. Updated Abril/2015. Accessed Agosto/11, 2015.
9. INE: Instituto Nacional de Estadística. Cifras de población a 1 de enero de 2015. Estadística de migraciones 2014. Datos provisionales. <http://www.ine.es/prensa/np917.pdf>. Updated 25/06/2015. Accessed Agosto/11, 2015.
10. INE: Instituto Nacional de Estadística. Proyecciones de población: Serie 2014-2064. http://www.ine.es/inebaseDYN/propob30278/propob_inicio.htm. Updated 28/10/2014. Accessed Mayo/20, 2015.
11. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World population prospects: The 2012 revision, volume II, demographic profiles (ST/ESA/SER.A/345). http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2012_Volume-II-Demographic-Profiles.pdf. Updated 2013. Accessed Agosto/11, 2015.

12. Vértés L. The gerontologist mechnikov. *Oro Hetil.* 1985;126(30):1859-60.
13. Martin DJ, Gillen LL. Revisiting gerontology's scrapbook: From metchnikoff to the spectrum model of aging. *Gerontologist.* 2014;54(1):51-8.
14. Medvedev ZA. An attempt at a rational classification of theories of ageing. *Biol Rev Camb Philos Soc.* 1990;65:375-98.
15. Castanedo Pfeiffer C, Sarabia Cobo CM. Enfermería del envejecimiento: Tema1. Biología del envejecimiento. <http://ocw.unican.es/ciencias-de-la-salud/enfermeria-en-el-envejecimiento/materiales/unidad-2/tema-1.-biologia-del-envejecimiento>. Updated 2013. Accessed Agosto/16, 2015.
16. Hayflick L, Moorhead PS. The serial cultivation of human diploid cell strains. *Exp Cell Res.* 1961;25(3):585-621. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0014482761901926>. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0014-4827\(61\)90192-6](http://dx.doi.org/10.1016/0014-4827(61)90192-6).
17. Lustri WR, Morelli JG. Aspectos biológicos do envelhecimento. In: Rebelatto JR, Morelli JG, eds. *Fisioterapia geriátrica. A prática da assistência ao idoso.* 1ª edição brasileira ed. Barueri - SP - Brasil: Manole; 2004:37-84.
18. Blackburn EH. Structure and function of telomeres. *Nature.* 1991;350:569-73.
19. Harley CB, Futcher AB, Greider CW. Telomeres shorten during ageing of human fibroblasts. *Nature.* 1990;345(6274):458-60.
20. Kumar V, Abbas AK, Fausto N, Aster J, eds. Molecular basis of cancer. In: *Robbins & cotran pathologic basis of disease.* 8th ed. Philadelphia: Saunders (Elsevier); 2009:270-343.
21. Ornish D, Lin J, Chan JM, et al. Effect of comprehensive lifestyle changes on telomerase activity and telomere length in men with biopsy-proven low-risk prostate cancer: 5-year follow-up of a descriptive pilot study. *Lancet Oncol.* 2013;14(11):1112-20.
22. Bernardes de Jesus B, Vera E, Schneeberger K, et al. Telomerase gene therapy in adult and old mice delays aging and increases longevity without increasing cancer. *EMBO Mol Med.* 2012;4(8):691-704.
23. Harman D. Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontol.* 1956;11(3):298-300.
24. Miquel J. Envejecimiento fisiológico celular y subcelular. In: Leloir S, Ochoa S, Oro J, Sols A, eds. *Bioquímica y biología molecular.* Barcelona: Salvat Editores; 1986:241-8.
25. Nohl H, Hegner D. Do mitochondria produce oxygen radicals in vivo? *Eur J Biochem.* 1978;82(2):563-7.

-
26. Gardes-Albert M, Bonnefont-Rousselot D, Abedinzadeh Z, Jore D. Espèces réactives de l'oxygène : Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? *L'Actualité chimique*. 1976; 11-12: 91-6.
27. Miquel J. Historical introduction to free radical and antioxidant biomedical research. In: Miquel J, Quintanilha A, Weber H, eds. *CRC handbook of free radicals and antioxidants in biomedicine*. CRC Press, Boca Raton; 1989.
28. Miquel J, Fleming J. Therorética and experimental support for an "oxygen radical-mitochondrial injury" hypotesism of cell aging. In: Johnson JJ, Harman D, Walford R, Miquel J, eds. *Free radicals, aging and degenerative disease*. New York: Alan R Liss; 1986:51-74.
29. Birre JE. *Encyclopedia of gerontology, volume 1*, 2nd Edition ed. Academic Press; 2006.
30. Gomes A, Price N, Ling AY, et al. Declining NAD⁺ induces a pseudohypoxic state disrupting nuclear-mitochondrial communication during aging. *Cell*. 2013;155(7):1624-38.
31. Katsimpardi L, Litterman NK, Schein PA, et al. Vascular and neurogenic rejuvenation of the aging mouse brain by young systemic factors. *Science*. 2014;344(6184):630-4.
32. de Castro del Pozo S. Fisiopatología del envejecimiento. In: *Manual de patología general: Etiología, fisiopatología, semiología, síndromes*. 5ª ed. Barcelona: Masson; 2002:89-95.
33. Shock NW. Physiologic aspects of aging. *J Am Diet Assoc*. 1970;56:491-6.
34. Von Haehling S, Morley JE, Anker SD. From muscle wasting to sarcopenia and myopenia: Update 2012. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2012;3(4):213-7.
35. Hurd R, Zieve D. Cambios en la piel por el envejecimiento. <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/004014.htm>. Updated 2014. Accessed Agosto/19, 2015.
36. Robledo Aguilar A, López Brán E. Envejecimiento de la piel y sus anejos. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:147-56.
37. Audibert L. Diverticulosis intestinales en el viejo. In: Ribera JM, ed. *Patología digestiva en geriatría*. Madrid: Arán; 1987:175-81.
38. James OFW. Hígado y colecistopatía. In: Exton-Smith A, Weksler ME, eds. *Tratado de geriatría*. Barcelona: Pediátrica; 1988:329-39.
39. Molina L, García J. Aparato digestivo. In: Salgado A, Guillen F, Díaz J, eds. *Tratado de geriatría y asistencia geriátrica*. Barcelona: Salvat; 1986:233-65.
-

40. Montgomery RD, Haboubi NY, Mike NH, Chesner LM, Asquito P. Causes of malabsorption in the elderly. *Age Ageing*. 1986;15:235-40.
41. Perlado F. Problemas digestivos. In: Perlado F, ed. *Geriatría*. Barcelona: Científico Médica; 1980:169-73.
42. Pérez del Molino Martín, Jesús. Envejecimiento del sistema urinario. El prostatismo y la incontinencia urinaria. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:115-28.
43. Manzarbeitia Arambarri J. Envejecimiento y metabolismo. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:321-9.
44. Soriguer F, Goday A, Bosch-Comas A, et al. Prevalence of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in Spain: The di@bet.es study. *Diabetologia*. 2012;55(1):88-93.
45. Goday A. Epidemiología de la diabetes y sus complicaciones no coronarias. *Rev Esp Cardiol*. 2002;55(06):657-70.
46. Pandolfi F, Quint I, Montella F, et al. T dependent immunity in aged humans. II. clinical and immunological evaluation after three months of administering thymic extract. *Thymus*. 1983;5:235.
47. Walford R. Immunological theory of aging: Current status. *Fed Proc*. 1974;33:2020.
48. Petroianu A, Pimenta LG. *Clínica e cirurgia geriátrica*. Río de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1999.
49. Yin FCP. The aging vasculature and its effects on the heart. In: Weisfeld ML, ed. *The aging heart. Its function and response to stress*. New York: Raven Press; 1980:137-213.
50. Ribera JM. Modificaciones introducidas por la edad en la morfología y funcionalismo cardiacos. In: Ribera JM, ed. *Cardiología geriátrica*. Madrid: ENE; 1985:15-25.
51. Harrison TR, Dixon K, Ressel RO, Bidwar PS, Coleman HN. The relation of age the duration of contraction, ejection, and relaxation of the normal human heart. *Am Heart J*. 1964;67:189-99.
52. Ribera JM, Cruz AJ, Zamorano JL, Pérez-Cesar F. Cardiac rate and rhythm disorders in healthy elderly subjects: Evaluation by ambulator electrocardiographic monitoring. *Gerontology*. 1989;35:158-64.

-
53. Davies HEF. Respiratory change in heart rate, sinus arrhythmia in the elderly. *Gerontol Clin*. 1985;17(96):96-101.
54. Beers MH, Berkow R. Manual Merck de geriatría. Capítulo 68: La vejez y la sangre. http://www2.univadis.net//opencms5/opencms/manual_geriatria/9/Cap_068. Updated 2001. Accessed Agosto/20, 2015.
55. Beers MH, Berkow R. Manual Merck de geriatría. Capítulo 51: Trastornos locales de articulaciones, tendones y bolsas. http://www2.univadis.net//opencms5/opencms/manual_geriatria/7/Cap_051. Updated 2001. Accessed Agosto/20, 2015.
56. Marco Martínez J, Jiménez Collado J. Envejecimiento del sistema osteoarticular. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:86-93.
57. Riggs BL, Melton III JL. Involutional osteoporosis. *N Engl J Med*. 1986;314:1676-86.
58. Forst HM. The skeletal intermediary organization. A síntesis. In: Peck W., ed. *Bone and mineral research*. 3rd ed. Amsterdam: Elsevier; 1985:49-107.
59. Martin RB, Burr DB. A hypothetical mechanism for the stimulation of osteonal remodeling by fatigue damage. *J Biomechanics*. 1982;15:137-9.
60. Riggs BL, Wahner HW, Melton III JL, Richelson LS, Judo HL, Oxford K. Rates of bone loss in the appendicular and axial skeletons of women. *J Clin Invest*. 1986;77:1487-91.
61. Rosenberg IH. Sarcopenia: Origins and clinical relevance. *J Nutr*. 1997;127(5 Suppl):990-1.
62. Lang T, Strepper T, Cawthon P, Baldwin K, Taaffe DR, Harris TB. Sarcopenia: Etiology, clinical consequences, intervention, and assessment. *Osteoporos Int*. 2010;21(4):543-59.
63. Von Haehling S, Anker SD. Cachexia as a major underestimated and unmet medical need: Facts and numbers. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2010;1(1):1-5.
64. Morley JE, Kim MJ, Haren MT, Kevorkian R, Banks WA. Frailty and the aging male. *Aging Male*. 2005;8(3-4):135-40.
65. Abellan van Kan G. Epidemiology and consequences of sarcopenia. *J Nutr Health Aging*. 2009;13(8):708-12.
66. Cohen H. *Neurociência para fisioterapeutas - incluindo correlações clínicas*. 2ª ed. Sao Paulo: Manole; 2001.
-

67. Papaléo Netto M. *Gerontología - A velhice e o envelhecimento em visao globalizada*. Atheneu; 2000.
68. Prakash C, Stern G. Neurological sings in the elderly. *Age Ageing*. 1973;2:24-7.
69. Horenstein S. Managing gait disorders. *Geriatrics*. 1974;2:24-7.
70. Robert Pires CM. Fisiologia do exercicio aplicada ao idoso. In: Rebelatto JR, Morelli JG, eds. *Fisioterapia geriátrica. A prática da assistência ao idoso*. 1ª edição brasileira ed. Barueri - SP - Brasil: Manole; 2004:123-65.
71. Spirduso WW. *Physical dimension of aging*. Champaign: Human Kinetics; 1995.
72. Heyward VH. Evaluación de la aptitud cardiorrespiratoria. In: *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. 5ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008:55-92.
73. Martín R, Clémencion M. Fisiología cardiorrespiratoria del movimiento. *EMC - Kinesiterapia - Medicina Física*. 2014;35(4):1-10.
74. Rodríguez FA. Valoración de la condición física en las personas mayores. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:173-89.
75. Fernández Vaquero A. Consumo de oxígeno: Concepto, bases fisiológicas y aplicaciones. In: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, eds. *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006:405-15.
76. Mora Rodríguez R. Estimación y medición del $VO_{2máx}$. In: *Fisiología del deporte y el ejercicio. Prácticas de campo y laboratorio*. Madrid: Médica Panamericana; 2010:79-88.
77. Tanaka H, De Souza CA, Jones PP, Stevenson ET, Dhabhi KP, Seals DR. Greater rate of decline in maximal aeróbic capacity with age in physically active vs. sedentary healthy women. *J Appl Physiol*. 1997;83:1947-53.
78. Hawkins SA, Wiswell RA. Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging. *Sports Med*. 2003;33(12):877-88.
79. Ito T, Takamata A, Yaegashi K, et al. Role of blood volume in the age-associated decline in peak oxygen uptake in humans. *Japan J Physiol*. 2001;51(5):607-12.
80. López Chicharro J, Izquierdo Redín M. Aspectos fisiológicos del ejercicio en relación al envejecimiento. In: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, eds. *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006:613-39.

-
81. Trappe SW, Costill DL, Vukovich MD, Jones J, Melham T. Aging among elite distance runners: A 22-yr longitudinal study. *J Appl Physiol.* 1996;80(1):285-90.
82. Fitzgerald MD, Tanaka H, Tran ZV, Seals DR. Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: A meta-analysis. *J Appl Physiol.* 1997;83(1):160-5.
83. Eskurza I, Donato AJ, Moreau KL, Seals DR, Tanaka H. Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up. *J Appl Physiol.* 2002;92(6):2303-8.
84. Pimentel AE, Gentile CL, Tanaka H, Seals DR, Gates PE. Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men. *J Appl Physiol.* 2003;94(6):2406-13.
85. Wilson TM, 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(3):829-34.
86. Fernández Vaquero A. Sistemas energéticos en el ejercicio. In: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, eds. *Fisiología del ejercicio.* 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006:183-221.
87. Bottinelli R, Reggiani C. Human skeletal muscle fibres: Molecular and functional diversity. *Prog Biophys Mol Biol.* 2000;73(2-4):195-262.
88. Morán Bermejo MJ. Tipos de fibras musculares. In: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, eds. *Fisiología del ejercicio.* 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006:91-7.
89. Antonello M, Delplanque D, Cottureau G, Gillot F, Planche M, Selleron B. Adaptación al esfuerzo. In: Antonello M, Delplanque D, eds. *Fisioterapia respiratoria. Del diagnóstico al proyecto terapéutico.* Barcelona: Masson; 2002:52-6.
90. Mora Rodríguez R. Fundamento y uso de la calorimetría indirecta. In: *Fisiología del deporte y el ejercicio. Prácticas de campo y laboratorio.* Madrid: Médica Panamericana; 2010:69-75.
91. American College of Sports Medicine (ACSM). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* 7ª ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
92. American College of Sports Medicine. *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription.* ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
-

93. Thompson PD, Arena R, Riebe D, Pescatello LS, American College of Sports Medicine. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription, ninth edition. *Curr Sports Med Rep*. 2013;12(4):215-7.
94. Gibbons RJ, Balady GJ, Timothy Bricker J, et al. ACC/AHA 2002 guideline update for exercise testing: Summary article. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1997 Exercise Testing Guidelines). *Journal of the American College of Cardiology*. 2002;40(8):1531-40.
95. Arós F, Boraita A, Alegría E, et al. Guías de práctica clínica de la sociedad española de cardiología en pruebas de esfuerzo. *Revista Española de Cardiología*. 2000;53(08):1063-94.
96. McLaren PF, Nurhayati Y, Boutcher SH. Stroke volume response to cycle ergometry in trained and untrained older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1997;75(6):537-42.
97. Jones CJ, Rikli RE. Measuring functional. *The Journal on Active Aging*. 2002;1:24-30.
98. Rikli RE, Jones CJ. *Senior Fitness Test Manual*. Human Kinetics; 2012.
99. Pichurko BM. Exercising your patient: Which test(s) and when? *Respiratory Care*. 2012;57(1):100-13.
100. Núñez Hernández I, Vega Armand M. Comportamiento de la capacidad funcional de los adultos mayores que realizan actividad física en círculos de abuelos. *Monografías com [Internet]*. 2009 Febrero [cited 2014 Noviembre 18]; 67:[about 2 p.]. Available from: <http://www.monografias.com/trabajos67/comportamiento-capacidad-funcional-adultos-mayores/comportamiento-capacidad-funcional-adultos-mayores.shtml>.
101. Shiguemoto GE. Avaliação do idoso: Anamnese e exame da performance física. In: Rebelatto JR, Morelli JG, eds. *Fisioterapia geriátrica. A prática da assistência ao idoso*. 1ª edição brasileira ed. Barueri - SP - Brasil: Manole; 2004:85-122.
102. Enright PL, McBurnie MA, Bittner V, et al. The 6-min walk test: A quick measure of functional status in elderly adults. *Chest*. 2003;123(2):387-98.
103. Sciruba F, Slivka W. 6-minute walk testing. *Semin Respir Crit Care Med*. 1998;19(4):383-91.
104. Hernández González R, Ponce Puig E, Salazar Fonseca Y, Aguilar Rodríguez E, Agramante Pereira S. Utilización de un test de terreno para evaluar la capacidad funcional en pacientes con enfermedades cardiovasculares. *EFDeportes com [Internet]*. 2005 Febrero [cited 2014 Noviembre 14]; 81:[about 7 p.]. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd81/test.htm>.

-
105. Cedré Santo M. Comportamiento de los valores de consumo de oxígeno en pacientes con cardiopatía isquémica. *EFDeportes.com [Internet]*. 2010 Junio [cited 2014 Noviembre 18]; 145:[about 15 p.]. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd145/consumo-de-oxigeno-en-cardiopatia-isquemica.htm>.
106. Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, Dec GW, DiSalvo TG. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest*. 1996;110(2):325-32.
107. Hernández González R, Ponce Puig E, Salazar Fonseca Y, Aguilar Rodríguez E, Agramante Pereira S. Nueva metodología para realizar la prueba de caminata de los 6 minutos. *EFDeportes.com [Internet]*. 2006 Julio [cited 2014 Noviembre 18]; 98:[about 8 p.]. Available from: <http://www.efdeportes.com/efd98/caminata.htm>.
108. Antonello M, Delplanque D, Cottureau G, Gillot F, Planche M, Selleron B. Test de marcha de 6 min. In: Antonello M, Delplanque D, eds. *Fisioterapia respiratoria. Del diagnóstico al proyecto terapéutico*. Barcelona: Masson; 2002:221-5.
109. Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1982;284(6329):1607-8.
110. Ross R, Murthy J, Wollak I, Jackson A. The six minute walk test accurately estimates mean peak oxygen uptake. *BMC Pulmonary Medicine*. 2010;10(1):31.
111. Segura-Ortí E, Martínez Olmos FJ. Analysis of correlations between the results of an exercise test and 6 minute walking test in a healthy population. *Fisioterapia*. 2009;31(6):241-7.
112. Ayto. Salamanca. Canal temático de mayores del Ayuntamiento de Salamanca. <http://mayores.aytosalamanca.es/es/index.html>. Updated 2015. Accessed Agosto/27, 2015.
113. *Debate*. 2012 Año Europeo del Envejecimiento Activo y la Solidaridad Intergeneracional. [USALVIDEO]. 2012.
114. Lopategui Corsino E. Prescripción de ejercicio - delineamientos más recientes: American college of sports medicine (ACSM) - 2014. <http://www.saludmed.com/rxejercicio/rxejercicio.html>. Updated 2013. Accessed Agosto/27, 2015.
115. Blair SN, Connelly JC. How much physical activity should we do? the case for moderate amounts and intensities of physical activity. *Res Q Exerc Sport*. 1996;67(2):193-205.
116. Blair SN, Kampert JB, Kohl HW, et al. Influences of cardiorespiratory fitness and other precursors on cardiovascular disease and all-cause mortality in men and women. *JAMA*. 1996;276(3):205-10.
-

117. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, Mcpherson BD. Exercise, fitness, and health: The consensus statement. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, Mcpherson BD, eds. *Exercise fitness, and health: A consensus of current knowledge*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1990:3-28.
118. Lee I, Paffenbarger RS. How much physical activity is optimal for health? methodological considerations. *Res Q Exerc Sport*. 1996;67(2):206-8.
119. Paffenbarger JRS, Hyde RT, Wing AL. Physical activity and fitness as determinants of health and longevity. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, Mcpherson BD, eds. *Exercise fitness, and health: A consensus of current knowledge*. Champaign: Human Kinetics Publishers; 1990:33-48.
120. Pate RR, Pratt M, Blair SN, et al. Physical activity and public health: A recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *JAMA*. 1995;273(5):402-7.
121. Shephard RJ. Physical activity, fitness, and health: The current consensus. *Quest*. 1995;47(3):288-303.
122. Slattery ML. How much physical activity do we need to maintain health and prevent disease? different diseases-different mechanisms. *Res Q Exerc Sport*. 1996;67(2):209-12.
123. Heyward VH. Actividad física, salud y enfermedad crónica. In: *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. 5ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008:1-14.
124. Ortegón Piñero A. Ahorrar tiempo, ganar sobrepeso. <https://albertoortegonblog.wordpress.com/2013/10/17/ahorrar-tiempo-ganar-sobrepeso/>. Updated 2013. Accessed Agosto/27, 2015.
125. USDHHS. *2008 physical activity guidelines for americans*. Washington DC: USDHHS; 2008.
126. Hamilton MT, Healy GN, Dunstan DW, Zderic TW, Owen N. Too little exercise and too much sitting: Inactivity physiology and the need for new recommendations on sedentary behavior. *Current cardiovascular risk reports*. 2008;2(4):292-8.
127. World Health Organization. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. La actividad física en los adultos mayores. Niveles recomendados de actividad física para la salud de 65 años en adelante. http://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/es/. Updated 2014. Accessed Agosto/28, 2015.

-
128. Caspersen CJ, Powell KE, Christenson GM. Physical activity, exercise, and physical fitness: Definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*. 1985;100(2):126-31.
129. González J. *Fisiología de la actividad física y del deporte*. Madrid: Interamericana – McGraw Hill.; 1992.
130. Marcos JF. *Salud y deporte para todos*. Madrid: EUDEMA; 1989.
131. Terreros JL, Arnaudás C, Cucullo JM. Estudio médico-deportivo en la tercera edad. Valoración médica. *Apunts Medicina L'esport*. 1992:29.
132. Parreño JR. *Tercera edad sana. Ejercicios preventivos y terapéuticos*. 2ª ed. Madrid: INSERSO; 1990.
133. Fox E. *Fisiología del deporte*. Buenos Aires: Panamericana; 1989.
134. Martín Nogueras AM. *Prevención de las caídas en personas mayores a partir del tratamiento fisioterápico del desequilibrio postural*. [Tesis Doctoral]. Área de Fisioterapia. E. U. de Enfermería y Fisioterapia. Universidad de Salamanca; 2007.
135. Méndez Sánchez R. *Evaluación y análisis de la eficacia del trabajo de la flexibilidad de la cadena miofascial recta posterior y del equilibrio sobre el alcance funcional como predictor de caídas en personas mayores que realizan revitalización geriátrica*. [Tesis Doctoral]. Área de Fisioterapia. Departamento de Física, Ingeniería y Radiología Médica. Universidad de Salamanca; 2014.
136. Puente González AS. *Influencia de un programa de revitalización geriátrica como actividad física sobre la densidad mineral ósea y el riesgo de caídas en personas con enfermedad de alzheimer*. [Tesis Doctoral]. Departamento de Medicina. Universidad de Salamanca.; 2014.
137. Calvo Arenillas JI. *Influencia de la revitalización sobre el hueso y parámetros de aptitud física*. [Tesis Doctoral]. Universidad de Salamanca. Facultad de Medicina. Departamento de Medicina.; 1997.
138. Baroni Pacheco G. *Influencia de un programa de la actividad física controlada sobre la densidad mineral ósea medida con ultrasonido y parámetros de salud*. [Tesis Doctoral]. Departamento de Física, Ingeniería y Radiología Médica. Universidad de Salamanca; 2011.
139. Calvo Arenillas JI, Martín Nogueras AM, Sánchez Sánchez C, Méndez Sánchez R, Albuquerque Sendín F, Ramos AJ. Estudio del efecto de la actividad física moderada sobre la presión arterial y la frecuencia cardíaca en personas mayores. *Rev Rh Med Fis Extremeña*. 2002;2:15-25.
-

140. Orejuela Rodríguez J. *Influencia de la técnicas de facilitación neuromuscular propioceptiva sobre la musculatura respiratoria en una población de mujeres mayores*. [Tesis Doctoral]. Departamento de Medicina - Universidad de Salamanca; 2015.
141. Martínez González M, Gómez Conesa A. Ejercicio físico como medida preventiva en un grupo de personas mayores de 75 años. *Rev Iberoam Fisioter Kinesiol*. 2001;4(1):21-31.
142. Osuna Pérez MC. *Fisioterapia y adulto mayor*. 1ª ed. Torredonjimeno (Jaen): Universidad de Jaen; 2011.
143. Aoyagi Y, Katsuta S. Relationship between the starting age of training and physical fitness in old age. *Can J Sport Sci*. 1990;15(1):65-71.
144. Menard D, Stanish WD. The aging athlete. *Am J Sports Med*. 1989:17-9.
145. Puig JM, et al. El ejercicio físico en el anciano. *Rehabilitación*. 1996:30-6.
146. Liñán Pagés C, Forn Pomes MT. Alimentación, tratamientos médicos y ejercicio físico para envejecer dignamente. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:219-28.
147. Bing - Biehl C, Biehl C. Comparación entre el somatotipo de hombres de la tercera edad sedentarios y practicantes de ejercicios físicos regulares a lo largo de la vida. *Apunts Medicina L'Esport*. 1991:18-28.
148. McArdle WD, Katch F, Katch VL. *Fisiología del ejercicio, energía, nutrición y rendimiento humano*. Madrid: Alianza Deporte; 1990.
149. Chow RK, Harrison JE, Sturtridge W, et al. The effect of exercise on bone osteoporotic patients on fluoride treatment. *Clinical and Investigate Medicine*. 1987:10-2.
150. Elkowitz EB, Elkowitz D. Adding life to later years trough exercise. *Postgraduate medicine*. 1986:80-3.
151. Grimby G. Physical activity and muscle training in the elderly. *Acta Med Scand*. 1986;771(Suppl.):233-7.
152. Carroll JV, Pollock ML. Rehabilitation and life-style modification in the elderly. *Cardiovascular Clinic*. 1992;22.
153. Buchner DM, Beresford SA, Larson EB, Lacroix AZ, Wagner EH. Effects of physical activity on health status in older adults 11. intervention studies. *Annu-Rev Public Health*. 1992;13.

-
154. Marín Fernández B. Respuesta del organismo anciano al ejercicio. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:191-204.
155. Kasch FW, et al. The effect of physical activity and inactivity on aerobic power in older man. *The Phys Sportmed*. 1990;18(4):73-83.
156. Chodzko-Zajko WJ, Proctor DN, Fiatarone Singh MA, et al. American college of sports medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(7):1510-30.
157. Lavie CJ, Milani RV. Effects of cardiac rehabilitation programs on exercise capacity, coronary risk factors, behavioral characteristics, and quality of life in a large elderly cohort. *Am J Cardiol*. 1995:76-9.
158. Ibáñez Gómez MJ. Efecto de la actividad física terapéutica en la mejora de la calidad de vida en mujeres mayores. *Cuest fisioter*. 2012;41(1):33-41.
159. Zunzunegui MV. La epidemiología del envejecimiento. In: Marcos Becerro JF, Frontera WR, Santonja Gómez R, eds. *La salud y la actividad física en las personas mayores. Tomo 1*. Madrid: Comité Olímpico Español; 1995:13-27.
160. Solomon HA. El mito del ejercicio como factor de longevidad. *Cardiovascular Review Reports*. 1989:10-4.
161. Calvo Arenillas JI, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Rodríguez L, Calvo A. Programas de revitalización, mantenimiento físico y deporte en personas mayores. Evaluación de la aptitud física. *Rev Gerontol*. 1996;6(1):31-7.
162. Marcos Becerro JF. La actividad física y el deporte en los ancianos: Valoración, indicaciones y contraindicaciones. In: Parreño JR, ed. *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Editores Médicos S.A.; 1990:329-36.
163. Heyward VH. Principios de evaluación, prescripción y adherencia al programa de ejercicios. In: *Evaluación de la aptitud física y prescripción del ejercicio*. 5ª ed. Madrid: Médica Panamericana; 2008:35-53.
164. Pryor J. *Cuidados respiratorios*. Barcelona: Masson. 1993. Barcelona: Masson; 1993.
165. Serfass RC, Agre JC, Smith EL. Exercise testing for the elderly. *Topics in Geriatric Rehabilitation*. 1985;1(1):58-67.
166. Parreño JR. Introducción. In: Parreño JR, ed. *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Editores Médicos S.A.; 1990:12-3.
-

167. Parreño JR. Planteamiento general de la rehabilitación geriátrica. Revitalización. In: Parreño JR, ed. *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Editores Médicos S.A.; 1990:85-108.
168. Argimon JM, Jiménez J. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. 3ª ed. Madrid: Elsevier; 2004.
169. Fernández-Lasquetty Blanc B. *Introducción a la investigación en enfermería*. 1ª ed. Madrid: Ediciones DAE (Grupo Paradigma); 2013.
170. Ayto. Salamanca. Revitalización.
<http://mayores.aytosalamanca.es/es/actividadesejerciciofisico/revitalizaciongeriatrica/>.
Updated 2015. Accessed Septiembre/22, 2015.
171. ATS. Statement: Guidelines for the six-minute walk test. ATS committee on proficiency standards for clinical pulmonary function laboratories. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166:111-7.
172. Enright P. The six-minute walk test. *Respir Care*. 2003;48(8):783-5.
173. Sánchez Sánchez, María del Carmen. *Influencia sobre la aptitud física de técnicas de fisioterapia revitalizadora en una población de personas mayores*. [Grado de Salamanca]. Departamento de Física, Ingeniería y Radiología Médica. Universidad de Salamanca; 1998.
174. Calvo Arenillas JI, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Martín Noguera AM, Sánchez Sánchez C, Hernández Criado T. Seguimiento de un programa de revitalización para personas mayores desde el ámbito universitario. *Fisioterapia*. 1999; 21 (monográfico 1):44-52.
175. Hernández Criado T, Calvo Arenillas JI, Orejuela Rodríguez J, Barbero Iglesias FJ, Martín Noguera AM, Sánchez Sánchez C. Influencia sobre la capacidad vital y la frecuencia cardíaca de técnicas de fisioterapia revitalizadora en una población de personas mayores. *Fisioterapia*. 1999;21(monográfico 1):36-43.
176. Belloch V, Caballé C, Zaragoza R. *Fisioterapia teoría y técnica*. Valencia: ECIR; 1970.
177. Spring H, Illi U, Kunz HR, Röthlin K, Schneider W, Tritschler T. *Stretching et tonification dynamique*. Paris: Masson; 1988.
178. Taylor DC, Dalton JD, Jr, Seaber AV, Garrett WE, Jr. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. the biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med*. 1990;18(3):300-9.
179. Jover L. Actividad física y deporte en el anciano: Aplicaciones prácticas. In: Parreño JR, ed. *Rehabilitación en geriatría*. Madrid: Editores Médicos S.A.; 1990:337-349.

-
180. Mora Rodríguez R. Frecuencia cardíaca submáxima, máxima y de reserva (karvonen). In: *Fisiología del deporte y el ejercicio. Prácticas de campo y laboratorio*. Madrid: Médica Panamericana; 2010:61-8.
181. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001;37(1):153-6.
182. Whaley MH, Kaminsky LA, Dwyer GB, Getchell LH, Norton JA. Predictors of over- and underachievement of age-predicted maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc*. 1992;24(10):1173-9.
183. Swain DP, Leutholtz BC, King ME, Haas LA, Branch JD. Relationship between % heart rate reserve and % VO₂ reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;30(2):318-21.
184. Fernández Vaquero A, Serratosa Fernández L. Fisiopatología del ejercicio en las enfermedades cardiovasculares. In: López Chicharro J, Fernández Vaquero A, eds. *Fisiología del ejercicio*. 3ª ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2006:845-74.
185. European Society of Hypertension - European Society of Cardiology. Guidelines for management of arterial hypertension. *J Hypertens*. 2003;21:1011-53.
186. Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure (JNC VII). The 7th Report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Jama*. 2003;289:2560-71.
187. World Health Organization. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. ed. World Health Organization; 2000:253.
188. Salas-Salvador J, Rubio MA, Barbany M, Moreno B, Grupo Colaborativo de la SEEDO. Consenso SEEDO 2007 para la evaluación del sobrepeso y la obesidad y el establecimiento de criterios de intervención terapéutica. *Med Clin*. 2007;128(5):184-96.
189. Han TS, van Leer EM, Seidell JC, Lean ME. Waist circumference action levels in the identification of cardiovascular risk factors: Prevalence study in a random sample. *BMJ*. 1995;311(7017):1401-5.
190. Sönmez K, Akcakoyun M, Akcay A, et al. Which method should be used to determine the obesity, in patients with coronary artery disease? (body mass index, waist circumference or waist-hip ratio). *Int J Obes*. 2003;27(3):341-6.
191. Marqués Sulé E, Villaplana Torres LA, Querol Fuentes F, Pérez Moltó FJ. Comparación del efecto sobre el perímetro abdominal de un programa fisioterápico en pacientes de edad avanzada tras infarto agudo de miocardio y angina de pecho. *Majorensis*. 2010(6):16-21.
-

192. Bigaard J, Frederiksen K, Tjønneland A, et al. Waist circumference and body composition in relation to all-cause mortality in middle-aged men and women. *Int J Obes*. 2005;29(7):778-84.

193. Bigaard J, Tjønneland A, Thomsen BL, Overvad K, Heitmann BL, Sørensen TI. Waist circumference, BMI, smoking, and mortality in Middle-Aged men and women. *Obes Res*. 2003;11(7):895-903.

194. Prineas RJ, Folsom AR, Kaye SA. Central adiposity and increased risk of coronary artery disease mortality in older women. *Ann Epidemiol*. 1993;3(1):35-41.

195. Rimm EB, Stampfer MJ, Giovannucci E, et al. Body size and fat distribution as predictors of coronary heart disease among middle-aged and older US men. *Am J Epidemiol*. 1995;141(12):1117-27.

196. Bigaard J, Thomsen BL, Tjønneland A, Sørensen TI. Does waist circumference alone explain obesity-related health risk? *Am J Clin Nutr*. 2004;80(3):790-2.

197. Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) (3: 2001). *Detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III)*. National Institutes of Health; 2001.

198. International Diabetes Federation. About diabetes: Risk factors. http://www.idf.org/webdata/docs/FINDRISC_Spanish.pdf. Updated 2001. Accessed Noviembre/7, 2015.

199. Genique Martínez R, Marin Ibáñez A, Cía Gómez P, Gálvez Villanueva AC, Andrés Bergareche I, Gelado Jaime C. Utilidad del perímetro abdominal como método de cribaje del síndrome metabólico en las personas con hipertensión arterial. *Rev Esp Salud Pública*. 2010;84(2):215-22.

200. Lord SR, Menz HB. Physiologic, psychologic, and health predictors of 6-minute walk performance in older people. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(7):907-11.

201. Kervio G, Carre F, Ville N. Reliability and intensity of the six-minute walk test in healthy elderly subjects. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(1):169-74.

202. Guyatt G, Pugsley S, Sullivan M, et al. Effect of encouragement on walking test performance. *Thorax*. 1984;39(11):818-22.

203. Ng SS, Yu PC, To FP, Chung JS, Cheung TH. Effect of walkway length and turning direction on the distance covered in the 6-minute walk test among adults over 50 years of age: A cross-sectional study. *Physiotherapy*. 2013;99(1):63-70.

-
204. Troosters T, Gosselink R, Decramer M. Six minute walking distance in healthy elderly subjects. *Eur Respir J*. 1999;14(2):270-4.
205. Janaudis-Ferreira T, Sundelin G, Wadell K. Comparison of the 6-minute walk distance test performed on a non-motorised treadmill and in a corridor in healthy elderly subjects. *Physiotherapy*. 2010;96(3):234-9.
206. Laskin JJ, Bundy S, Moore H, Swanson M, Thies H, Blair M. Using a treadmill for the six minute walk test: Reliability and validity. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*. 2006;17(4):147.
207. Stevens D, Elpern E, Sharma K, Szidon P, Ankin M, Kesten S. Comparison of hallway and treadmill six-minute walk tests. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 1999;160(5):1540-3.
208. Roomi J, Johnson MM, Waters K, Yohannes A, Helm A, Connolly MJ. Respiratory rehabilitation, exercise capacity and quality of life in chronic airways disease in old age. *Age Ageing*. 1996;25(1):12-6.
209. Enright P, Sherril D. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5):1384-7.
210. Steffens D, Beckenkamp PR, Hancock M, Paiva DN, Alison JA, Menna-Barreto SS. Activity level predicts 6-minute walk distance in healthy older females: An observational study. *Physiotherapy*. 2013;99(1):21-6.
211. Britto RR, Probst VS, de Andrade AF, et al. Reference equations for the six-minute walk distance based on a brazilian multicenter study. *Braz J Phys Ther*. 2013;17(6):556-63.
212. Poh H, Eastwood PR, Cecins NM, Ho KT, Jenkins SC. Six-minute walk distance in healthy singaporean adults cannot be predicted using reference equations derived from caucasian populations. *Respirology*. 2006;11(2):211-6.
213. Burr JF, Bredin SS, Faktor MD, Warburton DE. The 6-minute walk test as a predictor of objectively measured aerobic fitness in healthy working-aged adults. *Phys Sportsmed*. 2011;39(2):133-9.
214. Gibbons W, Fruchter N, Sloan S, Levy RD. Reference values for a multiple repetition 6-minute walk test in healthy adults older than 20 years. *J Cardiopulm Rehabil*. 2001;21(2):87-93.
215. Chetta A, Zanini A, Pisi G, et al. Reference values for the 6-min walk test in healthy subjects 20–50 years old. *Respir Med*. 2006;100(9):1573-8.
-

216. Camarri B, Eastwood PR, Cecins NM, Thompson P, Jenkins S. Six minute walk distance in healthy subjects aged 55-75 years. *Respir Med.* 2006;100(4):658-65.
217. Masmoudi K, Aouicha MS, Fki H, Dammak J, Zouari N. The six minute walk test: Which predictive values to apply for tunisian subjects aged between 40 and 80 years? *La Tunisie medicale.* 2008;86(1):20-6.
218. Iwama AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080-5.
219. Alameri H, Al-Majed S, Al-Howaikan A. Six-min walk test in a healthy adult arab population. *Respir Med.* 2009;103(7):1041-6.
220. Ben Saad H, Prefaut C, Tabka Z, et al. 6-minute walk distance in healthy north africans older than 40 years: Influence of parity. *Respir Med.* 2009;103(1):74-84.
221. Osses A R, Yáñez V J, Barría P P, et al. Prueba de caminata en seis minutos en sujetos chilenos sanos de 20 a 80 años. *Rev Méd Chile.* 2010;138(9):1124-30.
222. Dourado VZ, Vidotto MC, Guerra RLF. Equações de referência para os testes de caminhada de campo em adultos saudáveis. *J Bras Pneumol.* 2011;37(5):607-14.
223. Soares MR, Pereira, Carlos Alberto de Castro. Teste de caminhada de seis minutos: Valores de referência para adultos saudáveis no brasil. *J Bras Pneumol.* 2011;37(5):576-83.
224. Hill K, Wickerson LM, Woon LJ, et al. The 6-min walk test: Responses in healthy canadians aged 45 to 85 years. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2011;36(5):643-9.
225. Santana MG, de Lira CAB, Passos GS, et al. Is the six-minute walk test appropriate for detecting changes in cardiorespiratory fitness in healthy elderly men? *Journal of Science and Medicine in Sport.* 2012;15(3):259-65.
226. Wanderley FAC, Oliveira J, Mota J, Carvalho MJ. Six-minute walk distance (6MWD) is associated with body fat, systolic blood pressure, and rate-pressure product in community dwelling elderly subjects. *Arch Gerontol Geriatr.* 2011;52(2):206-10.
227. Beriault K, Carpentier AC, Gagnon C, et al. Reproducibility of the 6-minute walk test in obese adults. *Int J Sports Med.* 2009;30(10):725-7.
228. Vidarte Claros JA, Quintero Cruz MV, Herazo Beltrán Y. Efectos del ejercicio físico en la condición física funcional y la estabilidad en adultos mayores. (spanish). *Hacia la Promoción de la Salud.* 2012;17(2):79-90.

-
229. Del Pozo-Cruz J, Magaña M, Ballesteros M, et al. Influencia de la capacidad funcional sobre el perfil lipídico, daño muscular y perfil bioquímico en personas mayores no institucionalizadas. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*. 2013;6(2):57-65.
230. Hovington CL, Nadeau S, Leroux A. Comparison of walking parameters and cardiorespiratory changes during the 6-minute walk test in healthy sexagenarians and septuagenarians. *Gerontology*. 2009;55(6):694-701.
231. Jenkins S, Cecins N, Camarri B, Williams C, Thompson P, Eastwood P. Regression equations to predict 6-minute walk distance in middle-aged and elderly adults. *Physiother Theory Pract*. 2009;25(7):516-22.
232. Sillanpää E, Stenroth L, Bijlsma A, et al. Associations between muscle strength, spirometric pulmonary function and mobility in healthy older adults. *Age*. 2014;36(4):1-11.
233. Bendall MJ, Bassey EJ, Pearson MB. Factors affecting walking speed of elderly people. *Age Ageing*. 1989;18(5):327-32.
234. Biswas D, Dey A, Chakraborty M, et al. Habitual physical activity score as a predictor of the 6-min walk test distance in healthy adults. *Respiratory Investigation*. 2013;51(4):250-6.
235. Santos LOd, Jamami M, Pires Di Lorenzo VA, Ronchi CF, Aguilar Arca E, Pessoa BV. Applicability of reference equations for the six-minute walk test in healthy elderly adults in a municipality of são paulo. *Fisioter Pesqui*. 2013;20(2):172-7.
236. Bautmans I, Lambert M, Mets T. The six-minute walk test in community dwelling elderly: Influence of health status. *BMC Geriatr*. 2004;4:6.
237. Peel C, Ballard D. Reproducibility of the 6-minute-walk test in older women. *J Aging Phys Activ*. 2001;9:184-93.
238. Cress ME, Petrella JK, Moore TL, Schenkman ML. Continuous-scale physical functional performance test: Validity, reliability, and sensitivity of data for the short version. *Phys Ther*. 2005;85(4):323-35.
239. Harada ND, Chiu V, Stewart AL. Mobility-related function in older adults: Assessment with a 6-minute walk test. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80(7):837-41.
240. Kalapotharakos V, Michalopoulou M, Tokmakidis S, Godolias G, Strimpakos N, Karteroliotis K. Effects of a resistance exercise programme on the performance of inactive older adults. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*. 2004;11(7):318-23.
241. Lusardi MM, Pellecchia GL, Schulman M. Functional performance in community living older adults. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2003;26(3):14-22.
-

242. Peterson MJ, Crowley GM, Sullivan RJ, Morey MC. Physical function in sedentary and exercising older veterans as compared to national norms. *J Rehabil Res Dev*. 2004;41(5):653-8.
243. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-minute walk test, berg balance scale, timed up & go test, and gait speeds. *Phys Ther*. 2002;82(2):128-37.
244. Santos DA, Silva AM, Baptista F, et al. Are cardiorespiratory fitness and moderate-to-vigorous physical activity independently associated to overweight, obesity, and abdominal obesity in elderly? *Am J Hum Biol*. 2012;24(1):28-34.
245. Yazdanyar A, Aziz MM, Enright PL, et al. Association between 6-minute walk test and all-cause mortality, coronary heart disease-specific mortality, and incident coronary heart disease. *Journal of Aging & Health*. 2014;26(4):583-99.
246. Rikli RE, Jones CJ. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. *J Aging Phys Activ*. 1999;7:162-81.
247. Woo J, Ho SC, Lau J, Chan SG, Yuen YK. Age-associated gait changes in the elderly: Pathological or physiological? (article). *Neuroepidemiology*. 1995;14(2):65-71.
248. Medrano MJ, Cerrato E, Boix R, Delgado-Rodríguez M. Factores de riesgo cardiovascular en la población española: Metaanálisis de estudios transversales. *Medicina Clínica*. 2005;124(16):606-12.
249. Casanova C, Celli BR, Barria P, et al. The 6-min walk distance in healthy subjects: Reference standards from seven countries. *Eur Respir J*. 2011;37(1):150-6.
250. Wu G, Sanderson B, Bittner V. The 6-min walk test: How important is the learning effect? *Am Heart J*. 2003;146(1):129-33.
251. Day L, Fildes B, Gordon I, Fitzharris M, Flamer H, Lord S. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ*. 2002;325(7356):128-34.
252. Hauer K, Rost B, Rüttschle K, et al. Exercise training for rehabilitation and secondary prevention of falls in geriatric patients with a history of injurious falls. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(1):10-20.
253. Judge JO, Lindsey C, Underwood M, Winsemius D. Balance improvements in older women: Effects of exercise training. *Phys Ther*. 1993;73(4):254-65.
254. Lord SR, Ward JA, Williams P, Strudwick M. The effect of a 12-Month exercise trial on balance, strength, and falls in older women: A randomized controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 1995;43(11):1198-206.

255. Contandriopoulos A. *Preparar un proyecto de investigación*. Barcelona: SG editores; 1991.
256. Cote CG, Casanova C, Marín JM, et al. Validation and comparison of reference equations for the 6-min walk distance test. *Eur Respir J*. 2008;31(3):571-8.



9.~ ANEXOS

ANEXO 1.- Consentimiento Informado



VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

ÁREA D FISIOTERAPIA
E.V. D ENFERMERÍA Y FISIOTERAPIA

INFORMACIÓN sobre el PROGRAMA DE REVITALIZACIÓN GERIÁTRICA (PReGe)

Investigador Principal: Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas. Universidad de Salamanca

OBJETIVOS

1. Promover el envejecimiento activo en los mayores y optimizar su estado de salud general y condición física mediante la aplicación de Fisioterapia en la modalidad de un **Programa de Revitalización Geriátrica (PReGe)**, consistente en la práctica semanal de ejercicio físico, programado, aplicado y evaluado por fisioterapeutas y profesores universitarios, además de formación y educación en salud y estilos de vida saludables.
2. Evaluar los efectos del ejercicio físico en personas mayores mediante valoración de la condición física y del nivel de salud general de los participantes, antes, durante y después de la realización del PReGe.
3. Determinar y redefinir algunas características y variables del PReGe con objeto de aumentar su eficacia y utilidad pública en función de las mejoras observadas en la condición física de los participantes y de los parámetros bio-psico-sociales evaluados.

METODOLOGÍA

Todas las personas participantes en el PReGe realizarán, en la medida de sus posibilidades y características físicas individuales, los ejercicios físicos y actividades que les impartan los fisioterapeutas, desde octubre a mayo, 3 veces por semana. Al inicio y al finalizar el PReGe, meses de septiembre y junio, los participantes, de forma libre y voluntaria, facilitarán la siguiente información y realizarán los siguientes tipos de pruebas y valoraciones:

1. Filiación o datos personales, historia médica y tratamiento farmacológico actual por aparatos y sistemas, con toma de tensión arterial y frecuencia cardíaca. En caso necesario se podrá realizar una auscultación.
2. Pruebas de valoración de la condición física:
 - a. Medidas antropométricas y valoración de la composición corporal: peso, talla, circunferencia abdominal, bioimpedancia.
 - b. Determinación de la condición física: equilibrio, flexibilidad, fuerza, resistencia cardiorrespiratoria mediante la prueba de los 6 minutos marcha u otra equivalente, que consiste en caminar en terreno llano lo más rápido que pueda durante un máximo de 6 minutos, pudiendo parar las veces necesarias y el tiempo que necesite para poder continuar con ella.
3. Densitometría de calcáneo mediante ultrasonidos, que no produce ningún tipo de radiación ni malestar.
4. Encuestas sobre el estilo de vida, hábitos de práctica de actividad física regular, hábitos de consumos de alimentos, caídas, y otros aspectos relacionados.

REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS Y VALORACIONES

Las pruebas de valoración de la condición física son muy sencillas y pueden ser realizadas por cualquier persona sin dificultad ni peligro alguno, sin riesgo de caída, malestar, lesión, dolor o reacción adversa. Estas pruebas no producen cansancio excesivo, a menos que se padezca alguna enfermedad que lo contraindique, en cuyo caso se desaconsejará la realización de la prueba y de los ejercicios físicos relacionados con ella, con el fin de proteger a la persona mayor.

Todas estas pruebas se administrarán por profesionales sanitarios, médicos y fisioterapeutas, en óptimas condiciones de higiene y seguridad, utilizando aparatos e instrumental homologado. Se realizarán en instalaciones adecuadas de la Universidad de Salamanca.

BENEFICIOS DE LA REALIZACIÓN DEL PReGe Y DE LAS PRUEBAS

La realización del PReGe, de las pruebas físicas y de las valoraciones funcionales y biopsicosociales permitirá conocer el estado de salud general y condición física de cada participante, y nos permitirá recomendarle pautas, hábitos y conductas a seguir para optimizarlas, reduciendo el riesgo de caídas y de contraer enfermedades degenerativas asociadas con el sedentarismo, el envejecimiento y la obesidad.

CONSENTIMIENTO INFORMADO PReGe PARA MAYORES

D/D^a con D.N.I.
en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente DECLARO:

Que **he solicitado participar voluntariamente** en el PReGe organizado y financiado por el Ayuntamiento de Salamanca, cuyo director y responsable es el Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas, médico rehabilitador y catedrático (CEU) de la Universidad de Salamanca.

Que **he leído** la información contenida en el dorso del presente sobre los objetivos, metodología, beneficios, incomodidades y riesgos derivados de mi participación en el citado PReGe, y que **me han respondido a las preguntas que he formulado** personalmente por el Dr. Calvo o sus colaboradores de forma comprensible para mí y a mi completa satisfacción.

Que **se me ha informado** que para poder participar activamente en el PReGe, y para lograr los objetivos propuestos en el mismo, es preciso que **se me hagan una serie de exploraciones preliminares** y que se valore mi estado de salud general y mi condición física mediante pruebas funcionales y exploración física que permitan detectar si existe alguna circunstancia o impedimento en mi condición física o estado de salud que desaconseje o haga incompatible mi participación en todas o en parte de las actividades del Programa.

Declaro **haber facilitado de manera leal y verdadera** los datos sobre el estado físico y de salud de mi persona que pudieran afectar a mi participación en el PReGe.

Que soy conocedor de **que puedo negarme** a realizar alguna o todas las pruebas y valoraciones indicadas en la página 1, cuando quiera, y sin tener que dar explicaciones, y entiendo igualmente que la realización de algunas pruebas es esencial e imprescindible para ser incluido en algunas actividades del Programa.

Que se me ha garantizado que todas **las pruebas son fáciles de realizar** por cualquier persona mayor, que no producen dolor ni cansancio, **con bajo riesgo de incidencia** en la prueba de esfuerzo o de resistencia cardiorrespiratoria, y que se realizarán en instalaciones adecuadas, bajo supervisión de profesionales sanitarios, médicos y fisioterapeutas, debidamente cualificados y especializados.

Que se me ha asegurado que **los datos y la información** derivada de las pruebas y valoraciones funcionales que se me realicen durante mi participación en el PReGe **serán tratados con la máxima confidencialidad que exige la ley**, que no serán cedidos ni entregados a ninguna persona o entidad, bajo ninguna circunstancia, ni serán utilizados públicamente con ningún fin.

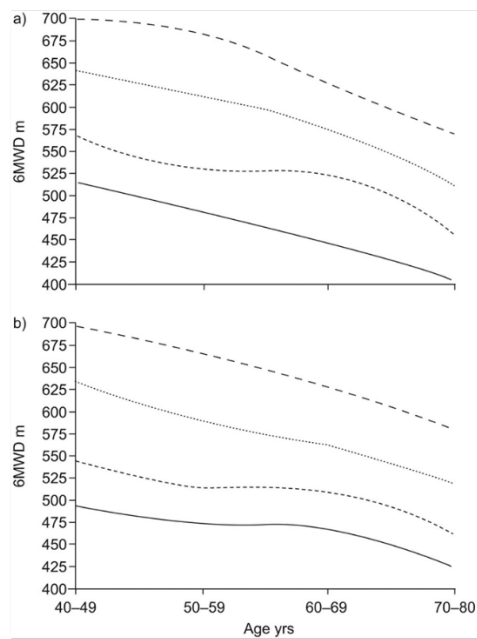
Por tanto, presto mi conformidad e informadamente consiento y autorizo al Dr. D. José Ignacio Calvo Arenillas y a los miembros de su equipo que éste considere pertinente, para que se me realicen las pruebas y valoraciones que se han detallado en este consentimiento.

En Salamanca, a de de

Fdo.:

ANEXO 2.- Curvas de referencia para la 6MWT, según Casanova et al.

Age-based reference curves for 6-min walk distance (6MWD) in normal a) males and b) females divided into 10th (—), 25th (-----), 50th (.....) and 75th (---) percentiles.



C. Casanova et al. ²⁴⁹ Eur Respir J 2011;37:150-156

©2011 by European Respiratory Society



10.~ TABLAS, GRÁFICOS E IMÁGENES

10.1.- ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Datos de población por regiones, según la OMS ⁷	29
Tabla 2.- Datos de población de España, según la OMS ⁷	30
Tabla 3.- Teorías del Envejecimiento, según Castanedo y Sarabia ¹⁵	38
Tabla 4.- Sistemas de producción de ATP ⁸⁶	63
Tabla 5.- Tipos de pruebas de esfuerzo cardiorrespiratorio	66
Tabla 6.- Clasificación de la tensión arterial en reposo según ESH-ESC.....	112
Tabla 7.- Clasificación de la tensión arterial en reposo según JNC VII	112
Tabla 8.- Clasificación del IMC según la OMS y SEEDO 2007.	115
Tabla 9.- Ecuaciones de referencia para la 6MWT.....	123
Tabla 10.- Variables de estudio	133
Tabla 11.- Valores antropométricos al inicio del estudio para la muestra y por sexos.	140
Tabla 12.- Tabla cruzada del IMC inicial categorizado por sexo.....	141
Tabla 13.- Edad corregida de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.....	143
Tabla 14.- IMC de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.....	144
Tabla 15.- Circunferencia abdominal de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC.	145
Tabla 16.- IMC y circunferencia abdominal de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según NCEP.	148
Tabla 17.- Tabla cruzada de IMC categorizado por circunferencia abdominal categorizada por sexo en E-1.	149
Tabla 18.- Valores cardiovasculares al inicio del estudio para la muestra y por sexos.....	150
Tabla 19.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra y por sexos.	153

Tabla 20.- Comparación de la 6MWT por grupos de circunferencia abdominal y sexo al inicio del estudio.	156
Tabla 21.- Valores antropométricos al final del estudio para la muestra por sexos.	172
Tabla 22.- Tabla cruzada del IMC final categorizado por sexo.	173
Tabla 23.- Edad corregida de la muestra en E-8 atendiendo a la clasificación del IMC.	174
Tabla 24.- IMC de la muestra al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC.	175
Tabla 25.- Circunferencia abdominal de la muestra al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC.	176
Tabla 26.- IMC y circunferencia abdominal de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según NCEP.	178
Tabla 27.- Tabla cruzada de IMC categorizado por circunferencia abdominal categorizada por sexo al final del estudio.	179
Tabla 28.- Valores cardiovasculares al inicio del estudio para la muestra y por sexos.	180
Tabla 29.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra y por sexos. ...	182
Tabla 30.- Comparación de la 6MWT por grupos de circunferencia abdominal y sexo al final del estudio.	185
Tabla 31.- Años de antigüedad en el PReGe y porcentaje de asistencia al año anterior.	187
Tabla 32.- Correlaciones entre la 6MWT y el resto de variables en cada una de las evaluaciones del programa.	196
Tabla 33.- Correlaciones por sexo entre la 6MWT y el resto de variables en cada una de las evaluaciones del programa.	198
Tabla 34.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio (MANOVA). ...	201
Tabla 35.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio por circunferencia abdominal inicial categorizada en la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).	203
Tabla 36.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio por promedio de asistencia a cuatro periodos categorizada en la interacción Asistencia_Tot_78*evaluación (MANOVA).	204

Tabla 37.- 6MWT. Comparación por pares entre el promedio de asistencia a cuatro periodos categorizada por evaluaciones del estudio en la interacción evaluación*Asistencia_Tot_78 (MANOVA).	205
Tabla 38.- 6MWT. Comparación por pares entre los grupos de IMC según OMS (MANOVA).....	206
Tabla 39.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones del estudio (MANOVA).....	207
Tabla 40.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal en el estudio (MANOVA).	208
Tabla 41.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por evaluaciones en el estudio para la interacción evaluación*C_ABD_1_rango (MANOVA).....	210
Tabla 42.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por evaluaciones en el estudio para la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).....	211
Tabla 43.- 6MWT. Comparación por pares entre evaluaciones por grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos y por circunferencia abdominal en el estudio para la interacción C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78*evaluación (MANOVA).	212
Tabla 44.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos y por evaluaciones del estudio para la interacción evaluación*Asistencia_Tot_78*C_ABD_1_rango (MANOVA).....	214
Tabla 45.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de promedio de asistencia a cuatro ciclos por grupos de circunferencia abdominal y por evaluaciones del estudio para la interacción evaluación*C_ABD_1_rango*Asistencia_Tot_78 (MANOVA).....	214
Tabla 46.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de IMC por tensión arterial conjunta y por grupos de circunferencia abdominal para la interacción C_ABD_1_rango*PAD/PAS_1_rango*IMC_1_rango (MANOVA).....	215
Tabla 47.- 6MWT. Comparación por pares entre grupos de circunferencia abdominal por tensión arterial conjunta y por grupos de IMC para la interacción IMC_1_rango*PAD/PAS_1_rango*C_ABD_1_rango (MANOVA).....	216
Tabla 48.- Distancia caminada en metros en la 6MWT: real en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas.	219

Tabla 49.- Diferencias de las distancias caminadas en metros en la 6MWT entre la real en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas..... 220

Tabla 50.- Variación de la distancia caminada real en la 6MWT en E-1 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas. 221

Tabla 51.- Diferencias de las distancias caminadas en metros en la 6MWT entre la real en E-2 y el cálculo teórico atendiendo a las diferentes fórmulas propuestas..... 222

Tabla 52.- Resumen del modelo de regresión, siendo la variable dependiente la distancia de la 6MWT. 223

Tabla 53.- Variables predictoras del modelo de regresión, siendo la variable dependiente la distancia de la 6MWT. ANOVA..... 224

Tabla 54.- Coeficientes de los modelos de regresión, siendo la variable dependiente la 6MWT. 225

Tabla 55.- Medias de la distancia en metros de la 6MWT para la muestra final del estudio, datos observados y datos calculados aplicando la fórmula de regresión en E-1 y E-8..... 226

10.2.- ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Pirámide de población de España (1 de enero de 2014), según INE ⁸	32
Gráfico 2.- Evolución del crecimiento anual de la población de España (2010-2014), según el INE ⁹	33
Gráfico 3.- Pirámides de población de España, según la ONU ¹¹	34
Gráfico 4.- Esperanza de vida al nacer por sexos para España y comparativa con región y continente, según la ONU ¹¹	35
Gráfico 5.- Población al inicio del estudio por sexos.....	138
Gráfico 6.- Edad corregida de la muestra por sexos, con media, DT, máximos y mínimos en E-1.	138
Gráfico 7.- Distribución de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS ¹⁸⁷	141
Gráfico 8.- Frecuencias por sexos en E-1 atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.....	142
Gráfico 9.- Distribución de la muestra en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP ¹⁹⁷	146
Gráfico 10.- Distribución por sexos en E-1 atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP.....	147
Gráfico 11.- Distribución de la muestra al inicio del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII ¹⁸⁶	151
Gráfico 12.- Frecuencias por sexos al inicio del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII.....	152
Gráfico 13.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por el IMC.....	154
Gráfico 14.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por la circunferencia abdominal.....	155
Gráfico 15.- Distancia recorrida en la 6MWT al inicio del estudio para la muestra categorizada por la tensión arterial.....	157
Gráfico 16.- Tendencias de las medias del peso durante el estudio.....	158

Gráfico 17.- Tendencias de las medias del peso por sexo durante el estudio.	159
Gráfico 18.- Tendencias de las medias de la talla durante el estudio.....	159
Gráfico 19.- Tendencias de las medias de la talla por sexo durante el estudio.....	160
Gráfico 20.- Tendencias de las medias del IMC durante el estudio.....	160
Gráfico 21.- Tendencias de las medias del IMC por sexo durante el estudio.....	161
Gráfico 22.- Tendencias de las frecuencias del IMC durante el estudio, expresadas en porcentajes.....	162
Gráfico 23.- Tendencias de las frecuencias del IMC por sexos durante el estudio, expresadas en porcentajes.....	162
Gráfico 24.- Tendencias de las medias de la circunferencia abdominal durante el estudio.	163
Gráfico 25.- Tendencias de las medias de la circunferencia abdominal por sexos durante el estudio.....	163
Gráfico 26.- Tendencias de las frecuencias de la obesidad central y riesgo cardiovascular durante el estudio, expresadas en porcentajes.	164
Gráfico 27.- Tendencias de las medias de la frecuencia cardíaca durante el estudio.....	165
Gráfico 28.- Tendencias de las medias de la frecuencia cardíaca por sexos durante el estudio.....	165
Gráfico 29.- Tendencias de las medias de la tensión arterial durante el estudio.	166
Gráfico 30.- Tendencias de las medias de la tensión arterial por sexos durante el estudio..	166
Gráfico 31.- Tendencias de las frecuencias de la tensión arterial durante el estudio, expresadas en porcentajes.	167
Gráfico 32.- Tendencias de las frecuencias de la tensión arterial por sexos durante el estudio, expresadas en porcentajes.	168
Gráfico 33.-Tendencias de las medias de la 6MWT durante el estudio.	168
Gráfico 34.- Tendencias de las medias de la 6MWT por sexos durante el estudio.....	169
Gráfico 35.- Población al final del estudio por sexos.	170
Gráfico 36.- Edad corregida de la muestra por sexos, con media, DT, máximos y mínimos al finalizar el estudio.	170

Gráfico 37.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.....	173
Gráfico 38.- Frecuencias por sexos al finalizar el estudio atendiendo a la clasificación del IMC, según la OMS.....	174
Gráfico 39.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP.....	177
Gráfico 40.- Distribución por sexos al final del estudio atendiendo a la clasificación de la circunferencia abdominal, según la NCEP.....	177
Gráfico 41.- Distribución de la muestra al final del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII.....	180
Gráfico 42.- Frecuencias por sexos al final del estudio atendiendo a la clasificación de la tensión arterial, según la JNC VII.....	181
Gráfico 43.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por el IMC.....	183
Gráfico 44.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por la circunferencia abdominal.....	183
Gráfico 45.- Distancia recorrida en la 6MWT al final del estudio para la muestra categorizada por la tensión arterial.....	184
Gráfico 46.- Actividad física previa al estudio de la población por sexos.....	186
Gráfico 47.- Porcentaje de asistencia al primer periodo de intervención.....	188
Gráfico 48.- Distribución de la muestra al final del primer periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.....	188
Gráfico 49.- Porcentaje de asistencia al segundo periodo de intervención.....	189
Gráfico 50.- Distribución de la muestra al final del segundo periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.....	189
Gráfico 51.- Promedio de asistencia a los dos primeros periodos de intervención.....	190
Gráfico 52.- Porcentaje de asistencia al tercer periodo de intervención.....	190
Gráfico 53.- Distribución de la muestra al final del tercer periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.....	191
Gráfico 54.- Promedio de asistencia a tres periodos de intervención.....	191

Gráfico 55.- Porcentaje de asistencia al cuarto periodo de intervención.....	192
Gráfico 56.- Distribución de la muestra al final del cuarto periodo de intervención atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.....	192
Gráfico 57.- Promedio de asistencia a los cuatro periodos de intervención.....	193
Gráfico 58.- Distribución de la muestra durante el estudio atendiendo a la clasificación de la asistencia a las sesiones.....	193
Gráfico 59.- Tendencia de la 6MWT a lo largo del estudio (MANOVA).....	201
Gráfico 60.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio en la interacción C_ABD_1_rango*evaluación (MANOVA).	202
Gráfico 61.- Tendencias de la 6MWT por grupos de promedio de asistencia a 4 periodos a lo largo del estudio en la interacción Asistencia_Tot_78*Evaluación (MANOVA).....	205
Gráfico 62.- Tendencia de la 6MWT atendiendo a la clasificación del IMC según la OMS (MANOVA).....	207
Gráfico 63.- Tendencia de la 6MWT a lo largo del estudio (MANOVA).....	208
Gráfico 64.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio (MANOVA).....	209
Gráfico 65.- Tendencias de la 6MWT por grupos de promedio de asistencia a los cuatro ciclos y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular a lo largo del estudio (MANOVA).....	213
Gráfico 66.- Tendencias de la 6MWT por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular y por grupos de promedio de asistencia a los cuatro ciclos a lo largo del estudio (MANOVA).....	215
Gráfico 67.- Tendencias de la 6MWT por grupos de presión arterial conjunta y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular y por grupos de IMC (MANOVA).....	216
Gráfico 68.- Tendencias de la 6MWT por grupos de presión arterial conjunta y por grupos de IMC y por grupos de obesidad central y riesgo cardiovascular (MANOVA).....	217

10.3.- ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Sistemas de producción del ATP en el músculo esquelético ⁸⁶	62
Imagen 2.- Función de la actividad física y el ejercicio en la prevención y la rehabilitación de la enfermedad. ^{123,124}	72
Imagen 3.- Secuencia del estudio.	97
Imagen 4.- Estiramientos musculares.	100
Imagen 5.- Calentamiento.	101
Imagen 6.- Ejercicios de ventilación.	102
Imagen 7.- Ejercicios de movilidad articular.	103
Imagen 8.- Desplazamiento mediante trote o carrera.	104
Imagen 9.- Ejercicios de agilidad.	105
Imagen 10.- Ejercicios de coordinación.	105
Imagen 11.- Ejercicios de equilibrio.	106
Imagen 12.- Enfriamiento y relajación.	106
Imagen 13.- Hidratación.	107
Imagen 14.- Historia Clínica.	109
Imagen 15.- Ficha de evaluación.	110
Imagen 16.- Circuito de la 6MWT.	118
Imagen 17.- Diagrama de flujo de los participantes durante el estudio.	194

Esta Tesis Doctoral
se terminó de imprimir en Salamanca
en el mes de diciembre de 2015

Páginas: 299
Palabras: 52.931
Caracteres (sin espacios): 289.152
Caracteres (con espacios): 339.566
Párrafos: 3.367
Líneas: 8.998
