

EVOLUCIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS
CORPORALES (MASA MAGRA, GRASA Y ÓSEA) A LO
LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA
SEVILLANA, PUNTOS DE CORTE PARA EL ESTUDIO
DE SARCOPENIA E INTERRELACIONES ENTRE
DISTINTOS COMPARTIMENTOS CORPORALES.

D. Francisco Jesús Olmo Montes





DEPARTAMENTO DE MEDICINA

EVOLUCIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS CORPORALES (MASA MAGRA, GRASA Y ÓSEA) A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA, PUNTOS DE CORTE PARA EL ESTUDIO DE SARCOPENIA E INTERRELACIONES ENTRE DISTINTOS COMPARTIMENTOS CORPORALES.

El presente trabajo se ha realizado dentro del programa de doctorado Biología molecular, Biomedicina e Investigación Clínica, en la línea de Investigación Clínica, de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad de Sevilla, bajo la dirección de la Doctora María José Montoya García.

Las instituciones implicadas en su realización han sido la Unidad de metabolismo óseo del servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario Virgen Macarena y el departamento de Medicina de la Universidad de Sevilla.

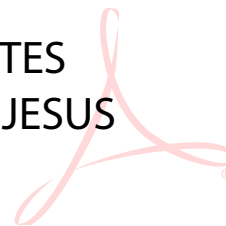
El doctorando reúne, a mi juicio, preparación y capacidad investigadora suficiente para su lectura y defensa ante el Tribunal, así como para obtener el mencionado título.

Sevilla, diciembre de 2020.

Visto bueno;
Directora del trabajo de tesis:

Autor:

OLMO MONTES
FRANCISCO JESUS



Dra. María José Montoya García
Profesora titular del departamento
de Medicina de la Universidad de Sevilla

D. Francisco Jesús Olmo Montes

*No hay salvación sin Cruz.
ni mérito sin paciencia,
ni triunfo sin combate.*

Santa Ángela de la Cruz (1846 – 1932)

*A mi esposa Ana y a mi hija Ángela,
por el tiempo robado.*

Agradecimientos:

A mi mentor, compañero y amigo, Dr. Miguel Ángel Colmenero Camacho, por guiarme en mi desarrollo profesional, por su insistencia en la importancia de la realización de la tesis doctoral, y por su confianza en mi persona.

A mi directora de tesis, Dra. María José Montoya García, por su trabajo, perseverancia, exigencia en los objetivos del presente trabajo y por su búsqueda constante del más alto rigor científico.

A mi tutor de tesis, Dr. Miguel Ángel Muniáin Ezcurra, por su amabilidad, cercanía, su apoyo y asesoramiento en la gestión de los trámites de la tesis.

A la Dra. Cristina Miranda Díaz, por su ayuda con la base de datos.

Al Dr. Luis del Rio Barquero, por su colaboración para hacerme comprender el método LMS.

A Dña. Mercedes Mediano Ponce, por facilitar la gestión de densitometrías de cuerpo completo.

A las técnicas Dña. Manuela Carmona y Dña. María Luisa Serrano por su disponibilidad y tiempo para realizar densitometrías de cuerpo completo.

A mis compañeras de FLS (Fracture Liaison Service), la Dra. María José Miranda García y la Dra. Blanca Hernández Cruz, por su dedicación al mundo de la osteoporosis y su implicación en la prevención de fracturas.

A mis compañeras del grupo de investigación del plan Andaluz de investigación PAIDI CTS/211, de la Universidad de Sevilla, la Dra. María Ángeles Vázquez Gámez y la Dra. Mercedes Giner García, por compartir las tardes de investigación en la unidad.

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL.	1
DEFINICIÓN DE SARCOPENIA Y PUNTOS DE CORTE.	4
CONCEPTO DE SARCOPENIA.	5
VALORACIÓN Y TÉCNICAS DE MEDICIÓN.	6
<i>Test de cribado.</i>	6
<i>Medición de fuerza muscular.</i>	7
<i>Medición de cantidad muscular.</i>	8
<i>Valoración del estado funcional.</i>	11
<i>Otras técnicas.</i>	12
DEFINICIÓN DE LOS PUNTOS DE CORTE PARA PRUEBAS DE SARCOPENIA.	13
ALGORITMOS PRÁCTICOS.	16
DESARROLLO DE SARCOPENIA Y EVOLUCIÓN EN EL TIEMPO.	17
CATEGORÍAS DE SARCOPENIA Y CONDICIONES SIMILARES.	18
DEFINICIÓN DE OSTEOPOROSIS Y PUNTOS DE CORTE.	20
INTRODUCCIÓN.	21
DEFINICIÓN DE OSTEOPOROSIS.	21
HERRAMIENTAS PARA LA DETECCIÓN DE CASOS.	22
<i>Herramientas de predicción de riesgo.</i>	22
<i>Densitometría ósea (DXA, absorciometría de doble energía por rayos X).</i>	23
<i>Marcadores de remodelado óseo.</i>	24
<i>Radiografía convencional.</i>	25
EVOLUCIÓN DE LA MASA ÓSEA A LO LARGO DE LA VIDA.	25
VALORACIÓN DE COMPOSICIÓN CORPORAL MEDIANTE ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X. ESTUDIOS POBLACIONALES PREVIOS.	27
ESTUDIO POBLACIONAL DE ESTADOS UNIDOS. ESTUDIO NHANES (NATIONAL HEALTH AND NUTRITION EXAMINATION SURVEY)	28
<i>Evolución con la edad de la masa magra apendicular ajustada a la h^2 en los adultos del estudio NHANES.</i>	29
<i>Evolución con la edad de la masa ósea total en los adultos del estudio NHANES.</i>	29
<i>Evolución con la edad del porcentaje de grasa en los adultos del estudio NHANES.</i>	29
ESTUDIO POBLACIONAL EN CHINA.	33
<i>Evolución con la edad de masa magra (aLMI y LMI) y masa grasa (FMI y %BF) en la población china.</i>	34
<i>Evolución con la edad de masa magra (aLMI y LMI) y masa grasa (FMI) en población china y comparativa con la población americana (NHANES).</i>	34
<i>Evolución con la edad de la distribución de la masa grasa corporal en la población china y comparación con la población americana (NHANES).</i>	34
ESTUDIO POBLACIONAL EN COREA. ESTUDIO KNHANES IV (KOREA NATIONAL HEALTH AND NUTRITION EXAMINATION SURVEY IV).	39
<i>Evolución con la edad de la masa grasa en la población coreana.</i>	39
<i>Evolución con la edad de la masa magra en la población coreana.</i>	39
ESTUDIO POBLACIONAL EN MUJERES CAUCÁSICAS.	41
<i>Evolución de la masa ósea en mujeres caucásicas.</i>	41
<i>Evolución de la masa grasa en mujeres caucásicas.</i>	41
<i>Evolución de la masa magra en mujeres caucásicas.</i>	41
EVOLUCION DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA	42
INTRODUCCIÓN.	43
HIPÓTESIS DE TRABAJO	43
OBJETIVOS	43
MATERIAL Y MÉTODOS:	44
<i>Descripción de la muestra</i>	44
<i>Criterios de exclusión</i>	44
<i>Protocolo de estudio</i>	45
<i>Valoraciones y técnicas</i>	45
Datos obtenidos mediante encuesta	45

Valoración de masa ósea, magra y grasa	45
Valoración de fuerza muscular	46
Valoración de función muscular	46
Valoración nutricional.....	47
Valoración analítica	47
<i>Análisis estadístico</i>	47
RESULTADOS:	47
1.- <i>Características de la muestra</i>	47
2.- <i>Resultados de encuesta: Enfermedades concomitantes, hábitos tóxicos y estado nutricional</i>	48
3.- <i>Resultados de parámetros analíticos</i>	49
4.- <i>Medidas antropométricas a lo largo de la vida en hombre y mujeres adultas</i>	50
Análisis descriptivos por décadas.	52
Curvas poblacionales	53
5.- <i>Medidas de fuerza y funcionalidad (SPPB) a lo largo de la vida en hombre y mujeres adultas</i> .55	
Análisis descriptivos por décadas.	56
Curvas poblacionales	57
6.- <i>Composición corporal y evolución a lo largo de la vida en hombres y mujeres adultas</i>	59
6.1.- Masa magra a lo largo de la vida en la población sevillana.....	59
6.2.- Masa grasa a lo largo de la vida en la población sevillana	68
6.3.- Masa ósea a lo largo de la vida en la población sevillana	78
7.- <i>Sarcopenia en población general sevillana</i>	86
7.1.- Puntos de corte y prevalencia de baja fuerza muscular en población general sevillana	87
7.2.- Puntos de corte y prevalencia de baja masa muscular en población general sevillana	88
Comparativa con los puntos de corte de otros estudios poblacionales	90
7.3.- Prevalencia de sarcopenia (Baja masa + baja fuerza muscular) en población general sevillana	90
7.4.- Factores asociados a baja masa muscular	92
8.- <i>Interrelaciones de los distintos compartimentos corporales</i>	95
8.1.- Correlación Masa muscular apendicular y Masa ósea:	95
8.2.- Correlación Fuerza Muscular (dinamometría) y Masa ósea:	96
8.3.- Correlación Función Muscular (SPPB) y Masa ósea:	97
8.4.- Correlación Masa grasa y Masa ósea:.....	98
8.5.- Correlación Masa muscular apendicular y Masa grasa:	100
DISCUSIÓN:	101
<i>Masa magra</i>	101
<i>Masa grasa</i>	105
<i>Masa ósea</i>	106
<i>Sarcopenia</i>	107
CONCLUSIONES:	109
ANEXO.....	111
ANEXO 1. CUESTIONARIO DE RECOGIDA DE DATOS.....	111
ANEXO 2. TEST DE CRIBADO NUTRICIONAL MNA	114
ANEXO 3. SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB O TEST DE GURALNIK)	115
ANEXO 4. CONSENTIMIENTO INFORMADO DE LOS PARTICIPANTES.....	116
ANEXO 5. DENSITOMETRÍA DE CUERPO COMPLETO.....	118
ANEXO 6. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA DE ESTUDIOS PREVIOS	123
ANEXO 7. APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA PARA LA TESIS DOCTORAL	124
RELACIÓN TABLAS Y FIGURAS.	126
GLOSARIO DE TÉRMINOS.	128
BIBLIOGRAFÍA.....	129

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL.

A finales del siglo XX se produce un cambio demográfico caracterizado por la disminución de la fecundidad y el alargamiento de la esperanza de vida en los países desarrollados; estos cambios han provocado un incremento del número absoluto y relativo de personas mayores de 65 años en estos países. Así según datos del informe de 2016 de las personas mayores en España del Imserso (1), para el año 2060 en España se espera que el 34,6% de la población (14 millones de un total de 43 millones de habitantes) sea mayor de 65 años, siendo esta proporción una de las mayores a nivel mundial, tan solo superada por Japón. Este envejecimiento poblacional va asociado al aumento de enfermedades crónicas, pluripatología, polifarmacia, limitaciones funcionales y cognitivas, produciendo un alto impacto en el sistema sanitario debido al elevado consumo de recursos. En este contexto nace el concepto de fragilidad, un estado clínico cuyo principal componente es la función, y cuya pérdida da como resultado la discapacidad, estando ésta última asociada a la aparición de eventos adversos (dependencia, morbilidad, mortalidad, institucionalización, hospitalización). La base sobre la que asienta la fragilidad es la pérdida de masa muscular asociada con el envejecimiento (sarcopenia) (2).

A lo largo de la vida, una vez alcanzado la etapa adulta, y asociado al envejecimiento, se producen cambios sustanciales en la composición corporal. De manera que la masa magra se va reduciendo junto con la masa ósea (3)(4), mientras que el tejido graso lo hace a la inversa, va incrementándose hasta que se estabiliza finalmente o incluso declina en cierta medida, pero con una edad ya muy avanzada(5). En general, de una forma progresiva, a partir de los 35-40 años se produce una pérdida promedio de tejido muscular (sobre todo el esquelético) y óseo de un 40% hasta la edad de los 80 años, siendo más acusada en los hombres la pérdida muscular, y en las mujeres la ósea. El tejido graso, experimenta cambios inversos, como anteriormente hemos comentado, con un mayor incremento en los componentes intrabdominal, intramuscular, intrahepático e infiltración de medula ósea, en comparación con la pérdida de grasa subcutánea del abdomen y de los miembros inferiores (6).

Estos cambios están claramente asociados a la reducción de fuerza y deterioro de la capacidad física funcional (7), por un lado, a la mayor propensión a padecer fracturas no traumáticas (8), por otro y, en tercer lugar, a presentar un mayor riesgo de enfermedades metabólicas crónicas (9). La situación de deterioro de las alteraciones de los tres componentes tisulares conducirá a síndromes tales como SARCOPENIA, OSTEOPOROSIS y OBESIDAD.

La valoración de los cambios en la composición corporal con el envejecimiento puede ser de gran interés, tanto desde el punto de vista de la investigación como de la clínica, para la prevención y diagnóstico precoz de situaciones que lleven a una mayor morbilidad y mortalidad, más aún cuando estamos asistiendo a un incremento en la esperanza de vida y es generalizado el deseo de una mejora en la calidad de ésta. No obstante, si bien existe acuerdo unánime para definir osteoporosis (10) y obesidad (11), no ocurre lo mismo para el diagnóstico de sarcopenia. Esta definición de sarcopenia debe demostrar ser predictiva de uno o más eventos (fractura de cadera, caídas, morbilidad y mortalidad) y ser capaz de identificar precozmente a las personas en riesgo, para beneficiarlos de intervenciones específicas. Cada vez son más los autores que apoyan los criterios del grupo europeo de trabajo (EWGSOP) para esta definición de sarcopenia en personas de edad avanzada, que lo hace basándose en tres aspectos fundamentales, que son, la masa muscular (valorada por densitometría dual de rayos X-DXA), la fuerza muscular (fuerza en extremidades) y la capacidad funcional (medida por la velocidad de la marcha) (3). Otro problema añadido son los valores de masa muscular que deben ser considerados como valores de

referencia normales, los de la población adulta joven o los de la población de su misma edad y género de personas sanas, aspectos que también necesitan ser consensuados.

El grupo EWGSOP señala la necesidad de conocer los valores de referencia poblacionales de la masa muscular para definir la sarcopenia, dado que las diferencias señaladas entre los distintos países es importante (7), en base a diferencias étnicas, aspectos nutricionales y estilos de vida. En España no existen datos publicados sobre valores normalizados. Por estas consideraciones es de gran interés llevar a cabo estudios en esta dirección, como el que planteamos realizar.

Más recientemente se han añadido otros dos nuevos términos: *Obesidad Sarcopénica* (para referirnos a personas obesas con un gran pérdida de masa muscular) (12) y *Obesidad Osteosarcopénica* (que implicaría además la asociación de osteoporosis) (13). Ambos síndromes no están universalmente aceptados y requieren ser correctamente definidos.

Se han propuesto diferentes mecanismos para explicar la relación entre el tejido muscular y el metabolismo óseo. Algunos de estos mecanismos incluyen el efecto positivo de la carga mecánica, el ejercicio físico y la mejora de flujo vascular al tejido óseo en respuesta a las contracciones musculares, y con ello el estímulo de la formación ósea mediante la secreción desde las células musculares de miokinas, factores de crecimiento y citokinas. Éstas son producidas por el músculo durante el proceso de la contracción o en circunstancias de lesión muscular, e incluso, en la inflamación sistémica o en situaciones de desuso y que están implicadas en el remodelado óseo, estimulando la formación ósea, promoviendo la mineralización o induciendo la resorción, según el caso (14).

Recientemente se ha señalado que elevados niveles de masa grasa afectan positivamente a la densidad ósea, aunque incrementan el riesgo de fracturas (15). Este efecto negativo se postula que puede estar mediado por los factores secretados por el tejido adiposo, tales como, mediadores inflamatorios, citoquinas y adipoquinas, capaces de desacoplar el remodelado óseo. En general se acepta, por la mayoría de los autores, que el tejido graso contribuye a la DMO de manera positiva, aunque en menor grado de lo que lo hace la masa muscular (4% vs el 13% de la variabilidad de DMO, respectivamente) (16).

En resumen, podemos señalar que son escasos los estudios que hayan evaluado los cambios de masa magra, fuerza muscular y masa grasa con la edad y es necesario contar con valores normativos de nuestra población para la prevención, diagnóstico y promover medidas terapéuticas encaminadas a disminuir la morbilidad y mortalidad de diferentes patologías asociadas a alteraciones de la composición corporal. Conocemos aún menos la influencia que dichas alteraciones pueden ejercer sobre la masa ósea. Con el objeto de profundizar en el estudio de estos aspectos, poco conocidos hasta el momento, nos proponemos llevar a cabo el presente estudio, en nuestra área geográfica.

DEFINICIÓN DE SARCOPENIA Y PUNTOS DE CORTE.

Concepto de Sarcopenia.

La sarcopenia se trata de un desorden muscular esquelético progresivo y generalizado que está asociado con un incremento de la probabilidad de eventos adversos como caídas, fracturas, dependencia física (por la merma en la capacidad de realizar actividades básicas de la vida diaria y la movilidad), reducción de la calidad de vida y una mayor morbilidad (sobre todo enfermedades cardíacas, respiratorias y a afectación cognitiva) (17). El concepto de sarcopenia en personas mayores fue definido y publicado en el 2010 por el grupo de trabajo europeo sobre sarcopenia, basado fundamentalmente en criterios de disminución de masa muscular (3). Desde entonces ha habido un gran avance en el conocimiento epidemiológico, fisiopatológico y clínico de este proceso, con avances notables en la comprensión del músculo y su papel en la salud y en la enfermedad, que ha hecho que grupos de expertos de todo el mundo hayan publicado definiciones complementarias de sarcopenia. La evidencia científica acumulada desde entonces, ha hecho que formalmente sea reconocida con un código de la CIE-10-MC. En el 2018, el grupo de trabajo sobre sarcopenia europeo (EWGSOP) se reúne nuevamente (EWGSOP2) para replantear esta definición, en la que se incluyeron tres elementos fundamentales para su consideración: la **fuerza** muscular, la **masa** muscular y la **función** física (18).

Esta entidad, supone un alto impacto personal, social y económico. En términos financieros, la sarcopenia es muy costosa para los sistemas de salud, señalando múltiples estudios el sobrecoste hospitalario que conlleva, de entre 2 y 5 veces más en pacientes que la sufren, incluso si se trataba de pacientes no ancianos, menores de 65 años (19).

El grupo EWGSOP2 (European Working Group on Sarcopenia in Older People) está formado por expertos en el compartimento muscular como el doctor Alfonso Cruz – Jentoft. En su segunda reunión a principios de 2018 señalaron ciertas consideraciones sobre la sarcopenia, con objeto de llevar a cabo futuros estudios de investigación que den respuestas a varias observaciones, así como dirigir la atención en las personas que puedan ser beneficiadas de la prevención y tratamiento:

Primera, la sarcopenia ha sido asociada en numerosas ocasiones al envejecimiento, pero se ha visto que el desarrollo de la sarcopenia comienza más temprano en la vida, y que el fenotipo sarcopénico tiene muchas más causas que el propio envejecimiento.

Segunda, la sarcopenia es actualmente considerada como una enfermedad muscular (fallo muscular), siendo la baja fuerza muscular el principal determinante. Este cambio puede facilitar la identificación precoz de esta patología en la práctica clínica diaria.

Tercera, la sarcopenia ha sido asociada con baja calidad y cantidad de músculo, pero estos parámetros son usados principalmente en investigación más que en la práctica clínica. Masa muscular y calidad muscular son técnicamente difíciles de medir de forma precisa.

Cuarta, la sarcopenia ha sido infra diagnosticada e infra tratada en la práctica general, aparentemente debido a la complejidad de determinar qué variables medir, cómo medirlas, qué puntos de corte se relacionan mejor con el diagnóstico y tratamiento, y cómo evalúan mejor los efectos de intervenciones terapéuticas. Con esta finalidad, el grupo EWGSOP2 se propone dar unos criterios claros para la selección de medidas de diagnóstico y puntos de corte en la práctica clínica (18).

Por todo ello es necesario:

1. Construir una definición de sarcopenia que refleje recientes avances en los conocimientos científicos, epidemiológicos y clínicos sobre el músculo esquelético.
2. Identificar las variables que mejor detecten sarcopenia y puedan predecir eventos, y determinar las mejores herramientas para medir cada variable.

3. Aconsejar puntos de corte para las variables medidas.
4. Recomendar un screening actualizado y una guía de evaluación que sea fácil de aplicar en la práctica clínica.

En la tabla 1 se proponen los criterios operativos para el diagnóstico de sarcopenia propuestos por EWGSOP2 en 2018, en los que la baja fuerza muscular se utiliza como parámetro primario, dado que la fuerza muscular es actualmente la medida más fiable para medir la función muscular y para la predicción de eventos adversos (20,21). Específicamente, la sarcopenia es probable cuando se detecta disminución de la fuerza muscular, y se confirma por la presencia de disminución de la cantidad y/o calidad muscular. Cuando se detecta a la vez disminución de fuerza muscular, disminución de cantidad/calidad muscular y un estado físico de rendimiento bajo, la sarcopenia es considerada severa (18).

Definición operativa de sarcopenia	
Criterio 1:	sarcopenia probable
Criterio 1 + 2:	diagnostico confirmado de sarcopenia
Criterio 1 + 2 +3:	sarcopenia severa
1.	Baja fuerza muscular
2.	Baja calidad o cantidad muscular
3.	Bajo estado físico

Tabla 1. Definición sarcopenia de la EWGSOP2, de 2018. Adaptado de (18).

No existe ninguna técnica para medir cantidad muscular que sea considerada ideal (económica, disponible, y fácil de usar), aunque la DXA (absorciometría con rayos X de doble energía) podría considerarse la prueba de referencia para medir la masa magra corporal (22).

Valoración y técnicas de medición.

Actualmente están disponibles una amplia variedad de test y herramientas para la detección de sarcopenia en la práctica y en la investigación. La selección del test o herramienta podría depender del paciente (discapacidad, movilidad), del acceso a los recursos técnicos, o del objetivo del test (valoración de la progresión, rehabilitación o recuperación). En los próximos apartados, y siguiendo el esquema del documento de consenso de la EWGSOP2, revisaremos las herramientas y test disponibles para la detección de sarcopenia.

Test de cribado.

En la práctica clínica, la detección de casos comienza cuando un paciente muestra síntomas o signos de sarcopenia (caídas, debilidad, lentitud de la marcha, dificultad para levantarse de la silla, o pérdida de peso o debilidad muscular). El grupo EWGSOP2 recomienda el uso del cuestionario SARC-F para obtener signos autoreferidos por los pacientes con sospecha de sarcopenia. Esta herramienta de screening ha sido validada en tres grandes estudios (The African American Health Study [AAJ], Baltimore Longitudinal Study of Aging [BLSA] y the National Health and Nutrition Examination Study [NAHNES]) (23). En la tabla 2 mostramos el cuestionario SARC-F.

Componente	Pregunta	Puntuación
Fuerza	Qué grado de dificultad tiene al levantar o transportar 4,5 kg	0= ninguna 1= un poco 2= mucho o incapaz
Capacidad de deambulaci3n	Qué grado de dificultad tiene para caminar en la habitaci3n	0= ninguna 1= un poco 2= mucha, usa ayuda o incapaz
Levantarse de la silla	Qué grado de dificultad tiene para levantarse de la silla	0= ninguna 1= un poco 2= mucha, incapaz sin ayuda
Subir escaleras	Qué grado de dificultad tiene al subir un tramo de escaleras de 10 escalones	0= ninguna 1= un poco 2= mucha o incapaz
Caídas previas	Cuántas veces se ha caído en el último año	0= ninguna 1= de una a tres caídas 2= cuatro o más caídas

Tabla 2. Cuestionario SARC-F, adaptado de (23).

0-3 puntos: paciente sin sarcopenia, 4-10 puntos: síntomas de sarcopenia

El cuestionario SARC-F tiene una sensibilidad baja-moderada y una especificidad muy alta para detectar baja fuerza muscular, detectando sobre todo casos severos, siendo un método barato y apropiado como screening de riesgo (18).

Alternativamente los clínicos podrían preferir una herramienta de captación más formal para usar en poblaciones en riesgo de sarcopenia, como por ejemplo el Ishii screening test. Éste es un método que estima la probabilidad de sarcopenia usando una puntuación derivada de una ecuación basada en tres variables: edad, fuerza de agarre y circunferencia de la pantorrilla. Los datos se obtuvieron de una muestra de 1971 adultos de 65 años o más, de la ciudad japonesa de Kashiwa (24).

Medici3n de fuerza muscular.

La medici3n de fuerza de agarre es sencilla y econ3mica. Un valor bajo es un predictor potente de peores resultados en el paciente, como mayor estancia hospitalaria, aumento de limitaciones funcionales, peor calidad de vida y muerte (20,21). Para su medici3n se requiere el uso de dinam3metro de mano calibrado bajo condiciones bien definidas (25). En la tabla 3 se reflejan los protocolos de uso de dinam3metro: ASHT (The American Society of Hand Therapists) y Southampton.

La fuerza de agarre es útil como un sustituto fiable de medidas más complicadas de fuerza en brazos y piernas. Por su facilidad de uso, se recomienda en la práctica habitual utilizando el dinam3metro Jamar (ampliamente usado y validado) (25).

El test de levantarse de la silla puede ser usada como un indicador de fuerza en los músculos de las piernas (cuádriceps). Este test mide el tiempo necesario para levantarse cinco veces de la silla sin usar sus brazos; su forma cronometrada es una variaci3n que cuenta cuántas veces puede el paciente levantarse y sentarse de la silla en un intervalo de 30 segundos (18).

	ASHT	Southampton
Postura	Sujeto sentado.	Sujeto sentado.
Posición del brazo	Hombros aducidos y girados neutros, codo flexionado a 90 °, antebrazo en posición neutra.	Antebrazos apoyados en los brazos de la silla.
Posición de la muñeca	Muñeca entre 0 y 30 ° de flexión dorsal.	Muñeca justo sobre el extremo del brazo de la silla, en posición neutral, con el pulgar hacia arriba.
Posición de la extremidad inferior		Pies planos en el suelo.
Ánimo		“Quiero que aprietes lo más fuerte que puedas durante el tiempo que puedas hasta que te diga que te detengas. apretar, apretar, apretar, detener (cuando la aguja deja de subir)”.
Número de intentos		Tres intentos en cada mano, de manera alterna.
Puntuación válida		Puntuación máxima de los seis intentos.

Tabla 3. Protocolos de uso de dinamómetro. Adaptado de (25).

Medición de cantidad muscular.

La masa muscular puede ser estimada por una variedad de técnicas, y hay múltiples métodos para ajustar los resultados a la altura y el IMC (26). Puede ser expresada como masa magra total o como masa magra apendicular (ASM, de Appendicular Skeletal Muscle Mass o aLM, de Appendicular Lean Mass), o como área transversal muscular de grupos musculares específicos. En la tabla 4, resumimos la exactitud y precisión de las principales herramientas para valorar la masa muscular (26).

	Exactitud	Precisión
Antropometría	+/-	+/-
Bioimpedanciometría	+/-	+
DXA	++	++
TC/RM	++	++(+)

Tabla 4. Exactitud y precisión de diferentes técnicas de valoración de masa muscular. Adaptado de (26).

La RMN y la TAC se consideran gold standard para la evaluación no invasiva de la cantidad muscular. Sin embargo, estas herramientas no se usan comúnmente en atención primaria por el alto coste de los equipos, ausencia de portabilidad y la necesidad de personal cualificado para el uso del equipo. Además los puntos de corte para definir baja masa muscular no están bien definidos para estas técnicas(18).

Una ventaja de la absorciometría de rayos X de doble energía (DXA; Dual-energy X-ray absorptiometry) es que puede proporcionar una estimación reproducible de la masa magra apendicular cuando se usa la misma máquina. La desventaja es que el equipo no es portátil y que las mediciones también pueden verse influenciadas por el estado de hidratación del paciente. Es una técnica con mayor disponibilidad para determinar la cantidad muscular (masa magra corporal total, o masa magra apendicular) de forma no invasiva, pero diferentes marcas de instrumentos de DXA no han dado resultados consistentes (22).

La masa muscular se correlaciona con el tamaño corporal; por lo tanto, el nivel absoluto de masa magra total o masa magra apendicular, se puede ajustar a tamaño corporal de varias maneras, usando como denominador; **la altura al cuadrado, el peso, o el índice de masa corporal.**

La masa magra apendicular ajustada por la altura al cuadrado fue sugerida por primera vez por Baumgartner et al, desde entonces muchos grupos de trabajo han utilizado este índice para la definición de sarcopenia; este ajuste por la altura tiene la limitación de que no define de forma completa el tamaño corporal (no es lo mismo una persona de 180 cm con 120 kg, que una de la misma altura pero de 80 kg). El ajuste por IMC podría ser más completo al integrar peso y altura, aunque también presenta sus limitaciones, así un individuo con un IMC elevado debido a una mayor cantidad de grasa tiene menos probabilidades de ser clasificado como sarcopénico. Cada tipo de ajuste va a mostrar una prevalencia diferente de sarcopenia, lo que supone un problema para la definición de esta entidad, aún no resuelto. Esto es de vital importancia, ya que es necesaria una medición precisa y consensuada entre las diferentes sociedades científicas para poder clasificar a los sujetos sarcopénicos (27).

En la figura 1 se representan los tres métodos de ajuste propuestos para determinar la masa muscular para evaluar la sarcopenia, utilizando los datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de Corea (KNHANES) de 2008 a 2010. Es importante advertir que según el estudio se utilizará una nomenclatura diferente para expresar la masa magra apendicular; así en el estudio KNHANES se refiere como ASM (de Appendicular Skeletal Muscle Mass) y en el estudio NHANES como aLM (de Appendicular Lean Mass). En general los resultados de los tres métodos fueron similares entre sí en los hombres; los tres índices aumentaron hasta los 20-30 años, y luego disminuyeron con el envejecimiento. El **índice masa magra apendicular ajustada por peso (ASM/wt)** fue el que menor cambio mostró con el envejecimiento. Sin embargo, los patrones de edad de estos tres índices se desarrollaron de manera diferente en las mujeres; el **índice masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado (ASM/ht²)** aumentó continuamente hasta los 60 años y luego disminuyó lentamente, mientras que el **índice masa magra apendicular ajustada por peso (ASM/wt)** disminuyó gradualmente hasta la edad de 60 años, seguido de un leve aumento. El patrón del **índice masa magra apendicular ajustada por IMC (ASM/BMI)** fue distinto a los otros dos, permaneciendo relativamente constante hasta los 30 y luego disminuyendo continuamente (27).

En el estudio de Kim et al sobre población coreana, la prevalencia de sarcopenia varió según el ajuste realizado. De hecho la presencia de sujetos sarcopénicos de clase II (-2DS de la media de cada sexo de la población de 20 a 29 años), fue del 9,3% en hombres y del 0,2% en mujeres, respectivamente, cuando se ajusta la **masa magra apendicular por la altura al cuadrado**. Fue de alrededor del 10% en hombres y mujeres cuando se ajusta por el peso. Sin embargo, aumentó a 26.8% en hombres y 27.9% en mujeres, respectivamente, cuando se utilizó el ajuste por IMC (27). Estos cambios de prevalencia tan amplios, tienen implicaciones en el diagnóstico de sarcopenia, siendo el ajuste por IMC el que parece más sensible.

En el estudio de Cawthon et al (28), se analizaron 7582 hombres y 3688 mujeres mediante el sistema CART (Classification And Regression Tree) para determinar qué puntos de corte de masa muscular discriminaban mejor la presencia / ausencia de debilidad. Se analizan la masa magra apendicular sin ajustar y los diferentes ajustes por altura al cuadrado, por peso, por IMC, por grasa corporal total. Los modelos CART demostraron que los mejores discriminadores de debilidad

eran la masa magra apendicular y la misma medida ajustada por IMC. Se definen puntos de corte para masa magra apendicular sin ajustar y masa magra apendicular ajustada por IMC (**masa magra apendicular** <19.75 kg en hombres y <15.02 kg en mujeres, **masa magra apendicular ajustada por IMC** <0.789 en hombres y <0.512 en mujeres). Estos resultados sugieren que el tamaño corporal y la obesidad influyen en la asociación entre la masa magra y la debilidad (28).

Esto ha hecho que el proyecto FNIH (realizado en población americana) sobre sarcopenia recomendaran el **índice masa magra apendicular ajustada por IMC (ASM/BMI o aLMI/BMI)** como un nuevo método operativo para calcular la masa muscular (29).

Sobre el ajuste de la masa magra total o la masa magra apendicular los autores del grupo EWGSOP2 no hacen ninguna recomendación para ajustar el tamaño corporal (18).

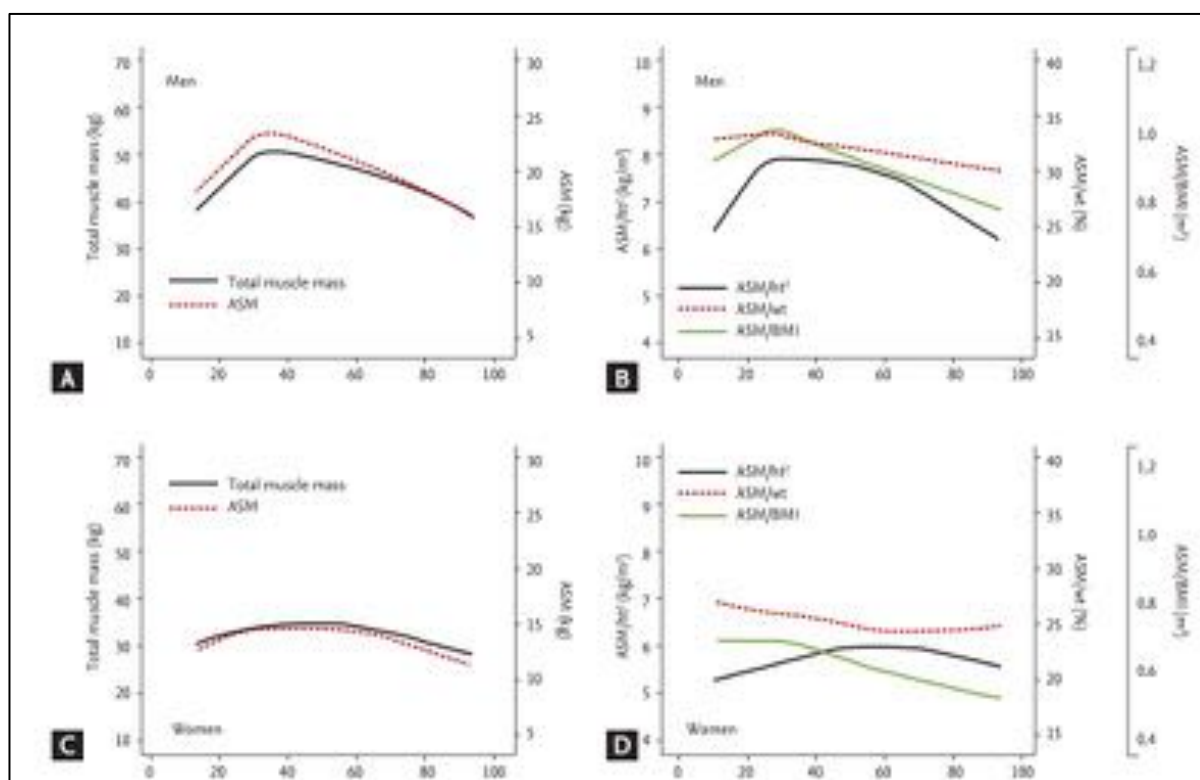


Figura 1. Evolución de masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado (ASM/ht^2), masa magra apendicular ajustada por peso (ASM/wt), masa magra apendicular ajustada por IMC (ASM/BMI) en los diferentes grupos de edad en la población coreana. Tomado de (27).

El análisis de la composición corporal también se ha explorado mediante bioimpedanciometría (BIA). Esta técnica no mide directamente la masa muscular, sino que realiza una estimación de la masa muscular basada en la conductividad eléctrica del cuerpo. Estos equipos son asequibles, portátiles y están ampliamente disponibles. Dado que las estimaciones de la masa muscular difieren cuando se utilizan diferentes marcas y en diferentes poblaciones de referencia, se recomienda la utilización de la ecuación de Sergi, aunque se necesitan más estudios para validar las ecuaciones de predicción para poblaciones específicas. Un aspecto a tener en cuenta es que las mediciones se ven influenciadas por el estado de hidratación del paciente.

Aunque la antropometría se usa a veces para reflejar el estado nutricional en adultos mayores, no es una buena medida de la masa muscular. Se ha demostrado que la circunferencia de la pantorrilla

predice el rendimiento y la supervivencia en las personas mayores (punto de corte <31cm). La medida de la circunferencia de la pantorrilla, se puede usar como diagnóstico en pacientes mayores en aquellos entornos donde no hay otros métodos de diagnóstico de masa muscular disponibles (18).

Valoración del estado funcional

El rendimiento físico se ha definido como la función corporal relacionada con la locomoción, que involucra la función muscular, nerviosa central y periférica, incluyendo el equilibrio. Se puede medir de diversas maneras mediante la velocidad de la marcha, el SPPB (Short Physical Performance Battery), el TUG test (Time-up and Go test), entre otras pruebas. Aunque no siempre es posible valorarlo, como en aquellos pacientes afectados de demencias, trastorno de la marcha o del equilibrio (18).

La velocidad de la marcha se considera una prueba rápida, segura y fiable para la definición de sarcopenia y es ampliamente usada en la práctica clínica. Depende del estudio, se utiliza un protocolo u otro con distancias que oscilan desde los 2 m hasta los 10 m.

En una revisión sistemática realizada por Abellan van Kan et al en 2009 se concluía que la velocidad de la marcha predice resultados adversos relacionados con sarcopenia como discapacidad, deterioro cognitivo, necesidad de institucionalización, caídas y mortalidad (30).

En un meta análisis realizado por Peel et al, publicado en 2013, se compara la velocidad de la marcha de 7000 participantes, siendo la velocidad significativamente más lenta en aquellos pacientes ingresados con enfermedades agudas; por lo que se pone de manifiesto la necesidad de rehabilitación continua para la reintegración del paciente en la comunidad (31).

En un análisis agrupado de 9 estudios de cohortes, realizado por Studenski et al en 2011, se analizó la relación entre la supervivencia y la velocidad de la marcha, en 34485 adultos ≥ 65 años institucionalizados. La velocidad de la marcha se asoció significativamente con la supervivencia en adultos mayores (32).

El punto de corte recomendado en *el test de velocidad de la marcha de 4 metros* por la EWGSOP2 para definir sarcopenia grave es de $\leq 0,8$ m/s (18).

El SPPB (batería corta de pruebas físicas) es una herramienta para evaluar la funcionalidad de extremidades inferiores en personas mayores. Consiste en la combinación de tres pruebas (Levantarse y sentarse de una silla 5 veces, test del equilibrio, velocidad de la marcha en 4 metros), siendo la puntuación total la suma de las tres pruebas (33). El punto de corte definido por la EWGSOP2 para determinar la gravedad de la sarcopenia se ha fijado en una puntuación ≤ 8 puntos (18). En la tabla 5 se muestra la puntuación de cada prueba. El SPPB puede predecir eventos adversos, pero se usa más en investigación que en la evaluación clínica, ya que al realizar la batería de pruebas se tarda al menos 10 minutos. En un meta análisis de 17 estudios realizado en 2016, se comparó las puntuaciones del SPPB y la mortalidad por todas las causas, siendo una puntuación inferior a 10 predictiva de mortalidad (34).

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (Batería corta de pruebas físicas)
Levantarse y sentarse de una silla 5 veces, sin utilizar los brazos. Puntuación:
0: Incapaz 1: $\geq 16,7$ segundos 2: 16,6 -13,7 segundos 3: 13,6-11,2 segundos 4: $\leq 11,1$ segundos
Test del equilibrio. Puntuación:
0: Side by side 0-9 segundos o incapaz 1: Side by side 10 segundos, o < 10 segundos semitándem 2: Semitándem 10 segundos, o tándem 0-2 segundos (no > 2 segundos) 3: Tándem 3-9 segundos 4: Tándem 10 segundos
Velocidad de la marcha a ritmo normal en 4 metros. Puntuación:
0: no lo puede hacer 1: $> 8,70$ segundos 2: De 6,21 a 8,70 segundos 3: De 4,82 a 6,20 segundos 4: $< 4,82$ segundos
Resumen puntuación:
Rango: De 0 (peor actuación) a 12 (mejor actuación). 0-3 : Limitaciones graves 4-6: Limitaciones moderadas 7-9: Limitaciones Leves

Tabla 5. Short physical performance battery, adaptado y traducido de (33).

El Time-up and Go test (TUG), consiste en pedirle al paciente que se levante de la silla, camine 3 metros de distancia, se de la vuelta y se siente nuevamente. Este test puede predecir la mortalidad, tal y como se demuestra en el estudio noruego de Bergland et al, publicado en 2017. En este estudio, realizado en mayores de 65 años, se encontró una asociación significativa entre el TUG test y la mortalidad por todas las causas, siendo esta asociación igual en hombres y mujeres (35).

El test de la caminata de 400 m, evalúa la capacidad y la resistencia de la marcha. Para esta prueba el paciente debe completar 20 vueltas de 20 metros, tan rápido como sea posible, permitiéndose hasta 2 paradas. La prueba de la caminata de 400 m, también ha demostrado predecir la mortalidad, en un estudio realizado en población italiana por Vestergaard et al (36).

Otras técnicas.

Se están evaluando una variedad de métodos para evaluar la cantidad y calidad de músculo y el impacto de la sarcopenia en la calidad de vida del paciente. Para su uso en la práctica, estas herramientas deben ser coste-efectivas, estandarizadas y reproducibles por los profesionales y aplicables en diferentes poblaciones.

Como ejemplos de estas técnicas podemos mencionar las imágenes de TC a nivel de L3, la medición muscular en la mitad del muslo y la prueba de dilución de creatina; todas ellas parecen tener relación con la masa muscular corporal total.

Para la valoración de la calidad muscular se ha realizado medición de cambios micro y macroscópicos de la arquitectura y composición del músculo mediante TC y RM. También se ha medido mediante el ángulo de fase con bioimpedanciometría.

El uso de ultrasonidos se está generalizando en la práctica clínica para apoyar el diagnóstico de sarcopenia en adultos mayores. La evaluación de los músculos penados, como el cuádriceps femoral, puede mostrar una reducción del grosor muscular y el área de la sección transversal en un periodo relativamente corto, lo que sugiere un uso potencial de esta herramienta en la práctica clínica. Además la ecogenicidad refleja la calidad muscular, ya que el tejido no contráctil asociado con la mioesteatosis muestra una hiperecogenicidad; es por ello que la ecografía tiene la ventaja de poder evaluar tanto la cantidad como la calidad muscular. Para realizar correctamente las mediciones se deben tener en cuenta una serie de advertencias (37). Se han descrito varios protocolos de valoración ecográfica, como el grupo de sarcopenia EuGMS (European Geriatric Medicine Society) (38), y en España el descrito por la Dra. Hernández-Socorro del Hospital Doctor Negrín (39). Además se ha demostrado que el ultrasonido tiene una buena validez para estimar la masa muscular en comparación con DXA, RM y TC (40).

Definición de los puntos de corte para pruebas de sarcopenia.

Los puntos de corte dependen de la técnica de medición y de la disponibilidad de estudios de referencia y poblacionales. Hasta la segunda reunión a principios de 2018 del grupo europeo de sarcopenia, se habían hecho varias propuestas pero no se habían establecido puntos de corte específicos. En la tabla 6 se muestran los puntos de corte propuestos por la EWGSOP2.

Test	Puntos de corte para hombres	Puntos de corte para mujeres	Referencias
Puntos de corte EWGSOP2 para baja fuerza (fuerza de agarre y levantarse de la silla)			
Fuerza de agarre (Grip strength)	<27 kg	<16kg	Dodds (2014) (41)
Levantarse de la silla (Chair stand)	>15 segundos para 5 levantamientos		Cesari (2009) (42)
Puntos de corte EWGSOP2 para baja masa muscular con DXA			
Masa magra apendicular	<20 kg	<15kg	Studenski (2014) (29)
Índice de masa magra ajustado por altura	<7.0 kg/m ²	<6.0 kg/m ²	Gould (2014) (43)
Puntos de corte EWGSOP2 para bajo estado funcional			
Velocidad de la marcha	≤ 0.8 m/s		Cruz-Jentoft (2010) (3) Studenski (2011) (32)
SPPB	≤ 8 puntos		Pavasini (2016) (34) Guralnik (1995) (33)
Time-up and Go	≥ 20 segundos		Bischoff (2003) (44)
Caminar 400 m	No completada o ≥ 6 min para completarla		Newman (2006) (45)

Tabla 6. Puntos de corte propuestos por la EWGSOP2 para la valoración de sarcopenia (18).

- **Para la valoración del punto de corte de la fuerza de agarre** se toma como referencia un estudio realizado en Gran Bretaña con datos poblacionales de 12 estudios, realizado por Dodds et al en 2014. En este estudio se recogen los valores normalizados de la fuerza de agarre en diferentes grupos de edad (nomograma). Los puntos de corte generalmente establecidos son -2 desviaciones estándar en comparación con el valor de referencia medio. En circunstancias específicas, se recomienda el uso de -2.5 desviaciones estándar de la media para un diagnóstico más discriminatorio. En el estudio se encuentra una alta prevalencia de fuerza de agarre débil basada en una puntuación T de -2 o inferior (equivalente a 19 kg en mujeres y 32 kg en hombres) con casi la mitad de participantes por debajo de este nivel a la edad de 80 años. Por lo tanto, puede ser que una puntuación

T de -2,5 (equivalente a 16 kg en mujeres y 27 kg en hombres) produzca un corte más discriminatorio para agarre débil: con 23.0% de hombres y 26.6% de mujeres por debajo de este nivel a los 80 años (41).

- **Para el establecimiento de los puntos de corte del test levantarse de la silla**, se toma de referencia un estudio americano realizado por Cesari et al en 2009. Este estudio valora las tres tareas del SPPB para predecir eventos adversos de salud. Se concluye que la incapacidad para completar la prueba de levantarse de la silla en 17 segundos identificó a los participantes con alto riesgo de limitación funcional. Este punto de corte es muy similar a los sugeridos en otros estudios (en torno a 16) (42). El grupo EWGSOP2 recomienda como punto de corte >15 segundos para definir reducción de fuerza muscular (18).
- **Para definir los puntos de corte para la masa muscular** el grupo EWGSOP2 se basa en dos estudios:
 - o El proyecto FNIH (Foundation for National Institutes of Health) sobre sarcopenia publicado en 2014, ha servido para establecer los puntos de corte densitométricos para definir sarcopenia (masa magra apendicular <20 kg en hombres y <15 kg en mujeres). Este estudio analiza los pacientes de varios estudios y ensayos clínicos. La masa magra apendicular (aLM, de Appendicular Lean Mass) se definió como la suma de la masa magra de ambos brazos y piernas. El proyecto recomienda el ajuste de masa magra apendicular por IMC, ajuste no compartido por las recomendaciones EWGSOP2. En la tabla 7 se muestran los puntos de corte del proyecto FNIH para definir debilidad muscular y masa magra baja (29).

Puntos de corte	Hombres	Mujeres
Debilidad		
Recomendado: Fuerza de agarre	<26 kg	<16 kg
Alternativa: Fuerza de agarre ajustado por IMC	<1.0	<0,56
Masa magra apendicular		
Recomendado: masa magra apendicular ajustada por IMC	<0.789	<0.512
Alternativa: masa magra apendicular sin ajustar	<19.75 kg	<15.02 kg

Tabla 7. Puntos de corte del proyecto FNIH, para debilidad muscular y masa magra apendicular. Traducido y adaptado de (29).

- o El estudio GEELONG, publicado por Gould et al en 2014, se propone como objetivo definir los rangos de referencia para la masa magra total y apendicular medida mediante absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) de una muestra de hombres y mujeres residentes en Australia. Se ajustó la masa magra apendicular con la altura al cuadrado. Se generaron promedios y desviaciones estándar para cada medida de masa magra para cada década de edad, y se calcularon puntos de corte equivalentes a puntuaciones T de -2.0 y -1.0 usando datos de hombres y mujeres adultos jóvenes de 20 a 39 años. Los puntos de corte para la masa magra apendicular igual a un T Score de -2.0 y -1.0 fueron 6.94 y 7.87 kg / m² para hombres y 5.30 y 6.07 kg / m² para mujeres. Por ello este estudio establece como puntos de corte de la masa magra apendicular ajustada por la altura al cuadrado los valores de <6,94 para hombres y <5,3 para mujeres. Las proporciones de hombres y mujeres de ≥80 años con una puntuación de T Score inferior a -2.0 fueron 16.0% y 6.2%, respectivamente (43). Estos datos ayudaron a la EWGSOP2 a recomendar como punto de corte para el índice de masa magra

apendicular ajustado por altura al cuadrado los valores de $<7 \text{ kg/m}^2$ para hombres y $<6 \text{ kg/m}^2$ para mujeres (18).

- **Los estudios en los que se basa la EWGSOP2 para definir los puntos de corte sobre la velocidad de la marcha y el SPPB** han sido descritos anteriormente en el apartado de los test para valorar el rendimiento físico.
- **Para definir el punto de corte del test Timed-up and go**, EWGSOP2 se basa en un estudio publicado en 2003 por Bischoff et al, donde se mostraba que el 92% de las mujeres ancianas que viven en la comunidad realizaron el TUG test en menos de 12 segundos y todas tuvieron tiempos por debajo de los 20 segundos. Sin embargo, solo el 9% de las mujeres ancianas institucionalizadas realizaron el TUG test en menos de 12 segundos, el 42% tuvo menos de 20 segundos, el 32% tuvo resultados entre 20 y 30 segundos y el 26% lo realizó en más 30 segundos (44). En base a estos resultados el grupo EWGSOP2, estableció el punto de corte en ≥ 20 segundos para definir bajo estado funcional.
- **Para definir el punto de corte del test de la caminata de 400 m**, EWGSOP2 se basa en el estudio publicado por Newman et al en 2006 (estudio de cohorte en población americana). Entre quienes completaron la caminata de 400m cada minuto adicional de tiempo se relacionó con un riesgo de muerte 35% más alto después del ajuste por edad y sexo. Entre los participantes que completaron la prueba y después de ajustar los posibles factores de confusión, aquellos en el cuartil inferior de capacidad funcional (tiempo de caminata > 362 segundos) tuvieron un mayor riesgo de muerte que aquellos en el mejor cuartil (tiempo de caminata < 290 segundos). De manera similar, tenían un mayor riesgo de enfermedad cardiovascular, limitación de movilidad y discapacidad aquellos que se situaron en el peor cuartil (45).

Recientemente, el Asian Working Group on Sarcopenia (AWGS) desarrolló un consenso basado en EWGSOP que especifica puntos de corte para las variables diagnósticas, no coincidiendo exactamente con los definidos en el documento de consenso de la EWGSOP2, debido a la etnicidad, tamaño corporal, estilo de vida y determinantes culturales diferentes. La AWGS recomienda -2 desviaciones estándar por debajo de la media de la masa muscular de la población de referencia o el quintil inferior como punto de corte para la valoración de masa muscular. La AWGS recomienda ajustar la masa muscular por la altura en lugar de ajustar por el peso, y sugieren como puntos de corte para el índice de masa magra apendicular 7.0 kg/m^2 en hombres y 5.4 kg/m^2 en mujeres usando DXA. Para la fuerza muscular la AWGS recomienda usar la fuerza de agarre, con puntos de corte de $<26 \text{ kg}$ para el hombre y $<18 \text{ kg}$ para la mujer. Para la valoración del estado físico la AWGS recomienda la velocidad de la marcha en 6 metros, coincidiendo en el punto de corte con la EWGSOP2 en $\leq 0.8 \text{ m/s}$ (ver tabla 8) (46).

AWGS (Asia)		
	Varón	Mujer
Índice de masa magra apendicular ajustada por h^2	$<7 \text{ kg/m}^2$	$<5,4 \text{ kg/m}^2$
Fuerza de agarre	$<26 \text{ kg}$	$<18 \text{ kg}$
Test marcha 6m	$\leq 0.8 \text{ m/s}$	$\leq 0.8 \text{ m/s}$

Tabla 8. Puntos de corte del Asian Working Group para definir sarcopenia. Adaptado de: (46).

Algoritmos prácticos.

EWGSOP2 trata de hacer que su algoritmo sea lógico, práctico y coherente con la definición de sarcopenia actualizada de 2018.

En la práctica clínica, como podemos ver en la figura 2, se aconseja el uso del cuestionario SARC-F para encontrar individuos con probable sarcopenia. Se recomienda el uso de la fuerza de agarre y del test de levantarse de la silla para identificar fuerza muscular baja. Para dar evidencia que confirme la baja cantidad y calidad del músculo, se recomienda métodos de evaluación mediante DXA y BIA en la atención clínica habitual, y mediante DXA, RM o TC en la investigación y atención especializada. Se recomienda medidas de rendimiento físico (SPPB, TUG y el test de la caminata de 400 m) para evaluar la sarcopenia (18).

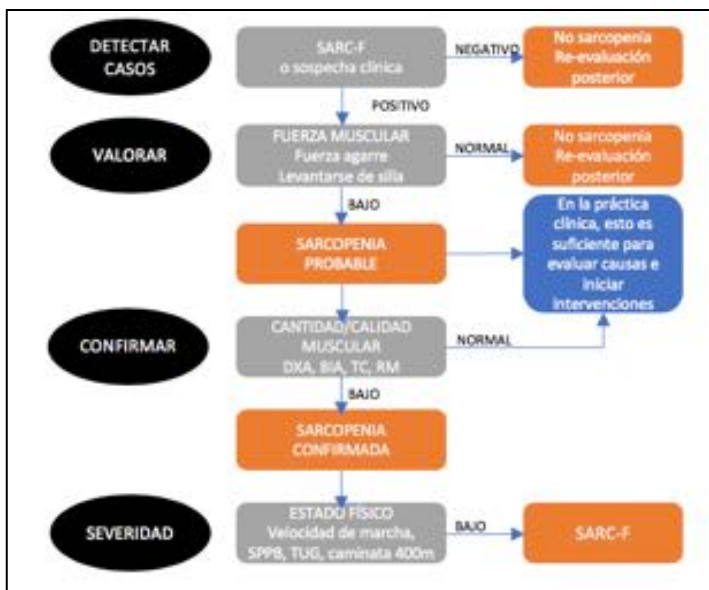


Figura 2. Algoritmo de detección de sarcopenia, adaptado de la EWGSOP2 (18).

Se han publicado otros métodos de valoración inicial, así el Asian Working Group on Sarcopenia recomienda la fuerza de agarre y la velocidad de la marcha como test de screening, como se muestra en la figura 3 (46).

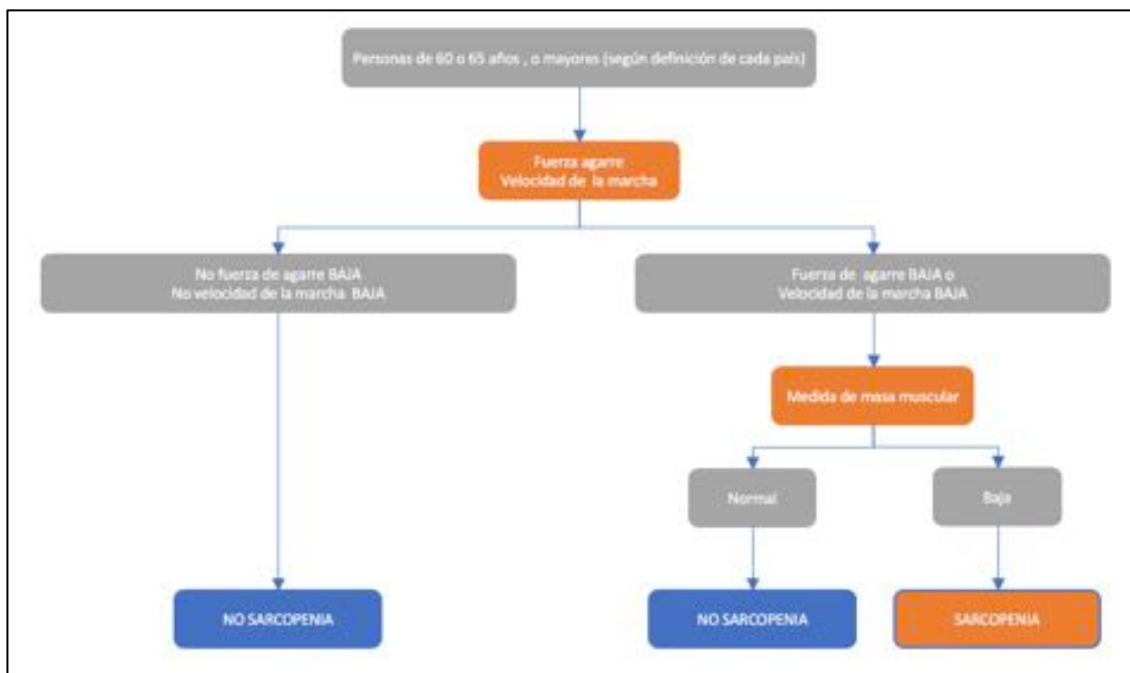


Figura 3. Algoritmo de detección del Asian Working Group on Sarcopenia (46).

Desarrollo de sarcopenia y evolución en el tiempo.

La masa muscular y la fuerza varían a lo largo de la vida; generalmente aumentan con el crecimiento en la juventud y la edad adulta joven, se mantiene en la mediana edad y luego disminuyen con el envejecimiento. En la edad adulta joven (hasta los 40 años de edad), los niveles máximos de fuerza de agarre son mayores en hombres que en mujeres (41) (47). De los tres aspectos que informan del estado de sarcopenia, la masa y fuerza muscular son los primeros que se deterioran y manifiestan, mientras que el rendimiento muscular lo hace más tardíamente, encontrándose, incluso este parámetro a un nivel superior al esperado en algunos individuos en etapas iniciales de sarcopenia. Los factores genéticos y el estilo de vida pueden acelerar el debilitamiento muscular y la progresión hacia el deterioro funcional y la discapacidad. Las intervenciones que incluyen nutrición y ejercicio parecen frenar o revertir estos procesos, como se concluye en el análisis sistemático de 23 estudios realizado por Bloom I et al (48). El fenotipo de la sarcopenia también está asociado con la desnutrición, de hecho, la masa muscular baja se ha propuesto como parte de la definición de malnutrición en el documento de consenso del grupo de trabajo GLIM (Global Leadership Initiative on Malnutrition) recientemente publicado, como podemos ver en la tabla 9 (49).

Pérdida de peso (%)	Criterios fenotípicos		Criterios etiológicos	
	IMC bajo	Masa muscular baja	Ingesta/absorción reducida	Inflamación
>5% en los últimos 6 meses o >10% más allá de los últimos 6 meses	<20 en <70 años o <22 en >70 años Asia: <18.5 en <70 años o <20 en >70 años	Reducción comprobada mediante técnica de composición corporal validada	≤50% requerimientos energéticos durante > 1 sem o Cualquier reducción durante > 2 sem o Situación digestiva crónica con impacto negativo en la absorción de alimentos	Enfermedad aguda o Enfermedad crónica

Tabla 9. Criterios GLIM para el diagnóstico de desnutrición. Traducido y adaptado de: (49).

En definitiva podemos decir que los objetivos del manejo de la sarcopenia varían en función de etapa de la vida de la persona (ver figura 4)(50), y éstos son:

- Maximizar el músculo en la juventud y la edad adulta.
- Mantener la masa muscular en la mediana edad.
- Minimizar la pérdida de masa muscular en la edad avanzada.

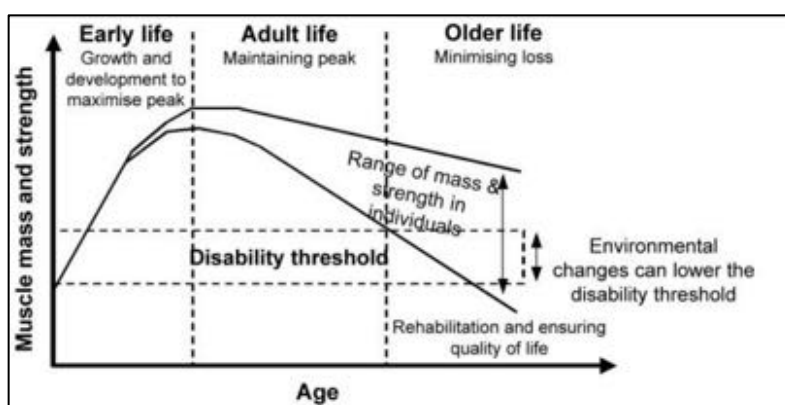


Figura 4. Evolución de la masa y fuerza muscular a la largo de la edad. Tomado de:(50)

Categorías de sarcopenia y condiciones similares.

En cuanto a la forma de clasificar este estado, hablamos de sarcopenia primaria cuando no se observa ninguna otra causa específica, relacionada con el envejecimiento, mientras la forma secundaria es la asociada a una enfermedad sistémica, enfermedad maligna o fracasos de órganos, a la inactividad física, por sedentarismo o inmovilidad, o la que se observa por ingesta inadecuada por anorexia, malabsorción, acceso limitado a alimentos o alteración de la ingesta(18). Como venimos comentando, la actividad física “moderada y vigorosa” contribuye a contrarrestar el desarrollo de sarcopenia y como ha sido demostrado por el estudio Reikiavik (51). En las distintas etapas de la vida se aconseja prevenir ésta con objetivos particulares (ver figura 4).

En cuanto a su evolución ,se distinguen la forma aguda, de menos de 6 meses de duración, y la crónica se de 6 o más meses. Esta última, a se asocia a enfermedades progresivas que aumentan el riesgo de mortalidad (18).

Más recientemente han surgido dos nuevos conceptos: OBESIDAD SARCOPÉNICA Y OBESIDAD OSTEOSARCOPÉNICA. Por OBESIDAD SARCOPÉNICA entendemos una reducción de la masa muscular en el contexto de un exceso de adiposidad. Es más frecuente en personas mayores y ante esta situación se aconseja la valoración con DXA para el diagnóstico, ya que no sería útil la valoración antropométrica porque la obesidad podría enmascarar la sarcopenia (52). Ante esta situación la reducción de la función física sería aun mas marcada que la esperada por la mera sarcopenia ya que la infiltración grasa del músculo, reduce la función física y aumenta el riesgo de mortalidad sobre todo en hombres, tal y como demuestra un metaanálisis publicado en 2016 por Tian S y Xu Y (53). La OBESIDAD OSTEOSARCOPÉNICA es un síndrome que implica el deterioro de los tejidos óseo, musculares y adiposos como consecuencia del envejecimiento, de manera que se detecta una disminución de la masa ósea y muscular, junto con la fuerza muscular, y, por el contrario, un aumento de la grasa. En su desarrollo se ve que influye la inflamación crónica junto con la disminución de la actividad física. A medida que envejecemos las células madre mesenquimales favorecen una mayor

adipogénesis en tejidos óseos y musculares, así como en los propios tejidos grasos, que en última instancia tiene como consecuencia un deterioro en la funcionalidad. Esto que explicamos se refleja en las figuras 5 y 6, tomadas del artículo de Ilich et al, publicado en 2016 (13).

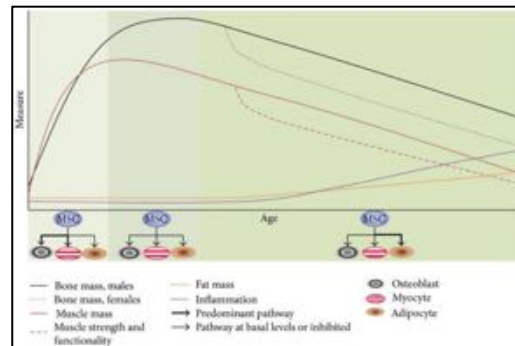


Figura 5. Evolución de los compartimentos corporales a lo largo de la vida e interrelación entre ellos. Tomada de: (13).

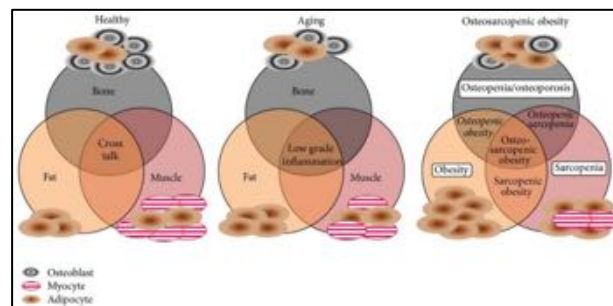


Figura 6. Concepto de obesidad osteosarcopénica relacionada con el envejecimiento. Tomada de: (13).

En los últimos años, debido al envejecimiento de la población, se viene hablando de un aumento progresivo de los síndromes geriátricos. Entre ellos la fragilidad, que consiste en un entidad multidimensional que se caracteriza por un deterioro acumulativo en múltiples sistemas o funciones corporales. Supone un aumento la vulnerabilidad de efectos adversos en salud, como discapacidad, ingreso hospitalario, reducción de calidad de vida e incluso la muerte. Este concepto se superpone con el de sarcopenia, ya que la pérdida de peso, que es criterio para la fragilidad, es un factor etiológico para la sarcopenia ; en ambos están presentes una disminución de la fuerza de agarre, y una mayor lentitud en la velocidad de la marcha; y las opciones de tratamiento, tales como ingesta óptima de proteínas, suplementación con vitamina D y el ejercicio físico, también favorecen a ambas. Sin embargo, el síndrome de fragilidad representa un concepto mucho más amplio, considerándose un síndrome geriátrico con múltiples dimensiones, mientras que la sarcopenia es considerada una enfermedad, consistente en la disminución de la cantidad de masa muscular, fuerza muscular y por último pérdida de funcionalidad (18).

DEFINICIÓN DE OSTEOPOROSIS Y PUNTOS DE CORTE

Introducción.

La osteoporosis, trastorno caracterizado por la reducción de la resistencia ósea, es prevalente entre las mujeres posmenopáusicas pero también ocurre a varones y a mujeres con procesos subyacentes o factores de riesgo relacionados con la desmineralización ósea. Sus principales manifestaciones clínicas son las fracturas vertebrales y las de cadera, aunque éstas podrían ocurrir en cualquier parte del cuerpo. Afecta a millones de personas en el mundo, sin embargo sólo se diagnostican y tratan una proporción muy pequeña de estos casos. En Europa en 2010, 22 millones de mujeres y 5,5 millones de hombres padecían osteoporosis; y se produjeron 3,5 millones de nuevas fracturas por fragilidad, que comprenden 610000 fracturas de cadera, 520000 fracturas vertebrales, 560000 fracturas de antebrazo y 1800000 fracturas de otro tipo (54).

Se desconoce actualmente el gasto global de esta enfermedad en salud, debido a la falta de datos sobre índices de fractura para muchos países en desarrollo, aunque se cuenta con información de muchas regiones, incluidas las 4 grandes economías del mundo (EE. UU., Unión Europea, China y Japón), que permite vislumbrar la carga financiera que supone sobre nuestra sociedad mundial.

En Estados Unidos se ha estimado para 2025 un coste de 25000 millones de dólares (siendo las fracturas de cadera las que representa el 72% de todos los costes) (55). En la Unión Europea, se ha estimado el coste total de la osteoporosis en 37000 millones de dólares (40000 millones de euros), siendo las fracturas de cadera las responsables del 54% de los costes, además se espera que los costes aumenten un 25% para 2025 (54). En China, los costes estimados para el sistema de salud chino para todas las fracturas relacionadas con la osteoporosis para los años 2035 y 2050 ascienden a 20.000 millones y 25.000 millones de dólares, respectivamente (56). En Japón, el coste anual de fracturas de cadera se estima en 130 billones de yenes (1,21 billones americanos de dólares o 1210 millones de dólares, recuérdese que 1 billón americano = 1000 millones) (57).

Según el informe del registro nacional de fracturas de cadera (RNFC) publicado en 2018 en España se calcula unas 45.000 a 50.000 fracturas de cadera al año con un coste anual de 1.591 millones de € y una pérdida de 7.218 años de vida ajustados por calidad. Se prevé que la incidencia va a continuar aumentando, especialmente entre las personas mayores de 80 años (58) (59).

Definición de osteoporosis.

En la década de los 90, la osteoporosis se define como una enfermedad del esqueleto caracterizada por una baja masa ósea y un deterioro de la microarquitectura del hueso.

Posteriormente, en la siguiente década, se define como una enfermedad del esqueleto caracterizada por una afectación de la resistencia ósea que predispone a la persona a un mayor riesgo de fracturas. La resistencia ósea es la suma de los conceptos de densidad ósea y calidad ósea. La densidad ósea se expresa en gramos de mineral por área o volumen y en cualquier individuo está determinada por el pico de masa ósea y la cantidad de pérdida ósea. La calidad ósea se refiere a la macro y microarquitectura del hueso, recambio óseo, tamaño, daño acumulado y mineralización (60).

Por su parte, la Organización Mundial de la Salud en 1994, define la osteoporosis como aquella situación en la que la masa ósea es menor de 2,5 desviaciones típicas para la media de adultos jóvenes. Denomina osteopenia a las situaciones en las que está disminuida la masa ósea sin llegar a ese límite. Por lo tanto, la definición de la OMS es densitométrica y no clínica y se basa en la medida de la masa ósea con DXA (10).

Existen numerosos factores relacionados con el desarrollo de la osteoporosis. El peso corporal bajo (IMC <20 kg/m²), suele estar asociado a valores bajos de masa ósea, lo que implica mayor riesgo a desarrollar fracturas por fragilidad. Existen factores de riesgo causantes de osteoporosis secundarias como son: hipogonadismo, menopausia precoz, amenorrea, anorexia nerviosa, malabsorción, artritis reumatoide, diabetes, inmovilización, tratamiento esteroideo, inhibidores de la aromatasas, agonistas de las hormonas liberadoras de gonadotropinas. Otras enfermedades y fármacos que han sido asociados al desarrollo de osteoporosis son el hiperparatiroidismo, el hipertiroidismo, los inhibidores selectivos de la recaptación de serotonina, los inhibidores de la bomba de protones y los anticonvulsivantes (61).

Según la guía de 2019 de la Sociedad Española de Reumatología se define la osteoporosis en cualquiera de las siguientes circunstancias (62):

- T-score en columna lumbar, cuello femoral o cadera total $\leq -2,5$.
- Fractura femoral por fragilidad, independientemente del valor de la DMO, en mujeres postmenopáusicas y en varones >50 años.
- Fractura por fragilidad de vértebra, húmero proximal o pelvis en mujeres postmenopáusicas y en varones >50 años, si se constata una DMO baja (T score $\leq -1,0$).

Se define como fractura osteoporótica aquella que reúna los siguientes requisitos:

- Es producida por un traumatismo mínimo, incapaz de ocasionarla en un hueso sano (fractura de bajo impacto o por fragilidad).
- No se evidencian otras patologías del esqueleto que puedan producir o facilitar la fractura.
- Paciente mayor de 45 años, salvo casos excepcionales de osteoporosis secundarias.

Suelen afectar a cualquier hueso, salvo cráneo, cara y dedos, siendo las más frecuentes y típicas las vertebrales, cadera y muñeca. La osteoporosis es una enfermedad metabólica y por tanto, afecta a todos los huesos. En consecuencia, cuando se produce una primera fractura, ésta es indicativa de la pérdida de resistencia de nuestro esqueleto, lo que conlleva un aumento de riesgo de nuevas fracturas en el futuro. La fractura previa se considera un factor de riesgo independiente para la aparición de nuevas fracturas, independientemente de los valores densitométricos (60).

Herramientas para la detección de casos

Herramientas de predicción de riesgo

Distinguiremos entre herramientas elaboradas para predecir el riesgo de osteoporosis y aquellas que valoran el riesgo de fractura.

Entre las escalas para predecir el riesgo de osteoporosis (que no incluyen DMO por definición), podemos mencionar por orden de complejidad o número de ítems valorados, las herramientas OST, ORAI, OSIRIS, SCORE y FRAX sin DMO (que es la más completa). El trabajo de Richy F et al, fue un estudio de validación de la herramienta OST realizado en Bélgica, concluyó que OST, ORAI, SCORE y OSIRIS tienen un rendimiento similar (63). Otro estudio, llevado a cabo en mujeres danesas de 40-90 años, añade al estudio anterior la comparativa incluyendo el FRAX sin DMO, concluyendo que la capacidad para discriminar a las mujeres en riesgo, fue similar en todas ellas, siendo el factor que más influye la edad (mayor de 65 años) (64).

Para valorar el riesgo de fracturas directamente se han elaborado, además del FRAX (ver figura 7), otras herramientas como el índice de Garvan (menos ítems que FRAX) y el índice QFracture (más ítems que FRAX). Diversos trabajos han realizado estudios comparativos entre ellas. El rendimiento de estas herramientas ha sido similar. De las herramientas descritas la de uso más generalizado es el FRAX (por ser recomendada por la OMS, y por estar adaptada a un gran número de países). La adaptación a cada país se ha hecho en función de las características epidemiológicas de las fracturas osteoporóticas de los mismos; el problema es que en España se disponía de datos adecuados solo para fracturas de cadera (una puntuación $\geq 3\%$ implica alto riesgo y necesidad de inicio de tratamiento). Por ello se tomó como referente de población a Suecia para las fracturas mayores (no fracturas cadera) siendo esto erróneo (porque las características epidemiológicas en España difieren de las de Suecia), por ello la versión española proporciona un riesgo de fractura mayor muy inferior al que le corresponde, como se ha comprobado en diversos estudios (65). Por este motivo la Sociedad Española de Reumatología en su última guía considera como alto riesgo una puntuación con DMO $\geq 7,5\%$ o sin DMO $\geq 10\%$ para fractura mayor osteoporótica (previamente se consideraba alto riesgo una puntuación $\geq 20\%$ para fracturas mayores) (62).

The image shows a web-based questionnaire for the FRAX tool, adapted for Spain. The interface is in Spanish. At the top, it says 'país: España' and 'Nombre/ID:'. Below this is a section titled 'Cuestionario:' with 12 numbered items. Items 1-4 are demographic: 1. Age (40-90 years) or date of birth (with fields for A, M, D); 2. Sex (Male/Female); 3. Weight (kg); 4. Height (cm). Items 5-9 are medical history: 5. Previous fracture; 6. Parent with hip fracture; 7. Active smoker; 8. Glucocorticoids; 9. Rheumatoid arthritis. Items 10-12 are clinical factors: 10. Secondary osteoporosis; 11. Alcohol (3 or more drinks per day); 12. BMD of the femoral neck (with a dropdown menu for 'Seleccione BMD'). There are radio buttons for 'No' and 'Sí' for items 5-12. At the bottom right, there are 'Borrar' and 'Calcular' buttons.

Figura 7. Calculadora FRAX adaptada a España. Fuente: <https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool>

Densitometría ósea (DXA, absorciometría de doble energía por rayos X)

El término densitometría ósea engloba aquellas pruebas no invasivas que miden la densidad mineral ósea en diferentes regiones del esqueleto mediante distintas técnicas. Por lo general, las mediciones óseas se clasifican de acuerdo a la región del esqueleto donde se han realizado. Se definen como mediciones centrales aquellas realizadas en columna o tercio superior de fémur. De entre las tecnologías disponibles, la absorciometría de doble energía por rayos X (DXA) es el procedimiento óptimo para estimar el riesgo de fractura. La predicción de riesgo de fractura de una región mejora cuando se evalúa mediante DXA esa misma región (por ejemplo cadera y vértebra). El diagnóstico de osteoporosis puede estar artefactado por la presencia de fracturas previas, artrosis, escoliosis, calcificaciones vasculares, por los que es recomendable explorar al menos dos regiones. El riesgo de fractura se evalúa basándose en el valor más bajo calculado mediante DXA en columna lumbar y cuello femoral (65).

Los resultados de las mediciones de DMO son expresados habitualmente en términos de T-score, que es el número de desviaciones estándar en que la medición de la DMO difiere de la densidad ósea de la población sana de 20 a 29 años (pico de la DMO). Otra forma de mostrar los resultados es el Z-score, que muestra la comparación de la medición de DMO con valores de referencia de sujetos de igual sexo y edad.

En 1994, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció cuatro categorías operativas generales para la DMO en mujeres posmenopáusicas, principalmente con fines de clasificación epidemiológica, pero que ahora se consideran categorías de diagnóstico clínico para la osteoporosis (10):

Normal: Un valor para la DMO dentro de 1 desviación estándar (DE) de la media de referencia del adulto joven, posteriormente denominado calificación $T < -1$.

Baja densidad ósea (osteopenia): Un valor para la DMO de más de 1 DE por debajo de la media del adulto joven, pero de menos de 2,5 DE por debajo de este valor, posteriormente denominado calificación T de -1 a $-2,5$.

Osteoporosis: Un valor para la DMO de 2,5 DE o más por debajo de la media del adulto joven, posteriormente denominado calificación $T < -2,5$.

Osteoporosis grave (osteoporosis establecida): Un valor para la DMO de más de 2,5 DE por debajo de la media del adulto joven en presencia de una o más fracturas por fragilidad.

En los hombres el riesgo de fractura osteoporótica es similar al de las mujeres posmenopáusicas, por lo que pueden utilizarse los mismos criterios de la OMS para establecer la categoría de diagnóstico de osteoporosis (66). A pesar de ello, existen dudas sobre si debemos utilizar los rangos definidos por la OMS para el diagnóstico de la osteoporosis del varón. Hay poca evidencia, no obstante, de que el metabolismo esquelético sea esencialmente diferente entre el hombre y la mujer.

Sobre la región anatómica donde realizar la medición el estudio NHANES III sugiere que la medición de la DMO debe realizarse en el cuello de fémur (67). La Sociedad Internacional de Densitometría Clínica (ISCD), sin embargo, considera que el diagnóstico puede hacerse valorando el T score en cualquiera de las tres siguientes localizaciones: columna lumbar, cadera total o cuello femoral. Además recomienda utilizar el Z -score para la valoración de la DMO en mujeres premenopáusicas (68). Parece más coherente considerar la medición de la DMO como un factor de riesgo más, utilizándolo junto con los factores de riesgo clínicos presentes para calcular el riesgo absoluto de fractura (69). Recientemente la Sociedad Española de Reumatología ha publicado unas recomendaciones donde aconseja que la evaluación del riesgo de fractura por fragilidad no se base exclusivamente en la medición de la DMO sino teniendo en cuenta además factores de riesgo clínicos, para lo cual insta a la utilización de la herramienta FRAX[®], con o sin DMO, para evaluar el riesgo de fractura (62).

Marcadores de remodelado óseo

La International Osteoporosis Foundation (IOF) y la International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (IFCC) recomiendan el uso del P1PN (propéptido aminoterminal del procolágeno tipo I) como marcador de formación y del CTX (telopéptido carboxiterminal del colágeno tipo I) o β -crosslaps, como marcador de resorción.

Los marcadores óseos pueden ser útiles para identificar, junto con otros factores de riesgo, a los pacientes con un mayor riesgo de fracturas. Son especialmente útiles para valorar de forma precoz la respuesta al tratamiento, tanto antirresortivo como osteoformador.

Radiografía convencional

La radiografía convencional no es un método sensible para valorar los cambios en la masa ósea. Sin embargo, la radiología simple es necesaria para la comprobación de la presencia de fracturas. Ante una sospecha clínica de fractura vertebral, la radiografía simple lateral de columna dorsal (centrado en D7) y lateral de columna lumbar (centrado en L2) resulta imprescindible para la confirmación del diagnóstico de la misma (65).

Evolución de la masa ósea a lo largo de la vida.

La masa ósea máxima se alcanza tanto en los hombres como en las mujeres alrededor de los 25 años. En lo sucesivo, en el hombre se produce un descenso gradual en la edad avanzada y, en la mujer, después de una meseta, tiene lugar un período de pérdida ósea acelerada, que se prolonga durante varios años después de la menopausia (ver figura 8) (70). Por tanto los objetivos generales para gozar de buena salud ósea en las diferentes etapas de la vida son:

- Niños y adolescentes: Desarrollar potencial genético para alcanzar la masa ósea máxima.
- Adultos: Evitar la pérdida ósea prematura y mantener un esqueleto sano.
- Adultos mayores: Prevenir y tratar la osteoporosis.

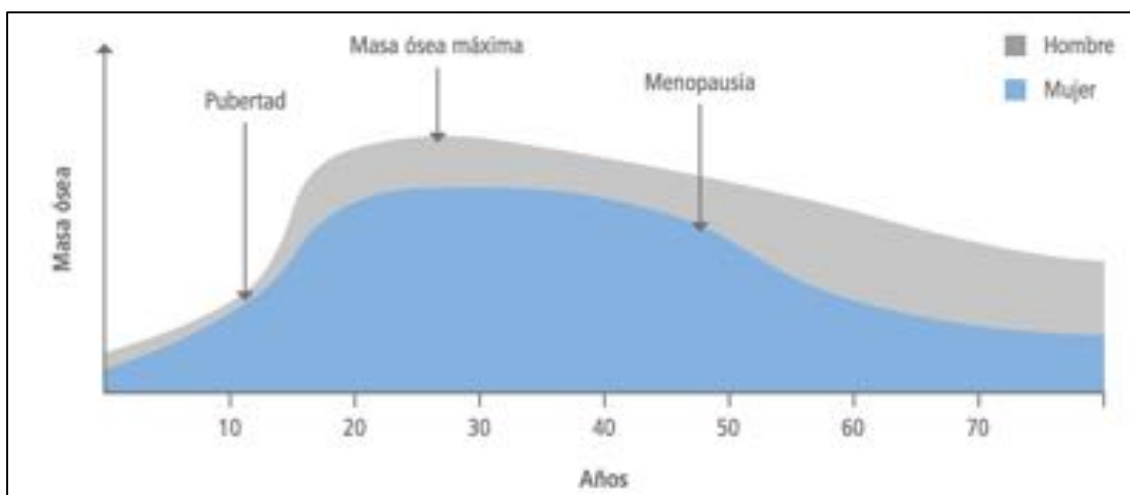


Figura 8. Evolución de la masa ósea a lo largo de la vida. Tomado de: (70).

El proceso de remodelado óseo comienza durante el crecimiento fetal y continúa hasta la fusión epifisaria, generalmente al final de la segunda década de la vida. Cuantitativamente, la cantidad de mineral óseo adquirido desde el nacimiento hasta la edad adulta sigue distintos patrones específicos por edad y sexo (ver figura 9). La masa ósea se adquiere relativamente lentamente a lo largo de la infancia. Con el inicio de la pubertad y la aceleración del crecimiento en la adolescencia, el crecimiento mineral óseo es rápido, alcanzando un pico poco después de llegar a la altura máxima. La tasa máxima de crecimiento mineral óseo se produce en 12.5 ± 0.90 años en las niñas y 14.1 ± 0.95 años en los niños europeos. En los 4 años en torno al pico de crecimiento óseo, se adquiere el 39% de la masa ósea corporal; 4 años después del pico, se ha alcanzado el 95% de la masa ósea del adulto. Además a lo largo de la vida, también se va a ver afectada a calidad ósea mediante cambios en la estructura (tamaño y forma) y la composición (cantidad de cartílago, hueso cortical y hueso trabecular) del hueso (ver figura 10) (71).

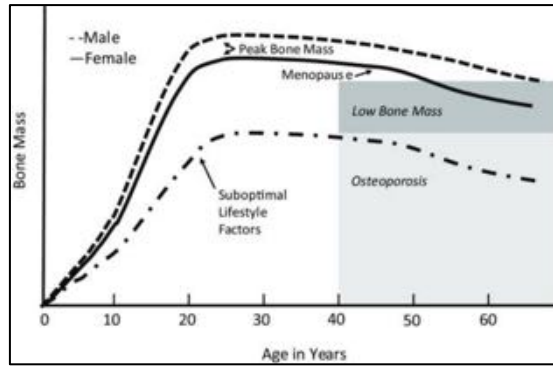


Figura 9. Evolución de la masa ósea a lo largo de la vida en el hombre y la mujer. Tomado de: (71).

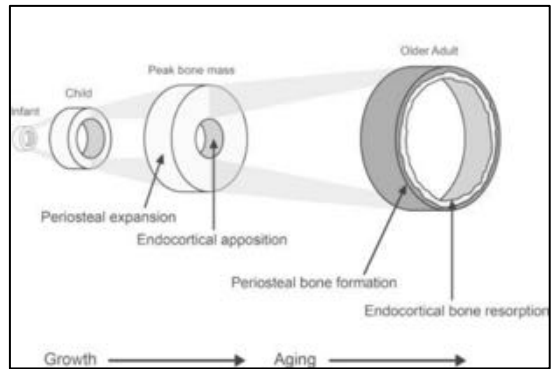


Figura 10. Evolución de la calidad ósea a lo largo de la vida. Tomado de: (71).

La evolución de la masa ósea a lo largo de la vida explica que el riesgo de fractura aumenta exponencialmente con el envejecimiento, y más del 70% de todas las fracturas afectan a mujeres mayores de 65 años (ver figura 11). Después de los 50 años, casi una de cada dos mujeres y uno de cada cinco hombres sufrirán una fractura por fragilidad durante el resto de su vida (72). En la figura 11 se representa el aumento de fracturas vertebrales, de cadera y de extremidad distal de radio en función de la edad.

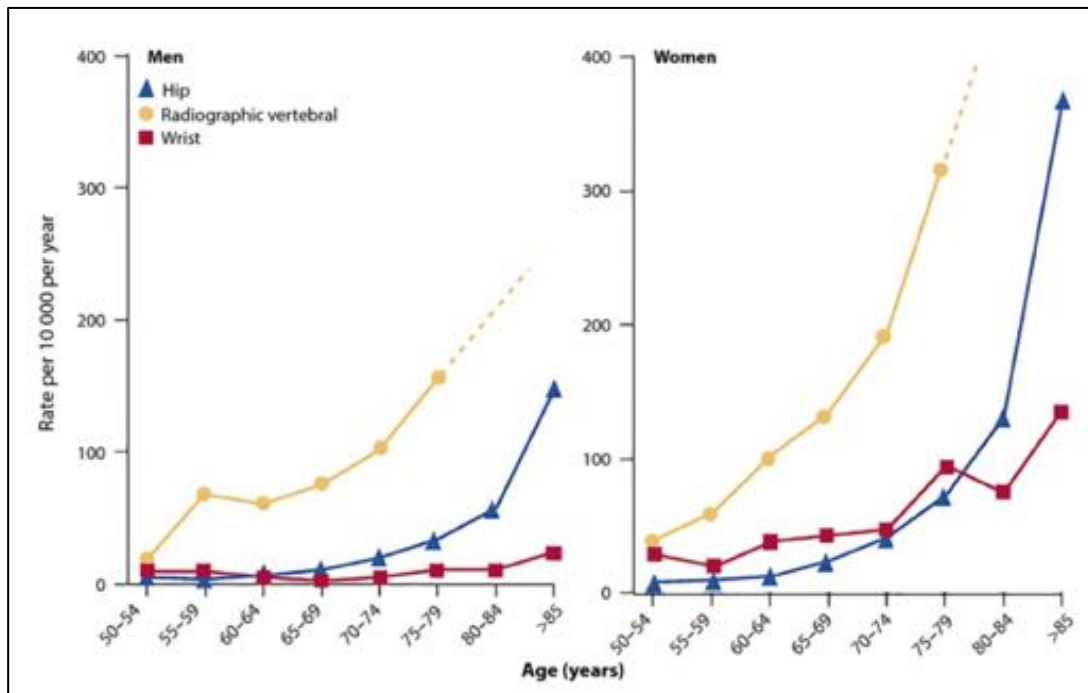


Figura 11. Evolución de incidencia de fracturas con la edad en población europea. Tomado de (72).

VALORACIÓN DE COMPOSICIÓN CORPORAL MEDIANTE
ABSORCIOMETRÍA DUAL DE RAYOS X. ESTUDIOS POBLACIONALES
PREVIOS

Estudio poblacional de Estados Unidos. Estudio NHANES (National Health and Nutrition Examination Survey)

La encuesta nacional de examen de salud y nutrición (NHANES) consiste en un programa diseñado para evaluar el estado de salud y nutrición de adultos y niños en los Estados Unidos. La composición corporal de la población de Estados Unidos ha sido descrita en esta muestra.

El conjunto de datos de NHANES se dividió por género y etnia y las medidas de DXA en todo el cuerpo, para proporcionar valores de referencia para sujetos de 8 a 85 años de edad (5). Las medidas incluidas fueron:

- Masa grasa (gramos).
- Porcentaje de grasa (masa grasa / masa total x 100).
- Masa grasa / altura² (FMI, de Fat Mass Index).
- Masa magra (gramos).
- Masa magra / altura² (LMI, de Lean Mass Index).
- Masa magra apendicular / altura² (aLMI, de Appendicular Lean Mass Index)
- Porcentaje de masa grasa del tronco y extremidades.
- Porcentaje de masa ósea.
- Contenido mineral óseo (BMC).
- Densidad mineral ósea (BMD, en gramos).
- Densidad ósea por área (gramos/cm²).

Se realizaron curvas de referencia para los tres grupos étnicos más prevalentes en Estados Unidos:

Blancos no hispanos.

Negros no hispanos.

Estadounidenses de origen mejicanos.

Se excluyeron a los siguientes pacientes del estudio:

- Mujeres con test de embarazo fue positiva en el momento del examen o si estaban embarazadas.
- Peso > 136 kg (límite de peso del densitómetro).
- Altura > 196 cm (límite de altura del densitómetro).

Las mediciones anteriores se realizaron para una serie de regiones anatómicas predefinidas, que incluyen la cabeza, los brazos, las piernas, el tronco, las regiones pélvicas, el cuerpo subtotal (excluyendo solo la cabeza) y todo el cuerpo. Se realizaron densitometría de cuerpo completo con un densitómetro Hologic QDR 4500A.

Los datos se dividieron en subgrupos según el género y la etnia, para los adultos, grupos de 5 en 5 años de edad de los 20 a los 85 años, siendo el último grupo los mayores de 85 años. Para sujetos adultos, las medidas de DXA se modelaron por género y etnicidad utilizando la edad como variable independiente. La grasa corporal total, las mediciones de masa magra y la masa magra apendicular se ajustaron a la altura².

Se utilizó un procedimiento de ajuste de curva llamado LMS (LMS - ChartMaker Pro versión 2.3) para generar las curvas de referencia (5).

Evolución con la edad de la masa magra apendicular ajustada a la h^2 en los adultos del estudio NHANES.

El percentil 50 o mediana del índice de masa magra apendicular (aLMI, de Appendicular Lean Mass Index) aumenta progresivamente hasta los 45 años (con un valor en torno a 9 kg/m²) en los varones americanos blancos, disminuyendo a partir de dicha edad. En el caso de las mujeres americanas blancas el índice de masa magra apendicular permanece estable desde los 20 a los 55 años (en torno a 7 kg/m²) y posteriormente se produce un descenso leve y progresivo. Ver figura 12.

En el caso de la población negra, los varones tienen un aumento del índice de masa magra apendicular hasta los 35 años (10 kg/m² aproximadamente) para sufrir posteriormente un descenso leve gradual; en las mujeres este índice permanece estable desde los 20 a los 40 años (en torno a 8 kg/m²) con posterior descenso leve gradual. Ver figura 13.

En el caso de los mejicanos, los varones experimentan un aumento gradual del índice de masa magra apendicular desde los 20 a los 45 años (con un valor en torno a los 8,5-9 kg/m²) con un descenso a partir de esa edad; en las mujeres se produce el mismo aumento gradual desde los 20 a los 45 años pero con un valor menor (en torno 6,5-7 kg/m²) con un similar descenso a partir de esa edad. Ver figura 14.

Evolución con la edad de la masa ósea total en los adultos del estudio NHANES

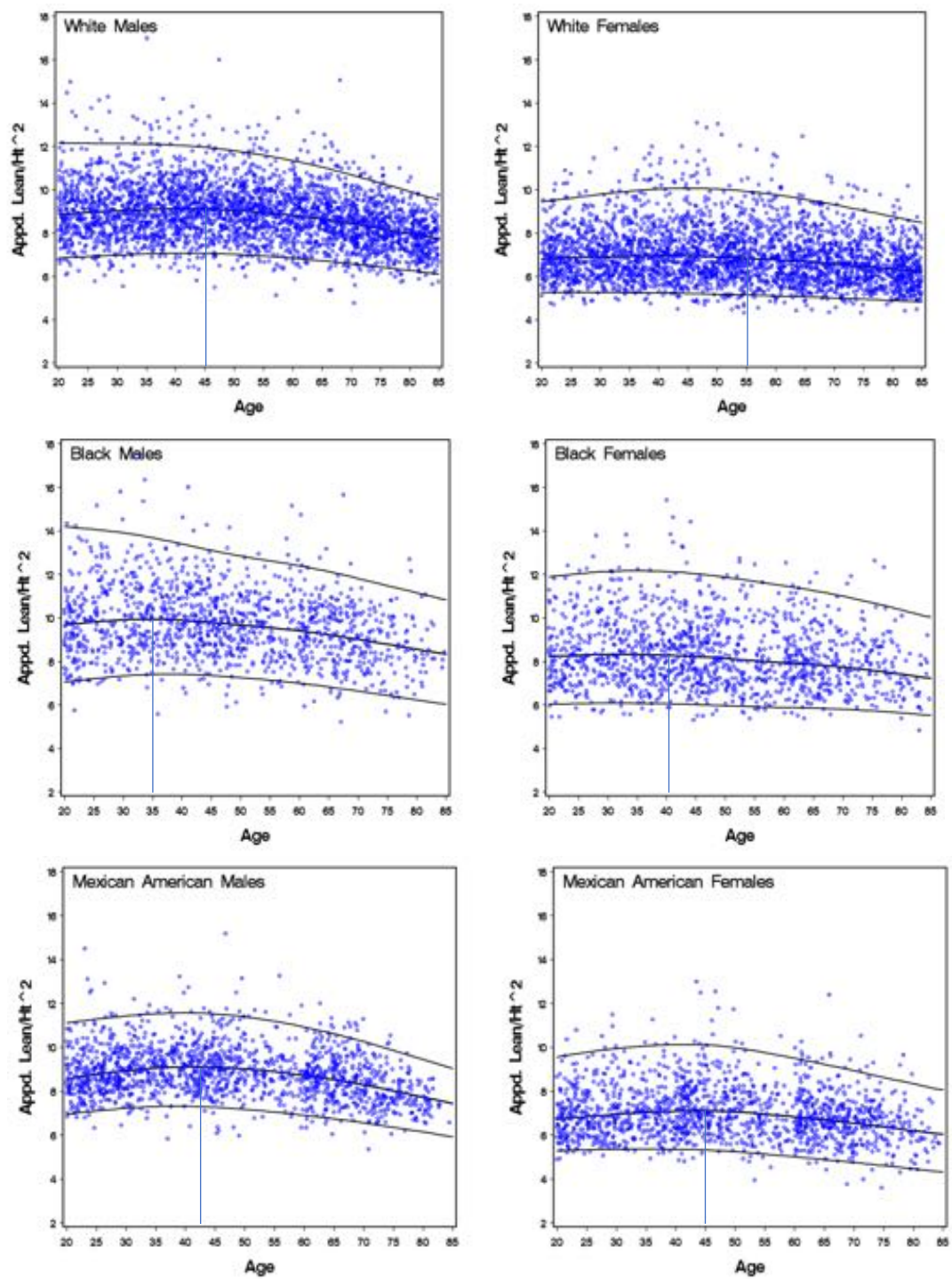
La mediana de la masa ósea total se mantiene estable desde los 20 a los 45 años de edad en los varones blancos americanos (en torno a 2750 gramos) para posteriormente disminuir progresivamente; en las mujeres blancas la masa ósea total se mantiene estable hasta los 45 años (aproximadamente 2000-2250 gramos) para posteriormente descender con la edad. Ver figura 15.

El percentil 50 o mediana de la masa ósea total en los hombres negros permaneció estable hasta los 35 años en torno a 3000 gramos, disminuyendo posteriormente; en las mujeres negras la masa ósea permaneció estable hasta los 35-40 años en 2250 gr, reduciéndose progresivamente con el envejecimiento. Ver figura 16.

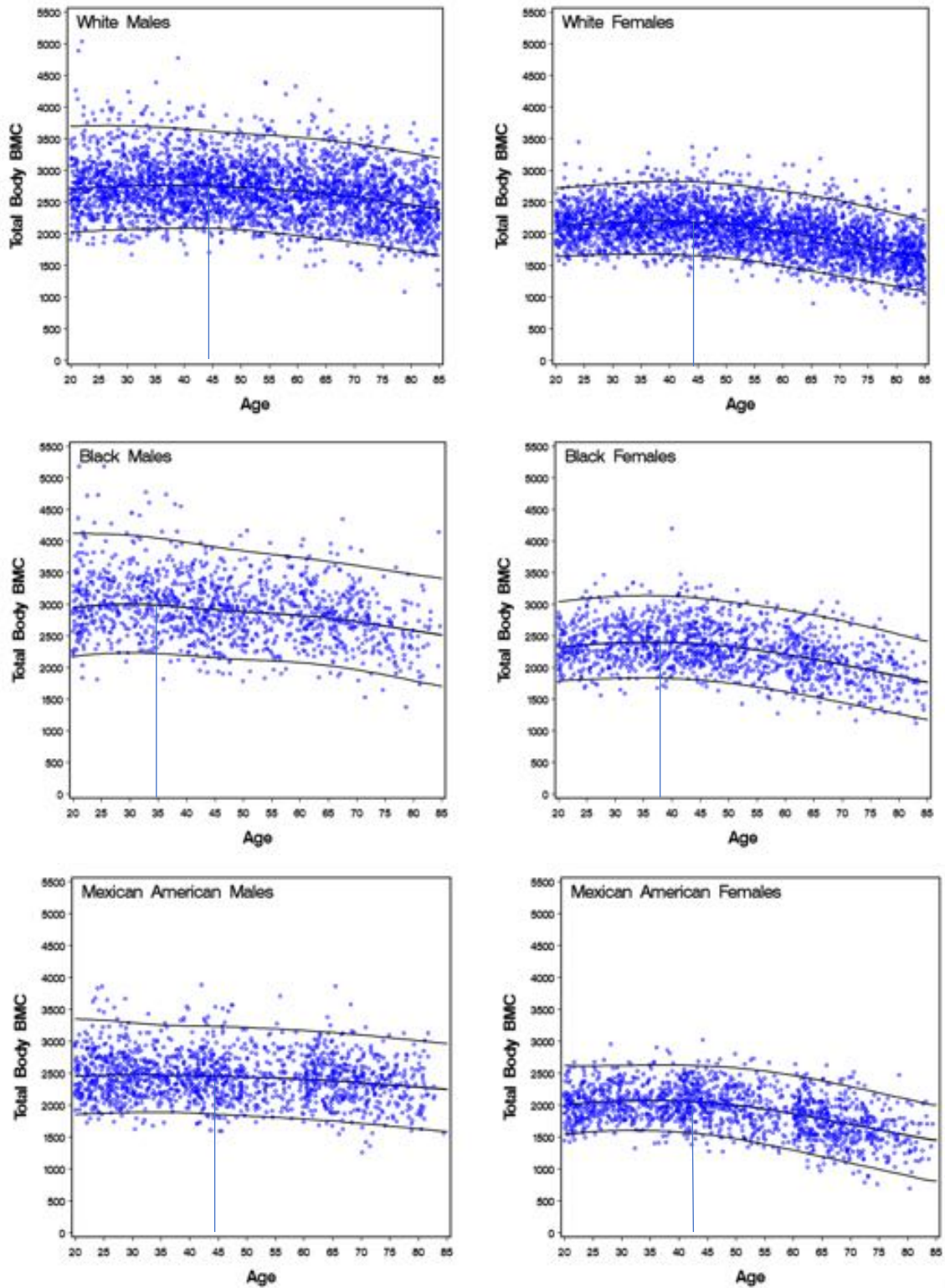
En los hombres mejicanos la masa ósea total se mantuvo estable hasta los 45 años en torno a 2500 gramos, disminuyendo ligeramente con el paso de los años; en el caso de las mujeres, permaneció estable hasta la edad de 40-45 años en 2000 gramos, para posteriormente reducirse. Ver figura 17.

Evolución con la edad del porcentaje de grasa en los adultos del estudio NHANES

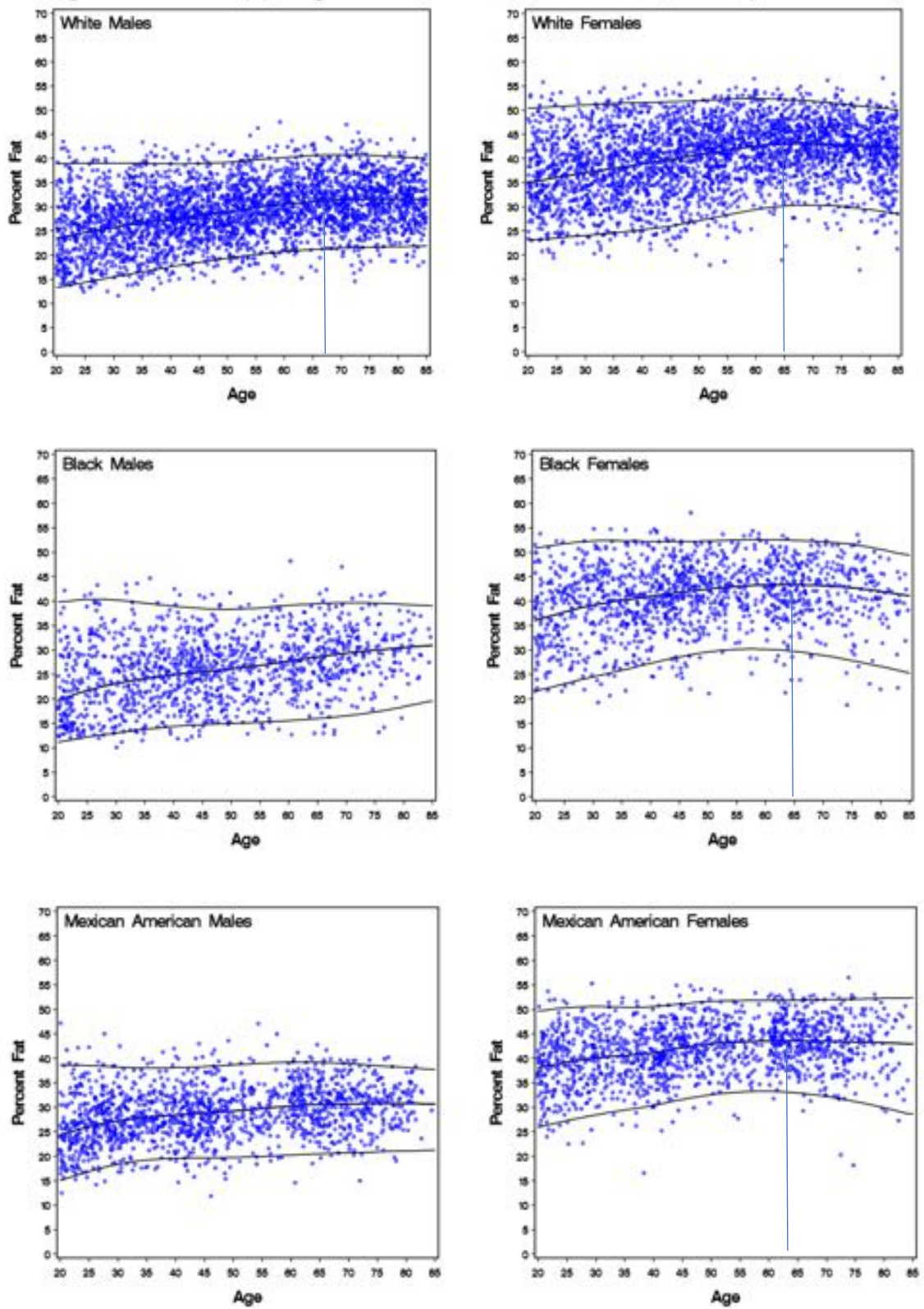
La mediana del porcentaje de grasa aumentó monótonamente de 17 a 85 años en los hombres, mientras que en las mujeres alcanzó un máximo de aproximadamente 65 años. Las diferencias entre los grupos étnicos fueron más modestas y variaron según el sexo. Los hombres negros tenían un poco menos de % de grasa que los hombres no negros en todas las edades. Las diferencias en % de grasa entre hombres no negros y mujeres no negras fueron de aproximadamente del 11 a 12% y bastante constantes con la edad. Se observaron mayores diferencias entre los hombres negros y las mujeres negras y las diferencias fueron más variables con la edad. Ver figuras 18,19 y 20.



Figuras 12,13 y 14. Evolución de la Masa magra apendicular/h² (aLMI, de Appendicular Lean Mass Index) en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Las líneas representan los percentiles 3, 50, 97. Tomado de: (5).



Figuras 15,16 y 17. Evolución de la Masa ósea total medida en gramos en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Tomado de: (5)



Figuras 18,19 y 20. Evolución del porcentaje de grasa corporal en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Tomado de: (5).

Estudio poblacional en China.

Uno de los estudios poblacionales más importantes realizados en China se realizó en un Hospital de la Universidad de Jinan (Guangzhou, China) de 2004 a 2012. Se reclutaron a 1693 hombres y a 3995 mujeres chinos sanos de 20 a 90 años de edad que tenían un IMC en un rango de 16–30 kg / m². El objetivo principal del presente estudio fue desarrollar percentiles específicos por sexo y edad para los índices de LMI (masa magra/h²), FMI (masa grasa/h²) y distribución de la grasa corporal en una población de adultos chinos de 20 a 90 años de edad que utilizaron DXA de cuerpo completo como instrumento de medida. Un objetivo secundario fue comparar los índices de composición corporal de la población china con los de otras poblaciones étnicas (73).

Las medidas realizadas fueron:

- Masa magra total.
- Masa grasa total.
- Masa magra total / altura² (LMI, de Lean Mass Index).
- Masa grasa total / altura² (FMI, de Fat Mass Index).
- Masa magra apendicular / altura² (aLMI, de Appendicular Mass Index).
- Porcentaje de masa grasa (Masa grasa total/peso x 100) (%BF, de % Body Fat).
- % masa grasa tronco / % masa grasa en piernas.
- Masa grasa tronco / masa grasa apendicular.
- Masa grasa Androide / masa grasa ginecoide.

Las mediciones anteriores se realizaron mediante densitómetro Lunar Prodigy, GE Healthcare. Se tomaron mediciones corporales totales, en tronco, en miembros apendiculares, región androide y ginecoide.

Los criterios de exclusión fueron:

- Historia previa de fractura.
- Medicamentos que afecten el sistema musculoesquelético (p. Ej., antiosteoporóticos, andrógenos o medicamentos antiandrógenos, corticosteroides).
- Enfermedad crónica que afecta el metabolismo óseo (p. Ej., Hipertiroidismo, hiperparatiroidismo, artritis reumatoide, insuficiencia renal crónica).
- Implantes metálicos (p. Ej., Marcapasos, dispositivo de reemplazo de articulaciones).
- Posibilidad de embarazo.

Las curvas de percentiles específicas para la edad y el sexo para aLMI, LMI, FMI, el porcentaje de masa grasa (%BF) y los índices de distribución de la grasa corporal se generaron utilizando el método Lambda – Mu – Sigma (versión LMS - ChartMaker Pro 2.3) (73).

Evolución con la edad de masa magra (aLMI y LMI) y masa grasa (FMI y %BF) en la población china.

El aLMI y el LMI fueron consistentemente más altos en los hombres de todos los grupos de edad que en las mujeres, mientras que el FMI y el porcentaje de masa grasa (% BF) fueron consistentemente más altos en las mujeres. El aLMI y LMI se asociaron negativamente con la edad y comenzaron a disminuir a partir de la quinta década en los hombres, mientras que en las mujeres, el aLMI y el LMI no tuvieron correlación con la edad, aunque se observó una disminución lenta en la aLMI. La FMI y el porcentaje de masa grasa (% BF) se relacionaron positivamente con la edad y mostraron un aumento constante con la edad en ambos sexos. Ver figura 21.

Evolución con la edad de masa magra (aLMI y LMI) y masa grasa (FMI) en población china y comparativa con la población americana (NHANES).

En el estudio poblacional chino se realizaron comparaciones con diferentes grupos étnicos estadounidenses (incluidos los blancos, los negros y los mexicanos). Se extrajeron los datos de referencia de NHANES para las curvas del percentil 50 de LMI, FMI y aLMI.

En comparación con las poblaciones blanca, negra y mexicana en los EE. UU., los percentiles 50 de LMI, FMI y aLMI fueron consistentemente más bajos en hombres y mujeres chinos. Se dieron valores similares para los percentiles 50 de LMI, FMI, aLMI en poblaciones mexicanas.

En población estadounidense blanca los percentiles 50 de aLMI y LMI fueron mayores.

Los percentiles 50 de aLMI y LMI mostraron disminuciones relativamente mayores en individuos blancos y mexicanos de mayor edad que en individuos chinos. Ver figura 22.

Evolución con la edad de la distribución de la masa grasa corporal en la población china y comparación con la población americana (NHANES).

El patrón de distribución de grasa fue mayor en tronco y en región androide en hombres chinos, en comparación con mujeres chinas.

Las proporciones de porcentaje de grasa tronco/ porcentaje de grasa en piernas, grasa tronco/apendicular y grasa androide/ginecoide aumentaron gradualmente hasta la quinta década en ambos sexos. Estas medidas disminuyeron posteriormente en los hombres, pero se mantuvieron estables en las mujeres.

Los porcentajes de masa grasa fueron más bajos en hombres y mujeres chinos, en comparación con la población estadounidense. Los hombres chinos mostraron una mayor adiposidad central. En la distribución de grasa las curvas del percentil 50 más parecidas fueron la de la población china y estadounidense mejicana, llegando a tener mayor adiposidad central las mujeres mejicanas con respecto a las mujeres chinas hasta aproximadamente los 60 años, en los que las mujeres chinas superan en adiposidad central a las mejicanas (73). Ver figuras 23 y 24.

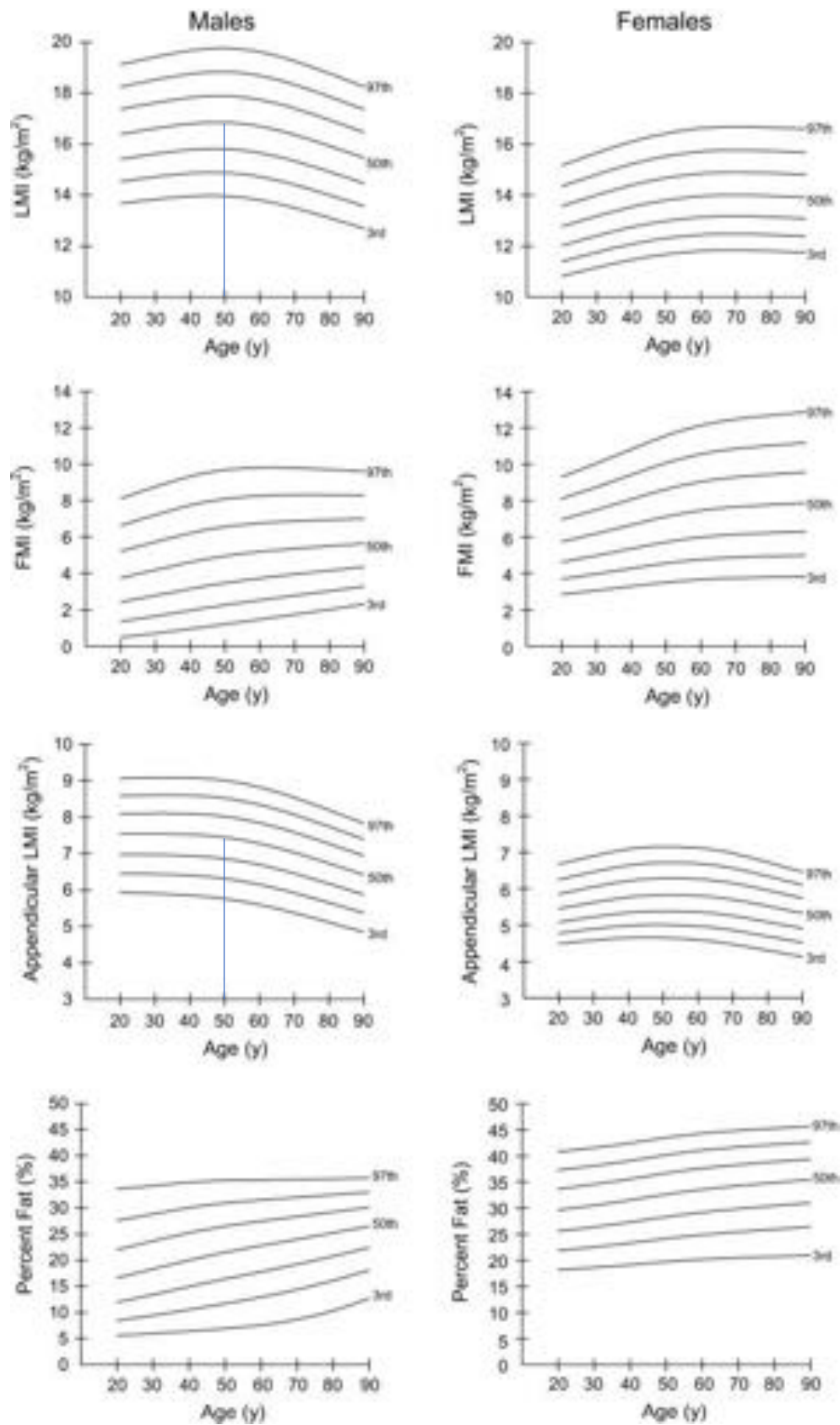


Figura 21. Evolución con la edad de la masa magra y masa grasa en la población china. Tomado de: (73).

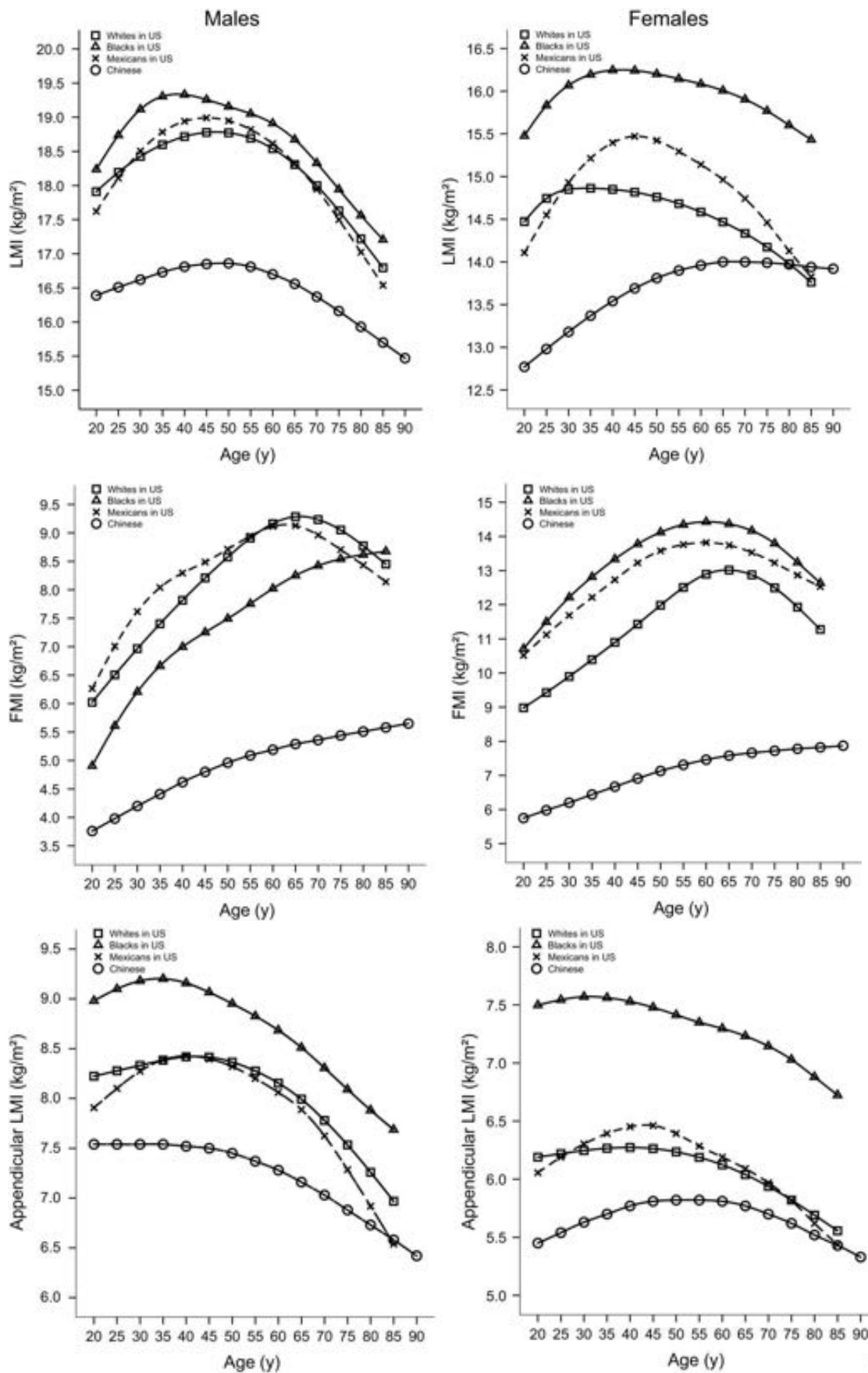


Figura 22. Evolución con la edad del p50 de la masa magra y masa grasa comparando poblaciones estadounidense y china. Tomado de: (73).

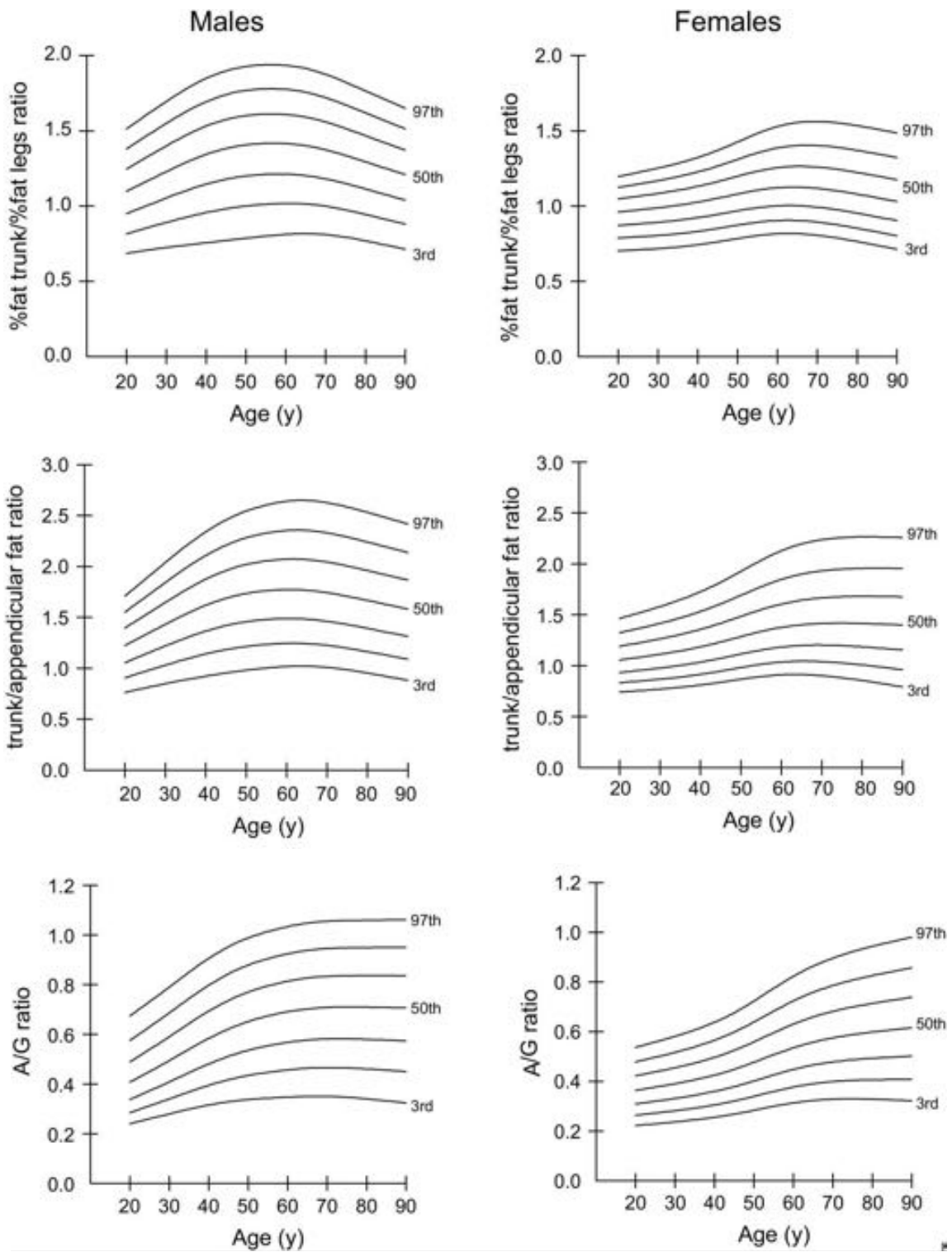


Figura 23. Evolución con la edad de la distribución de la masa grasa en la población china. Tomado de: (73).

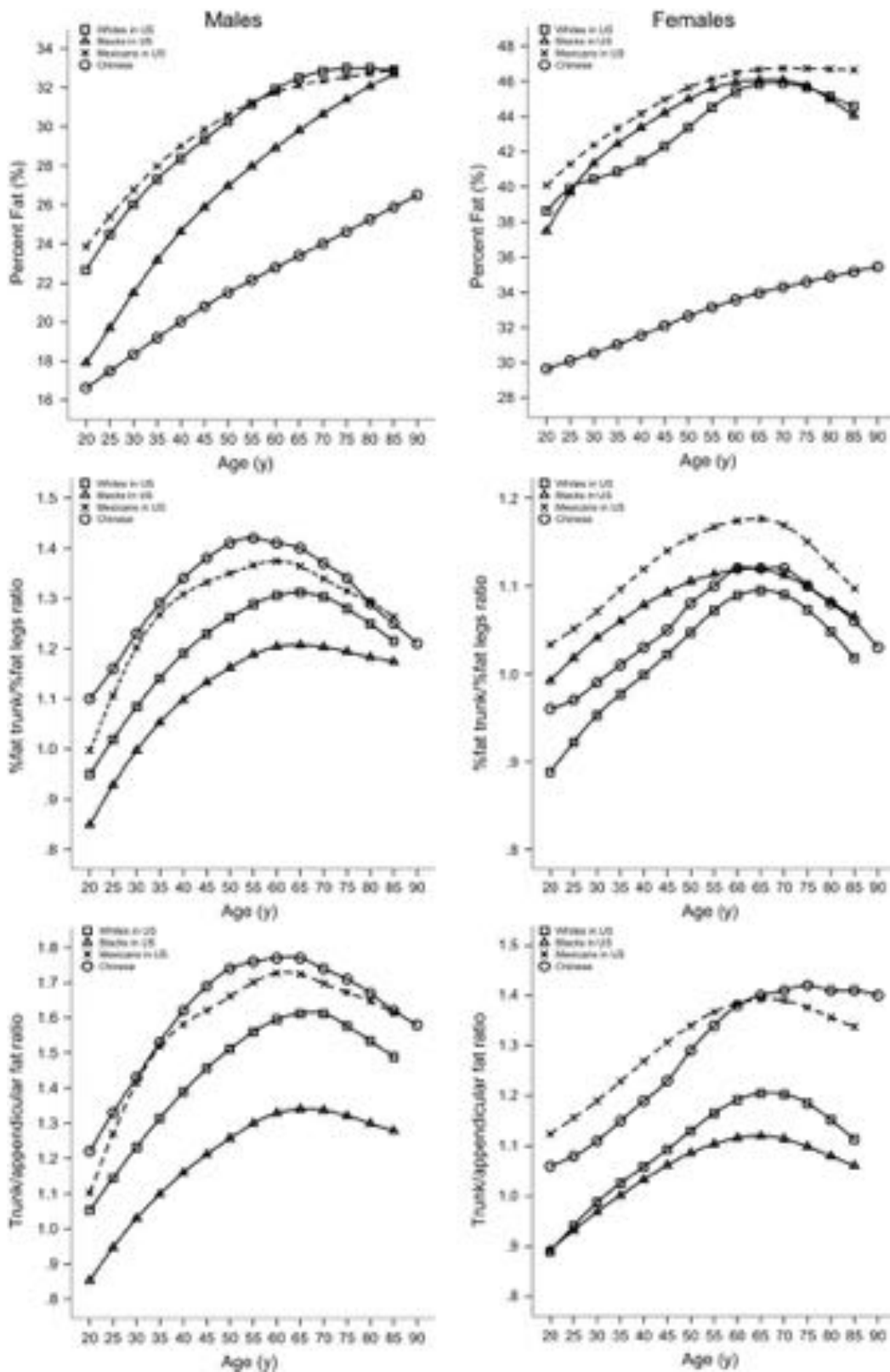


Figura 24. Comparativa de la evolución con la edad de la distribución de masa grasa entre la población estadounidense y la población china. Tomado de: (73).

Estudio poblacional en Corea. Estudio KNHANES IV (Korea National Health and Nutrition Examination Survey IV)

A través del estudio coreano KNHANES IV (realizado entre 2007-2009), se analizaron 10,456 sujetos no institucionalizados (de 20 a 85 años; 4,476 hombres, 5,980 mujeres). La grasa y la masa muscular se midieron mediante absorciometría de rayos X de energía dual. Los valores de referencia de las composiciones corporales se obtuvieron utilizando el método LMS. Se utilizó un densitómetro Hologic QDR 4500A (74).

Las medidas realizadas fueron:

- Contenido mineral óseo (BMC, g).
- Densidad mineral ósea (BMD, g / cm²).
- Masa grasa (g).
- Masa magra + contenido mineral óseo (g).
- Porcentaje de grasa (masa grasa / masa total × 100).
- Masa de grasa corporal excluyendo la cabeza / altura² (FMI, de Fat Mass Index).
- Masa magra / altura² (LMI, de Lean Mass Index).
- Masa magra apendicular / altura². (aLMI, de Appendicular Lean Mass Index)
- Masa magra apendicular / masa magra total.
- Porcentaje de grasa en el tronco / porcentaje de grasa en las piernas.
- Masa grasa del tronco / masa grasa de las extremidades (masa grasa de los brazos y piernas).

Los criterios de exclusión fueron:

- Mujeres embarazadas.
- Personas sometidas a pruebas con contraste en la semana previa.
- Peso > 136 kg (límite de peso del densitómetro).
- Altura > 196 cm (límite de altura del densitómetro).

Para la realización de las curvas de referencia se utilizó un procedimiento de ajuste de curva llamado LMS (LMS - ChartMaker Pro versión 2.3) (74).

Evolución con la edad de la masa grasa en la población coreana.

Los promedios de los porcentajes de grasa en las mujeres fueron mayores que en los hombres. Éstos aumentaron constantemente hasta los 40 años de edad y a partir de entonces se produce un aumento pronunciado. En los hombres, los porcentajes de grasa aumentaron rápidamente hasta los 30 años de edad y posteriormente solo mostraron un aumento gradual. La circunferencia de la cintura, el porcentaje de grasa en el tronco / porcentaje de grasa en las piernas y la proporción de masa grasa del tronco / extremidades aumentaron con la edad en ambos sexos, con valores máximos en las mujeres alrededor de los 65 años de edad. Ver figura 25.

Evolución con la edad de la masa magra en la población coreana.

En los hombres, la masa magra / altura² y la masa magra apendicular / altura² disminuyeron con la edad, y esta disminución se aceleró después de los 40 años. Sin embargo, la masa magra / altura² y la masa magra apendicular / altura² en las mujeres aumentaron con la edad, alcanzando un máximo alrededor de los 55 años.

La masa magra apendicular / masa magra total disminuyó con la edad en ambos sexos. Ver figura 25.

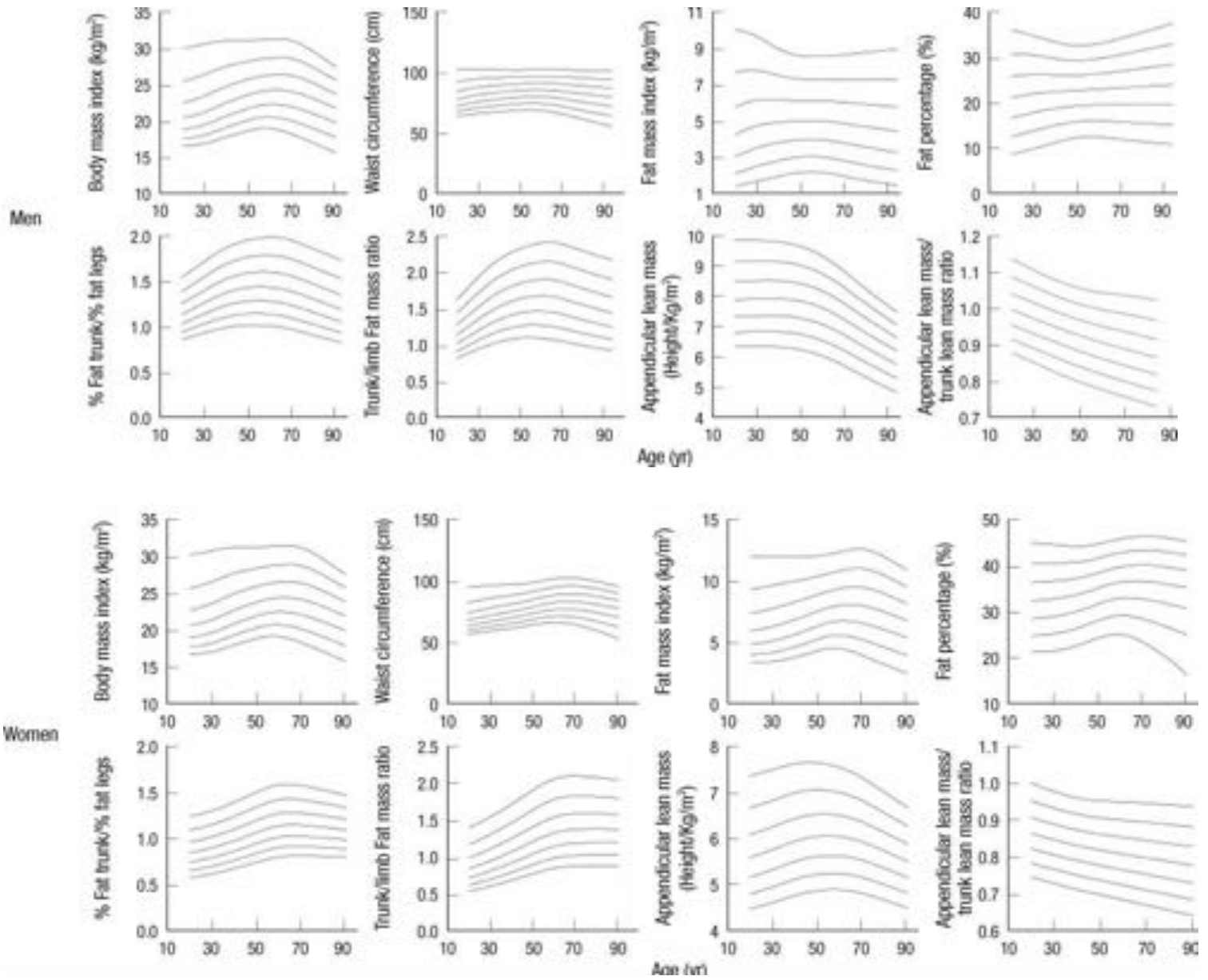


Figura 25. Evolución con la edad de la masa grasa y masa magra en la población coreana. Tomado de: (74).

Estudio poblacional en mujeres caucásicas.

El estudio fue realizado en una población griega. Se midió proporción de masa grasa, índice de masa grasa e índice de masa magra en 330 mujeres de 20 a 85 años de edad utilizando DXA. Los datos se compararon con la base de referencia del estudio americano NHANES. El análisis estadístico se realizó utilizando MINITAB para Windows (versión 15) (75).

Evolución de la masa ósea en mujeres caucásicas.

El pico de densidad mineral ósea fue de 1149 g/cm² y el pico contenido mineral óseo del cuerpo total fue de 2209 g y se lograron entre edades de 41 a 50 años. Las mujeres griegas tienen una masa ósea que aumenta en la adultez temprana, seguida de un descenso significativo a partir de los 50 años (75). Ver tabla 10.

Evolución de la masa grasa en mujeres caucásicas.

Los picos del porcentaje de masa grasa, índice de masa grasa (masa grasa/h²), masa grasa de tronco/piernas, masa grasa tronco/extremidades fueron 41.5%, 13,69 kg/m², 1,623 y 1,14 respectivamente, y fueron alcanzados entre los 61 y 70 años. A diferencia de los estadounidenses, en la población de mujeres caucásicas, las ratios de masa grasa mostraron una tendencia de esta población a acumular grasa en tronco siguiendo un patrón androide. En comparación con las mujeres blancas de EEUU, las mujeres griegas tienen una grasa troncal significativamente mayor en todas las edades, lo que implica un mayor riesgo de enfermedades asociadas con la obesidad (75). Ver tabla 10.

Evolución de la masa magra en mujeres caucásicas.

Los picos del índice de masa magra (Masa magra total/h²) y el índice de masa magra apendicular (masa magra apendicular/h²) fue de 18.08 kg/m² y 7.33 kg/m², respectivamente, y se alcanzó entre los 61 y 70 años de edad. Para las griegas el índice de masa magra apendicular fue mayor a partir de los 55 años de edad, este hecho podría eliminar el riesgo de obesidad sarcopénica (75). Ver tabla 10.

	Peak	Ages of peak	Peak NHANES	Ages of peak NHANES
BMD total	1.149	41–50	1.122	40–44
BMC total	2,209	41–50	2,198	40–44
%FM total	41.5**	61–70	43	65–69
FMI	13.69	61–70	12.14	65–69
Fat Trunk/ Legs	1.623***	71–80	0.906	65–69
Fat Trunk/ Limbs	1.141*	71–80	1.011	65–69
LMI	18.08	61–70	16.36	45–49
ASMMI	7.33	61–70	6.9	50–54

BMD bone mineral density, *BMC* bone mineral content, *FM* fat mass, *FMI* fat mass index (kg/m²), *LMI* lean mass index (kg/m²), *ASMMI* appendicular skeletal muscle mass index (kg/m²)
* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$ compared with the corresponding NHANES value

Tabla 10. Comparativa entre los picos de composición corporal entre la población una población caucásica y la población estadounidense del estudio NHANES. Tomado de: (75).

EVOLUCION DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA

Introducción

La mayor esperanza de vida y el mayor porcentaje de población anciana hacen que cada vez sea más común el síndrome de fragilidad. Como determinantes importantes de éste cobra gran interés la evolución con la edad de los componentes tisulares muscular, óseo y adiposo, que actualmente han conllevado a la expansión de un campo de investigación con el objetivo de responder a múltiples preguntas que nos permitan avanzar en el conocimiento y la búsqueda de mejoras en la calidad de vida de personas mayores.

Para el análisis de los componentes tisulares, la técnica de absorciometría de rayos X de doble energía (DXA) ha sido la más empleada en la mayoría de los estudios, por considerarse la más adecuada, por su sencillez, sensibilidad y especificidad, por la accesibilidad desde los distintos ámbitos y por los mínimos efectos negativos.

Hasta el momento actual, son escasos los estudios de diferentes etnias y poblaciones que hayan valorado esta evolución en cuanto a la composición corporal sobre todo en lo referente a tejido muscular y grasa, y ninguno que haya sido publicado en población española. Esto nos hizo plantearnos el objetivo de nuestro trabajo: conocer la evolución de los componentes tisulares, fuerza y función muscular, en los habitantes de nuestra área; comprobar si las curvas poblacionales son similares a las descritas en otros estudios y determinar los umbrales de riesgo de posibles alteraciones, evaluando la prevalencia de sarcopenia en nuestra población.

Por otro lado, es sabido que los tres compartimentos corporales están relacionados entre sí y evolucionan de forma dinámica a lo largo de la vida de los adultos y van sufriendo cambios con el envejecimiento. Así la masa ósea y muscular, junto con la fuerza y función muscular disminuyen con la edad, mientras que la grasa aumenta con los años, aunque con patrones distintos según las poblaciones estudiadas (3)(4)(5)(13)(76).

Hipótesis de trabajo

Dado que no existen estudios poblacionales de evolución de compartimentos corporales, muscular, óseo y grasa, valorados por DXA, en la población española, pretendemos realizar un estudio en este sentido, que nos informe de los valores de los tres componentes a nivel global y en distintas regiones corporales, en ambos géneros, a medida que la edad aumenta, en una población del área de salud de Sevilla.

Esperamos que el comportamiento en la evolución de los compartimentos con la edad sea similar a los de otras poblaciones (disminución de compartimento óseo y muscular, aumento de compartimento grasa), si bien esperamos encontrar diferencias en cuanto a los valores conocidos como los picos máximos alcanzados, evolución según edad y género, así como los puntos de corte que debemos establecer para hablar de alteraciones y que creemos que son inherentes a la raza de la población estudiada.

Objetivos

El objeto de esta tesis es el de analizar la composición corporal en población adulta sana a partir de la edad de los 20 años y determinar su evolución con la edad hasta los 90 años. Como objetivos principales nos proponemos determinar:

1. *La evolución de los compartimentos corporales a lo largo de la vida en nuestra muestra, realizando una comparativa con los estudios de referencia:*
 - a. *Masa magra, y sus componentes fuerza y función muscular.*
 - b. *Masa grasa.*
 - c. *Masa ósea.*
2. *Los puntos de corte para el estudio de sarcopenia (masa magra baja y fuerza muscular baja) en nuestra muestra y los factores asociados a baja masa muscular.*
3. *Las interrelaciones entre los distintos compartimentos corporales.*

Material y métodos:

Descripción de la muestra

El presente trabajo es un estudio transversal, descriptivo y observacional para conocer los cambios de masa muscular, fuerza, capacidad física, masa grasa y masa ósea que se producen en hombres y mujeres entre 20 y 90 años, de un área de salud de Sevilla. También se ha estudiado los puntos de corte de los diferentes componentes que definen sarcopenia y la interrelación entre los tres compartimentos (muscular, graso y óseo).

El estudio se realizó en la Unidad de Metabolismo Óseo, del servicio de Medicina Interna del Hospital Universitario Virgen Macarena en el periodo comprendido entre enero de 2014 a diciembre de 2018. Los participantes se incluyeron de forma progresiva. La inclusión fue voluntaria y constaba de familiares, amigos y compañeros de trabajo, o de pacientes remitidos desde centros de salud del área. A todos ellos se les explicaba el objetivo del estudio y daban su consentimiento informado para participar, realizándose cuestionario, densitometría de cuerpo completo y análisis sanguíneo en las personas de 50 años o más.

Criterios de exclusión

- No firmar el consentimiento de participar en el estudio.
- Sujetos que posean alguna incapacidad de movilización.
- Sujetos con alguna incapacidad física o mental para llevar a cabo la densitometría a cuerpo completo.
- Pacientes con diagnóstico de osteoporosis o antecedentes de fractura de cadera.
- Sujetos que tomen medicación con influencia sobre el metabolismo óseo y/o muscular, esto es, fármacos anabólicos, antirresortivos o que actúen sobre la placa motora.
- Sujetos con alguna enfermedad que pueda afectar al metabolismo óseo o a la capacidad muscular como son: malabsorción intestinal, insuficiencia renal, cirrosis o insuficiencia hepática, tumores, enfermedades endocrinas, enfermedades que impidan el movimiento, enfermedades reumatológicas, trastornos de la conducta alimentaria, intolerancia a lácteos, hipogonadismo, artritis crónica juvenil, hipercalciuria, amenorrea prolongada, VIH.

Se han recogido 212 voluntarios sanos de todos los rangos de edad y ambos sexos, de forma consecutiva desde el inicio del estudio.

La muestra se distribuye de la siguiente manera por décadas de edad y sexo (tabla 11). La inclusión se realizó buscando una distribución mínima de casos en cada grupo y género (al menos 10 casos).

Grupo de edad	Sexo		Total
	Varón	Mujer	
Década 20-29	12	21	33
Década 30-39	11	15	26
Década 40-49	13	22	35
Décadas 50-69	13	64	77
70 o más	13	28	41
Total	62	150	212

Tabla 11. Distribución por edad y sexo de los sujetos del estudio.

Protocolo de estudio

A los sujetos que no cumplían criterios para ser excluidos y que firmaran el consentimiento a participar en el estudio, tras ser informados (ver consentimiento informado en anexo) se les recogen datos mediante un cuestionario (ver en anexo) en el que se incluyen datos sociodemográficos, antropométricos, antecedentes médicos personales y familiares, hábitos de vida, enfermedades y medicación concomitante y valoración del estado nutricional (MNA). Se les realiza pruebas para valoración de fuerza (dinamometría) y función muscular (SPPB), así como densitometría de cuerpo completo (DXA) y analítica en los sujetos de 50 a más años. Ver el esquema del protocolo de estudio en la figura 26. Se completó la base de datos de densitometrías de cuerpo completo de la unidad, ya utilizada en trabajos previos, para los cuales teníamos la aprobación del comité de ética. Solicitamos actualización de dicho comité para el presente trabajo. (Ver anexos 6 y 7).



Figura 26. Protocolo del estudio. Captación de sujetos.

Valoraciones y técnicas

Datos obtenidos mediante encuesta

Datos de filiación, edad, sexo, datos antropométricos (peso, talla, IMC, perímetro abdominal, envergadura), antecedentes personales como presencia de hipertensión arterial, diabetes mellitus, dislipemia, obesidad, enfermedad cardiovascular; hábitos de vida como actividad física, tabaquismo, alcohol y estado nutricional. Ver anexo 1.

Valoración de masa ósea, magra y grasa

Se ha realizado densitometría de columna lumbar, cadera y cuerpo completo por DXA (Hologic Discovery) siendo determinados los siguientes parámetros:

- DMO (g/cm^2) y CMO de cuerpo total (Kg), de las regiones centrales, columna lumbar y cadera.
- Valores de masa magra total y apendicular expresados en Kg.

- Se define la masa magra total como la suma de la masa magra de los cuatro miembros y tronco.
- Se define la masa magra apendicular como la suma de la masa magra de los cuatro miembros.
- El índice de masa muscular total ajustada por altura al cuadrado (LMI/h^2 , de Lean Mass Index), se calcula dividiendo la masa muscular total por la altura al cuadrado.
- El índice masa muscular esquelética apendicular ajustada por altura al cuadrado ($aLMI/h^2$, de Appendicular Lean Mass Index), se calcula dividiendo la masa muscular apendicular por la altura al cuadrado.
- El índice de masa muscular total ajustada por IMC (LMI/IMC), se calcula dividiendo la masa muscular total por el IMC.
- El índice masa muscular esquelética apendicular ajustada IMC ($aLMI/IMC$), se calcula dividiendo la masa muscular apendicular por el IMC.
- Valores de masa grasa total y apendicular total expresada en Kg. Valores de distribución de masa grasa. Las medidas utilizadas y las fórmulas para calcularlas fueron:
 - Porcentaje corporal total de grasa: Describe el porcentaje de grasa del total de la masa corporal.
 - Total Body % Fat (nomenclatura en Hologic Discovery).
 - Masa grasa ajustada por altura al cuadrado o índice de masa grasa: Se calcula dividiendo la masa grasa total entre la altura al cuadrado.
 - Fat Mass/Height² (nomenclatura en Hologic Discovery).
 - Androide/ginecoide ratio: Se realiza dividiendo el porcentaje de grasa en la región androide entre el porcentaje de grasa en región ginecoide.
 - Android/Gynoid ratio = % Fat Android / % Fat Gynoid (nomenclatura en Hologic Discovery).
 - Porcentaje de grasa en tronco dividido entre porcentaje de grasa en piernas: el porcentaje de grasa en piernas es la media del porcentaje en ambas regiones.
 - %Fat Trunk/%Fat Legs = %Fat Trunk/(%Fat Right Leg + %Fat Left Leg)/2 (nomenclatura en Hologic Discovery).
 - Masa grasa en tronco/masa grasa en miembros ratio: se calcula dividiendo la masa grasa del tronco entre la suma de la masa grasa de las cuatro extremidades.
 - Trunk/Limb Fat Mass Ratio=Trunk/Right Arm + Left Arm + Right Leg + Left Leg (nomenclatura en Hologic Discovery).

El coeficiente de variabilidad de la técnica en este modelo de densitómetro (Hologic) en nuestra unidad ha sido descrita entre el 1% y 3% según mediciones consideradas.

Valoración de fuerza muscular

Análisis de fuerza de agarre mediante dinamómetro isocinético, valorándose el punto máximo de fuerza. Se ha realizado utilizando dinamómetro JAMAR®, se realizan dos medidas en cada mano tomando el valor mayor.

Valoración de función muscular

Mediante test SPPB, consistente en la realización de tres pruebas (ver anexo 3):

- Equilibrio en tres posiciones, pies juntos, semitándem y tándem.
- Velocidad de la marcha en 4 metros.
- Levantarse y sentarse de una silla cinco veces.

Valoración nutricional

Mediante el test nutricional MNA (*Mini Nutritional Assessment*) y perfil bioquímico nutricional que engloba los parámetros: proteínas totales, prealbúmina, proteína transportadora de retinol-RBP- y Ac fólico, mediante autoanalizador. Ver test MNA-sf en anexo 2.

Valoración analítica

Se realiza hemograma básico con VSG, bioquímica básica, perfil lipídico, HbA1c, calcio, calcio corregido, fósforo, FA, IGF1, PTH, 25OHvitD, marcadores óseos (P1NP, CTx), vit A, vit E, vit B12.

Análisis estadístico

Se ha usado el paquete estadístico SPSS v25 para la realización de base de datos y análisis de resultados.

Se ha realizado un análisis descriptivo y se han calculado medidas de posición central y dispersión de los valores de cada una de las variables estudiadas. Además de casos prevalentes y porcentajes. Para la realización de las curvas evolutivas de los parámetros según edad en nuestra población se ha utilizado el procedimiento LMS (LMS - ChartMaker Pro), creando curvas con los percentiles 3,10,25,50,75,90,97. El programa analiza la oblicuidad (L), el p50 o mediana (M) y el coeficiente de variación (S).

Se ha evaluado normalidad de las variables cuantitativas continuas mediante el test de Kolmogorov. Se analizó la relación entre variables continuas mediante la correlación de Pearson y regresión de Spearman; y mediante gráficos de dispersión de puntos si la correlación es lineal o no.

Se ha realizado contraste de hipótesis mediante tests de comparación de medias:

- T-Student, para contrastar una variable cuantitativa con otra cualitativa de dos categorías. Se aplica el test U de Mann-Whitney cuando la variable cuantitativa no es paramétrica o en el caso de variables ordinales.
- ANOVA, para contrastes de una variable cuantitativa con otra cualitativas de más de dos categorías. Se aplica el test de Kruskal Wallis cuando la variable cuantitativa no es paramétrica o en caso de variable ordinal.
- Chi cuadrado para contrastar variables cualitativas mediante tablas 2x2.

Hemos considerado significación estadística, todo valor de $p < 0.05$.

Resultados:

1.- Características de la muestra

La muestra está dividida en grupos de edad (20-29, 30-39,40-49,50-59, ≥ 70) para los que hay al menos 10 sujetos por grupo y género. Todos los sujetos fueron de raza caucásica. Las medias de edad de cada grupo son parecidas sin que existan diferencias significativas. En la distribución por sexo, predominan las mujeres con una proporción del 70,75 % de la muestra en contraposición del 29,25% de hombres. Ver tabla 12 y figura 27.

Variable		Década	Década	Década	Décadas	Décadas	Significación estadística	
		20-29 n V/M n 12 /21	30-39 n V/M n 11 /15	40-49 n V/M n 13 / 22	50-69 n V/M n 13 / 64	≥ 70 n V/M n 12 / 28	Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Edad (años). Media(DS)	Varón	23,2 (1,7)	34,6 (2,4)	45,5 (3,2)	56,2 (4,5)	76,8 (6,1)	*p=0,000	N.S.
	Mujer	23,0 (2,6)	33,7 (3,2)	45,6 (2,6)	59,4 (5,0)	77,3 (5,7)	*p=0,000	

Tabla 12. Edad media en cada grupo, estratificada por grupos de edad y género. Variables expresadas en media y desviación estándar.

*significación estadística entre grupos de edad. †significación estadística entre géneros.

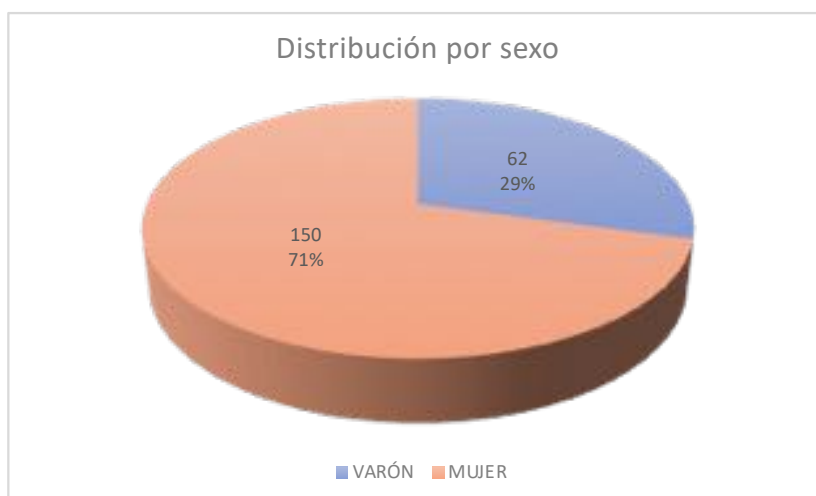


Figura 27. Distribución por género de la muestra.

2.- Resultados de encuesta: Enfermedades concomitantes, hábitos tóxicos y estado nutricional

La prevalencia de enfermedades asociadas como la hipertensión arterial, diabetes y dislipemia aumenta con el paso de los años, sobre todo a partir de los 50 años de edad. En el caso de la obesidad llama la atención prevalencias elevadas antes de los 50 años, como es el caso de la década 40-49 años con un 26,5% de los casos, siendo estas diferencias entre décadas significativas. La actividad física es más elevada en las décadas más jóvenes, existiendo un pico de actividad en la década de los 40-49 (en contraposición de la prevalencia de obesidad elevada), reduciéndose a partir de entonces. Entre los hábitos tóxicos, el tabaquismo es muy prevalente en las décadas 30-39, 40-49 y 50-69 (45,5%, 56,3% y 44,9%, respectivamente), siendo mucho menor en los extremos de edades de la muestra. Sobre el consumo de alcohol diariamente podemos decir que existe un aumento de casos progresivo con la edad, llegando a un pico en la década 50-69 (31,1%) para reducirse moderadamente en la década ≥ 70 (25,9%). Conociendo la tendencia de estos factores de riesgo, vemos como la presencia de enfermedad cardiovascular también aumenta con el paso de los años, siendo inexistente hasta los 50 años. El estado nutricional de los sujetos de nuestra muestra ha sido prácticamente normal hasta los 50 años de edad, a partir de entonces encontramos casos de riesgo nutricional o desnutrición, siendo la prevalencia de 14,6% en la década 50-69 y 6,3% en los ≥ 70 años. Todas estas diferencias entre décadas fueron estadísticamente significativas, excepto en el caso de la actividad física. Ver tabla 13.

Variable	Década 20-29	Década 30-39	Década 40-49	Décadas 50-69	Décadas ≥ 70	Significación
	N=32	N=22	N=33	N=50	N=34	
Hipertensión arterial. n(%)	0	2(9,1)	2(6,1)	10(20)	23(69,7)	*p=0,000
Diabetes mellitus. n(%)	0	0	0	3(4,5)	11(29,7)	*p=0,000
Dislipemia. n(%)	0	0	2(6,1)	12(24,0)	13(39,4)	*p=0,000
Obesidad. n(%)	3(9,1)	3(11,5)	9(26,5)	25(33,3)	22(56,4)	*p=0,000
Enfermedad cardiovascular. n(%)	0	0	0	3(6,1)	10(32,3)	*p=0,000
Act. física ≥ 3 días/sem en el último año n(%)	10(32,3)	4(18,2)	13(39,4)	12(24,5)	7(21,2)	N.S.
Tabaquismo activo. n(%)	3(9,7)	10(45,5)	18(56,3)	22(44,9)	2(5,9)	*p=0,000
Consumo alcohol a diario. n(%)	0	1(5,3)	4(13,8)	14(31,1)	7(25,9)	*p=0,001
MNA en riesgo o desnutrición establecida. n(%)	0	1(7,1)	0	6(14,6)	2(6,3)	*p=0,004

Tabla 13. Factores de Riesgo Cardiovascular, hábitos tóxicos y estado nutricional en nuestra muestra, estratificada por grupos de edad. Variables expresadas en número de casos prevalentes y porcentaje.

*significación estadística entre grupos de edad

3.- Resultados de parámetros analíticos

En el análisis descriptivo de los marcadores analíticos, hemos encontrado niveles de vitamina D un 22% inferior en los ≥ 70 años con respecto a las décadas 50-69. También las proteínas totales son menores en los ≥ 70 años (un 4% menos con respecto a las décadas 50-69). Estas diferencias fueron significativas. En el resto de parámetros analizados encontramos mínimas diferencias entre grupos de edad, sin significación estadística. Ver tabla 14.

Variable	Décadas 50-69 N=25	Décadas ≥ 70 N=38	Significación
25OHVitD (ng/ml). Media (DS)	22,8(12,3)	17,5(6,8)	*p=0,032 **IC 95%: 0,48-10,16
PTH (pg/ml). Media (DS)	59,6(17,6)	69,7(28)	N.S.
PINP (ng/ml). Media (DS)	43,4 (19,4)	45,5 (22,9)	N.S.
Beta-CrossLaps – CTx (ng/ml). Media (DS)	0,3 (0,1)	0,3 (0,2)	N.S.
Calcio corregido (Prots) (mg/ml). Media (DS)	9,3 (0,2)	9,5 (0,7)	N.S.
Fósforo (mg/ml). Media (DS)	3,6 (0,5)	3,4 (0,5)	N.S.
Fosfatasa Alcalina (U/l). Media (DS)	164,3 (48)	182,9 (59,9)	N.S.
IGF- 1 (ng/ml). Media (DS)	114,2 (42,2)	97,8(36,7)	N.S.
Proteínas totales (g/dl). Media (DS)	7,2 (0,4)	6,9 (0,5)	*p=0,021 ** IC 95%: 0,05-0,54
Ácido Fólico (ng/ml). Media (DS)	9,2 (4,5)	9,9 (3,7)	N.S.
Vitamina B12 (pg/ml). Media (DS)	398 (134,0)	479,4 (326,5)	N.S.
Prealbúmina (mg/dl). Media (DS)	22,7 (8,1)	25,4 (7,2)	N.S.

Tabla 14. Marcadores analíticos de metabolismo óseo y nutricionales de nuestra muestra, estratificados por edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar. Abreviaturas; PINP: Procollagen Type 1 N-terminal propeptide. CTx: C-terminal telopeptide of type 1 collagen. IGF-1: Insulin-like growth factor type 1.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

** intervalo de confianza de las diferencias de medias entre grupos.

Sobre los distintos niveles de vitamina D hemos encontrado las siguientes proporciones en la muestra analizada:

- Deficientes <10 ng/ml: 6 (9.7%).
- Insuficientes 10-30 ng/ml: 50 (80.6%).
- Suficientes >30 ng/ml: 6 (9.7%).

4.- Medidas antropométricas a lo largo de la vida en hombre y mujeres adultas

Con respecto a las medidas antropométricas (tabla 15), encontramos que los hombres cuentan con un mayor peso que las mujeres en todas las décadas de edad, siendo significativo. En ambos géneros, a medida que se avanza en edad el peso se ve incrementado; En los hombres se alcanzó el valor medio máximo en la década de 40-49, se mantuvo en décadas posteriores, para a partir de los 70 años sufrir un escaso descenso. En las mujeres el ascenso fue progresivo hasta la década de los 40-49, a partir de la cual experimenta el mayor ascenso, coincidiendo con la edad de menopausia, comenzando a reducirse levemente en décadas posteriores. En ambos géneros, a medida que se avanza en edad el peso se va incrementado llegando a ser del 17% para los hombres, frente al 11% en las mujeres al comparar la década 40-49 con la década 20-29 años). Estas diferencias de peso fueron significativas en hombres pero no en mujeres.

En cuanto a la talla, hombres y mujeres pierden altura a medida que avanzan en edad y esta disminución fue del orden de unos 10 cm al comparar los grupos extremos (década 20-29 años vs ≥ 70 años), siendo estos hallazgos significativos. La talla fue inferior en mujeres respecto a hombres en todos los grupos de edad, siendo estas diferencias de talla mayores en la década de los 40-49 (diferencias de 16 cm entre géneros), encontrando nuevamente significación estadística.

Respecto al IMC tanto en hombres como en mujeres se observa un progresivo incremento con la edad, siendo en las últimas décadas los valores mas altos. Las diferencias entre géneros no son significativas, aunque vemos mayores IMC en varones en las décadas 40-49, 50-59 y ≥ 70 .

En la década de los 30 años observamos a partir de los 30 años un IMC medio ≥ 25 (sobrepeso) tanto en hombres como en mujeres. En los mayores de 70 (≥ 70) el IMC medio es ≥ 30 (obesidad) tanto en hombres como en mujeres.

El perímetro abdominal sufre un aumento progresivo a lo largo de las décadas, en ambos géneros, siendo esta diferencia entre grupos extremos (década 20-29 años vs ≥ 70 años) del 29% para los varones y del 24% para las mujeres. La circunferencia abdominal fue mayor en hombres, con diferencias de hasta 15 cm con respecto a las mujeres en la década 40-49. Encontramos valores medios superiores a 102 para hombres y a 88 cm para mujeres (máximo valor saludable según la OMS) a partir de la década de los 50 años en ambos géneros. Estos hallazgos también fueron significativos.

Sobre la envergadura prácticamente no hay diferencias a lo largo de las diferentes décadas, aunque en el hombre es mayor que en la mujer, siendo la diferencia de medias de 17 cm en los 20-29 años y de 22 cm en los ≥ 70 años, siendo estas diferencias entre género significativas.

Haciendo el análisis de la prevalencia obesidad, encontramos un aumento progresivo a partir de los 40 años (hallazgos significativos), sin que existan diferencias entre varones y mujeres. Ver tabla 16.

En la figura 28, mostramos curvas poblacionales realizadas con el método LMS, donde se representan los percentiles p3, p10, p25, p50, p75, p90, p97 de las medidas antropométricas tanto en hombres como en mujeres a lo largo de las diferentes décadas.

En nuestro estudio sobre población sevillana la mediana de peso (p50) en hombres aumenta hasta aproximadamente los 50 años para mantenerse estable hasta los 70 años, donde comienza a reducirse levemente durante la década de los 70 y 80 años. En el caso de las mujeres la mediana de peso aumenta progresivamente hasta los 70 años, punto donde el peso comienza disminuir a lo largo de la década de los 70 y 80 años. Diferencialmente la mediana y la media de peso es mayor en hombres y en mujeres en todos los grupos de edad. En la década de los 20 años, la mediana de peso en hombres es de 73,85 Kg y en las mujeres 61,90 Kg, y la media 74,71Kg para hombres y 63,09 Kg para mujeres.

Con respecto a la altura, tanto en hombres como en mujeres se observa que la mediana se va reduciendo progresivamente con el paso de los años. Diferencialmente la mediana en hombres es mayor que en mujeres, siendo ésta a la década de los 20 años, de 177,5 cm en hombres y de 163 cm en mujeres, y la media en la misma década es de 177 cm en hombres y 162 cm en mujeres.

Sobre el IMC, hemos observado que la mediana en hombres aumenta progresivamente, superando muy precozmente (a mediados de la década de los 30 años) el umbral de sobrepeso. Al ser progresivo este aumento de IMC con la edad en varones, vemos como la mediana entra en rango de obesidad a partir de la década de los 70 años. En el caso de las mujeres, también existe un aumento progresivo de la mediana del IMC con la edad (en rango de sobrepeso a partir de la década de los 40 años), pero que parece estabilizarse e incluso comenzar a reducirse levemente a partir de la década de los 80 años.

La mediana de la circunferencia abdominal en hombres sufre también un aumento progresivo hasta los 80 años, donde parece estabilizarse. En el caso de las mujeres la tendencia es parecida a los hombres, aumento progresivo de circunferencia abdominal hasta estabilizarse a los años. Diferencialmente como veíamos en la altura y en el peso, la mediana y la media en hombres es mayor que en mujeres.

Sobre la envergadura podemos decir que en nuestra muestra se mantiene estable tanto en hombres como en mujeres a lo largo de las diferentes décadas. Siendo la mediana y la media inferior en el caso de las mujeres (mediana en la década de los 20 años de 182 cm en hombres y 163 cm en mujeres, media en la misma década de 178 en hombres y 161 cm en mujeres).

Análisis descriptivos por décadas.

Variable	Decada 20-29 n V/M n = 12 / n=21	Decada 30-39 n V/M n = 11 / n=15	Decada 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Decadas 50-69 n V/M n = 13 / n=64	Decadas ≥ 70 n V/M n = 12 / n=28	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Edad (años). Media(DS)	Varón 23,2 (1,7)	34,6(2,4)	45,5 (3,2)	56,2 (4,5)	76,8 (6,1)	*p=0,000	N.S.
	Mujer 23,05 (2,6)	33,7 (3,2)	45,6 (2,6)	59,4 (5,0)	77,3 (5,7)	*p=0,000	
Peso (kg). Media(DS)	Varón 74,7 (10,9)	80,5 (7,0)	87,6 (7,3)	87,1 (12,0)	85,7 (18,2)	*p=0,043	†p=0,000
	Mujer 63,1 (11,2)	67,7 (13,8)	66,0 (13,5)	70,2 (12,0)	69,9 (12,2)	N.S.	††IC 95%:1,31-18,75
Talla (cm). Media(DS)	Varón 177,5 (6,5)	177,6 (7,1)	176,7 (7,3)	172,8 (5,7)	166,0 (9,4)	*p=0,001	†p=0,000
	Mujer 162,2 (5,0)	162,2 (3,4)	159,9 (5,6)	158,3 (6,0)	152,0 (7,0)	*p=0,000	††IC 95%:13,64-17,93
IMC (kg/m ²). Media(DS)	Varón 23,9 (3,8)	25,5 (1,4)	28,2 (2,9)	29,2 (3,2)	31,5 (5,5)	*p=0,000	N.S.
	Mujer 24,1 (4,5)	25,6 (5,1)	25,6 (4,5)	28,0(4,7)	30,4 (4,4)	*p=0,000	
P. Abdominal (cm). Media (DS)	Varón 85,9 (9,8)	87,2 (13,0)	99,1 (6,9)	102,1 (12,9)	111,3 (13,5)	*p=0,000	†p=0,002
	Mujer 80,3 (11,1)	84,8 (12,3)	84,7 (11,2)	94,1 (13,1)	99,5 (7,8)	*p=0,000	††IC 95%:2,43-11,00
Envergadura (cm). Media (DS).	Varón 178,2 (7,7)	179,7 (5,3)	180,8 (8,2)	178,4 (7,8)	181,1 (9,7)	N.S.	†p=0,000
	Mujer 161,1 (6,7)	163,4 (7,1)	162,1 (5,5)	160,2 (6,5)	159,5 (7,8)	N.S.	††IC 95%:16,21-20,79

Tabla 15. Medidas antropométricas en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

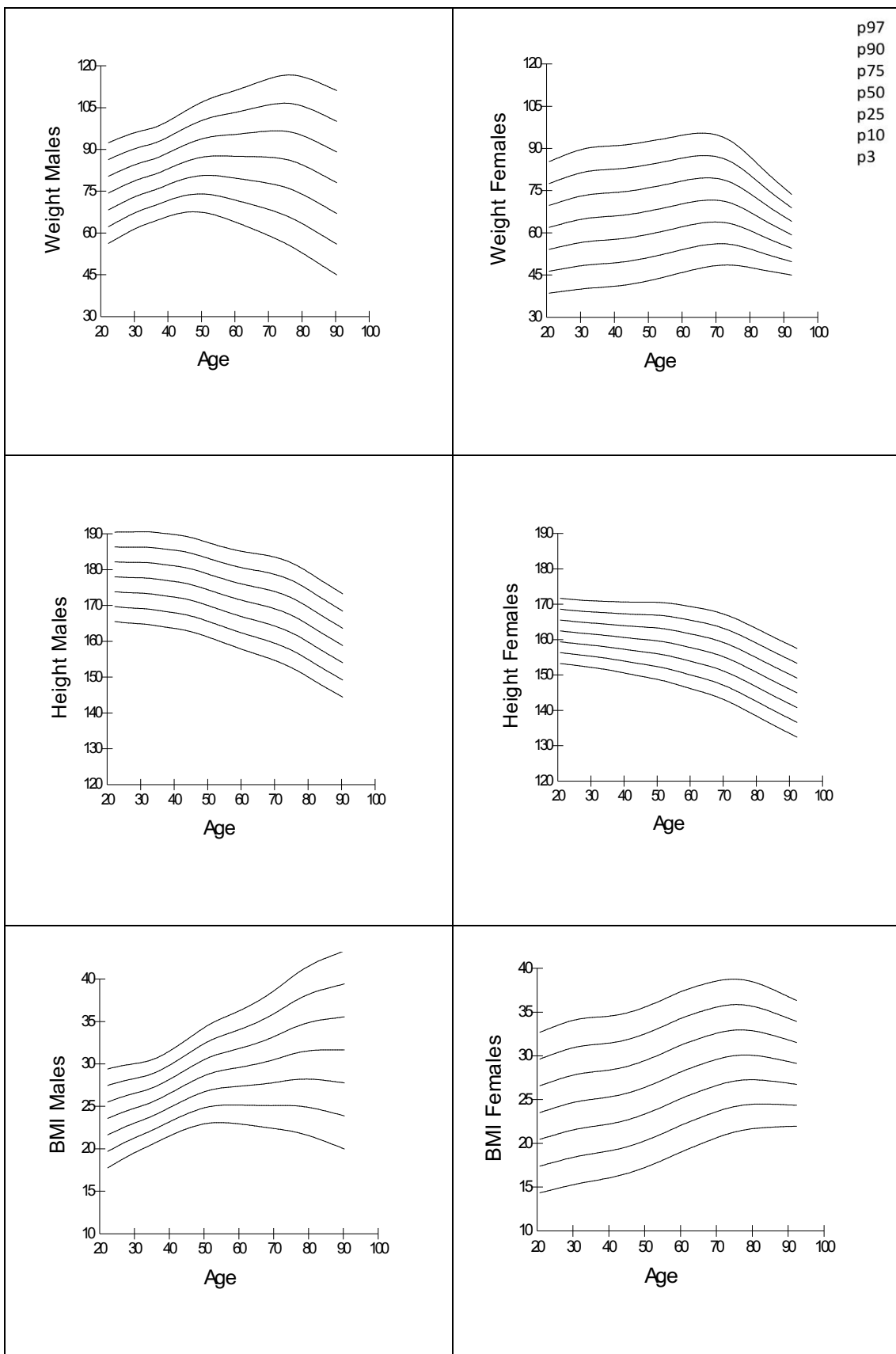
† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de medias entre géneros.

Variable	Decada 20-29 n V/M n=12 / n=21	Decada 30-39 n V/M n=11 / n=15	Decada 40-49 n V/M n=13 / n=21	Decadas 50-69 n V/M n=13 / n=64	Decadas ≥ 70 n V/M n=11 / n=28	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Bajo peso. n (%)	Varón 1 (8,3)	0	0	0	0	*p=0,011	N.S.
	Mujer 2 (9,5)	0	0	0	0	*p=0,005	
Peso normal. n (%)	Varón 7 (58,3)	4 (36,4)	2 (15,4)	1 (7,7)	1 (9,1)	*p=0,011	N.S.
	Mujer 11 (52,4)	7 (46,7)	9(42,9)	20 (32,3)	4 (14,3)	*p=0,005	
Sobrepeso. n (%)	Varón 3 (25,0)	7 (63,6)	6 (46,2)	7 (53,8)	3 (27,3)	*p=0,011	N.S.
	Mujer 6 (28,6)	5 (33,3)	8(38,1)	22 (35,5)	9 (32,1)	*p=0,005	
Obesidad. n (%)	Varón 1 (8,3)	0	5 (38,5)	5 (38,5)	7 (63,6)	*p=0,011	N.S.
	Mujer 2 (9,5)	3(20)	4(19)	20 (32,3)	15 (53,6)	*p=0,005	

Tabla 16. IMC agrupada en muestra control estratificada en género y grupos de edad. Variables expresadas en número de casos prevalentes y porcentaje.

*significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

Curvas poblacionales



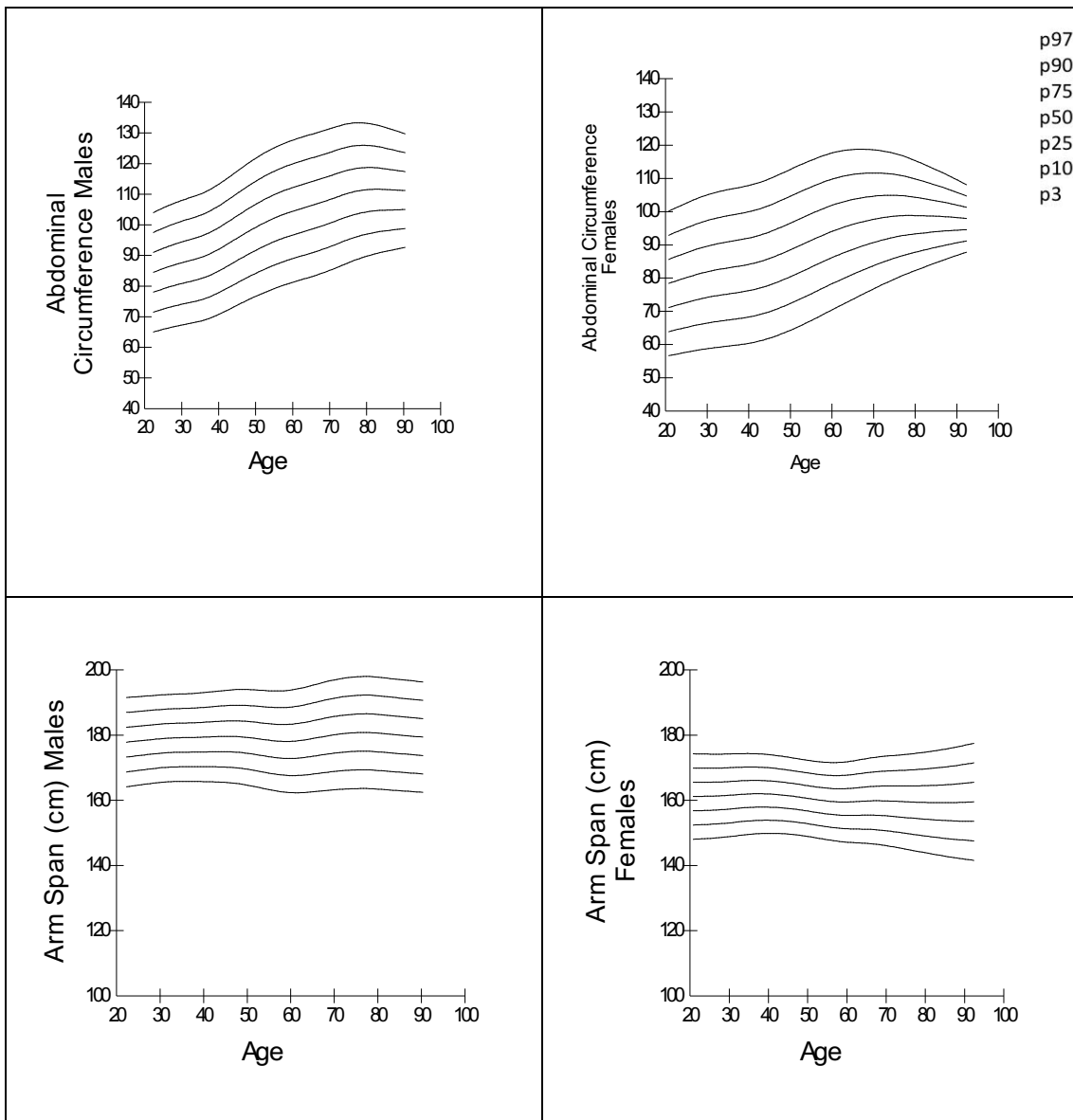


Figura 28. Curvas poblacionales sobre medidas antropométricas en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Medidas utilizadas: Weight (kg), Height (cm), BMI (kg/m²), Abdominal circumference (cm), Arm Span (cm).

5.- Medidas de fuerza y funcionalidad (SPPB) a lo largo de la vida en hombre y mujeres adultas

En la tabla 17, mostramos la media de las medidas de fuerza (dinamometría) y funcionalidad (SPPB), en hombres y mujeres en las diferentes décadas de la vida.

En la figura 29, mostramos los gráficos de dispersión con los resultados del test SPPB (no era posible realizar curvas poblacionales con el método LMS, por las características de la distribución y los valores del test). Representamos las curvas poblacionales mediante el método LMS para la dinamometría (se tomó el valor medio de ambas manos), donde representamos los percentiles p3, p10, p25, p50, p75, p90, p97.

En nuestra muestra hemos observado que todos los varones estudiados tuvieron la máxima puntuación en el test SPPB (12 puntos) hasta los 70 años, en el caso de las mujeres todas tuvieron la máxima puntuación hasta los 50 años. En los varones a partir de los 70 años comienza a aparecer puntuaciones más bajas (media en la década ≥ 70 años de 9,7 puntos). En las mujeres a partir de los 50 años encontramos que aparecen puntuaciones más bajas en algunos sujetos (media en la década 50-69 de 11,59 puntos y en la década ≥ 70 años de 7,74 puntos). Estas diferencias entre décadas fueron significativas, no siendo así para las diferencias entre género.

Con respecto a la fuerza de agarre, la media en hombres aumenta hasta la década de los 40 años, donde parece alcanzar un pico (aumento del 18% con respecto a la década 20-29) a partir de la cual comienza a disminuir. En el caso de las mujeres, la media sufre un descenso progresivo a partir de la década de los 30 años. Este descenso, desde el pico hasta el grupo ≥ 70 años, es de un 33,6% en hombres y del 45,9% en mujeres. Diferencialmente la fuerza de agarre es mayor en hombres, así la media en la década de los 20 años en hombres es de 43 kg y en mujeres de 31,1 kg, y la mediana en esta misma década en hombres es de 42 kg y en mujeres es de 25 kg. Para todas estas diferencias encontramos significación estadística.

En la figura 30, comparamos nuestras curvas poblacionales de fuerza muscular con las de un estudio realizado en Gran Bretaña con datos poblacionales de 12 trabajos, realizado por Dodds et al en 2014 (41).

En hombres británicos el pico de la mediana se alcanza sobre los 30 años con un valor en torno a 50 kg, sin embargo en nuestra muestra el pico se alcanza más tarde sobre los 45 años con un valor en torno a 43 kg. La morfología de las curvas en hombres de ambas poblaciones es superponible (ascenso hasta un pico y posterior descenso con la evolución de la edad).

En mujeres británicas hay un pico sobre los 30 años en torno a 30 kg, sin embargo en nuestra muestra en la década de los 20 años ya se ha alcanzado el pico en torno a 33 kg. La morfología difiere ya que nuestra muestra comienza en la década de los 20 años y no observamos pico de fuerza, sino un descenso progresivo a partir de esta década.

Análisis descriptivos por décadas.

Variable	Década 20-29 n V/M n=10 / n=18	Década 30-39 n V/M n=5 / n=15	Década 40-49 n V/M n=11 / n=20	Décadas 50-69 n V/M n=12 / n=34	Décadas ≥ 70 n V/M n=10 / n=23	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Dinamometría (Kg). Media (DS).	Varón 43,0(11,4)	47,2(6,4)	50,9(6,8)	43,1(5,8)	33,8(8,4)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 31,1(14,0)	32,9(8,5)	24,6(4,9)	23,9(4,6)	17,8(4,6)	*p=0,000	††IC 95%: 15,04-21,37
SPPB (puntuación 0-12). Media (DS).	Varón 12(0)	12(0)	12(0)	12(0)	9,7(3,0)	*p=0,004	N.S.
	Mujer 12(0)	12(0)	12(0)	11,6(1,7)	7,7(3,1)	*p=0,000	

Tabla 17. Dinamometría dominante y puntuación SPPB en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medias expresadas en media y desviación estándar.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Curvas poblacionales

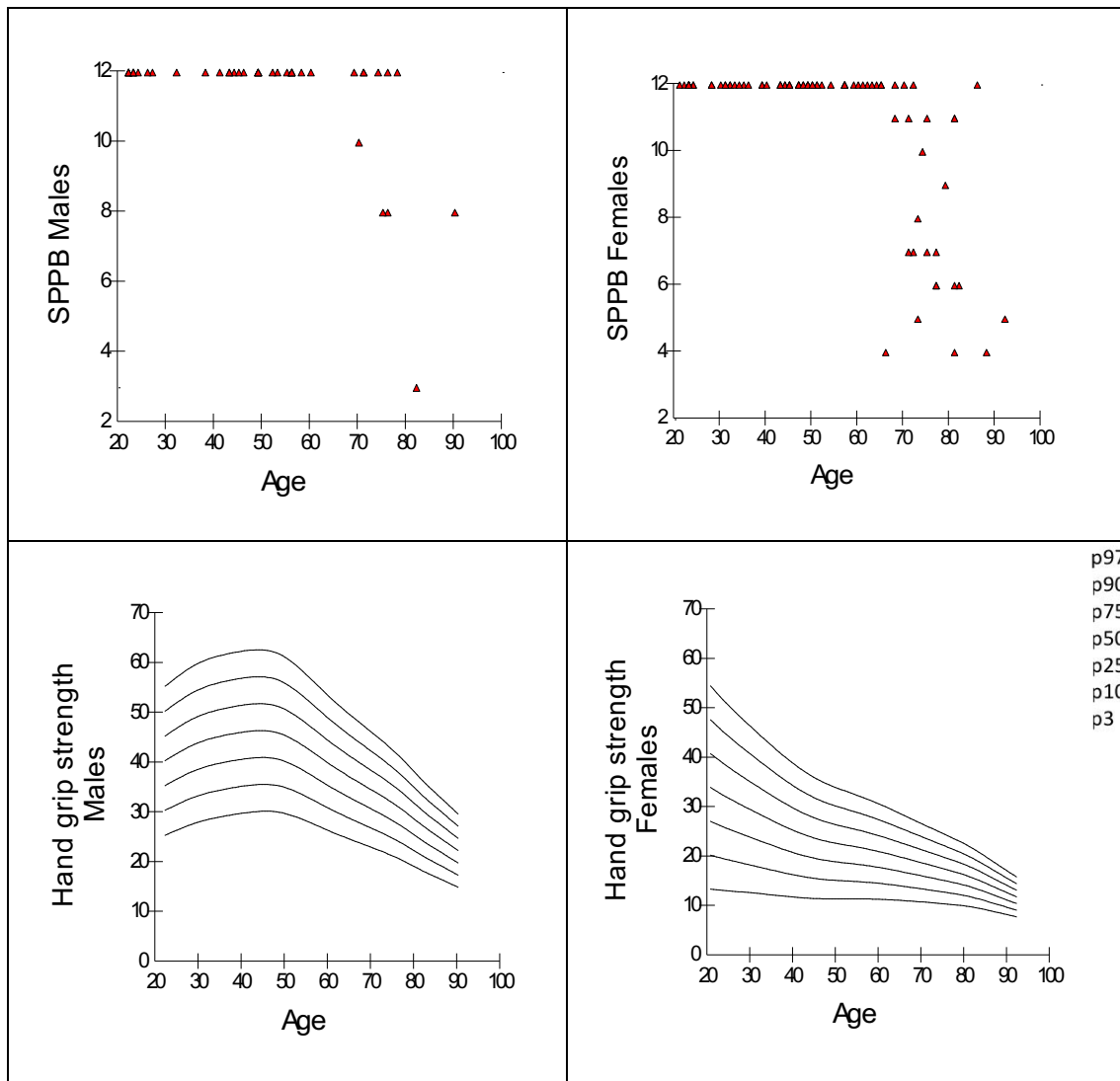


Figura 29. Resultados test SPPB según grupos de edad. Curvas poblacionales sobre dinamometría (kg) en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

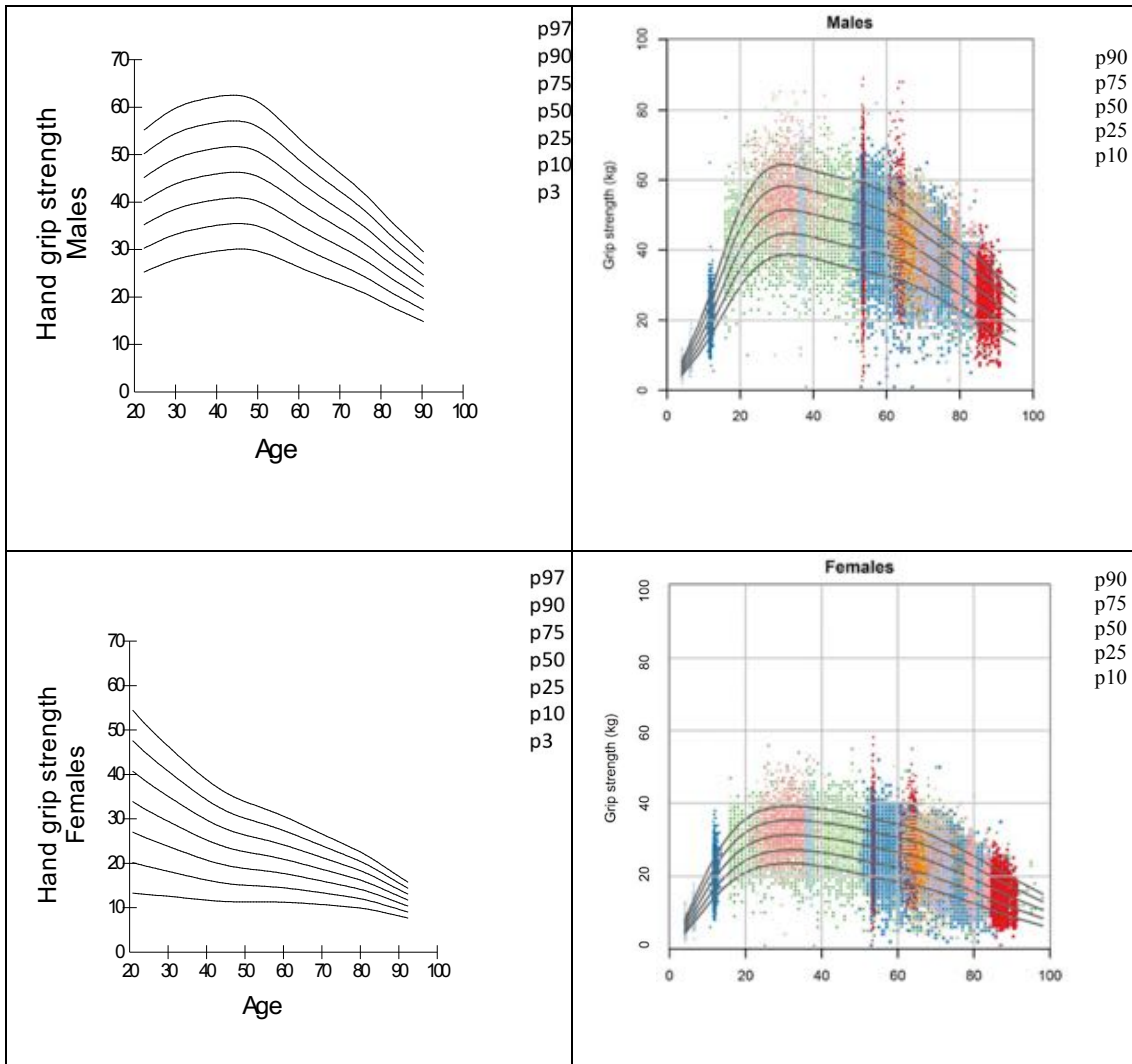


Figura 30. Curvas poblacionales sobre dinamometría (kg) en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Comparativa con curvas poblacionales en población británica. Percentiles 10,25,50,75,90. Tomado de: (41).

6.- Composición corporal y evolución a lo largo de la vida en hombres y mujeres adultas

6.1.- Masa magra a lo largo de la vida en la población sevillana.

En la tabla 18 describimos la media de las medidas de distribución de la masa magra a lo largo de las diferentes décadas de edad de la vida en la población sevillana. Las medidas utilizadas son la masa magra total en kg y la masa magra apendicular en kg. También se ha calculado el ajuste de ambas medidas mediante la altura al cuadrado y mediante el IMC, ya que como veremos existen diferencias al compararlas con otras poblaciones. Además describimos en la tabla 19 la media de masa magra en diferentes regiones corporales (miembros superiores, tronco y miembros inferiores).

En la figura 31A y 31B, hemos generado mediante el método LMS las gráficas de percentiles de las medidas de masa magra total y apendicular y los ajustes por altura al cuadrado y por IMC, a lo largo de las diferentes décadas de edad en la población sevillana. En la figura 32 mostramos las curvas de percentiles para la masa magra en diferentes regiones corporales.

En la figura 33, hemos comparado las curvas de percentiles realizadas con el método LMS de la masa magra total ajustada por altura y de la masa magra apendicular ajustada por altura de nuestra población, con los de la población china y americana, basándonos en el artículo de Xiao et al (73). Veremos que existen diferencias en mujeres de las diferentes poblaciones que intentaremos explicar a continuación.

Por último en la figura 34, basándonos en el artículo sobre población coreana de Kim et al (27), hemos querido comparar la masa magra apendicular entre nuestra población y la coreana y según el ajuste se haga por altura al cuadrado o por el IMC.

La media de la **masa magra total** en los hombres de nuestra muestra alcanza el pico en la década de los 40 años (incremento con respecto a la década 20-29 años del 10%) para posteriormente ir disminuyendo. En el caso de las mujeres el pico se alcanza en la década de los 30 años (aumento del 5% con respecto a la década 20-29 años), para mantenerse estable hasta la década de los 70 años y comenzar a disminuir. En los hombres el descenso que experimentan desde el pico alcanzado hasta las décadas ≥ 70 es de un 16,5% y en las mujeres de un 6,4%. Diferencialmente la media en hombres es mayor que en mujeres, así en la década de los 20 la media es de 56,2 kg en hombres y 38,7 kg en mujeres (incremento del 47% con respecto a las mujeres). Estas diferencias entre décadas son significativas para el hombre, no siendo así para la mujer. Las diferencias encontradas entre géneros sí resultaron significativas. Ver tabla 18 y figura 31A.

La media de la **masa magra apendicular** sigue una distribución parecida a la masa magra total. Así en hombres se produce un pico en la década de los 40 años (incremento con respecto a la década 20-29 años del 10%), para posteriormente ir reduciéndose en las siguientes décadas de edad. En las mujeres se produce un pico en la década de los 30 años (incremento con respecto a la década anterior del 5%) , para posteriormente comenzar a reducirse en las diferentes décadas, aunque en las curvas LMS en el p50 parece existir un leve aumento de masa apendicular a finales de la década de los 60 y principios de los 70 años, para posteriormente continuar reduciéndose. En los hombres el descenso que experimentan desde el pico alcanzado hasta las décadas ≥ 70 es de 24,2% y en las mujeres del 9,2%. Nuevamente al comparar hombres y mujeres encontramos

la masa magra apendicular es mayor en hombres en las diferentes décadas de edad, así la media en la década de los 20 años es de 25 kg en hombres y 15 kg en mujeres (incremento del 66% de los hombres con respecto a las mujeres). Nuevamente las diferencias entre décadas fueron significativas para los hombres, no encontrando significación estadística en el caso de las mujeres. Las diferencias entre géneros continuaron siendo significativas. Ver tabla 18 y figura 31A.

Sobre la **masa magra total ajustada por altura al cuadrado**, en hombres hemos encontrado un comportamiento parecido a la misma medida sin ajustar (pico en la década de los 40 años con descenso progresivo). Sin embargo no es así en las mujeres, apareciendo un aumento progresivo en las diferentes décadas de edad de la masa magra total cuando se ajusta por la altura al cuadrado; este hallazgo se comentará en la discusión de la presente tesis. Por este motivo introdujimos en nuestro estudio el ajuste por IMC que pasaremos a continuación a comentar. Ver tabla 18 y figura 31A.

En el caso de la **masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado**, nos encontramos con que la tendencia es similar a lo descrito en el párrafo anterior, la media en hombres alcanza un pico en la década de los 40 años, con un descenso progresivo. No siendo así en mujeres, encontrando un hallazgo paradójico de un pico inicial en la década de los 30 años con posterior descenso para continuar aumentando a partir de la década de los 50 años; motivo por el que hicimos el ajuste por IMC. Ver tabla 18 y figura 31B.

Al analizar la **masa magra total ajustada por el IMC**, encontramos en hombres y mujeres existe un descenso progresivo en las diferentes décadas de la edad (parece que el pico de esta medida se produce justo antes de la década de los 20, como hemos visto en el estudio de Kim et al (27) sobre la población coreana). Obviamente, al comparar hombres y mujeres, como en anteriores medidas, la masa magra ajustada por IMC es mayor en hombres. En **la masa magra apendicular ajustada por el IMC**, observamos también un descenso progresivo con la edad en hombres y mujeres de nuestra muestra, con mayor masa magra apendicular en los hombres. El descenso de masa magra apendicular ajustada por el IMC fue mayor en hombres, con un descenso del 36,4% en hombres al comparar décadas extremas, y del 28,6% en mujeres. Todas estas diferencias fueron significativas. Ver tabla 18 y figura 31B.

Hemos analizado la masa muscular en las diferentes regiones corporales mediante cálculo de medias y medianas mediante gráficas LMS. Encontramos que **la masa muscular en miembros superiores** tiene un pico a la década de los 40-49 en hombres con posterior descenso; en las mujeres el pico se alcanza en la década del los 30-39 manteniéndose en la siguiente década para ir lentamente reduciéndose con los años. En el caso de **la masa muscular en miembros inferiores** la evolución es parecida a los miembros superiores (aunque la cantidad de músculo es mayor en miembros inferiores). Con respecto a **la masa muscular en tronco**, en los hombres se alcanza un pico en la década de los 40-49 años para posteriormente reducirse, y en las mujeres el pico alcanzado en la década 30-39 se mantiene y desciende lentamente en las siguientes décadas. La masa muscular en las diferentes regiones corporales fue mayor en hombres con respecto a mujeres (diferencias significativas). Las diferencias entre décadas solo fueron significativas para ambos sexos en los miembros inferiores y para los varones en los miembros superiores. Ver tabla 19 y figura 32.

Hemos realizado una **comparativa de la mediana de la masa magra total ajustada por altura y la masa magra apendicular ajustada por altura de nuestra muestra con las poblaciones americanas y chinas**, tomando como referencia las gráficas del estudio realizado por Xiao et al

(73). Todas las curvas se calcularon con el método LMS y se utilizó la misma escala en las gráficas para que pudieran ser comparables.

Con respecto a la masa magra total ajustada por altura (m^2) en hombres sigue una distribución parecida a la población americana y china, con aun aumento hasta la década de los 50 años, a partir de donde empieza a disminuir. Hemos de decir que en lo que respecta a la cantidad muscular nuestra muestra presenta mayor similitud a las poblaciones americanas, siendo la mediana de nuestra muestra a los 45-50 años en varones mayor que la población negra americana, mejicana americana, blanca americana y población china, respectivamente. Ver figura 33.

No ocurre lo mismo en mujeres, siguiendo la masa magra total ajustada por altura (m^2) un patrón diferente a otras poblaciones ya estudiadas. Así en vez de tener un patrón de ascenso – meseta – descenso la masa muscular, en nuestra muestra las mujeres presentan tras la meseta a final de la década de los 40 años un nuevo ascenso de masa magra total ajustada por altura. Este comportamiento se intentará justificar en la discusión. Al igual que en hombres podemos decir que los valores de masa magra total ajustado por la altura, nuestra muestra está más cerca de los valores de la población americana. Ver figura 33.

Con respecto a la masa magra apendicular ajustada por altura (m^2) en hombres el comportamiento de la mediana es parecido a de la población americana (ascenso-meseta-descenso), apareciendo una meseta o pico a final de la década de los 40 años, para posteriormente descender en las progresivas décadas de edad. En la curva LMS la mediana de masa magra apendicular/ m^2 en hombres los valores más altos se dan en la población negra americana, estando nuestra muestra en valores similares a los de la población blanca y mejicana americanas, encontrando en la población china los valores más bajos. Ver figura 33.

En el caso de las mujeres, obtenemos nuevamente un comportamiento diferente de la mediana de la masa magra apendicular ajustada por la altura al cuadrado, cuando comparamos con la población americana y china. Encontramos un primer pico de masa apendicular a principios de la década de los 30 años, con posterior descenso y un nuevo pico a finales de la década de los 70 años, dato que intentaremos explicar en la discusión. Ver figuras 33.

Se ha realizado también una **comparativa entre la masa magra apendicular ajustada por IMC o por la altura al cuadrado de nuestra muestra y los datos de población coreana** obtenidos del estudio de Kim et al (27), analizando también las diferencias entre ajustar por altura al cuadrado y por el IMC. El patrón tanto en hombres y mujeres de la masa magra apendicular ajustada por IMC es parecido al de la población coreana; descenso gradual a partir de la década de los 20 años. En hombres encontramos un descenso de la mediana de la masa magra apendicular/IMC mucho más pronunciada, obteniendo a partir de la mitad de la década de los 40 años valores discretamente por debajo a los de la población coreana. En mujeres encontramos dos curvas prácticamente paralelas cuando hacemos la comparativa, estando los valores del p50 de nuestra muestra ligeramente por debajo de los de la población coreana. El patrón obtenido en las mujeres de nuestra muestra difiere cuando el ajuste se realiza por la altura al cuadrado tanto para hombres y mujeres, al comparar las gráficas con los de la población coreana. Ver figura 34.

Análisis descriptivos por décadas.

Variable	Década 20-29 n V/M n=12 / n=20	Década 30-39 n V/M n=11 / n=13	Década 40-49 n V/M n=13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n=13 / n=64	Décadas ≥ 70 n V/M n=12 / n=27	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Masa magra total (Kg). Media (DS).	Varón 56,2(6,1)	58,5(3,7)	62,5(4,5)	57,1(5,0)	52,2(9,0)	*p=0,002	†p=0,000
	Mujer 38,7(3,6)	40,7(5,0)	39,3(5,5)	39,1(5,2)	38,1(5,9)	N.S.	††IC 95%:16,65-20,04
Masa magra apendicular (Kg). Media (DS).	Varón 25,0(3,1)	25,2(2,0)	27,5(2,9)	24,2(1,7)	20,8(4,3)	*p=0,002	†p=0,000
	Mujer 15,6(2,3)	16,4(2,5)	15,6(2,8)	14,7(2,1)	14,9(2,6)	N.S.	††IC 95%:8,53-10,29
Índice de masa magra total/h ² (kg/m ²). Media (DS).	Varón 17,9(2,0)	18,6(1,2)	20,1(1,5)	19,1(1,1)	18,8(2,0)	*p=0,022	†p=0,000
	Mujer 14,7(1,4)	15,3(1,7)	15,3(1,6)	15,6(1,8)	16,4(2,2)	*p=0,026	††IC 95%:2,80-3,90
Índice de masa magra apendicular/h ² (kg/m ²). Media (DS).	Varón 8,0(1,9)	8,0(0,5)	8,8(0,9)	8,1(0,5)	7,5(1,3)	*p=0,009	†p=0,000
	Mujer 5,9(0,9)	6,2(0,8)	6,1(0,8)	5,9(0,7)	6,4(1,0)	N.S.	††IC 95%:1,73-2,27
Índice de masa magra total/IMC (Kg/IMC). Media (DS).	Varón 2,4(0,3)	2,3(0,2)	2,2(0,3)	2,0(0,2)	1,7(0,2)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 1,6(0,2)	1,6(0,2)	1,6(0,2)	1,4(0,2)	1,3(0,2)	*p=0,000	††IC 95%:0,58-0,74
Índice de masa magra apendicular/IMC (Kg/IMC). Media (DS).	Varón 1,1(0,1)	1,0(0,1)	1,0(0,2)	0,8(0,1)	0,7(0,1)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 0,7(0,1)	0,7(0,1)	0,6(0,1)	0,5(0,1)	0,5(0,1)	*p=0,000	††IC 95%:0,30-0,38

Tabla 18. Masa muscular total, índice de masa muscular, masa muscular apendicular e índice de masa muscular apendicular estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Variable	Década 20-29 n V/M n=12 / n=20	Década 30-39 n V/M n=11 / n=13	Década 40-49 n V/M n=13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n=13 / n=45	Décadas ≥ 70 n V/M n=11 / n=26	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Masa muscular MMSS (Kg). Media (DS).	Varón 6,3(0,8)	6,6(0,7)	7,3(0,9)	6,4(0,5)	5,6(1,1)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 3,3(0,4)	3,7(0,8)	3,7(0,6)	3,6(0,6)	3,5(0,7)	N.S.	††IC 95%:2,70-3,16
Masa muscular Tronco (Kg). Media (DS).	Varón 27,1(3,1)	28,8(2)	30,5(1,9)	28,6(3,5)	27,5(5,1)	N.S.	†p=0,000
	Mujer 19,6(1,9)	20,9(2,6)	20,3(2,8)	20,1(2,6)	20,1(2,9)	N.S.	††IC 95%:7,52-9,30
Masa muscular MMII (kg). Media (DS).	Varón 18,8(2,4)	18,7(1,6)	20,2(2,2)	17,8(1,3)	15,2(3,2)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 12,3(2,1)	12,7(1,9)	12,0(2,3)	11,2(1,6)	11,4(2,0)	*p=0,045	††IC 95%:5,77-7,17

Tabla 19. Masa muscular en las diferentes regiones corporales estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar. MMSS: miembros superiores (masa brazo izquierdo + masa

brazo derecho). MMII: miembros inferiores (masa pierna izquierda + masa pierna derecha).

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Curvas poblacionales

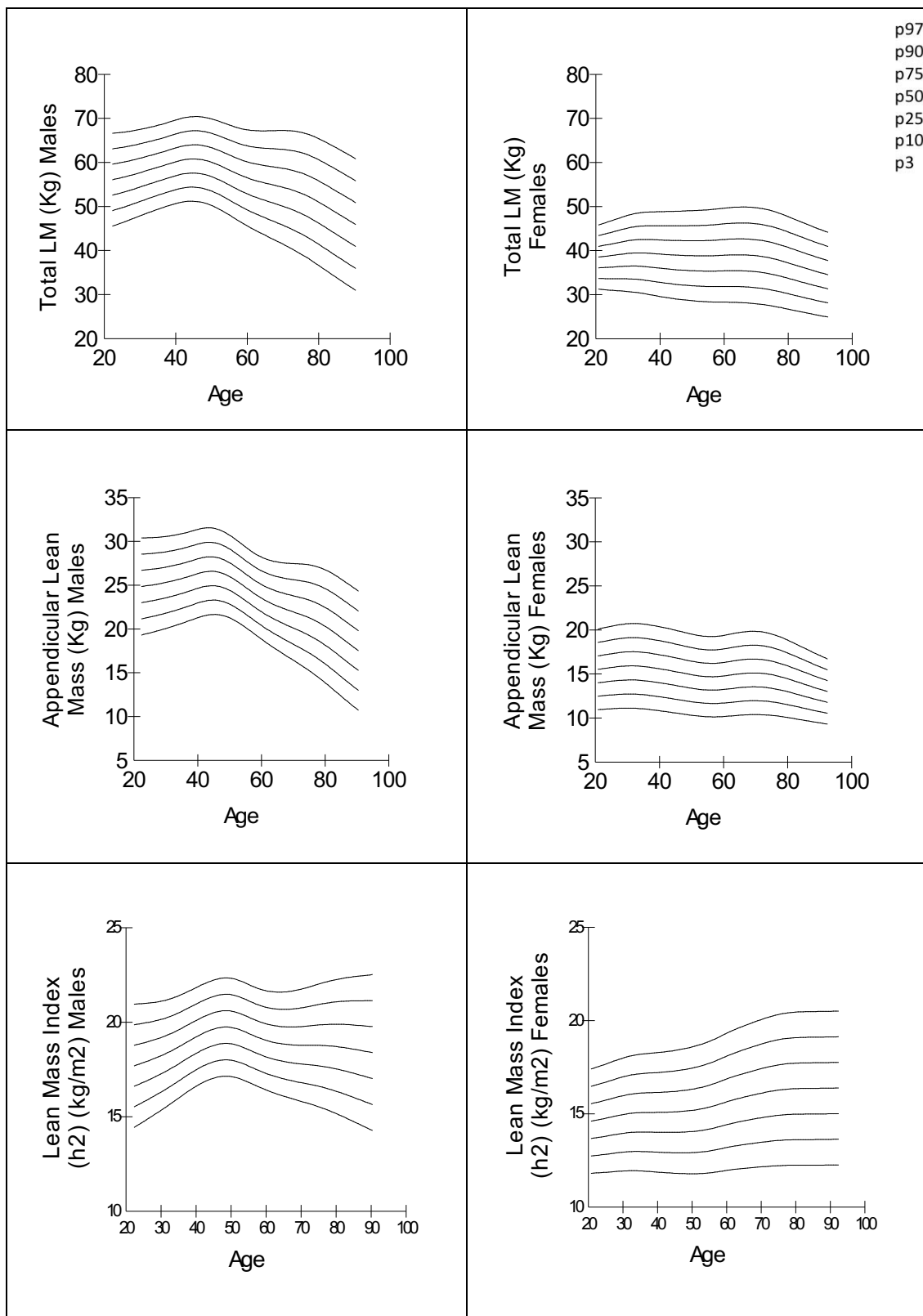


Figura 31A. Curvas poblacionales sobre masa magra en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.
 Total LM: Masa magra total; Appendicular Lean Mass: Masa magra apendicular; Lean Mass Index (h²): Índice de masa magra ajustada por altura al cuadrado.

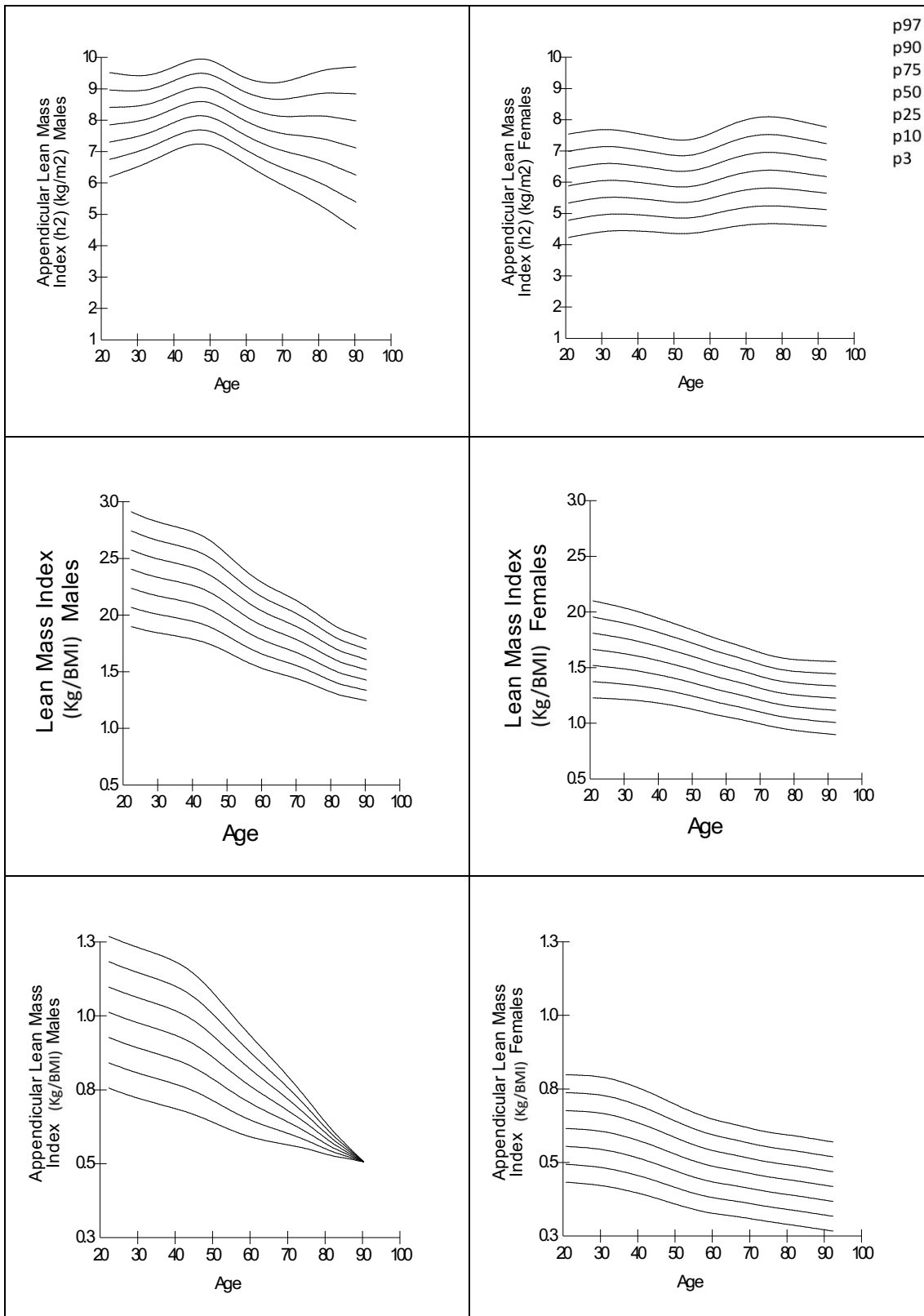


Figura 31B. Curvas poblacionales sobre masa magra en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.
 Appendicular Lean Mass Index (h2): Índice de masa magra appendicular ajustada por altura al cuadrado; Lean Mass Index (kg/BMI): Índice de masa magra ajustada por IMC; Appendicular Lean Mass Index (kg/BMI): Índice de masa magra appendicular ajustada por IMC.

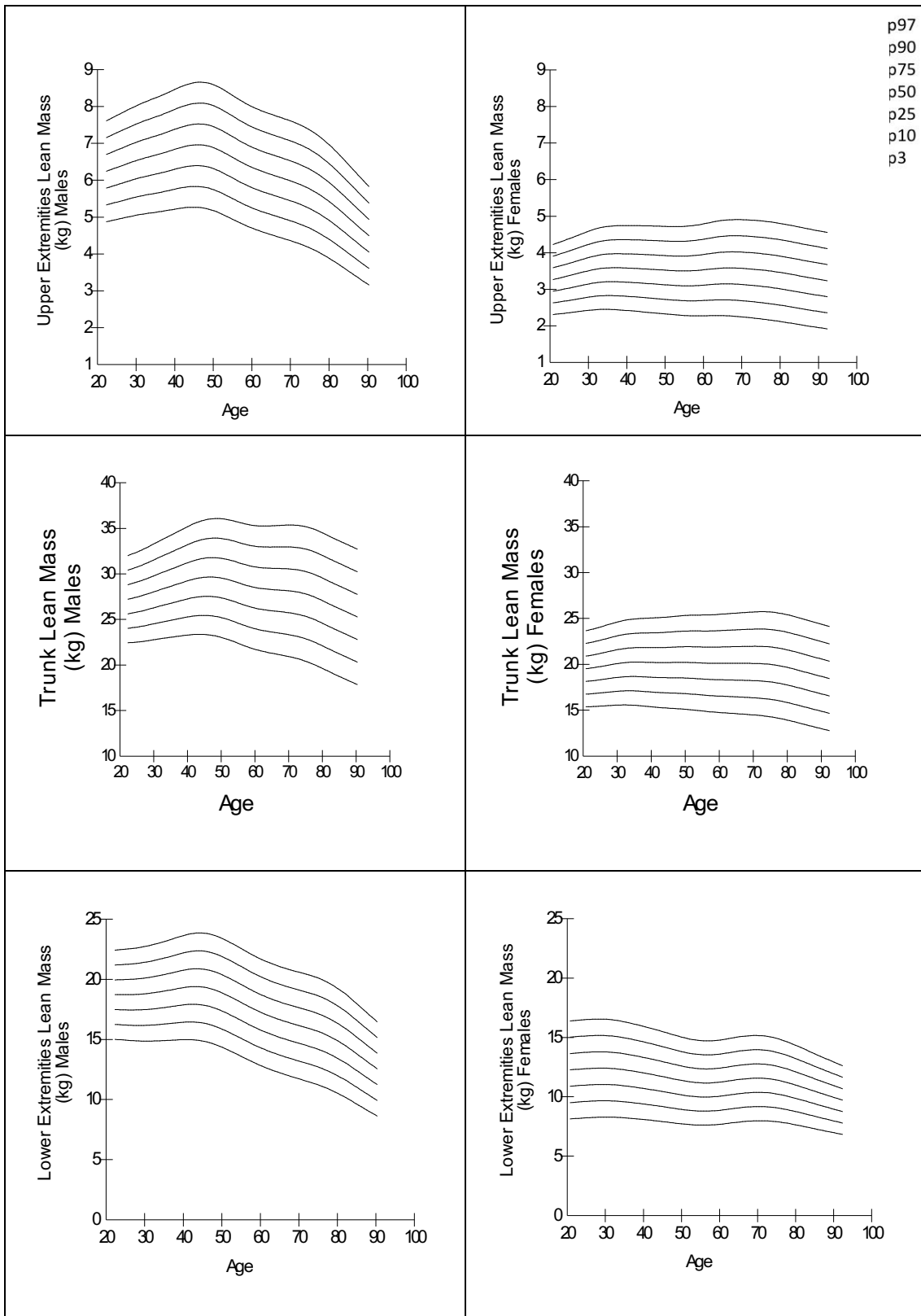


Figura 32. Curvas poblacionales sobre masa magra en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Upper Extremities Lean Mass: Masa magra de miembros superiores; Trunk Lean Mass: Masa magra de tronco; Lower Extremities Lean. Mass: Masa magra de miembros inferiores.

Comparativa con las curvas poblacionales (p50) americanas y chinas

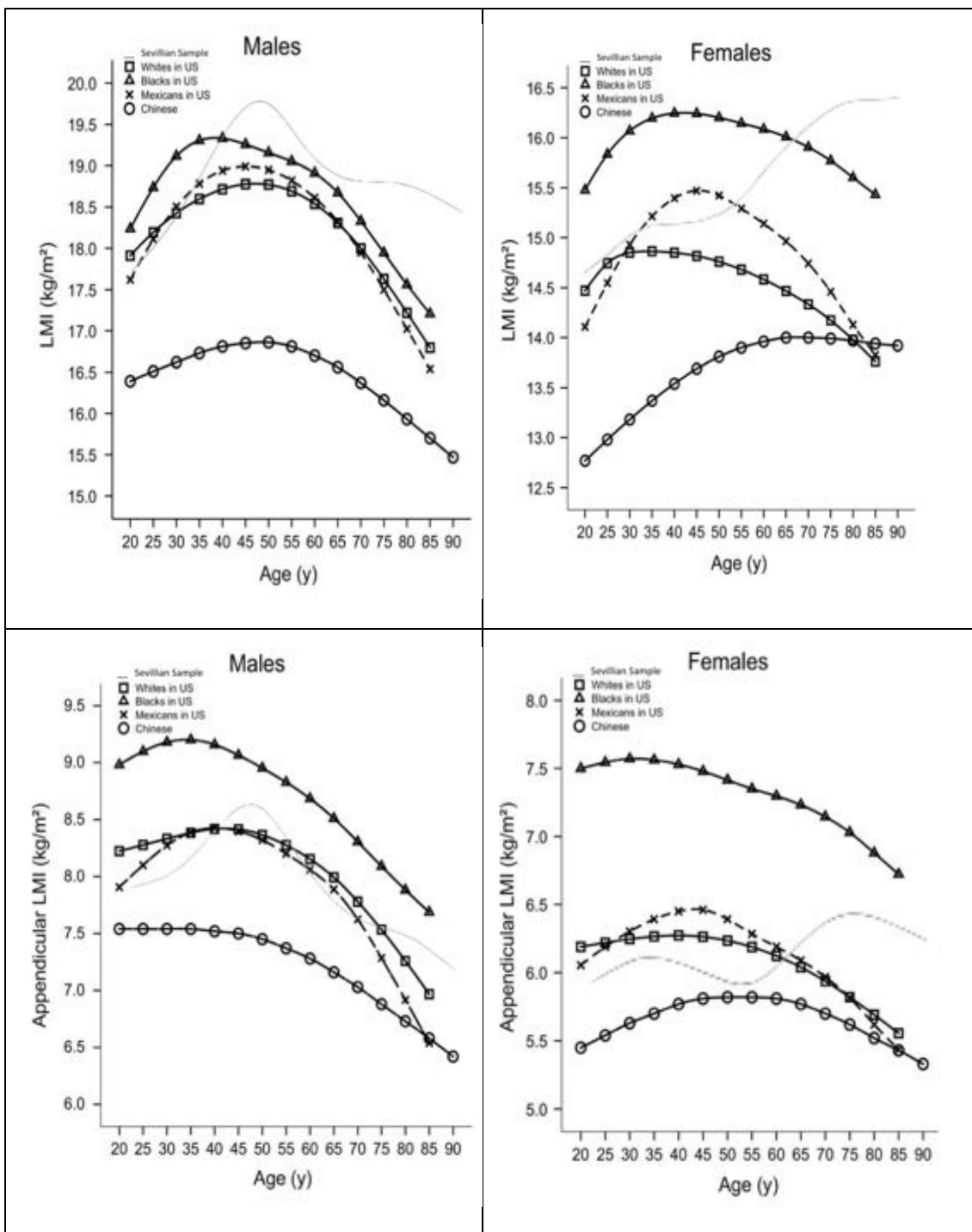


Figura 33. Curvas poblacionales de masa magra comparadas entre la muestra sevillana y población americana y china. Modificado de (73). LMI (Lean Mass Index): Índice de masa magra total; Appendicular LMI (Appendicular Lean Mass Index): Índice de masa magra apendicular.

Comparativa con las curvas poblacionales (p50) coreanas

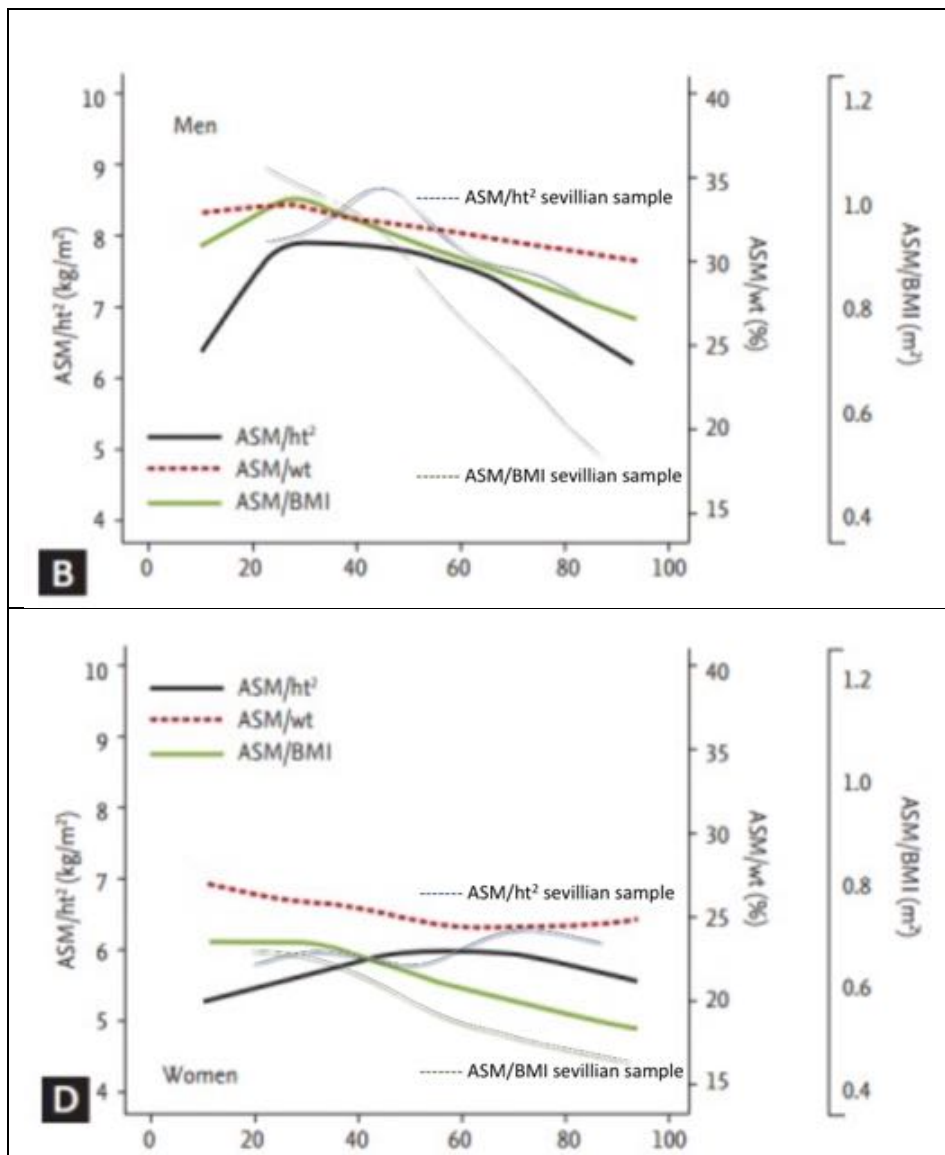


Figura 34. Curvas poblacionales de índice de masa magra apendicular por diferentes ajustes (altura, peso, IMC) comparadas entre la muestra sevillana y población coreana. Modificado de (27). ASM: Appendicular skeletal muscle mass.

6.2.- Masa grasa a lo largo de la vida en la población sevillana.

Los parámetros utilizados en los diferentes estudios para la valoración del compartimento graso son: el porcentaje corporal total de grasa, la masa grasa ajustada por altura al cuadrado o índice de masa grasa, la ratio androide/ginecoide, el porcentaje de grasa en tronco dividido entre porcentaje de grasa en piernas, la ratio Masa grasa en tronco/masa grasa en miembros.

En la tabla 20 describimos las medidas de distribución grasa en hombres y mujeres sanos en las diferentes décadas analizadas (década 20-29, década 30-39, década 40-49, décadas 50-69, décadas ≥ 70).

En la tabla 21 describimos el porcentaje de grasa en las diferentes regiones corporales (MMSS, tronco y MMII) a lo largo de las diferentes décadas analizadas, tanto en hombres como en mujeres.

En la figura 35 describimos los diferentes percentiles (p3, p10, p25, p50, p75, p90, p97) según el método LMS de las medidas sobre cantidad y distribución grasa corporal en hombres y mujeres sanas en las diferentes décadas de la vida.

En la figura 36 se describen los percentiles mediante LMS, el porcentaje de grasa en diferentes regiones corporales a lo largo de las diferentes décadas en hombres y mujeres de nuestra muestra.

Por último en la figura 37, se realiza una comparativa de las medidas de cantidad y distribución grasa, de nuestra muestra con las poblaciones americanas y chinas, tomando como gráficas las del estudio realizado por Xiao et al (73).

Sobre el **porcentaje de grasa corporal total**, tanto en hombres como en mujeres la media aumenta progresivamente en las diferentes décadas, existiendo un incremento en el porcentaje de las décadas extremas analizadas de 15 puntos en el hombre y de 6,9 puntos en la mujer. La mediana del porcentaje de grasa corporal total en hombres en la curva LMS sufre un aumento progresivo desde la década de los 20 años. En el caso de las mujeres, se produce un aumento hasta finales de la década de los 60 años, donde se estabiliza para comenzar a reducirse a partir de la década de los 70 años. Comparativamente, en todas las décadas el porcentaje de grasa corporal total es mayor en mujeres que en hombres (media en hombres menores de 30 años de 19,70% y en mujeres menores de 30 años 34,58%, con una diferencia entre géneros de 14,9) (mediana en hombres a los 20 años 19,5% y en mujeres 32,7%). Las diferencias encontradas tanto entre décadas como entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 20 y figura 35A.

La media del **índice de masa grasa (ajustada por altura²)** sufre también un aumento progresivo con la edad, siendo el incremento entre grupos extremos (20-29 vs ≥ 70) del 129% en hombres y del 45% en mujeres. La mediana del índice de masa grasa (ajustada por altura²) en hombres va aumentando progresivamente desde la década de los 20 años. En las mujeres, al igual que la mediana de porcentaje de grasa corporal, el índice de masa grasa aumenta hasta finales de la década de los 60 años, donde se estabiliza para reducirse progresivamente en las siguientes décadas. Al comparar hombres y mujeres en nuestra muestra, volvemos a encontrar que esta medida es mayor en mujeres en las diferentes décadas, salvo a finales de la década de los 80 años, donde la mediana parece coincidir. La media del índice de masa grasa en hombres menores de 30 años es de 4,79 y en mujeres 8,57. La mediana del índice de masa grasa en hombres de 20 años es de 4,37 y en mujeres de 8,02. Las diferencias encontradas entre décadas fueron estadísticamente significativas, no siendo así entre géneros. Ver tabla 20 y figura 35A.

Sobre las medidas de distribución de grasa corporal, el **porcentaje de grasa en tronco / porcentaje de grasa en las piernas** es mayor en hombres que en mujeres. Las medias van en aumento progresivo desde 0,9 hasta 1,7 en hombres y desde 0,7 a 1 en las mujeres. En hombres el p50 sufre en ascenso hasta llegar a una meseta en década de los 50 años para posteriormente disminuir. Es en esta meseta donde el cociente alcanza valores >1 , lo que significa que predomina la grasa en tronco. En el caso de las mujeres el p50 tiene un ascenso progresivo, pero con valores siempre ≤ 1 , lo que significa que predomina la grasa en piernas en las mujeres de todas las décadas. Los valores tanto de media como de mediana en hombres han estado por encima de los valores de las mujeres, en todas las décadas analizadas, así la media en las décadas 50-69 en hombres es de 1,5 y en caso de las mujeres 1,0. Las diferencias encontradas tanto entre décadas como entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 20 y figura 35A.

Otra de las medidas de distribución de grasa corporal es la **ratio grasa tronco / grasa apendicular**, que a diferencia de la anterior medida, contempla los 4 miembros. La media en hombres sufre un ascenso progresivo desde un valor de 1 en la década 20-29 hasta una media de 1,7 en la década ≥ 70 ; en mujeres también la media tiene una tendencia ascendente hasta las décadas 60-69 donde alcanza un valor máximo de 1,2. La mediana de esta medida en hombres sufre un ascenso progresivo hasta la década de los 50 años, donde parece estabilizarse con un ascenso más discreto, para comenzar a disminuir a partir de la década de los 70 años, alcanzando en esta meseta valores en torno a 1,5 (predominio de grasa en tronco). En el caso de las mujeres este índice sufre un aumento progresivo siendo <1 hasta la década de los 50 años (predomina la grasa en miembros), y a partir de esa década el ratio supera discretamente >1 . Por poner el mismo ejemplo para ilustrar las diferencias entre sexos (ratio mayor en hombres que en mujeres) la media en las décadas 50-69 en hombres es de 1,5 y en el caso de las mujeres 1,2. Las diferencias encontradas tanto entre décadas fueron estadísticamente significativas, no siendo así entre géneros. Ver tabla 20 y figura 35B.

Por último, hemos analizado en nuestra muestra la evolución de la **ratio grasa androide / grasa ginecoide** en las diferentes décadas. Entendemos por grasa androide a la de predominio abdominal y la ginecoide a la de predominio en caderas y muslos. La media de esta ratio sufre un crecimiento progresivo a lo largo de las diferentes décadas tanto en hombres como en mujeres, encontrando una diferencia de ratios entre grupos de edad extremos de 0,4 en hombres y de 0,2 en mujeres. Obtenemos una evolución de la mediana similar a la de las dos medidas de distribución grasa anteriores. Así en hombres a partir de la década de los 30 años la mediana supera >1 (predominio grasa androide), estabilizándose en la década de los 70 años, cuando parece disminuir esta ratio (aunque permaneciendo >1). En el caso de las mujeres existe un aumento progresivo de la mediana de la ratio grasa androide/grasa ginecoide, pero siempre <1 , lo que indica predominio de la grasa ginecoide. Seguimos tomando como ejemplo las décadas 50-69 donde la media de la ratio en hombres es de 1,2 y en mujeres de 1,0. Las diferencias encontradas tanto entre décadas como entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 20 y figura 35B.

Analizamos el porcentaje de grasa en las diferentes regiones corporales mediante cálculo de medias y medianas mediante gráficas LMS. Encontramos que la media del **porcentaje de grasa en miembros superiores** tiene un incremento progresivo tanto en hombres como en mujeres a lo largo de las diferentes décadas analizadas (diferencias entre grupos extremos de 15,5 puntos en hombres y de 9,7 puntos en mujeres), siendo este valor mayor en las mujeres de todos los grupos de edad (así la mayor diferencia se produce en la década 20-29, sufriendo un incremento de 21,3

puntos de las mujeres con respecto a los hombres). En las curvas LMS vemos que el p50 sigue un patrón de ascenso progresivo en hombres y de ascenso con meseta en la década de los 70 con posterior discreto descenso en mujeres). Las diferencias encontradas tanto entre décadas como entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 21 y figura 36.

En el caso del **porcentaje de grasa en miembros inferiores** vemos también un incremento progresivo de la media en hombres y mujeres en los diferentes rangos de edad (diferencias entre grupos extremos de 9,5 puntos en hombres y de 2,3 en mujeres) aunque la media en la década de los 40-49 es algo menor que en la década previa, la tendencia posterior es de aumentar con la evolución de la edad. Los valores de la media son mayores en las mujeres en todos los grupos de edad, siendo la mayor diferencia encontrada entre sexos en la década 20-29, encontrando una diferencia de porcentaje de grasa en MMII de 20,1 puntos de más en las mujeres. En las curvas LMS apreciamos que el p50 en hombres sufre un aumento progresivo con la edad (aunque con leve descenso en la década de los 40 años) y en mujeres tiene una tendencia de aumento lento pero progresivo hasta la década de los 70 años, donde parece alcanzar una meseta, para posteriormente reducirse discretamente. Las diferencias encontradas tanto entre décadas fueron significativas solo en hombres. Las diferencias entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 21 y figura 36.

Con respecto al **porcentaje de grasa en tronco**, la media sufre un aumento progresivo a lo largo de las diferentes décadas tanto en hombres como en mujeres (diferencias del porcentaje entre grupos extremos de edad de 18,7 puntos en hombres y de 11,4 puntos en mujeres). Nuevamente los valores de porcentaje de grasa son mayores en las mujeres (con una diferencia en la década 20-29 entre sexos de 11,5 puntos). En las curvas LMS, en el p50 vemos en ambos géneros una morfología similar de ascenso-meseta-leve descenso, siendo el pico-meseta en la década de los 60 tanto en hombres como en mujeres. Las diferencias encontradas tanto entre décadas como entre géneros fueron estadísticamente significativas. Ver tabla 21 y figura 36.

Hemos realizado una **comparativa de las medidas del compartimento graso de nuestra muestra sevillana, con las mismas medidas en población americana (diferentes etnias) y china**, basándonos nuevamente en el estudio publicado por Xiao et al (73).

Al comparar la mediana de masa grasa ajustada por altura de nuestra muestra con la población americana y china, vemos que en hombres el patrón es similar (aumento progresivo en las diferentes décadas), aunque no vemos esa fase de meseta o estabilización que vemos en la población blanca y mejicana americana. Podemos decir que en hombres <50 años la masa grasa es menor que en los americanos de diferentes etnias y mayor que en los chinos. A partir de los 50 años, la masa grasa de los hombres de nuestra muestra continúa aumentando, llegando incluso a superar a la masa grasa de los americanos en la década de los 70 años. En el caso de las mujeres el patrón es idéntico a la de los americanos (aumento-meseta-descenso), estando el índice de masa grasa por debajo de la población americana y por encima de la población china, con una meseta que se alcanza a mayor edad (a mediados de los 70 años) para empezar a disminuir en los años posteriores. Ver figura 37A.

En el caso del porcentaje de grasa en hombres también va a sufrir un aumento progresivo con el mismo patrón de las poblaciones americanas y chinas (aumento progresivo), estando en unos valores muy similares a los de la población negra americana hasta la década de los 50 años, a partir de entonces continúa aumentando con la edad llegando a superar el porcentaje de grasa de

la población blanca y mejicana americana en la década de los 70 años. En el caso de las mujeres el patrón es “aumento-meseta-descenso” muy similar a las de las poblaciones americanas blancos y negros, estando en valores intermedios entre la población americana de las diferentes etnias y la china. Ver figura 37A.

Sobre la distribución de la grasa comenzamos a comparar la ratio porcentaje grasa de tronco / porcentaje grasa en piernas. En hombres vemos un patrón de “aumento-meseta-descenso” que se repite en las poblaciones comparadas, estando en valores similares a la población americana negra hasta finales de la década de los 30 años, a partir de entonces los valores son intermedios entre la población negra y blanca americana, llamando la atención un descenso mayor que en otras poblaciones a partir de la década de los 80 años. En el caso de las mujeres encontramos una distribución totalmente diferente a las poblaciones estudiadas, en primer lugar el aumento es contante, y la ratio más baja que las otras poblaciones y siempre <1 , lo que se traduce en un mayor acúmulo de grasa en piernas siendo más acusada a en menores de 50 años (a finales de la década de los 40 años la ratio es <0.9 y a finales de la década de los 30 años la ratio es <0.8). Ver figura 37B.

En la comparativa de la ratio grasa en tronco/grasa apendicular vemos que en hombres el patrón sigue siendo “aumento-meseta-descenso” estando por encima de la población americana negra y por debajo de la población china. Desde mediados de la década de los 20 años, la ratio en hombres supera el 1 (predomina la grasa abdominal sobre la grasa en miembros). En el caso de las mujeres, vemos que hasta mediados de los 50 años la ratio está por debajo de las poblaciones estudiadas, siendo <1 en las décadas de 40 años y menores. Esta distribución en mujeres de nuestra muestra de menos de 50 años significa un mayor predominio de grasa en miembros con respecto a la grasa en tronco. Ver figura 37B.

Análisis descriptivos por décadas.

Variable	Década 20-29 n V/M n = 12 / n=20	Década 30-39 n V/M n = 11 / n=13	Década 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n = 13 / n=64	Década ≥ 70 n V/M n = 12 / n=27	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Porcentaje de grasa corporal total (%) [‡] . Media (DS).	Varón 19,7(6,3)	22,8(4,6)	25,6(5,6)	30,2(5,9)	34,7(4,0)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 34,6(7,3)	35,6(7,2)	36,6(6,3)	40,2(5,3)	41,5(5,2)	*p=0,000	††IC 95%:1,0,01-14,04
Índice de masa grasa ajustada por altura [‡] (kg/m ³). Media (DS).	Varón 4,8(2,1)	5,8(1,3)	7,3(2,1)	9,0(2,5)	10,6(2,7)	*p=0,000	N.S.
	Mujer 8,6(3,4)	9,3(3,2)	9,6(3,2)	11,4(3,3)	12,5(2,8)	*p=0,000	
Ratio androide/ginecoide. Media (DS).	Varón 0,9(0,1)	1,0(0,1)	1,2(0,3)	1,2(0,3)	1,3(0,1)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 0,8(0,2)	0,8(0,2)	0,9(0,2)	1,0(0,1)	1,0(0,2)	*p=0,000	††IC 95%:0,15-0,27
Ratio %Grasa en tronco / %Grasa en piernas. Media (DS).	Varón 0,9(0,1)	1,1(0,2)	1,4(0,3)	1,5(0,4)	1,7(0,3)	*p=0,000	†p=0,002
	Mujer 0,7(0,2)	0,8(0,1)	0,8(0,2)	1,0(0,2)	1,0(0,2)	*p=0,000	††IC 95%:0,18-0,32
Ratio grasa tronco / grasa apendicular. Media (DS).	Varón 1,0(0,2)	1,1(0,2)	1,4(0,3)	1,5(0,4)	1,7(0,3)	*p=0,000	N.S.
	Mujer 0,7(0,3)	0,8(0,2)	0,9(0,3)	1,2(0,4)	1,1(0,3)	*p=0,000	

Tabla 20. Masa grasa y medias de distribución corporal en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable. † significación estadística entre géneros. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Variable	Década 20-29 n V/M n = 12 / n=20	Década 30-39 n V/M n = 11 / n=13	Década 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n = 13 / n=45	Décadas ≥ 70 n V/M n = 11 / n=26	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Grasa MMSS (%). Media (DS).	Varón 17,6(7,0)	19,8(4,7)	24,6(6,1)	29,7(7,5)	33,1(5,2)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 38,9(10,6)	38,0(11,1)	40,8(7,7)	46,5(7,2)	48,6(6,3)	*p=0,000	††IC 95%:1,6,17-21,61
Grasa Tronco (%). Media (DS).	Varón 18,9(7,0)	23,3(5,4)	28,4(6,4)	33,3(7,7)	37,6(3,5)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 30,4(9,1)	32,3(8,5)	35,0(8,5)	40,4(7,0)	41,8(6,3)	*p=0,000	††IC 95%:6,28-11,71
Grasa MMII (%). Media (DS).	Varón 21,5(6,9)	23,8(5,3)	22,6(5,9)	27,1(5,3)	31,0(5,2)	*p=0,001	†p=0,000
	Mujer 41,6(5,9)	42,5(6,7)	41,3(6,3)	42,3(6,1)	43,9(7,5)	N.S.	††IC 95%:1,5,21-19,21

Tabla 21. Masa grasa en las diferentes regiones corporales en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar. MMSS: miembros superiores (promedio masa brazo izquierdo y masa brazo derecho). MMII: miembros inferiores (promedio masa pierna izquierda y masa pierna derecha).

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Curvas poblacionales

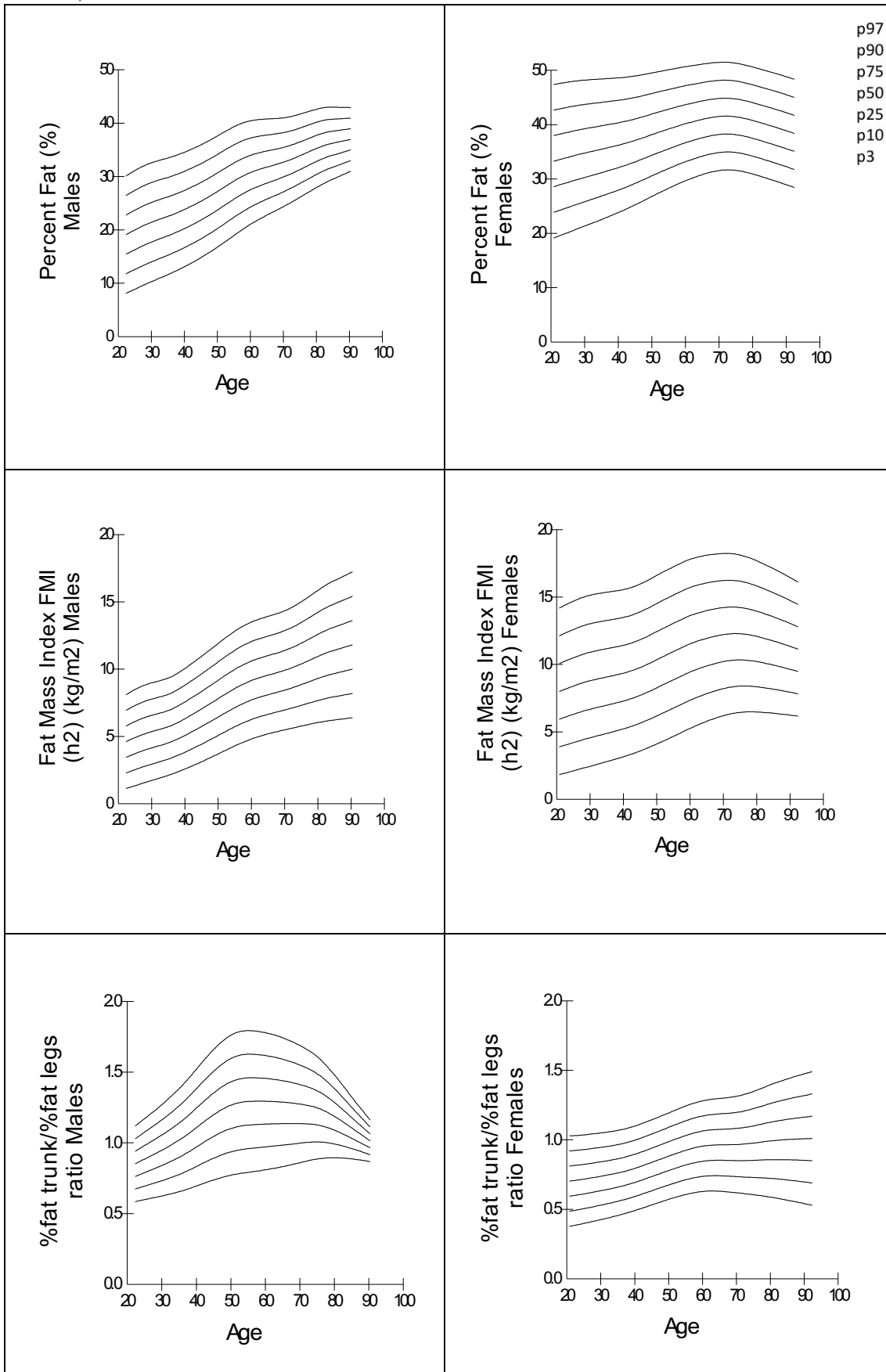


Figura 35A. Curvas poblacionales sobre masa grasa en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Percent Fat: Porcentaje de grasa corporal; Fat Mass Index FMI (h²): Índice de masa grasa ajustado por altura al cuadrado; %fat trunk/%fat legs ratio: Ratio % grasa en tronco/%grasa en piernas.

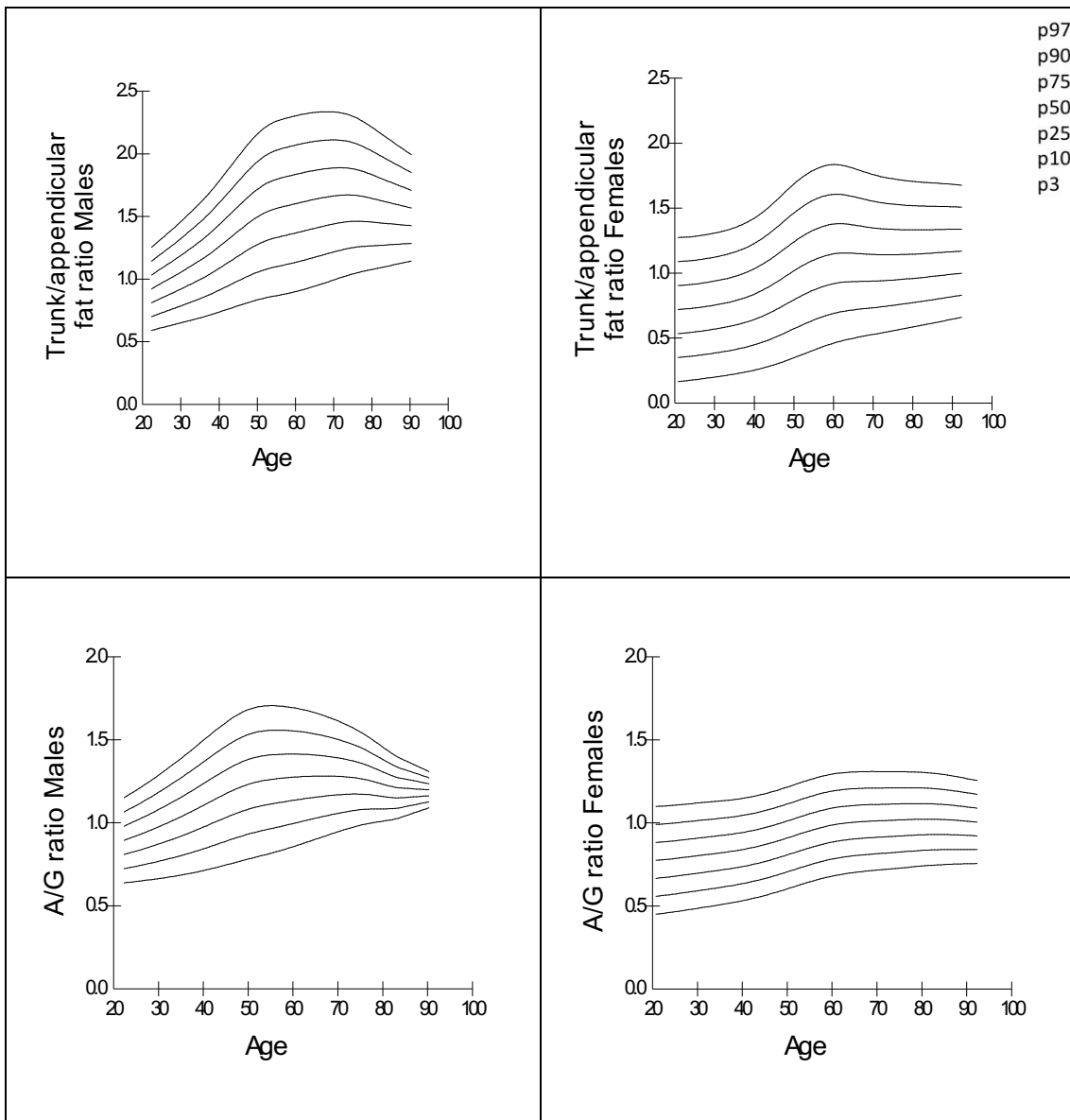


Figura 35B. Curvas poblacionales sobre masa grasa en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Trunk/appendicular fat ratio: Ratio grasa en tronco/ grasa apendicular; A/G ratio: Ratio andriode/ginecoide.

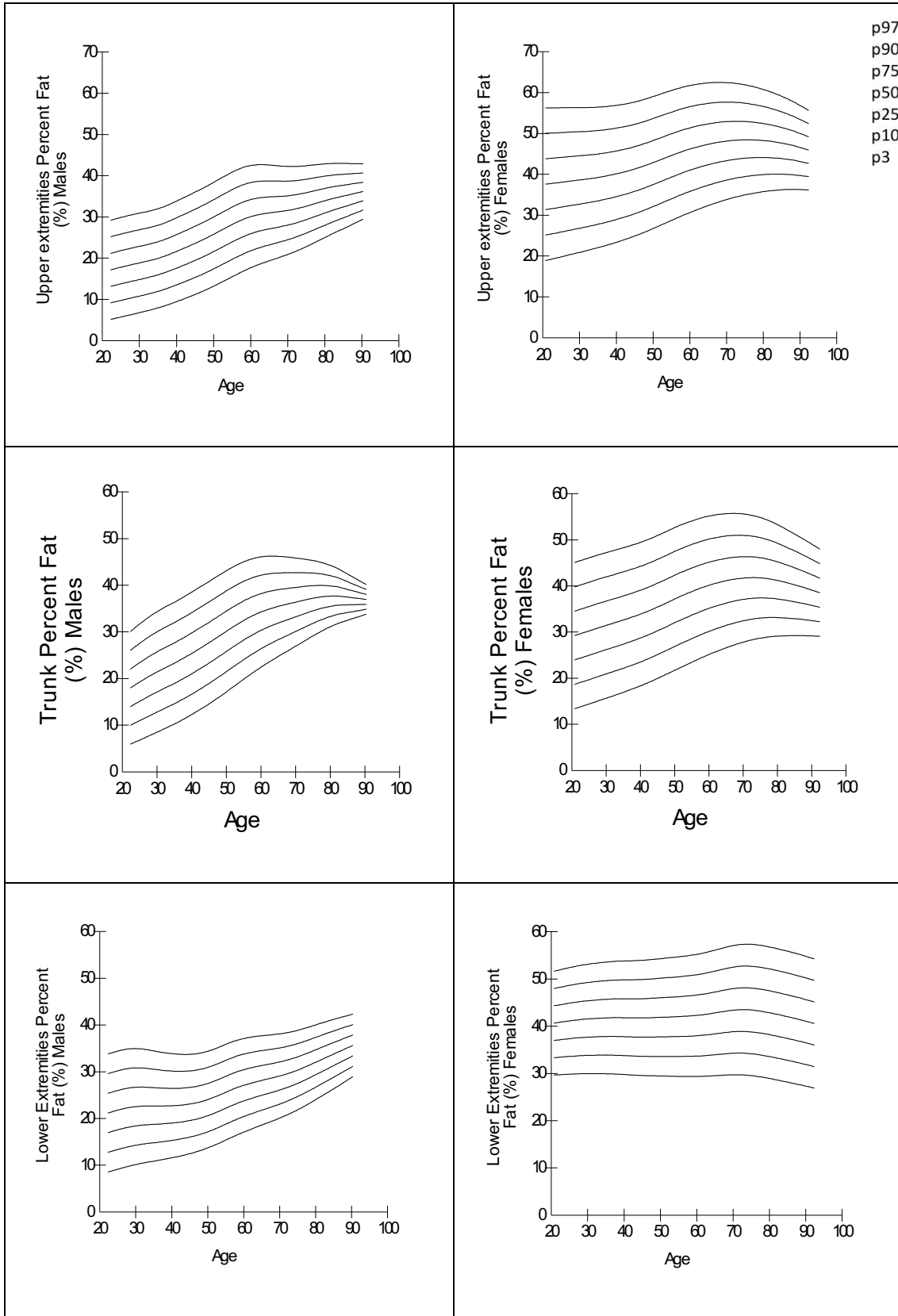


Figura 36. Curvas poblacionales sobre masa grasa en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Upper extremities percent fat: Porcentaje de grasa en miembros superiores; Trunk percent fat: porcentaje de grasa en tronco; Lower extremities percent fat: Porcentaje de grasa en miembros inferiores.

Comparativa con las curvas poblacionales (p50) americanas y chinas.

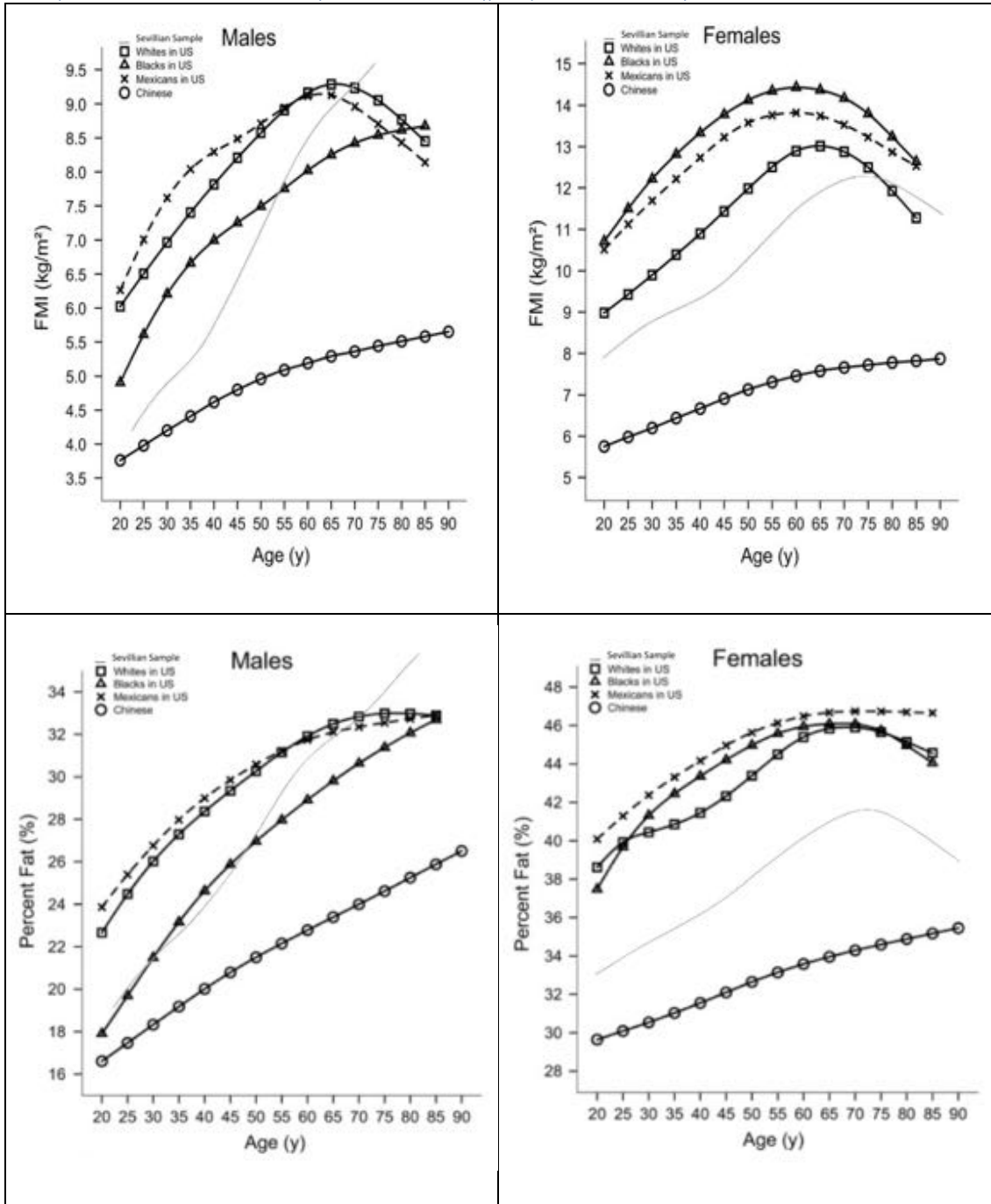


Figura 37A. Curvas poblacionales de masa grasa comparadas entre la muestra sevillana y población americana y china. Modificado de (78). Fat Mass Index FMI (h^2): Índice de masa grasa ajustado por altura al cuadrado; Percent Fat: Porcentaje de grasa corporal.

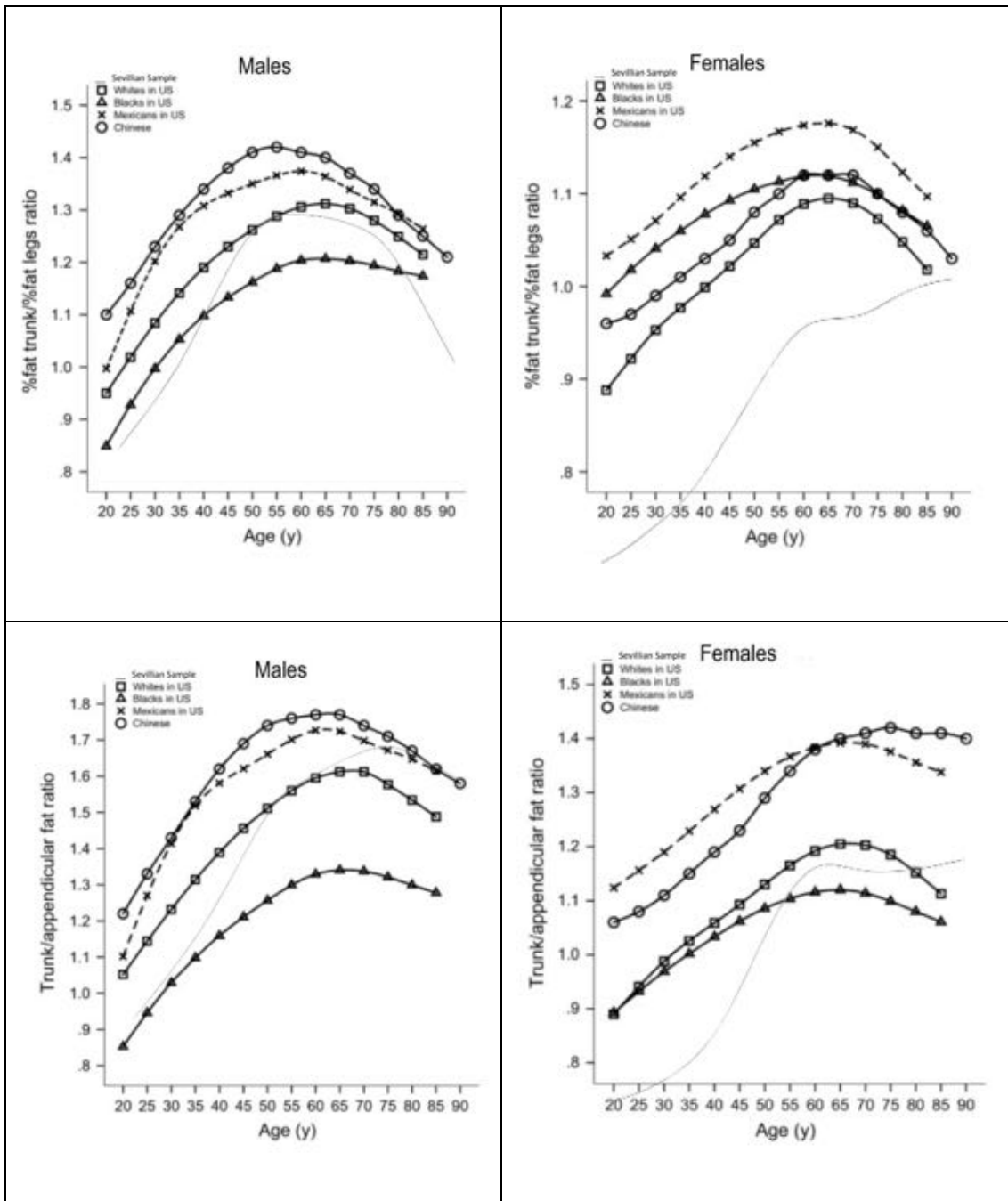


Figura 37B. Curvas poblacionales de masa grasa comparadas entre la muestra sevillana y población americana y china. Modificado de (78). %fat trunk/%fat legs ratio: Ratio %grasa en tronco/%grasa en piernas; Trunk/appendicular fat ratio: Ratio grasa en tronco/grasa apendicular.

6.3.- Masa ósea a lo largo de la vida en la población sevillana.

En la tabla 22 analizamos el contenido mineral óseo (CMO) con/sin ajuste por altura y la densidad mineral ósea (DMO) de columna lumbar y cuello femoral, en las diferentes décadas (década 20-29, década 30-39, década 40-49, décadas 50-69, décadas ≥ 70) estratificadas por sexo.

En la tabla 23 analizamos en las diferentes décadas de edad la densidad ósea de cuello femoral mediante T score para poder clasificar a los sujetos, según su valor de DMO en normal, osteopenia y osteoporosis. Sobre la prevalencia de osteoporosis, ésta aumenta con la edad, siendo nula su presencia en menores de 70 años en hombres y menores de 50 años en mujeres (todos son casos incidentes, ya que uno de los criterios de exclusión del estudio era el diagnóstico de osteoporosis), siendo las diferencias entre grupos de edad estadísticamente significativas. Encontramos que la prevalencia de osteoporosis en nuestra muestra es mayor en mujeres en todos los rangos de edad. La prevalencia de osteopenia sigue siendo mayor en las mujeres de todos los grupos de edad, salvo en la década ≥ 70 donde la prevalencia de osteopenia en hombres es mayor (estas diferencias entre géneros resultaron no significativas).

Hemos analizado la evolución de la media y la mediana (método LMS) en los diferentes parámetros de masa ósea (ver tabla 22 y figura 38) y de la media y mediana (LMS) del contenido mineral óseo en las diferentes regiones corporales (ver tabla 24 y figura 39):

El contenido mineral óseo total (CMO) (Kg). La media alcanza un pico en hombres en la década de los 40-49, para posteriormente comenzar a descender. En el caso de las mujeres se alcanza el pico antes (en la década 30-39) comenzando a descender a partir de entonces. El incremento de masa ósea desde la década 20-29 hasta el pico alcanzado es del 7% para hombres y del 6,8% para mujeres (siendo estas diferencias estadísticamente significativas). La mediana (p50) sigue en ambos sexos una evolución parecida; ligero ascenso hasta finales de la década de los 40 años, para comenzar a descender en las décadas posteriores. En mujeres el contenido mineral óseo es menor que en hombres, siendo la media en hombres de la década 20-29 2,55 kg y la media en mujeres de la misma década 1,90 kg, siendo de nuevo estas diferencias entre géneros significativas.

El contenido mineral ósea total (CMO) ajustado por altura (Kg/h²). La media alcanza un pico en hombres en la década de los 40-49 con descenso posterior y en mujeres en la década de los 30-39, que se mantiene en la siguiente década, para comenzar a descender a partir de las décadas 50-69. El incremento de masa ósea desde la década 20-29 hasta el pico alcanzado es del 7,4% para hombres y del 5,5% para las mujeres (aunque estas diferencias resultaron no significativas). La mediana también sigue una evolución parecida en ambos sexos; ascenso leve, meseta en la década de los 40 años y posterior descenso, siendo más acusado en varones a partir de mediados de la década de los 70 años. En mujeres en contenido mineral ósea ajustado por altura es algo menor que en hombres, así la media en hombres de la década 20-29 años es 0,81 Kg/m² y en mujeres de la misma década es 0,72 Kg/m², encontrando significación estadística para las diferencias entre géneros.

La densidad mineral ósea (DMO) en L1-L4 (g/cm²). La media alcanza en ambos sexos el pico en la década 40-49, para posteriormente descender conforme avanza la edad. El incremento de densidad ósea en región lumbar desde la década 20-29 hasta el pico alcanzado, es del 9% para los hombres y del 3,9% para las mujeres (diferencias no significativas). La mediana en hombres sufre un leve ascenso a lo largo de los años, hasta finales de la década de los 70 años, donde comienza

a disminuir bruscamente en los años posteriores. En el caso de las mujeres la mediana se mantiene prácticamente estable hasta finales de la década de los 40 años, momento en el que comienza a disminuir levemente hasta finales de la década de los 60 años, a partir de donde se mantiene estable. Como en los parámetros anteriores la densidad mineral ósea L1-L4 en mujeres es ligeramente menor, como ejemplo vemos que la media en hombres de la década 20-29 es de 1,019 g/cm², y en mujeres del mismo grupo de edad de 0.968 g/cm², siendo estas diferencias entre géneros, estadísticamente significativas.

La densidad mineral ósea (DMO) del cuello femoral (g/cm²). La media en hombres alcanza el pico en la década de los 30-39, sin embargo el pico en mujeres ya se ha alcanzado en el grupo más joven de estudio (década 20-29) para comenzar a descender a partir de ese grupo de edad, siendo los descensos más acusados en mujeres al pasar de la década 40-49 a la 50-69 (reducción de DMO del 7,8%) y al pasar de la década 50-69 a la ≥ 70 (reducción de DMO del 14,2%), encontrando las diferencias entre distintos grupos de edad significativas. La mediana en hombres sufre en descenso progresivo y lento a partir de la década de los 30 años. En el caso de las mujeres prácticamente se mantiene estable (mínimo descenso progresivo) hasta la década de los 50 años, donde se produce un descenso más acusado con el paso de los años. Los valores de las mujeres de nuestra muestra están por debajo del de los hombres en las diferentes décadas de edad, como ejemplo en la década 20-29 encontramos una media de 0,935 g/cm² en hombres y de 0,843 g/cm² en mujeres, siendo las diferencias entre géneros estadísticamente significativas.

Contenido mineral óseo (CMO) en MMSS (gr): la media en varones sufre un pico en la década de los 40-49, con descenso progresivo. En mujeres el pico se alcanza antes, en la década de los 30-39. El incremento de CMO en MMSS desde la década 20-29 hasta el pico alcanzado es del 14,9 % en varones y del 9,9% en mujeres, siendo estas diferencias significativas únicamente en mujeres. La mediana en hombres se estabilizada una vez alcanzado un pico-meseta a los 40 años que se mantiene hasta la década de los 70, a partir de entonces sufrirá un descenso brusco. En el caso de las mujeres el patrón de la curva del p50 también es de ascenso-meseta-descenso, con pico meseta a los 40 años manteniéndose también hasta la década de los 70 años, sufriendo entonces un descenso más lento y progresivo. Los valores de las mujeres están por debajo a los de los hombres, así en la década 20-29 encontramos una media 363,2 gr en hombres y 240,7 gr en mujeres, siendo estas diferencias entre géneros significativas.

Contenido mineral óseo (CMO) en MMII (gr): la media en varones al igual que en el apartado anterior, sufre un pico en la década de los 40-49, con descenso progresivo. En las mujeres el pico se alcanza una década anterior (década 30-39), con descenso progresivo con la edad. El incremento de CMO en MMII desde la década 20-29 hasta el pico alcanzado es del 9,1% en varones y del 3,9% en mujeres, encontrando las diferencias entre décadas estadísticamente significativas. En las curvas LMS vemos como el p50 en hombres tiene un patrón ascenso-pico-descenso, alcanzando dicho pico en la década de los 40; en el caso de las mujeres el p50 sufre un descenso progresivo con la edad. Como en las medidas anteriores la media de CMO en MMII en mujeres está por debajo de la media en hombres, así en la década 20-29 la media es de 1000,7 gr en hombres y de 703,7 gr en mujeres, siendo estas diferencias significativas.

Contenido mineral óseo (CMO) en tronco (gr): la media en varones también alcanza el pico en la década de los 40-49, y en las mujeres en la década 30-39. El incremento de CMO desde la década 20-29 años hasta el pico alcanzado es del 14,9% en varones y del 5,9% en mujeres, resultando estas diferencias únicamente significativas en mujeres. En la curva LMS el p50 en hombres sigue en patrón ascenso-pico/meseta-descenso, alcanzando este pico en la década de los 40 años, con una discreta reducción hasta la década de los 70, donde comienza con un descenso

brusco. En el caso de las mujeres se alcanza un pico en la década 30-39, para sufrir un descenso lento progresivo con el paso de los años. Los valores en las mujeres también son inferiores al de los hombres, así la media en el grupo 20-29 años es de 665,7 gr en hombres y de 531,1 gr en mujeres, encontrando diferencias significativas entre ambos géneros

Análisis descriptivos por décadas.

Variable	Década 20-29 n V/M n = 12 / n=20	Década 30-39 n V/M n = 11 / n=13	Década 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n = 13 / n=64	Décadas ≥ 70 n V/M n = 12 / n=27	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
CMO total (Kg). Media (DS).	Varón 2,5(0,2)	2,7(0,2)	2,7(0,4)	2,5(0,3)	2,3(0,4)	*p=0,02	†p=0,000
	Mujer 1,9(0,3)	2,0(0,2)	1,9(0,3)	1,8(0,3)	1,6(0,3)	*p=0,000	††HC 95%:0,65-0,85
CMO total/h2 (Kg/h2). Media (DS).	Varón 0,8(0,1)	0,9(0,1)	0,9(0,1)	0,8(0,1)	0,8(0,1)	N.S.	†p=0,000
	Mujer 0,7(0,1)	0,8(0,1)	0,8(0,1)	0,7(0,1)	0,7(0,1)	N.S.	††HC 95%:0,09-0,15
DMO L1-L4 (g/cm2). Media (DS).	Varón 1,019(0,155)	1,029(0,088)	1,111(0,151)	1,097(0,125)	1,030(0,154)	N.S.	†p=0,000
	Mujer 0,968(0,112)	1,002(0,196)	1,006(0,110)	0,925(0,148)	0,903(0,166)	N.S.	††HC 95%:0,06-0,15
DMO cuello femoral. Media (DS).	Varón 0,935(0,092)	0,971(0,128)	0,912(0,118)	0,843(0,132)	0,740(0,111)	*p=0,000	†p=0,000
	Mujer 0,843(0,111)	0,840(0,121)	0,835(0,145)	0,770(0,145)	0,661(0,146)	*p=0,000	††HC 95%:0,06-0,15

Tabla 22. Masa ósea (CMO-Contenido Mineral Óseo y DMO-Densidad Mineral Ósea) estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Variable: DMO cuello femoral	Década 20-29 n V/M n = 12 / n=19	Década 30-39 n V/M n = 11 / n=13	Década 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n = 13 / n=64	Décadas ≥ 70 n V/M n = 12 / n=27	Significación estadística	
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†
Osteoporosis n(%)	Varón 0	0	0	0	1(8,3)	*p=0,03	N.S.
	Mujer 0	0	0	2(3,1)	7(25,9)	*p=0,000	
Osteopenia n(%)	Varón 1(3)	1(9,1)	2(15,4)	5(38,5)	7(58,3)	*p=0,03	N.S.
	Mujer 4(21,1)	3(23,1)	5(22,7)	31(48,4)	13(48,1)	*p=0,000	
Normal n(%)	Varón 11(91,7)	10(90,9)	11(84,6)	8(61,5)	4(33,3)	*p=0,03	N.S.
	Mujer 15(78,9)	10(76,9)	17(77,3)	31(48,4)	7(25,9)	*p=0,000	

Tabla 23. Densidad ósea según T score de DMO cuello femoral estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en casos prevalentes y porcentaje.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable.

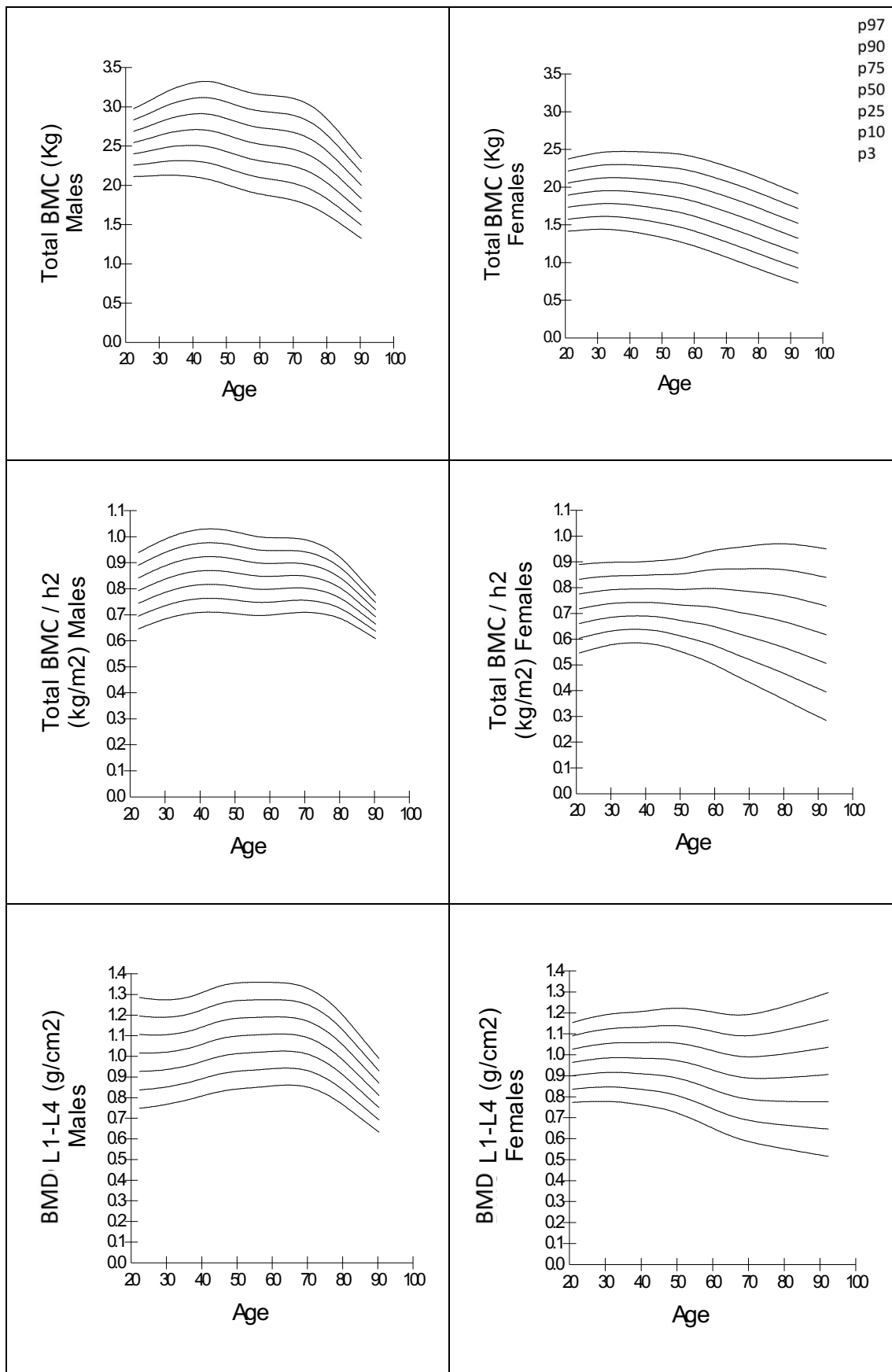
Variable	Década 20-29 n V/M n = 12 / n=20	Década 30-39 n V/M n = 11 / n=13	Década 40-49 n V/M n = 13 / n=22	Décadas 50-69 n V/M n = 13 / n=45	Décadas ≥ 70 n V/M n = 11 / n=26	Significación estadística		
						Entre grupos de edad*	Entre géneros†	
CMO MMSS (gr). Media (DS).	Varón	363,2(53,0)	408,0(41,0)	422,4(53,5)	403,7(43,1)	383,4(91,0)	N.S.	tp=0,000
	Mujer	240,7(32,4)	274,6(37,2)	273,5(35,7)	259,0(41,8)	225,5(61,4)	*p=0,001	††IC 95%:-127,47 -159,33
CMO Tronco (gr). Media (DS)	Varón	665,7(60,9)	718,3(70,9)	765,2(138,0)	715,5(120,0)	636,5(127,0)	N.S.	tp=0,000
	Mujer	531,1(79,4)	562,9(76,4)	536,6(93,5)	477,0(112,7)	410,8(105,2)	*p=0,000	††IC 95%:-176,39 -245,66
CMO MMIII (gr). Media (DS)	Varón	1000,7(138,6)	1096,5(138,8)	1100,9(174,0)	1011,9(103,6)	886,4(170,1)	*p=0,000	tp=0,000
	Mujer	703,7(94,1)	731,6(97,0)	701,0(117,3)	634,8(110,1)	559,0(119,4)	*p=0,000	††IC 95%:-327,59 -412,01

Tabla 24. Contenido mineral óseo (CMO) en las diferentes regiones corporales estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar. MMSS: miembros superiores (suma CMO brazo izquierdo y CMO brazo derecho). MMIII: miembros inferiores (suma CMO pierna izquierda y CMO pierna derecha).

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable. †† intervalo de confianza de las diferencias de medias entre géneros.

Curvas poblacionales



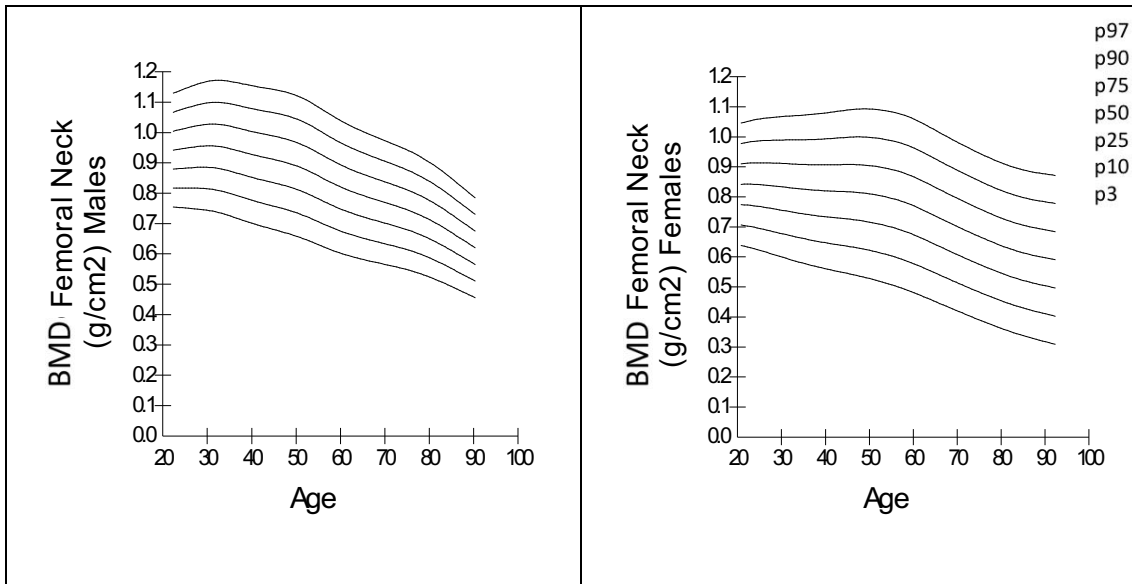


Figura 38. Curvas poblacionales sobre masa ósea en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Total BMC (Bone mineral content): Contenido mineral óseo (CMO) total; Total BMC / h²: Contenido mineral óseo (CMO) ajustado por altura al cuadrado; BMD (Bone mineral density) L1-L4: Densidad mineral ósea (DMO) L1-L4; BMD (Bone mineral density) Femoral Neck: Densidad mineral ósea (DMO) cuello femoral.

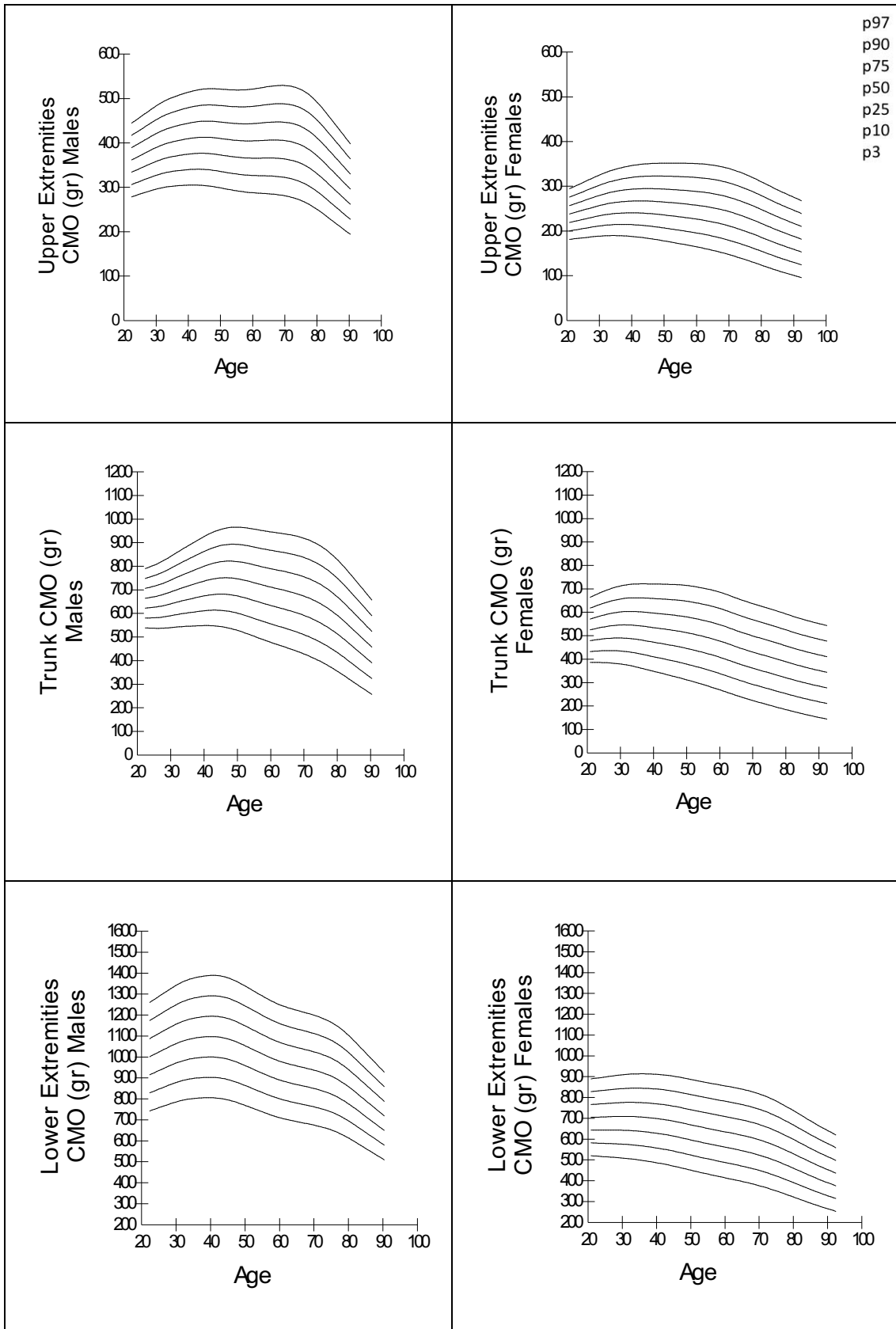


Figura 39. Curvas poblacionales sobre contenido mineral óseo (gr) en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Upper extremities BMC (Bone mineral content): Contenido mineral óseo (CMO) en miembros superiores; Trunk BMC (Bone mineral content): Contenido mineral óseo (CMO) en tronco. Lower extremities BMC (Bone mineral content): Contenido mineral óseo (CMO) en miembros inferiores.

7.- Sarcopenia en población general sevillana.

Para el diagnóstico de certeza de sarcopenia es preciso demostrar baja fuerza muscular y baja cantidad muscular, según los criterios del grupo europeo para el estudio de sarcopenia (EWGSOP2) (18).

Se han realizado diversos estudios y se han realizado diferentes consensos para establecer los puntos de corte de estas medidas (habitualmente el valor de la media -2DS del grupo entre 20 y 39 años).

El grupo EWGSOP2 establece el corte para baja fuerza muscular medida con fuerza de agarre en $<27\text{kg}$ en hombres y $<16\text{kg}$ en mujeres (en este caso se utilizó -2,5DS para mayor poder de discriminación). Para definir baja cantidad muscular utiliza dos medidas; la masa magra apendicular, y la masa magra apendicular ajustada por altura. Los puntos de corte establecidos para la masa magra apendicular son de $<20\text{kg}$ en hombres y $<15\text{kg}$ en mujeres, y para la masa magra apendicular ajustada por altura son de $<7\text{kg}/\text{m}^2$ en hombres y $<6\text{kg}/\text{m}^2$ en mujeres (18).

El estudio realizado en Reino Unido por Dodds et al en 2014, analiza los datos de 12 estudios en los que se recoge la fuerza de agarre. Para definir los puntos de corte se utilizaron puntajes T de -2.5, para la media máxima de fuerza, que fue de 51,9 kg en los hombres y 31,4 kg en las mujeres, y que ambos ocurrieron a los 32 años. Al calcular la media -2.5DS se obtiene el punto de corte de $<27\text{kg}$ en hombres y 16kg en mujeres, y estos fueron los datos que utilizó el grupo EWGSOP2 para su definición (41).

El proyecto FNIH (realizado en EEUU) establece como puntos de corte para la fuerza de agarre $<26\text{kg}$ en hombres y $<16\text{kg}$ en mujeres. Para establecer baja masa muscular recomienda utilizar de elección la masa magra apendicular ajustada por el IMC y como alternativa la masa magra apendicular sin ajustar. Se establecen como puntos de corte para la masa magra apendicular ajustada por IMC $<1,0$ en hombres y $<0,56$ en mujeres, y para la masa magra apendicular sin ajustar $<19,75\text{kg}$ en hombres y $<15,02\text{kg}$ en mujeres (29).

El estudio GEELONG (realizado en Australia) establece como puntos de corte para la masa magra apendicular ajustada por la altura al cuadrado los valores de $<6,94$ para hombres y $<5,3$ para mujeres, utilizando para su cálculo la media -2DS de la población de referencia. (43).

El grupo asiático AWGS establece como puntos de corte para la fuerza de agarre $<26\text{kg}$ en hombres y $<16\text{kg}$ en mujeres. Para la masa muscular ajustada por la altura se establece como puntos de corte $<7\text{kg}/\text{m}^2$ para los hombres y $<5,4$ para las mujeres. También este grupo recomienda para el cálculo de los puntos de corte la media -2DS de la población de referencia (46).

7.1.- Puntos de corte y prevalencia de baja fuerza muscular en población general sevillana

Hemos utilizado dos posibles opciones para el cálculo del valor de referencia para definir una baja fuerza muscular, según la diferente corriente de autores:

1.- Como primera opción, calculamos la media de la fuerza muscular medida mediante dinamometría -2DS población de referencia (20-39 años de edad, estratificado en hombres y mujeres), obteniendo como valor de referencia para definir fuerza muscular baja: 7,95 kg en mujeres y 22,94 kg en hombres. Ver tabla 25. Ya en el estudio multicéntrico de Dodds et al, se utilizó como punto de corte la media -2DS o -2,5DS para aquellas poblaciones en las que se precisara mayor poder discriminación (41).

SEXO	Edad para puntos de corte		N	Media	Desviación	Media – 2 DS
VARÓN	Grupo punto corte (20-39)	DINAMOMETRÍA	14	42,0	9,5	22,9
		N válido (por lista)	14			
MUJER	Grupo punto corte (20-39)	DINAMOMETRÍA	33	30,0	11,0	7,9
		N válido (por lista)	33			

Tabla 25. Descriptivo de dinamometría (kg) ajustado por sexo y por grupos de edad <40 y ≥40 años en nuestra muestral.

2.- Otra opción para definir el punto de corte para baja fuerza muscular es calcular el p20 o q1 en los diferentes grupos de edad. En el estudio (77) de Yoo et al, se utilizan los datos de fuerza de agarre del estudio poblacional coreano KHANES IV, en el que se define como punto de corte el Q1 de la población anciana de referencia. La tabla 26 muestra el quintil 1 o p20 de fuerza muscular para grupo de edad estratificado por sexo.

Dinamometría dominante (Q1 o P20)				
VARÓN	Décadas 50-69	N	Válido	12
		Percentiles	20	38,4
	Décadas ≥ 70	N	Válido	10
		Percentiles	20	28,0
MUJER	Décadas 50-69	N	Válido	34
		Percentiles	20	20,0
	Décadas ≥ 70	N	Válido	23
		Percentiles	20	12,0

Tabla 26. Percentil 20 o Quintil 1 de fuerza muscular estratificado por sexo y por grupos de edad en nuestra muestra.

Aplicando los puntos de corte (media -2DS) para fuerza muscular baja en nuestra propia muestra, vemos que el poder discriminatorio de estos puntos de corte es muy bajo – nulo, ya que el 95,5% de los hombres del grupo control ≥50 años y el 100% de las mujeres ≥50 años tenían una fuerza normal. Ver tabla 25 y 27.

Por este motivo aplicamos como puntos de corte el p20 en la población ≥ 70 años, encontramos en dicho grupo de edad de la población control una prevalencia de fuerza disminuida del 30% en hombres y del 21,7% en mujeres. También hemos aplicado el p20 en la población entre 50-69 años encontrando una prevalencia de 29,4% en mujeres y 16,7% en hombres (tabla 26 y 27).

SEXO	GRUPO DE EDAD	MÉTODO PARA DEFINIR PUNTO DE CORTE	PUNTO DE CORTE	PREVALENCIA SEGÚN MÉTODO APLICADO
HOMBRES	50-69	Media - 2DS grupo referencia	22,95 kg	0%
		P20 del mismo grupo de edad	38,4 kg	16,7%
	≥70	Media -2DS grupo referencia	22,95 kg	10%
		P20 del mismo grupo de edad	28 kg	30%
MUJERES	50-69	Media -2DS grupo referencia	7,96 kg	0%
		P20 del mismo grupo de edad	20 kg	29,4%
	≥70	Media -2DS grupo referencia	7,96 kg	0%
		P20 del mismo grupo de edad	12 kg	21,7%

Tabla 27. Prevalencia de fuerza disminuida en nuestra muestra, aplicando el p20 del mismo grupo de edad y la media - 2 DS del grupo de referencia, en los grupos 50-69 años y ≥70 años, estratificado en sexo.

7.2.- Puntos de corte y prevalencia de baja masa muscular en población general sevillana

Hemos señalado las diferentes medidas que hemos considerado (por ser las más utilizadas) para el cálculo de los puntos de corte que nos permitan identificar a las personas con baja masa muscular. Para ello hemos calculado el valor resultante de la media -2DS de las variables masa magra apendicular, y ésta misma ajustada por altura al cuadrado y el IMC, obteniendo los siguientes resultados:

- Como punto de corte para la masa magra apendicular obtenemos 20 kg en hombres y 11,21 kg en mujeres.
- Para la masa magra apendicular ajustada por altura 6,41Kg en hombres y 4,34 en mujeres.
- Para la masa magra apendicular ajustada por IMC 0,80 en hombres y 0,46 en mujeres.

Este ajuste lo hemos hecho basándonos en el estudio GEELONG (43) y el del grupo asiático AWGS (46), ambos utilizaron la media - 2DS de la población de referencia para el cálculo de los puntos de corte. Ver tabla 28.

SEXO	Edad para puntos de corte		N	Media	Desviación	Media -2DS
VARON	Grupo punto corte (20-39)	Appendicular Lean Mass (Kg)	23	25,1	2,6	20,01
		Appendicular Lean Mass Index (kg/m ²)	23	8,0	,8	6,42
		Appendicular Lean Mass Index (Kg/IMC)	23	1,0	,1	0,80
		N válido (por lista)	23			
MUJER	Grupo punto corte (20-39)	Appendicular Lean Mass (Kg)	33	15,9	2,3	11,21
		Appendicular Lean Mass Index (kg/m ²)	33	6,0	,8	4,34
		Appendicular Lean Mass Index (Kg/IMC)	33	,6	,1	0,46
		N válido (por lista)	33			

Tabla 28. Descriptivo de parámetros de masa muscular apendicular ajustado por sexo y grupos de edad en la muestra. Puntos de corte para diagnóstico de baja masa muscular (en color verde). Appendicular Lean Mass: Masa magra apendicular; Appendicular Lean Mass Index (kg/m²): Índice de masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado; Appendicular Lean Mass Index (kg/IMC): Índice de masa magra apendicular ajustada por IMC.

Con estos datos expuestos hemos calculado la prevalencia de baja masa muscular (sarcopenia) en nuestra población, en las diferentes edades, con los diferentes puntos de corte (tabla 29). Hemos utilizado el índice de masa magra apendicular ajustada por el IMC, descartándose el ajuste por altura al cuadrado, por los motivos que explicaremos en la discusión.

Variable		Década 20-29 n V/M n=12/n=20	Década 30-39 n V/M n=11/n=13	Década 40-49 n V/M n=13/n=21	Décadas 50-69 n V/M n=13/n=43	Décadas ≥ 70 n V/M n=10/n=26
Masa muscular baja. n(%) <i>Como punto de corte valores del índice de masa magra apendicular ajustado por IMC ≤0,8 para hombres y ≤0,46 para mujeres.</i>	Varón *†	0(0)	0(0)	1(7,7)	6(46,2)	10(100)
	Mujer †	1(5)	0(0)	1(4,8)	6(14,0)	7(26,9)
Masa muscular baja. n(%) <i>Como punto de corte valores del índice de masa magra apendicular ajustado por altura² ≤6,42 para hombres y ≤4,34 para mujeres.</i>	Varón	1(8,3)	0(0)	0(0)	0(0)	2(18,2)
	Mujer	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
Masa muscular baja. n(%) <i>Como punto de corte valores de la masa magra apendicular sin ajustar ≤20 para hombres y ≤11,21 para mujeres.</i>	Varón	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(27,3)
	Mujer	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)

Tabla 29. Prevalencia de masa muscular baja tomando varios puntos de cortes.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable.

En la tabla 29 vemos como la prevalencia de baja masa muscular (medida por masa magra apendicular ajustada por IMC) también aumenta a partir de los 50 o más años de edad, siendo en el grupo ≥ 70 del 100% en varones y del 26,9% en mujeres. Observamos también mayor prevalencia de masa muscular baja en hombres. Las diferencias entre décadas fueron significativas sólo para hombres. Y las diferencias entre géneros también fueron significativas. En la discusión comentaremos los motivos referentes al diseño del estudio, que han dado lugar a esta alta prevalencia en hombre ≥ 70 años. Vemos como al utilizar otros puntos de corte las prevalencias en los diferentes grupos de edad son muy bajas.

Comparativa con los puntos de corte de otros estudios poblacionales

Comparamos en la tabla 30 los resultados obtenidos con los otros puntos de referencia utilizados en otras poblaciones:

	EWGSOP2 (Europa)		FNIH (EEUU)		Geelong Study (Australia)		AWGS (Asia)		Estudio en población sevillana	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer
Índice de masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado (kg/m ²)	<7	<6			<6,94	<5,3	<7	<5,4	<6,4	<4,3
Índice de masa magra apendicular ajustada por IMC (kg/IMC)			<1,0	<0,56					<0,80	<0,46
Masa magra apendicular (Kg)	<20	<15	<19,75	<15,02					<20	<11,2
Fuerza agarre (kg)	<27	<16	<26	<16			<26	<18	<28 (≥70 años) <38,4 (50-69 años)	<12 (≥70 años) <20 (50-69 años)

Tabla 30. Comparativa de los diferentes puntos de corte en los estudios poblacionales realizados. EWGSOP2 (European Working Group on Sarcopenia in Older People), FNIH (Foundation for the National Institutes of Health), AWGS (Asian Working Group for Sarcopenia).

- Vemos como el índice de masa magra apendicular ajustado por altura al cuadrado, en nuestra muestra ofrece puntos de corte inferiores a otros estudios, por lo que el poder discriminatorio es bajo.
- En el caso de la masa magra apendicular, en hombres el punto de corte es muy similar a los puntos de corte recomendados por otros estudios (europeo y americano), siendo el punto de corte para mujeres en nuestro estudio inferior.
- Al comparar los resultados de nuestros puntos de corte (índice de masa magra apendicular ajustada por el IMC) con los de la FNIH, encontramos que nuestros resultados tanto en hombres como en mujeres son algo inferiores, pero que en nuestra muestra nos han permitido discriminar casos de baja masa muscular.
- Sobre la fuerza de agarre, los puntos de corte de nuestra muestra se encuentran muy por debajo de los valores de estudios previos, siendo muy poco discriminatorios para la detección de fuerza baja cuando utilizamos la media -2DS de la población sana de 20 a 39 años. Cuando aplicamos como punto de corte el p20 por grupos de edad, vemos que el punto de corte para mayores de 70 años si tiene mayor poder discriminatorio para diagnosticar una baja fuerza muscular.

7.3.- Prevalencia de sarcopenia (Baja masa + baja fuerza muscular) en población general sevillana

Hemos definido hasta ahora los puntos de corte en nuestra muestra para definir baja masa muscular (índice de masa magra apendicular ajustado por IMC) y baja fuerza muscular (fuerza de agarre). Según la definición del grupo EWGSOP2, hacen falta la presencia de estas dos circunstancias para poder definir sarcopenia. Si añadimos además la presencia de función muscular baja (mediante test SPPB), podremos hablar de sarcopenia grave.

Combinamos estos resultados para determinar la prevalencia de casos con sarcopenia y sarcopenia grave en nuestra muestra, utilizando los puntos de corte determinados para nuestra población (índice de masa magra apendicular ajustado por IMC $\leq 0,8$ en hombres y $\leq 0,46$ en mujeres para todas las edades, y dinamometría ≤ 28 kg en hombres y ≤ 12 kg en mujeres para mayores de 70

años). Debido a que en nuestra muestra sólo calculamos el punto de corte de dinamometría mediante el Q1 del grupo 50-69 y ≥ 70 años, se hacen los cálculos de prevalencia para estos grupos de edad. Para el SPPB se utiliza el punto de corte ≤ 8 puntos, para definir funcionalidad baja, según los criterios del grupo EWGSOP2 (18).

Hemos encontrado que de todos los sujetos de nuestra muestra que padecían sarcopenia en el grupo ≥ 70 , ésta era ya grave. Así la prevalencia de sarcopenia (grave en todos los casos) fue de un 22% en los hombres y de un 18% en las mujeres mayores de 70 años de nuestra muestra. En el caso del grupo 50-69 encontramos una prevalencia de sarcopenia del 8,3% en hombres y del 5,4% en mujeres, no siendo en ningún caso sarcopenia grave. Estos hallazgos no fueron significativos, salvo las diferencias encontradas entre diferentes décadas para la prevalencia de sarcopenia grave en mujeres. Ver tabla 31.

Variable		Décadas 50-69 n V/M n=12/n=37	Décadas ≥ 70 n V/M n=9/n=22	Significación estadística	
				Entre grupos de edad*	Entre géneros†
SARCOPENIA n(%): Masa muscular baja + Fuerza baja	Varón	1(8,3)	2(22,2)	NS	NS
	Mujer	2(5,4)	4(18,1)	NS	
SARCOPENIA GRAVE n(%): Masa muscular baja + Fuerza baja + Función baja	Varón	0(0)	2(22,2)	NS	NS
	Mujer	0(0)	4(18,1)	*p=0,01	

Tabla 31. Prevalencia de sarcopenia y sarcopenia grave en las décadas 50-69 y ≥ 70 años, estratificado por sexo.

* significación estadística entre grupos de edad para una misma variable.

† significación estadística entre diferentes géneros para una misma variable.

7.4.- Factores asociados a baja masa muscular

Analizamos mediante regresión y test de Rho de Spearman por variables que no siguen distribución normal, la relación entre distintas variables funcionales (SPPB, dinamometría), nutricionales (IMC, MNA screening) y analíticas (IGF1, Vitamina D, Proteínas totales, prealbúmina) con el índice de masa magra apendicular ajustada por el IMC.

Incluimos en este análisis todos los sujetos de la muestra. Ver tabla 32.

Rho Spearman	Índice de masa magra apendicular ajustada por IMC	Significación bilateral
IMC	Rho -0,387*	*p=0,01
MNA	Rho +0,064	N.S.
Dinamometría dom.	Rho +0,714*	*p=0,01
SPPB	Rho +0,507*	*p=0,01
Vitamina D	Rho -0,114	N.S.
IGF1	Rho +0,076	N.S.
Proteínas totales	Rho +0,324*	*p=0,05

Tabla 32. Análisis de regresión y Rho de Spearman de diferentes variables y el índice de masa magra apendicular ajustado por IMC. Se indica significación estadística con $p < 0,05$. Abreviaturas; PINP: Procollagen Type 1 N-terminal propeptide. CTx: C-terminal telopeptide of type I collagen. IGF-1: Insulin-like growth factor type 1.

Hemos encontrado una correlación estadísticamente significativa en el caso de el IMC (Rho -0,387, relación negativa débil), Dinamometría (Rho +0,714, relación positiva moderada), el test SPPB (Rho +0,507, relación positiva moderada) y las proteínas totales (Rho +0,324, relación positiva débil)

En el caso del IMC, podemos decir que existe una relación negativa de manera que a mayor IMC, menor índice de masa magra apendicular ajustado por el IMC, dato que podría explicarse por tener en el denominador el propio IMC. En el caso de la dinamometría, encontramos significación en una relación lógica en la clínica, a mayor masa muscular, mayor fuerza en la dinamometría, siendo esta relación positiva moderada. Igual ocurre con el test SPPB, que mide la función del sujeto, encontrando a mayor masa muscular mayor puntuación en funcionalidad, siendo esta relación positiva moderada.

De todos los parámetros analíticos tan solo hemos encontrado significación estadística en las proteínas totales (Rho +0,324, relación positiva débil), pudiendo sugerir la relación del estado nutricional con la masa muscular.

Pasamos ahora a analizar mediante gráficos de dispersión la morfología de estas relaciones (para verificar linealidad o no).

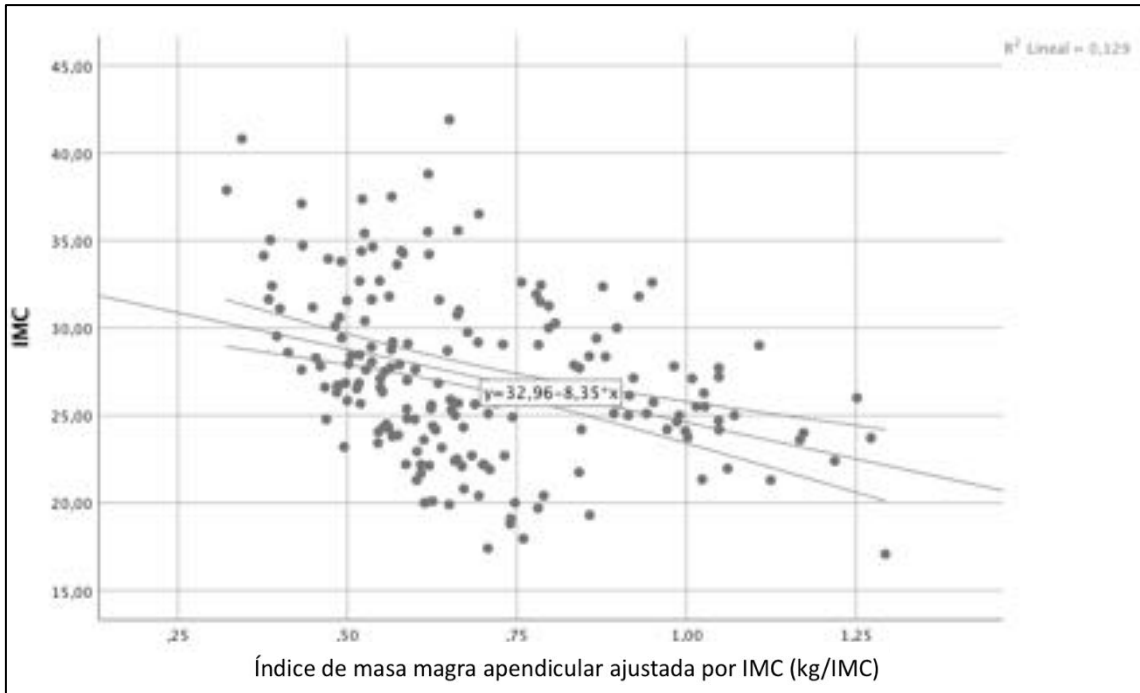


Figura 40. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustada por IMC e IMC.

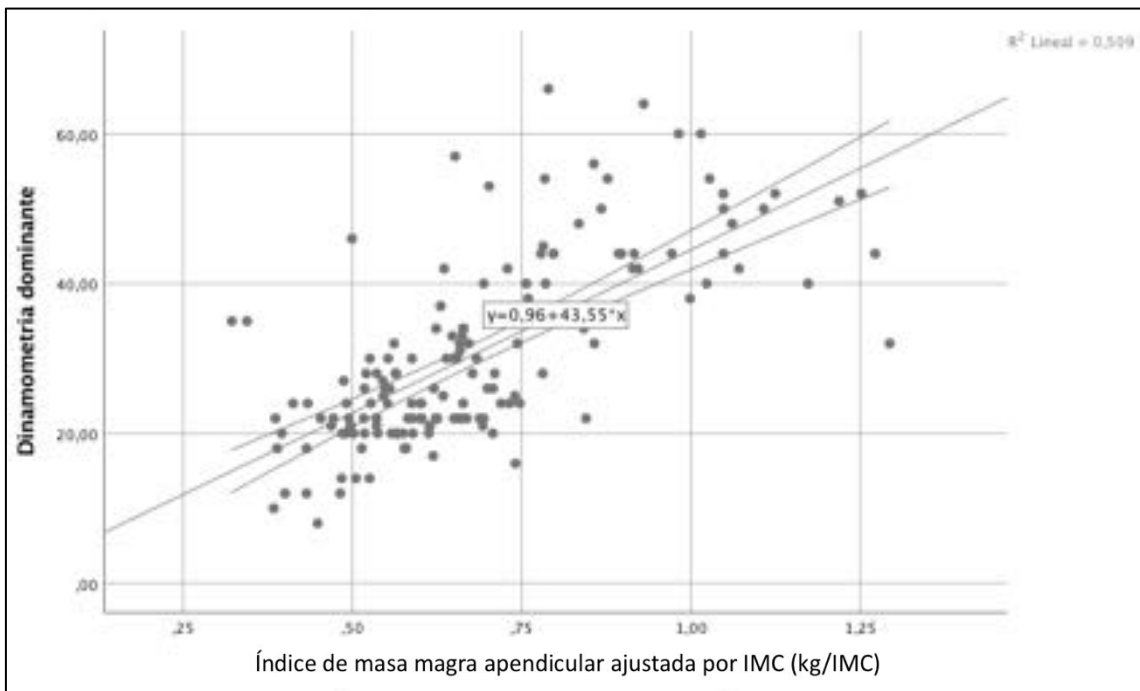


Figura 41. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y dinamometría.

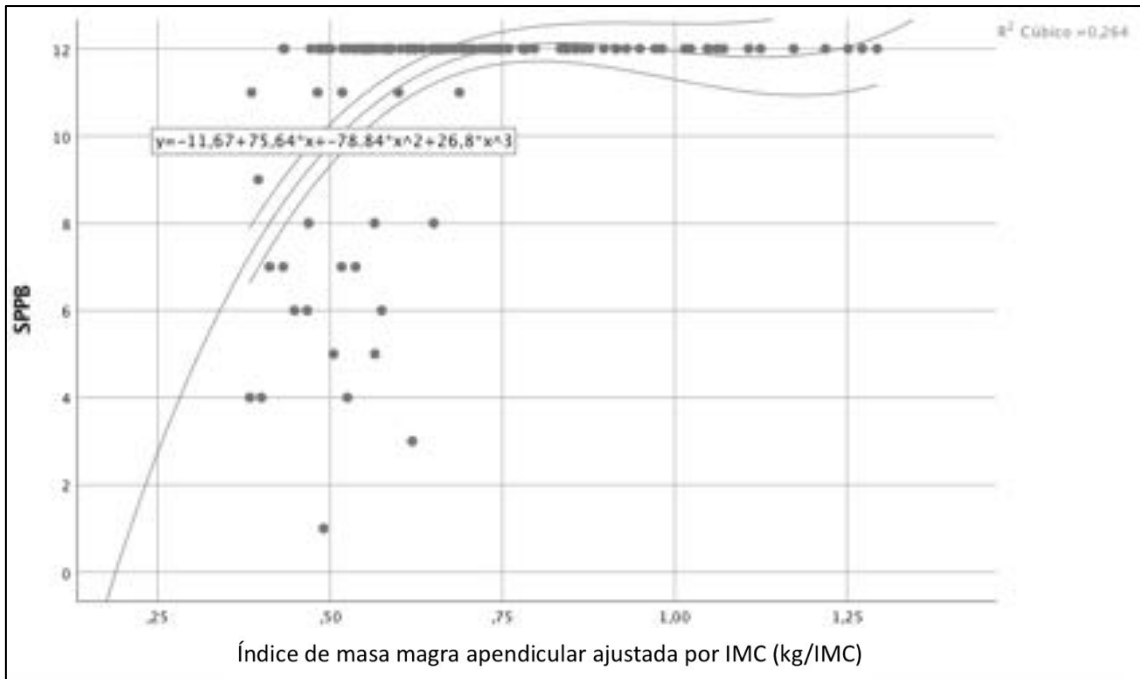


Figura 42. Gráfico de dispersión de puntos Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y SPPB.

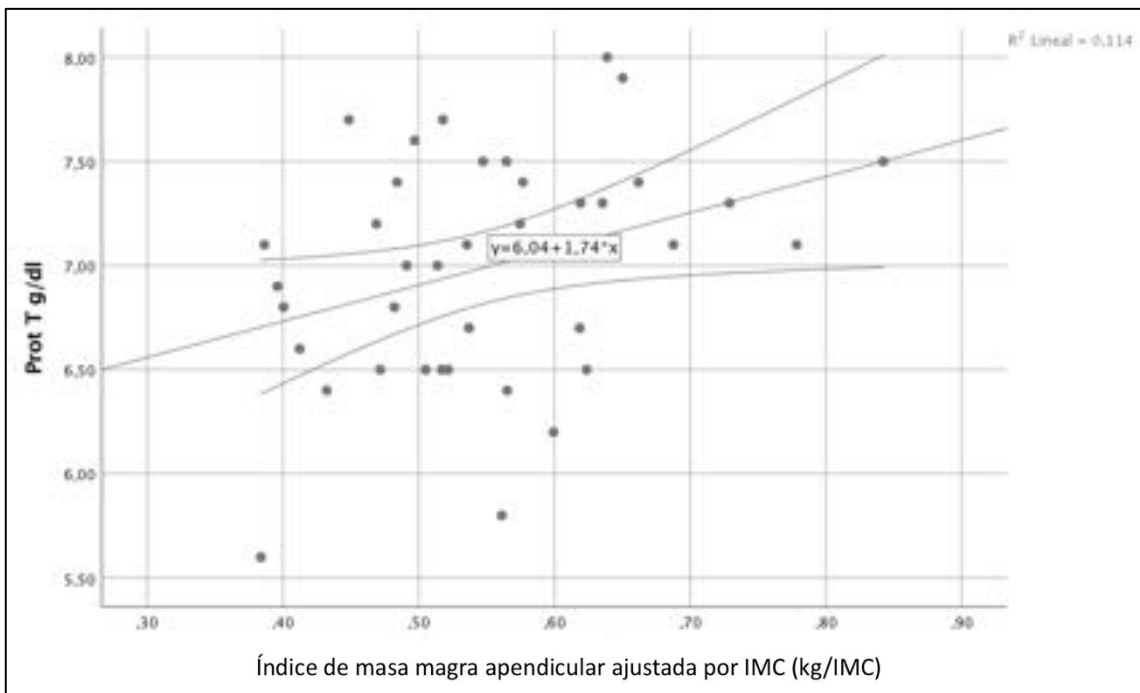


Figura 43. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y proteínas totales.

Como bien hemos visto en las figuras 40-43, encontramos varios factores asociados a la baja masa muscular (IMC, Dinamometría, SPPB y Proteínas totales), siendo la relación lineal positiva en el caso de la dinamometría y las proteínas totales, lineal negativa en el caso del IMC, y no lineal en el caso de SPPB.

8.-Interrelaciones de los distintos compartimentos corporales

8.1.- Correlación Masa muscular apendicular y Masa ósea:

Medimos la masa muscular mediante el índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y la masa ósea mediante la DMO de cuello femoral (g/cm²). Se realizan test de normalidad para ambos parámetros.

Al resultar la DMO de cuello femoral una distribución normal, pero la masa magra apendicular/IMC no, utilizamos un test de correlación no paramétrico (Rho de Spearman).

			DMO Cuello femoral (g/cm ²)	Appendicular Lean Mass Index (IMC) (Kg/IMC)
Rho de Spearman	DMO Cuello femoral (g/cm ²)	Coefficiente de correlación	1,000	,410**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	208	181
	Appendicular Lean Mass Index (IMC) (Kg/IMC)	Coefficiente de correlación	,410**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	181	182

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

Tabla 33. Test de correlación entre DMO cuello femoral y Masa magra apendicular/IMC.

Encontramos un valor de Rho de + 0,410, significativo; lo que quiere decir que existe una relación positiva moderada entre ambas variables.

En el gráfico de dispersión apreciamos visualmente una recta de regresión lineal simple, con el intervalo de confianza con respecto a la media.

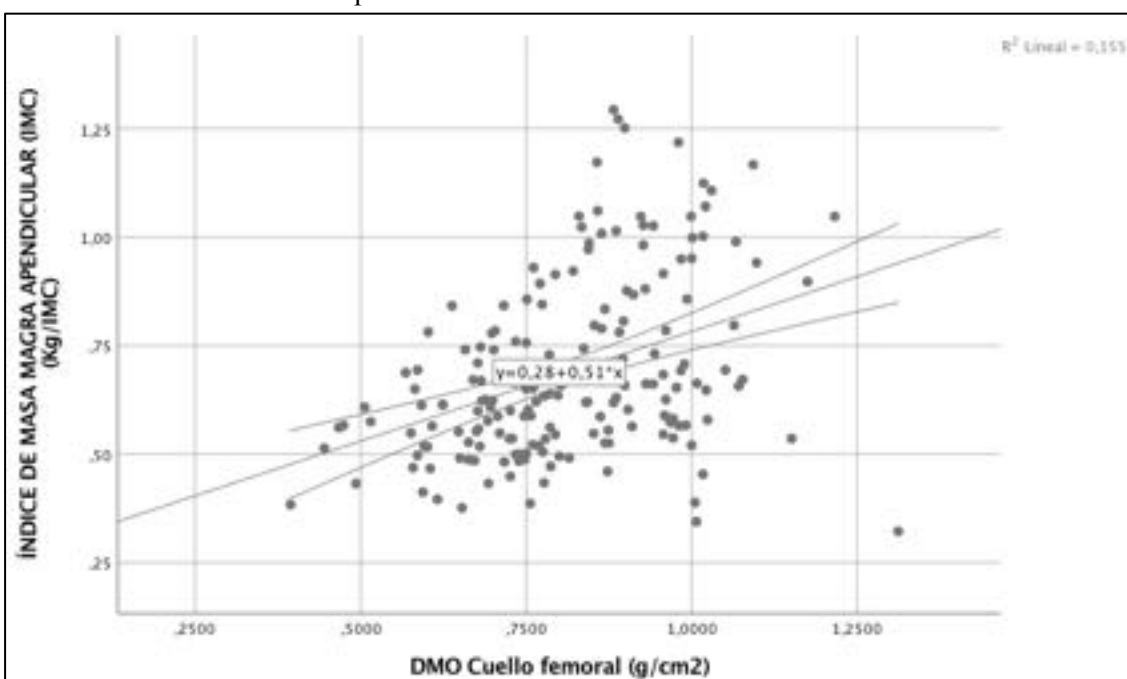


Figura 44. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral e índice de masa magra apendicular ajustada por IMC.

Podemos concluir que masa ósea (medida en DMO de cuello) y masa muscular (medida en índice de masa magra apendicular ajustada por IMC) están interrelacionadas significativamente en nuestra muestra. De manera que cuanto mayor masa muscular mejores niveles de masa ósea.

8.2.- Correlación Fuerza Muscular (dinamometría) y Masa ósea:

Medimos la fuerza muscular mediante dinamometría dominante (Kg) y la masa ósea mediante la DMO de cuello femoral (g/cm²). Se realizan test de normalidad para la dinamometría dominante (Kg), pues ya anteriormente se vio que la DMO de cuello femoral seguía una distribución normal ($p > 0,05$).

Al seguir la variable dinamometría dominante una distribución no normal, utilizamos un test de correlación no paramétrico (Rho de Spearman).

			DMO Cuello femoral (g/cm ²)	Dinamometría dominante
Rho de Spearman	DMO Cuello femoral (g/cm ²)	Coefficiente de correlación	1,000	,408**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	208	154
	Dinamometría dominante	Coefficiente de correlación	,408**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	154	157

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

Tabla 34. Test de correlación entre DMO cuello femoral y dinamometría dominante.

Encontramos un valor de Rho de + 0,408, significativo, lo que quiere decir que existe una relación positiva moderada entre ambas variables.

En el gráfico de dispersión apreciamos visualmente una recta de regresión lineal simple, con su intervalo de confianza respecto a la media.

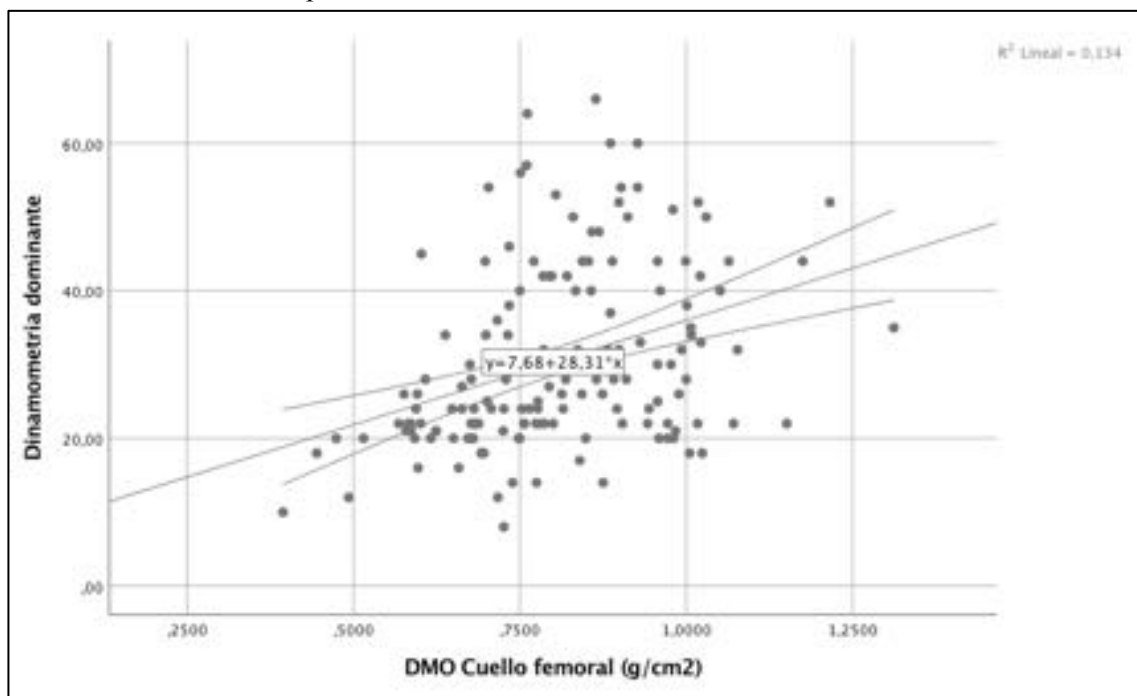


Figura 45. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y Dinamometría.

Dado estos hallazgos podemos afirmar que hemos encontrado evidencias de que existe una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables. Podemos concluir que a mayor fuerza muscular encontraremos mayor masa ósea en cuello femoral.

8.3.- Correlación Función Muscular (SPPB) y Masa ósea:

Medimos la función muscular mediante el test SPPB y la masa ósea mediante la DMO de cuello femoral (g/cm²). Se realizan test de normalidad para el Test SPPB, pues ya anteriormente se vió que la DMO de cuello femoral seguía una distribución normal ($p > 0,05$).

Al seguir el test SPPB con una distribución no normal, utilizamos un test de correlación no paramétrico (Rho de Spearman).

			DMO Cuello femoral (g/cm ²)	SPPB
Rho de Spearman	DMO Cuello femoral (g/cm ²)	Coefficiente de correlación	1,000	,338**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	208	128
	SPPB	Coefficiente de correlación	,338**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	128	129

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

Tabla 35. Test de correlación entre DMO cuello femoral y SPPB.

Encontramos un valor de Rho de + 0,338, significativo, lo que quiere decir que existe una relación positiva moderada entre ambas variables.

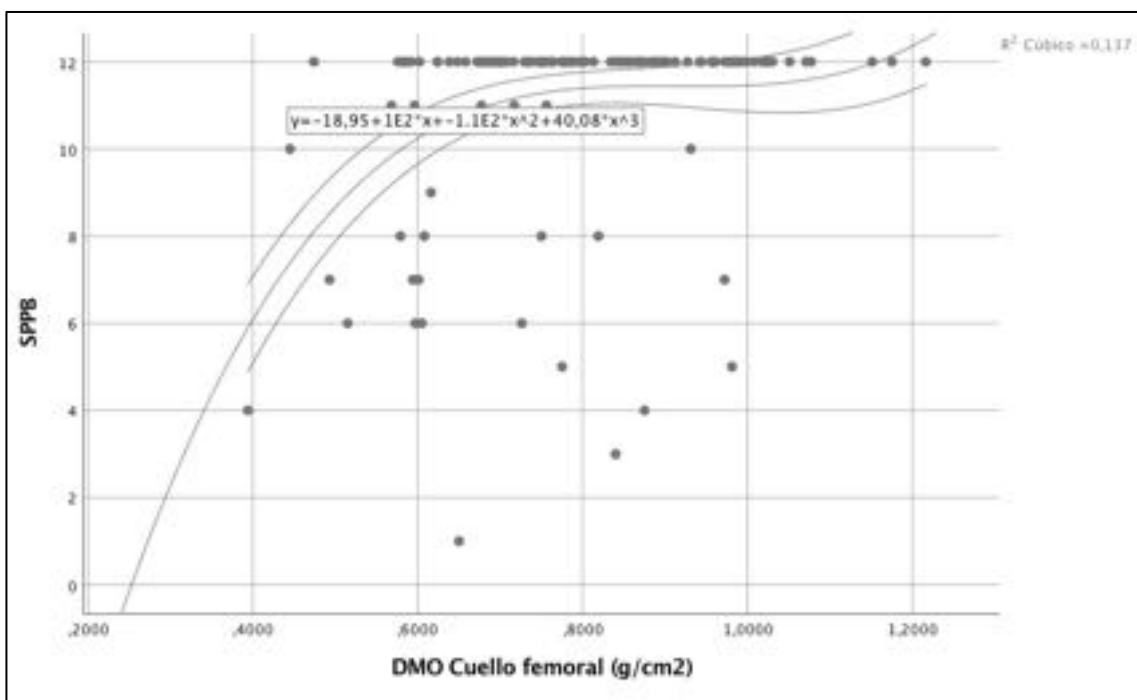


Figura 46. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y SPPB.

En el gráfico de dispersión de puntos, la tendencia no es recta, debido probablemente a que la variable SPPB es ordinal.

Hemos encontrado una relación significativa entre ambas variables (Rho de. + 0,338), por lo que podemos concluir que mayor puntuación en el test SPPB, encontraremos mayor masa ósea en cuello femoral.

8.4.- Correlación Masa grasa y Masa ósea:

Utilizamos para valorar el compartimento graso una variable de cantidad (índice de masa grasa ajustada por altura o FMI de Fat Mass Index) y otra de distribución de la masa grasa (%grasa tronco/%grasa en piernas). Analizamos la distribución de cada una de ellas.

Encontramos que la distribución del índice de masa grasa y del del %grasa en tronco/%grasa siguen una distribución no normal ($p < 0,05$), En el apartado anterior vimos como la DMO de cuello femoral también seguía una distribución normal ($p < 0,05$) por lo que utilizamos a priori un test de correlación no paramétrico (Rho Spearman) para la cantidad de grasa, distribución de grasa y la DMO.

		FAT MASS INDEX (h2) (KG/M2)	DMO Cuello femoral (g/cm2)
Rho de Spearman	FAT MASS INDEX (h2) (KG/M2)	1,000	-,211*
	Coeficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		,014
	N	136	135
DMO Cuello femoral (g/cm2)	DMO Cuello femoral (g/cm2)	-,211*	1,000
	Coeficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		,014
	N	135	208

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

Tabla 36. Test de correlación entre DMO cuello femoral y Grasa total.

Encontramos un valor de Rho -0,211 existiendo una correlación negativa escasa, significativa, entre ambas variables (DMO cuello y índice de masa grasa).

		DMO Cuello femoral (g/cm2)	%Fat Trunk/% Fat Legs
Rho de Spearman	DMO Cuello femoral (g/cm2)	1,000	,104
	Coeficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		,158
	N	208	185
%Fat Trunk/%Fat Legs	%Fat Trunk/%Fat Legs	,104	1,000
	Coeficiente de correlación		
	Sig. (bilateral)		,158
	N	185	186

Tabla 37. Test de correlación entre DMO cuello femoral y %grasa tronco / %grasa piernas.

Encontramos un valor de Rho +0,104 existiendo una correlación positiva escasa, no significativa, entre ambas variables (DMO cuello y %grasa tronco/%grasa en piernas).

En los gráficos de dispersión vemos una tendencia débil entre el índice de masa grasa y la distribución grasa de manera que a menor cantidad grasa mayor masa ósea y a mayor predominio de grasa en tronco mayor masa ósea, como podemos ver en las figuras 47 y 48.

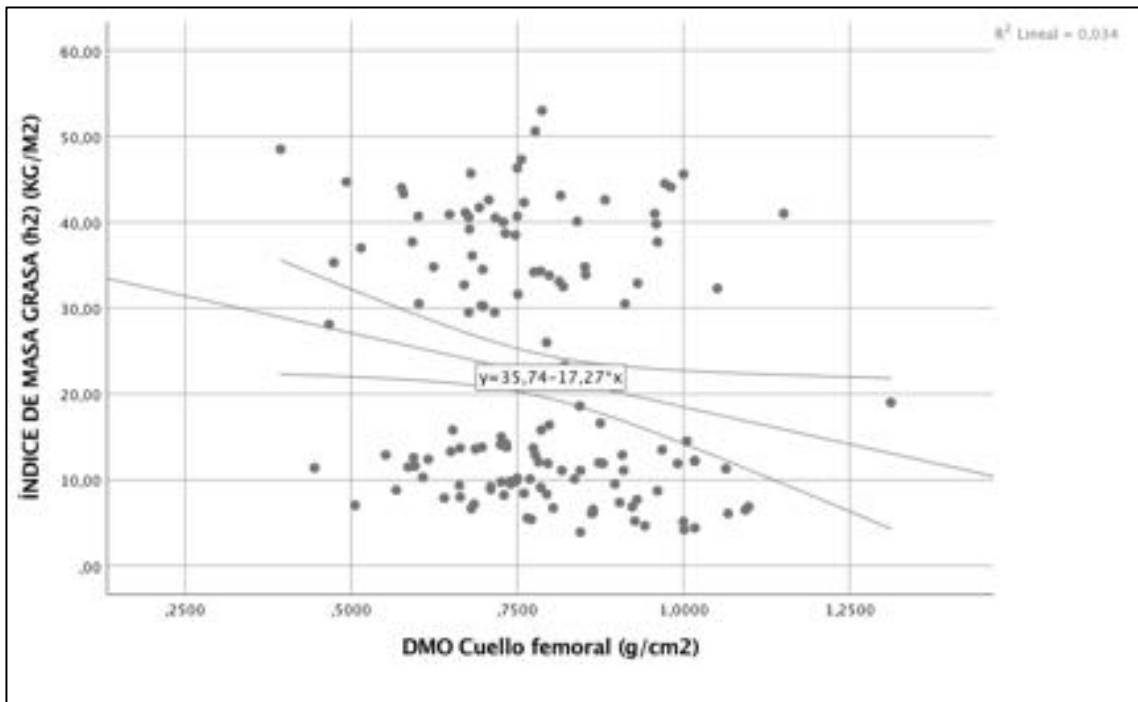


Figura 47. Grafico de dispersión DMO cuello femoral e indece de masa grasa.

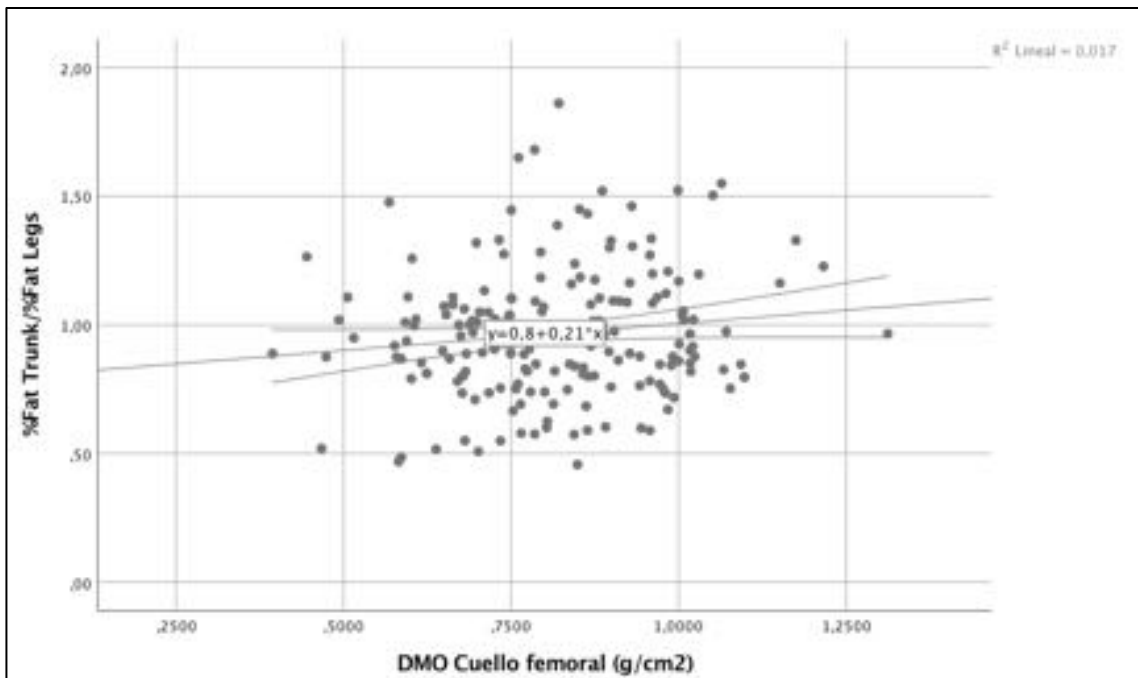


Figura 48. Grafico de dispersión DMO cuello femoral y % grasa tronco / % grasa piernas.

8.5.- Correlación Masa muscular apendicular y Masa grasa:

Medimos la masa muscular mediante el índice de masa magra ajustada por IMC y la masa grasa mediante el índice de masa grasa ajustado por la altura al cuadrado. Se realizan test de normalidad para ambos parámetros.

Al seguir ambos parámetros una distribución no normal, utilizamos un test de correlación no paramétrico (Rho de Spearman).

	FAT MASS INDEX (h2) (KG/M2)	Appendicular Lean Mass Index (IMC) (Kg/IMC)
Rho de Spearman		
FAT MASS INDEX (h2) (KG/M2)		
Coeficiente de correlación	1,000	-,447**
Sig. (bilateral)	-	,000
N	136	111
Appendicular Lean Mass Index (IMC) (Kg/IMC)		
Coeficiente de correlación	-,447**	1,000
Sig. (bilateral)	,000	-
N	111	182

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

Tabla 38. Test de correlación entre índice de masa magra apendicular ajustada por IMC e índice de masa grasa..

Encontramos un valor de R de -0,447 existiendo una correlación negativa débil, con significación estadística.

En el gráfico de dispersión apreciamos visualmente una recta de regresión lineal simple, con su intervalo de confianza respecto a la media. Esto nos permite calcular el coeficiente de correlación de Pearson y su nivel de significación.

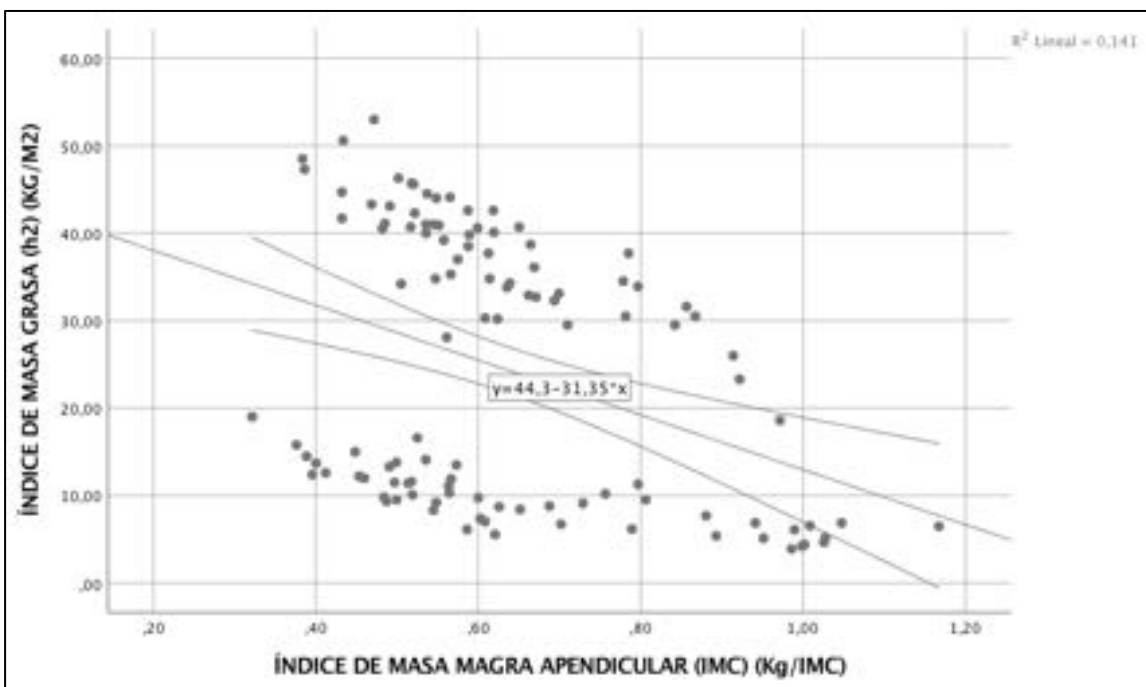


Figura 49. Gráfico de dispersión grasa total e índice de masa magra apendicular.

Podemos afirmar que hemos encontrado evidencias de que existe una asociación estadísticamente significativa entre ambas variables. Así podemos decir que a mayor grasa corporal medida mediante el índice de masa grasa, menor masa muscular apendicular.

Discusión:

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) el envejecimiento de la población será a gran escala, estimándose en el periodo desde 1970 a 2025 un crecimiento en el grupo de adultos mayores del 200%, de manera que en países desarrollados es previsible que para 2050 la población de 60 o más años aumente de un 65% a 80% de las cifras actuales (78). Estos cambios demográficos irán parejos de cambios en el estado de salud y en la calidad de vida. Durante el proceso de envejecimiento se producen modificaciones fisiológicas, tales como la disminución de la masa muscular y ósea y el aumento del contenido graso, así como a una mayor prevalencia de diversas comorbilidades, que a su vez se relacionan con los cambios de los diferentes componentes corporales, como son la sarcopenia, la osteoporosis y la obesidad. Estos cambios se han venido a englobar en el término de fragilidad y suponen entre las personas mayores una deficiencia en la función corporal, en el desempeño de actividades y participación social, una disminución en la calidad de vida, un mayor uso de los servicios de salud y un aumento en hospitalizaciones, institucionalizaciones y mortalidad (79). Es por ello que el estudio que hemos realizado lo consideramos de gran importancia puesto que con el aumento de población envejecida la sarcopenia, los trastornos nutricionales y esqueléticos, así como las fracturas osteoporóticas, ejercerán un impacto creciente en el estado de salud de la población.

Los resultados de nuestro estudio de investigación proporcionan curvas y percentiles específicos de edad y sexo para los diferentes componentes tisulares y su distribución corporal utilizando DXA, así como la evolución de la fuerza y función muscular en población adulta sevillana del área de referencia sanitaria del Hospital Universitario Virgen Macarena, de edades comprendidas entre 20 y 90 años. Hemos de subrayar que no existen estudios previos, hasta donde sabemos, que hayan establecido valores de masa magra total, apendicular, e índices de ésta, así como masa grasa y contenido óseo, usando DXA, basados en una población española. El disponer de estos valores y percentiles nos proporciona una evaluación más precisa de los compartimentos corporales de hombres y mujeres de nuestro entorno, nos permite comparar con los datos publicados de otros países (población de raza negra, blanca e hispana americana así como con población asiática y caucásica de la cuenca mediterránea) y establecer los puntos de corte de baja masa muscular y fuerza muscular en nuestra población, lo cual consideramos de gran importancia puesto que pueden ser base para estudios más extensos y en otras áreas del territorio español que nos permitan establecer los umbrales de riesgo de sarcopenia y sarcopenia grave .

Masa magra

De acuerdo con estudios previos (5) (80) (74) (73), nuestros datos demuestran diferencias por sexo y edad en los valores de masa magra. Hemos comprobado cifras superiores en hombres, respecto a mujeres en todas las décadas de la vida adulta, además de encontrar picos más tardíos en hombres. Se consigue un valor máximo de masa magra total a la edad entre 40-49 años en hombres para descender progresivamente, y de forma significativa, hasta el último periodo de estudio, de 70 o más años. Esta pérdida fue del 16,5% de forma global pero afectó más a la región de miembros que al tronco. En las mujeres, se alcanzó el pico de masa magra una década previa, descendió de forma lenta, progresiva y no significativa hasta edades mayores con una menor tasa a la observada en hombres (6,4%), pero como en ellos, la pérdida ha sido más acentuada en los miembros que en el tronco.

La mayor pérdida de masa muscular en hombres puede contribuir a la mayor prevalencia de sarcopenia en ellos (81)(82) y puede estar en relación con la diferentes acciones que sobre el

músculo se atribuyen a las hormonas sexuales estrógenos y testosterona y al declive de estas hormonas en la edad avanzada (83), además de los efectos diferenciales de la disminución de IGF-1 sobre la masa muscular en hombres y mujeres (84). Este patrón diferente de cambio en la masa magra que observamos ha sido señalado también por algunos autores (85), sin embargo otros estudios han encontrado que no solo hombres sino que también mujeres experimentan descensos significativos relacionados con la edad en los valores de masa magra apendicular medida por DXA (86) y de masa magra total medida por resonancia magnética nuclear (87).

La masa magra apendicular, que es la suma de la de ambos brazos y piernas, se usa generalmente como índice de masa muscular esquelética. Sin embargo, la masa muscular se correlaciona con el tamaño corporal, lo que indica que los sujetos con un tamaño corporal mayor pueden tener más masa muscular (88). Es por ello que, para evaluar adecuadamente la masa muscular, el nivel absoluto de masa magra apendicular se ha ajustado por el tamaño corporal de diferentes maneras, o bien la altura al cuadrado, el peso o el IMC (28) (89) (90). Actualmente el gold standar para definir baja masa muscular es la masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado (según criterios del último consenso EWGSOP) (18).

En nuestro caso, nos llamó la atención que al ajustar los valores de masa magra total y masa magra apendicular por la altura al cuadrado, si bien en los hombres el patrón de evolución de ambos índices eran semejantes a los obtenidos con valores absolutos (de elevación, meseta y descenso), esto, nuevamente, no ocurría en las mujeres, en las que el índice de masa magra total y el índice de masa magra apendicular ajustado por la altura al cuadrado ascendían de forma continua llegando a alcanzar su máximo valor a partir de los 70 o más años. Este aspecto ha sido señalado por otros grupos de trabajo en los que se han planteado las diferencias existentes entre los distintos tipos de ajustes (27). Además hemos comprobado que ya hay estudios en el que describen picos tardíos de esta medida (índice de masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado), como es el caso del realizado en población caucásica con pico a los 61-70 años (75). Estos hallazgos podrían ser explicados por:

1. La evolución de la masa muscular en nuestra muestra. Al tratarse de un estudio transversal, es posible que las mujeres de esas últimas décadas, durante la edad adulta joven desarrollaran una mayor actividad física (quizás en relación con mayor tipo de trabajo físico por condiciones de vida más difíciles) frente al mayor sedentarismo actual, que hizo que su masa muscular estuviera en mejores condiciones y que aunque hayan sufrido un detrimento, no desciende hasta los valores que se espera pueda ocurrir en la población actual joven cuando alcance los 70 o más años.
2. La talla más baja en mujeres de mayor edad. En nuestro caso, desde su altura máxima, hubo una pérdida media en la mujer de unos 10 cm, que supuso un mayor porcentaje de cambio a como lo había hecho la masa muscular. Por ello si el descenso de altura es más acusado que el descenso de masa magra con la edad encontraremos estos resultados dispares.

Para el diagnóstico de baja masa muscular, como componente del síndrome de sarcopenia, se sugirió utilizar en primera instancia el índice de masa magra apendicular ajustado por la altura al cuadrado propuesto por Baumgartner et al (84), el cual ha sido ampliamente utilizado. Según nuestros resultados, hablaríamos de baja masa magra con valores \leq de 6,42 para los hombres y \leq 4,35 para las mujeres. Valores que son algo inferiores a los que otros estudios europeos, estadounidenses, australianos y asiáticos han señalado (18) (29) (43) (46).

Debido a que este índice se correlaciona positivamente con el IMC, tiene la limitación que los sujetos con un mayor IMC, debido a una mayor cantidad de grasa, tienen menos probabilidades de ser clasificados como sarcopénicos. Ello ha hecho que más recientemente se introdujera el índice de masa magra apendicular ajustado por IMC (28) cuyo uso está aumentando ya que se correlaciona fuerte y directamente con la debilidad muscular y la lentitud, siendo su relevancia clínica validada (91). Calculando este índice en nuestra población los puntos de corte estimados son $\leq 0,80$ para el caso de varones y $\leq 0,46$ para el de mujeres (algo inferiores también a los señalados por el estudio FNIH (29) de ≤ 1 y $\leq 0,56$, respectivamente).

Los estudios de EWGSOP2 y FNIH Sarcopenia Project han señalado también una tercera forma de valorar la baja masa muscular, basado en los resultados de masa magra apendicular sin ajustar (18) (29). Tomando en cuenta estos valores, para nuestra población los puntos de corte serían $<20\text{kg}$ a hombres y $< 11,2\text{kg}$ en mujeres, nuevamente, valores inferiores en el caso de las mujeres.

Hemos comparado los patrones de cambio de masa magra con la edad en ambos sexos de nuestra población con los obtenidos en población china, y americana (incluyendo población adulta de raza blanca, negra y mejicana) del estudio de NHANES (5) (73). En el caso de los hombres, nuestros datos muestran índices de masa magra (ajustados por la altura al cuadrado) semejantes a los obtenidos en población americana, incluso con valores más altos a los señalados, en la edad media de la vida. Los resultados de índices de masa muscular apendicular son superponibles a los de raza blanca y mejicana americana, inferiores a los de raza negra y mayores a los descritos en población china. Para las mujeres, las curvas obtenidas para estos índices, si bien hasta la edad media de la vida eran, nuevamente, semejantes o algo inferiores a las americanas de raza blanca y mejicana y superiores a las chinas, a partir de los 50 años no guardaban semejanza con los patrones de cambios en estas poblaciones, observando una tendencia a valores en ascenso, que hemos justificado en el párrafo anterior. Sin embargo, utilizando como índice normalizado el ajuste de la masa muscular apendicular por el IMC y comparando el patrón de cambio de éste con población coreana (74) (27), comprobamos una evolución muy semejante en hombres y mujeres a esta población, siendo los valores de nuestra muestra inferiores. Esto nos ha llevado a considerar que existen diferencias raciales, en cuanto a la cantidad de masa muscular pero no en cuanto a la forma de evolucionar la pérdida de ésta a lo largo de la vida.

De cualquier manera, creemos que no existe un ajuste ideal con nuestros datos, pues si la altura al cuadrado restaría magnitud a los cambios evolutivos en masa magra, tenemos que decir que el ajuste por IMC podría considerarse un efecto multiplicador, en nuestro caso. En nuestra muestra la mediana del IMC sufre un incremento del 32,7% en hombres y del 34,88% en mujeres al comparar la década de los 30 años con la década de 70 años o más. En contraposición la mediana de la altura sufre una disminución del 4,13% en hombres y del 6,74% en mujeres al comparar la década de los 30 años con la de los 70 años o más.

Sobre los factores relacionados con la masa muscular hemos encontrado evidencias de que a mayor índice de masa grasa, menor masa muscular apendicular. Pero habrá que ver en futuros estudios, si esa masa muscular se ve acompañada de buena función muscular, dada la posibilidad de que ese músculo esté infiltrado por grasa y no se traduzca la cantidad en una buena función. Otro de los factores que se correlacionó de forma significativa fueron las proteínas totales, haciéndonos pensar en la relación entre el músculo y el estado nutricional.

Hemos comprobado que la masa muscular se relacionó de forma positiva con la fuerza de agarre y función muscular. En cuanto a la fuerza de agarre o de prensión, ambos géneros adquieren su valor máximo coincidiendo con la mayor cantidad de masa magra, en la década de los 40 años, para el caso de los hombres, y una década previa, en la de los 30, para el caso de las mujeres. La fuerza fue significativamente más alta en los hombres, respecto a mujeres, en todas las edades. A partir de estos picos alcanzados observamos una disminución hasta los 70 o más años, que fue significativa en ambos géneros pero más marcada en el caso de las mujeres, respecto a los hombres (45,9% vs 33,6%, respectivamente).

Al comparar nuestros resultados con un estudio amplio poblacional británico (41) observamos, para el caso de los hombres, que si bien la fuerza máxima es más alta y se adquiere a edades más precoces en población británica, la evolución con el avance de la edad es superponible a la nuestra. En el caso de las mujeres el valor máximo es parecido al encontrado por nosotros, si bien el patrón de cambio difiere, ya que observamos en nuestro caso un descenso continuo desde la edad adulta joven, posiblemente porque el pico se haya alcanzado justo en la década de los 20 años.

Como se ha podido comprobar, una fuerza de prensión débil (dinapenia) está vinculada a una serie de resultados en salud, entre las que se incluyen altas tasas de morbilidad y de mortalidad por todas las causas, y además, se asocia a sarcopenia y al síndrome de fragilidad (92). Se han venido usando diferentes criterios para hablar de baja fuerza muscular, y entre los más aceptados está el considerar valores inferiores a -2 o -2,5 DS de la media de la población adulta joven, que permitirían identificar personas que se beneficiarían de una evaluación adicional. Así se señalan puntos de corte de 16 kg en mujeres y 27 kg en hombres, que son los considerados por el grupo de trabajo sobre sarcopenia europeo (EWGSOP2) (18). También se han determinado otros puntos de corte muy parecidos (16 kg para mujeres y 26 kg para hombres), basados en varias cohortes estadounidenses y europeas propuestos por el Proyecto Sarcopenia de la FNIH (29).

En nuestro caso, al aplicar el criterio de -2DS los valores que resultaron como puntos de corte han sido 23 kg para hombres y 8kg para mujeres, debido a la gran dispersión de valores encontrados en ambos géneros, que llevó a cifras elevadas de DS (DS de 9,5 para hombres y DS de 11 para mujeres). Aplicando estos puntos de corte resultaba en muy escasa proporción de sujetos con baja fuerza muscular (solo en el 5% de población masculina de 50 o más años y en ninguno de los casos en la femenina), por lo que hemos considerado que este criterio es poco sensible. Sin embargo, tomando como puntos de corte el valor P20 o Q1 a la edad de rango superior (70 o más años) (77), comprobamos que los puntos de corte serían <28kg para los hombres y <12kg para las mujeres, con lo que la prevalencia de dinapenia en nuestra población, en personas mayores de 70 años sería de 30% para hombres y 21,7% para mujeres, más acorde con lo que se viene señalando para otros países también desarrollados, de 23% de hombres y 27% de mujeres (41).

En cuanto a la función muscular, la hemos valorado mediante el test SPPB, que explora de forma objetiva tres tareas cronometradas, el equilibrio, la marcha y la capacidad para levantarse y sentarse de una silla. Se trata de una herramienta que proporciona una puntuación máxima de 12 puntos. Hemos comprobado, para el caso de los hombres, que hasta la década de los 70 años la puntuación obtenida era la máxima pero a partir de aquí decaía de forma significativa alcanzando un valor medio en el último rango de edad valorada de 9,7 puntos. En las mujeres este descenso medio también es significativo pero se observa ya a partir de los 50 años, demostrando valores algo más bajo a los obtenidos en hombres a las edades extremas, de 7,7 puntos, aunque sin diferencia significativa. De manera consistente se ha comprobado que la puntuación obtenida con

este test se asocia con la discapacidad, morbilidad, ingreso hospitalario por cualquier causa y mortalidad. Además, en comparación con las pruebas individuales, el SPPB ofrece una evaluación más completa de la capacidad física de las extremidades inferiores y podría permitir una mejor discriminación de los sujetos con una función física deficiente (34). El grupo de trabajo sobre sarcopenia europeo (EWGSOP2) incluyó para el diagnóstico de sarcopenia grave un valor ≤ 8 en el test SPPB (18), que ha sido el que hemos utilizado en nuestro estudio.

Masa grasa

La composición corporal de tejido graso, según nuestros resultados, como otros investigadores ya han señalado (5) (80) (74) (73) muestran diferencias entre mujeres y hombres a lo largo de la vida adulta y, al contrario que ocurría con el tejido magro, las mujeres tienen valores superiores, en cualquiera de las décadas consideradas. Vemos un patrón de aumento progresivo en hombres y aumento con estabilización y reducción a partir de los 60 años en mujeres. Este hecho concuerda con la mayor prevalencia de obesidad en el grupo de hombres de 70 o más años.

También hemos podido comprobar las diferencias sexuales en la distribución de la grasa corporal que han sido publicadas (5) (80) (74) (73) y así nuestros resultados demuestran que los hombres acumulan mayor adiposidad central (% grasa tronco/% grasa en piernas y ratio grasa en tronco/grasa apendicular) que las mujeres a lo largo de toda la vida, a pesar de la adiposidad más alta en las mujeres, que hemos comentado previamente.

Con respecto a las medidas de distribución grasa en hombres, vemos en nuestra muestra de población sevillana un ascenso hasta los 50 años, donde se estabiliza y comienza a descender. Se supera la ratio >1 a partir de los 30-35 años, lo que significa que predomina la grasa en tronco (mayor adiposidad central). Este aspecto es de gran importancia pues como es sabido, más allá de la masa grasa per se, el patrón de distribución de la grasa corporal es un predictor independiente y más fuerte de riesgo para la salud. Estudios anteriores han revelado que la disposición androide (abdominal) está relacionado con mayor riesgo de enfermedades metabólicas y cardiovascular (93) (94).

Sobre las medidas de distribución grasa en mujeres nos llama la atención el dato de distribución de grasa (%grasa tronco/%grasa en piernas) encontrado en las mujeres de nuestra muestra, donde encontramos un aumento desde los 20 años, pero sin sobrepasar el umbral del 1 en todas las edades, datos que indica un morfotipo característico, con predominio de grasa en piernas, hecho que contrasta con la población americana, donde mujeres negras y mejicanas desde los 20 años superan el umbral del 1 (predomina la grasa en tronco). El tejido graso ginecoide (glúteo-femoral o parte inferior del cuerpo) se ha asociado con reducción del riesgo metabólico y puede proteger contra los efectos adversos para la salud en ambos sexos (93) (95).

Las diferencias según etnias de la de composición grasa, así como la distribución corporal de ésta han sido señaladas (5) (80) (73) (96) (97). Al comparar nuestra muestra de población sevillana con población americana y china vemos que el patrón es similar, con aumento progresivo del compartimento graso en hombres y patrón ascenso – pico – descenso en mujeres. Podemos decir que nuestra muestra se encuentra en valores intermedios a los de la población americana y china (es decir, tenemos menos grasa que los americanos, pero más que los chinos), salvo en hombres de 70 años o más que tienen valores de grasa que llegan a superar a los americanos, hecho que habrá que confirmar con estudios de población española de mayor amplitud. Sobre la distribución grasa en hombres al compararnos con chinos y americanos, vemos que la morfología de la curva

del percentil 50 es similar y que nuestros valores muestran mayor similitud a la población blanca americana. Las curvas de las medidas de distribución grasa en mujeres están muy por debajo de ambas poblaciones (china y americana), lo que nos hace confirmar diferencias entre diferentes poblaciones, que pueden estar debida a factores como étnicos, hábitos de vida, etc.

Masa ósea

Como en el caso de la masa magra, el contenido óseo es mayor en hombres, alcanza valores más altos en la década de los 40 y desde ésta disminuye de forma progresiva, pero en menor proporción a como ocurre en la mujer, que alcanza los valores picos una década previa y sufre una pérdida mayor a lo largo de la vida, que se hace más intensa coincidiendo con la etapa de la postmenopausia inmediata, como ha sido informado por otros estudios poblacionales (5) (74) (73) (75). No existen curvas poblacionales realizadas con el método LMS sobre parámetros óseos para poder compararnos con otras poblaciones. Pero tenemos datos sobre la edad en la que se alcanza el pico de contenido y densidad mineral ósea en mujeres griegas, alcanzándose el pico en la década de los 40, una más tarde que las mujeres de nuestro estudio (75).

El menor pico de masa ósea alcanzado en las mujeres y la mayor pérdida de esta a lo largo de la vida es un determinante independiente que hace que la mujer tenga mayor riesgo de fractura por fragilidad a partir de los 50 años (98).

En nuestro estudio, los resultados mostraron que tanto la masa magra apendicular ajustado por IMC, como la fuerza muscular de agarre y la función muscular estaban relacionada y de forma significativa con la DMO de cuello de fémur, sin que se hayan comprobado en este estudio diferencias entre géneros como han señalado otros (73) (99). Como parte de la composición corporal, la densidad ósea se determina principalmente por el peso corporal y el IMC. El bajo IMC se ha considerado como factor de riesgo de fractura de cadera osteoporótica, tanto en hombres como en mujeres (100). La influencia de la masa magra sobre DMO pueden atribuirse a varios hechos. Por un lado, a los efectos mecánicos directos del músculo, que produce una respuesta osteogénica positiva sobre la formación del hueso. Por otra parte, la fuerza de contracción del músculo también debe ser considerado como mecanismo específico y así ha sido comprobado un aumento y engrosamiento de trabéculas ósea como mecanismo de adaptación al aumento de la tensión mecánica (73).

La relación entre tejido graso y densidad ósea no ha sido concluyente en los artículos publicados. Si bien hay autores que han señalado una relación positiva (74), otros solo la encuentran en personas con un IMC más bajo (99), incluso hay autores que han manifestado una relación inversa cuando los valores de masa grasa son ajustados por el tejido muscular (101).

En las personas que hemos estudiado el índice de masa grasa, hemos visto que se relacionó negativamente de forma débil pero significativa con la DMO de cuello de fémur. Es verdad que el tejido adiposo puede influir directamente en la DMO a través de la carga mecánica, como lo hace el tejido muscular, y puede ejercer efectos positivos indirectos, por mecanismos endocrinos (a través de la aromatización de andrógenos a estrógenos, la secreción de leptina por los adipocitos y el aumento de la secreción de insulina pancreática, en personas con mayor masa grasa) (102) (103). Sin embargo, este componente tisular también puede afectar negativamente al hueso a través de la producción de citocinas inflamatorias que aumentan la resorción ósea (104). Los valores medios de IMC de nuestra población de estudio se encontraban en rango de sobrepeso ya en la década de los 30 años, se han mantenido así hasta la década de los 70, en los que se llega a

rango de obesidad y hay estudios poblacionales muy amplios que han puesto de manifiesto que la asociación entre la masa grasa y la DMO del cuello femoral es más débil en los participantes con mayor grasa corporal (105).

Por otra parte, también se ha informado que según el depósito de grasa tenga predominio en una u otra localización la relación con la masa ósea podría ser diferente, de manera que la grasa central se asocia negativamente con la DMO de fémur (73) (106). A diferencia de estos autores, nosotros no hemos encontrado esta relación, ya que vemos un incremento progresivo con la edad de depósito de grasa, de predominio en tronco, que se asoció con un aumento de densidad mineral ósea en cuello femoral en ambos géneros (diferencias no significativas).

Sarcopenia

En cuanto a la sarcopenia es un término que ha sido redefinido, pasando de ser sólo considerado como una baja masa muscular, a integrar actualmente conceptos de disminución de fuerza muscular y rendimiento o función muscular (107). Este síndrome se relaciona con resultados adversos de salud, tales como trastornos mentales, mayor discapacidad física, mayor tendencia a las caídas, osteoporosis, fracturas, mala calidad de vida y mortalidad (108).

Para la consideración de baja masa muscular en nuestra población de estudio hemos comprobado que según el criterio que empleemos podemos encontrar una prevalencia muy diferente, como ha sido previamente comentado (27). Así, si el punto de corte que aplicamos es el de -2DS de la población adulta joven de los valores de masa grasa apendicular sin ajustar (< 20 para hombres y $< 11,21$ para mujeres), la prevalencia es de 27,3 % en el hombre de 70 o más años y ningún caso en mujeres. Si el punto de corte que aplicamos es el de -2DS de la población adulta joven de los valores del índice de masa muscular apendicular ajustada por la altura al cuadrado ($< 6,42$ y para hombres y $< 4,34$ para mujeres), la prevalencia es menor, del 18,2 % en hombres de 70 o más años, sin ningún caso en mujeres. Por último, si el punto de corte que aplicamos es el de -2DS de la población adulta joven de los valores del índice de masa muscular apendicular/ IMC ($< 0,8$ para hombres y $< 0,46$ para mujeres), la prevalencia se eleva hasta afectar al 7,7%; 46,2% y 100% para hombres de la década de 40-49 años; de 50-69 años y de 70 o más años, respectivamente. Y para el caso de las mujeres afecta a 4,8%; 14% y 26,9 para la década de 40-49 años; de 50-69 años y de 70 o más años, respectivamente, comprobando que la utilización de este último criterio diagnóstica un mayor volumen de personas con sarcopenia, como otros autores han señalado (27).

Estas diferencias tan marcadas, nos lleva a pensar que son necesarios estudios con mayor número de participantes, sobre todo de varones, para estudios de sensibilidad y especificidad del método. No obstante, aplicando el último criterio de baja masa muscular, los valores del índice de masa muscular apendicular ajustado por el IMC, y como baja fuerza de agarre, el estratificado por sexo resultantes del percentil 20 de la población de las décadas 50-69 años y de las décadas de 70 o más años, la prevalencia de sarcopenia en nuestro medio es de:

- 8,3% para hombres y 5,4% para mujeres de las décadas 50-69.
- 22,2% para hombres y 18,1% para las mujeres de 70 o más años.

Un estudio multicéntrico en el que se ha valorado la sarcopenia en muestras representativas a nivel nacional de personas mayores de 65 años, de diversas regiones geográficas del mundo, en el que España ha participado, la prevalencia descrita en nuestra área es del 13,8%, más semejante a la de países como Sudáfrica, Rusia, y otros centroeuropeos, e inferior a otros como India, México, o China (109). Estas cifras estaban cerca de las reportadas anteriormente de una

prevalencia entre 5-13% para los adultos mayores de 60 a 70 años, y entre 11-50% para los mayores de 70 (110). A diferencia de nuestro estudio, que ha sido llevado a cabo con mediciones directas de composición corporal mediante DXA, el previamente señalado, estimó los % de grasa corporal e índices de masa muscular apendicular basados en ecuaciones de predicción antropométrica.

Un metaanálisis analizó la prevalencia de sarcopenia en 35 estudios con un total de 58404 individuos de 60 años o más, en países no asiáticos y países asiáticos. 18 de estos estudios se realizaron con DXA. Se concluye que la prevalencia a nivel mundial para hombres fue del 10% (IC 95%: 8-12%) y para mujeres fue también del 10 % (IC 95%: 8-13%) (111) .

Este estudio tiene varias fortalezas. Nos ha permitido conocer la composición corporal mediante técnica de DXA en hombres y mujeres andaluces adultos a lo largo de la vida. Además investigamos la fuerza muscular utilizando un método estándar y la función muscular mediante un método que evalúa tres tareas cronometradas. Hemos podido valorar la relación de los componentes muscular y grasa, con la DMO. Hemos podido establecer puntos de corte para seleccionar personas que presenten baja masa, fuerza o función muscular que nos permite hacer una aproximación de la prevalencia de sarcopenia, en nuestro medio.

También presenta varias limitaciones. En primer lugar se trata de un estudio transversal, quizás con un sesgo de selección, ya que se trataba de individuos que acudían a consulta por otros motivos o de familiares acompañantes y de personal sanitario, sin llevar a cabo un muestreo aleatorio poblacional, de tamaño no muy extenso y con un desbalance entre la población femenina y masculina. En segundo lugar, no se evaluaron algunos factores que podrían afectar los cambios con la edad de los componentes tisulares, como cambios hormonales, marcadores inflamatorios, nutrición, aspectos socioeconómicos y actividad física.

La composición corporal y los cambios que ocurren a lo largo de la vida son diferentes entre hombres y mujeres. Tejido muscular y óseo son de magnitud mayor en hombres, la pérdida de ambos se inicia antes en el hombre y ésta llega a ser más marcada para el tejido magro en el género masculino y para el tejido óseo en la mujer. El tejido grasa, sin embargo, es más abundante en la mujer, tiene una distribución diferente (más abundante en tronco en el hombre frente a los miembros en la mujer) se incrementa en ambos géneros a medida que envejecemos y el componente abdominal predomina aún más en hombres mayores, frente al de glúteos y cadera en las mujeres. Fuerza y función muscular decaen de forma concomitante a como lo hace la masa magra con la edad. Estos cambios de composición corporal producidos con el envejecimiento llevan a una mayor prevalencia de sarcopenia en los hombres y a sus consiguientes resultados adversos en términos de salud, que deben ser objetivos de intervenciones preventivas.

Conclusiones:

1.- A medida que la edad aumenta el peso corporal se va incrementando, llega a su acmé en la edad media de la vida en hombres, mientras que continúa incrementando en la mujer hasta la década de los 60 años. A partir de esta década en ambos géneros desciende lentamente. La altura va disminuyendo en ambos géneros, con el progreso de los años. Esto hace que el IMC se eleve progresivamente en hombres y mujeres a medida que envejecemos.

2.- La función muscular (SPPB) en hombres se mantiene hasta la edad de los 70 años que comienza a descender de forma lenta y progresiva. En la mujer, sin embargo, este descenso se detecta a partir de los 50 años.

3.- La fuerza muscular (dinamometría) es mayor en hombres, respecto a mujeres, en todas las edades, comienza su descenso más tarde en hombres (50 años), frente a las mujeres (40 años) y éste es más acentuado en el género femenino (46%) respecto al masculino (34%) a lo largo de la vida. Los puntos de corte para hablar de baja fuerza muscular en hombres y mujeres de nuestra población son: 28 kg en hombres y 12 kg en mujeres.

4.- Los valores de masa muscular son superiores en hombres, respecto a mujeres, a lo largo de la vida, cualquiera que sea la variable que consideremos, como masa magra total, masa muscular apendicular, o ajuste de estas variables por la altura al cuadrado o el IMC. En la población sevillana, el patrón de cambio de masa muscular con el envejecimiento es semejante a la de población blanca y mexicana americana, mientras que el de la mujer es más parecido a población asiática (China y Corea).

5.- El índice de masa muscular apendicular ajustado por el IMC es el que mejor muestra el patrón de evolución de la masa muscular a medida que la edad avanza, ya que corregimos el valor de masa muscular en miembros mediante el incremento de tejido graso y el descenso de altura, que ocurren con el envejecimiento. Según este índice, se comprueba que a partir de los 50 años en los hombres y los 40 en las mujeres se produce un descenso de masa muscular que es superior en los primeros. Este valor se relaciona directamente con la fuerza y función muscular, así como con los niveles de proteínas totales sérica.

6.- Los puntos de corte para hablar de baja masa muscular en hombres y mujeres de nuestra población son, según la variable que consideremos:

- Masa magra apendicular: 20 kg en hombres y 11,21 kg en mujeres.
- Masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado: 6,41 Kg/ m² en hombres y 4,34 Kg/m² en mujeres.
- Masa magra apendicular ajustada por IMC: 0,804 en hombres y 0,462 en mujeres.

7.- La cantidad de tejido graso es mayor en las mujeres, respecto a hombres, en todas las décadas, se incrementa en las diferentes localizaciones a medida que lo hace la edad en ambos géneros, si bien en la mujer se estabiliza en la década de los 60 para posteriormente comenzar a descender. La distribución de la grasa en el género femenino es fundamentalmente en piernas, frente a nivel

de tronco, en el masculino, con un predominio ginecoide en la mujer (cadera y muslos) frente al androide (abdominal) en el hombre.

8.- El contenido graso y su evolución con el envejecimiento, en la población sevillana, para el caso del varón, muestra un patrón que es semejante, aunque con valores inferiores al descrito en población blanca y mexicana americana, hasta los 50 años. A partir de esta década supera los valores señalados para estas poblaciones. En el caso de las mujeres, sin embargo, los valores evolucionan de forma paralela, pero en rango inferior, a como lo hacen las curvas americanas a lo largo de toda la vida, superando en todos los casos los datos descritos en población asiática.

9.- El contenido de tejido óseo es superior en hombres en todas las edades, respecto a las mujeres, alcanza su valor más alto en la década de los 40 años en hombres, frente a una década anterior en mujeres, y la tasa de pérdida ósea a lo largo de la vida es mayor en el género femenino, respecto al masculino. A partir de los 50 años la prevalencia de osteopenia-osteoporosis, por datos densitométricos, es mucho más común en mujeres que en hombres.

10.- La DMO de fémur proximal se relaciona positivamente con la masa muscular, así como con la fuerza y función muscular y de forma negativa con la cantidad de tejido graso. Los componentes graso y muscular se relacionan de manera inversa.

11.- La prevalencia de sarcopenia en población sevillana, tomando como referencia de valores bajos de masa muscular (masa magra apendicular ajustada por IMC $< 0,804$ en hombres y $0,462$ en mujeres) y baja fuerza muscular (fuerza de agarre < 28 kg en hombres y 12 kg en mujeres) es más precoz y más elevada en hombres ($8,3\%$ y $22,2\%$ a la edad entre 50-69 años y en década de 70 años o más, respectivamente), en comparación con las mujeres (prevalencia de sarcopenia del $5,4\%$ y $18,1\%$ a la edad entre 50-69 años y en la década de 70 años o más, respectivamente).

ANEXO

Anexo 1. Cuestionario de recogida de datos.

ENCUESTA ESTUDIO EPIDEMIOLÓGICO CONTROLES SANOS SARCOPENIA

Datos del paciente:

- Nombre y apellidos: _____
- Edad: _____
- Fecha de nacimiento: _____
- Sexo: _____
- DNI: _____
- Domicilio: _____
- E-mail: _____
- Teléfono de contacto: _____
- Lugar de procedencia: Rural Urbano
- Ocupación: _____

Datos antropométricos:

- Peso: _____
- Talla: _____
- IMC: _____
- Perímetro abdominal: _____
- Envagadura: _____

Antecedentes familiares (paternos):

- Osteoporosis: Sí No
- Fractura osteoporótica: Sí No
 - o Fractura osteoporótica de cadera: Sí No
 - o Otras: _____

Antecedentes personales:

- Ninguno:
- Enfermedades **EXCLUYENTES** para controles:

<input type="checkbox"/> Metabolismo intestinal (enemas) <input type="checkbox"/> Gastrectomía / resección intestinal <input type="checkbox"/> Insuficiencia renal crónica <input type="checkbox"/> Cirrosis o insuficiencia hepática <input type="checkbox"/> Tumores <input type="checkbox"/> Tumor hormono-dependiente	<input type="checkbox"/> EII (Colitis Ulcerosa y SC) <input type="checkbox"/> Enfermedad hepática crónica <input type="checkbox"/> Carcinomas <input type="checkbox"/> Coliqaquia <input type="checkbox"/> Fibrosis quística <input type="checkbox"/> Pancreatitis crónica <input type="checkbox"/> Radioterapia <input type="checkbox"/> Cualquier tipo de diarrea crónica
--	--

Enfermedades endocrinas:

- Hipertiroidismo
- Hipotiroidismo
- Hiperparatiroidismo
- Intervención quirúrgica (paratiroides, hipófisis, testicular, suprarrenal)
- Enfermedad que impida movimiento (inmovilización prolongada)

Enfermedades reumatológicas:

- AR
- LES
- DA
- Artritis crónica juvenil

Trastorno conducta alimentaria:

- Hiperfagia
- Amenorrea prolongada
- VM

Intolerancia a lacteos:

- Hipogonadismo

Enfermedades NO excluyentes:

- HTA
- DLP
- Diabetes tipo I Diabetes tipo II
- Enfermedad cardiovascular

<ul style="list-style-type: none"> • Cardiopatía isquémica (IAM / Ifiger) • IAC (dislipemias, hiperlipemias) • Cardiopatía hipertensiva • Aneurisma • Ateroesclerosis y enfermedad vascular periférica • Insuficiencia cardíaca

- Enfermedad pulmonar (EPOC)
 - Asma bronquial crónica
- Artritis
- Retraso crecimiento

Endometriosis

Otras: _____

Fractura NO osteoporótica ("accidente"):

- Ninguna
- Fractura vertebral
- Antebrazo (avara radial)
- Fractura de Colles
- Costillas
- Húmero
- Fémur
- Pélvis
- Dedos manos/pies
- Tibia / peroné
- Tobillo
- Cadera
- Otras: _____

Fecha aproximada de producción: _____

Codo Trauma directo Espontánea

Historia obstétrica ginecológica:

Menarquia edad	Menopausia edad (FUR)	Fallo ovárico prematuro	NP gestaciones > 6 meses	Lactancia (duración en meses)	Anaestesia completa	TYS
		<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	

Estilo de vida

- Inmovilización en cama durante periodo >30 días.

Nunca	Antigua (>1año)	Reciente (<1año)
-------	-----------------	------------------
- Caídas durante último año: No Sí Número: _____
- Tendencia a sufrir caídas: No Sí (uso de andador, multitas, enfermedad de Parkinson...)

Edad avanzada (sólo >65 años)

- Miedo a caer o inestabilidad postural
- Inestabilidad al caminar que obliga a levantarse por la noche
- Cambiar los zapatos
- Incapacidad para levantarse de una silla
- Pérdida de capacidad visual
- Trastornos cognitivos Demencia
- Autismo
- Requiere ayuda para realizar actividades cotidianas (bañarse, comer, etc)

Actividad física en el último año

Nada	Escasa (solo en domicilio)	Intermedia (algunos días, solo / Todos los días (entre 1 y 30 min))	Normal (por lo menos 30 min y cinco veces a la semana)	Intensa (por lo menos 30 min/semana)

Sedentaria Derivada del trabajo Desambulación Gimnasia Yema Natación Otros

Intensidad: 1-2 h/ semana 2-5 h/ semana >5 h/ semana

Exposición solar

- o < 15 min/día > 15 min/día

Consumo de tabaco

No Fumador	Exfumador >1 año (hace más de 1 año que dejó de fumar)	Exfumador <1 año (hace menos de 1 año que dejó de fumar)	Fumador
NP / día	NP / día	NP / día	NP / día

Consumo de alcohol

Nada	1/4 vasos/semana	A diario	Exbebedor (hace más de 1 año)	Cantidad

				1 botellín de cerveza (330 cc) a 4% alcohol 1 vaso de vino 100 cc (20g) a 12% alcohol 1 copa de brandy de 40 cc (20g) a 40% alcohol Total gramos alcohol/ día _____
	Si no que toma Cantidad en ml/día _____			

- **Cafeína**
o <4 cafeína/ día >4 Cafeína/día

- **Consumo otras sustancias habitualmente**

Cannabis		Cocaína		Heroína	
SI	NO	SI	NO	SI	NO
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- **Estado nutricional:**

- Omnívoro
 Lacto- Vegetariano
 No ingiere ningún producto animal
 Otros: _____

o **Ingesta de proteínas**

0 o <1 vez/semana	2/3 veces/semana	>3 veces/semana
-------------------	------------------	-----------------

o **Ingesta de calcio:**

**¿cuánta leche toma?
(entera o semidesnatada)**



Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
Vaso o taza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Café con leche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿cuánta leche enriquecida con calcio toma?



Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
Vaso grande o tazón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vaso o taza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Café con leche	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**¿cuántas naranjas o/ y mandarinas toma?
(incluidos zumos)**

Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
Si no se toma una naranja o una mandarina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿cuánto yogur / postres lácteos toma?

Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
Yogur enriquecido con calcio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cereales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yogur líquido (tazas de 125 ml)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yogur Smoothie, helado, helado, helado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Flan, natillas, arroz con leche, flanado, flanado, flanado grande o similar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**¿cuántas porciones de queso toma?
(una porción equivale a 25-30 g)**

Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
Parmesano, Emmental, del Caser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Queso, Gorgonzola, Mozzarella, Manchego (queso y queso), Brie, Camembert, Cheddar, Gouda, Queso de cabra y otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Queso, San Simón, Pizarrón, Manchego, Ancho, Húngaro, Manchego, Queso azul, Roquefort, Queso de cabra, Ancho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Queso, Camembert, Brie, Queso, Manchego, Queso de cabra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pa. cabra, Brie, queso, queso, queso (queso), queso, queso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

¿cuánto pescado y marisco consume?

Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
1 porción (200g) de salmón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 porción (200g) de merluza, lenguado, salmón, salmón, salmón, salmón (20g)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 porción (200g) de pescadilla, salmón, salmón, salmón, salmón, salmón, salmón, salmón, salmón, salmón	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 porción (200g) de gamba, langosta, marisco, marisco, marisco, marisco, marisco, marisco, marisco, marisco	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Otros

Veces al día **A la semana**

	0	1	2	3	4	5
1 huevo (200g) total	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 patata (200g) cocida, hervida, gratinada o asada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 patata (200g) de papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 patata (200g) de papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 patata (200g) de papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1 patata (200g) de papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa, papa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Complemento de suplemento de calcio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>


Total Ingesta calcio /día

<p>Fármacos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ninguno <input type="checkbox"/> - Fármacos con efecto sobre el SNC <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> o Anxiolíticos <input type="checkbox"/> o Antipsicóticos <input type="checkbox"/> o Hipnóticos o Sedantes <input type="checkbox"/> o Antidepresivos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> * IRS <input type="checkbox"/> - Antihipertensivos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> o IECAs <input type="checkbox"/> o BB <input type="checkbox"/> o ARA II <input type="checkbox"/> o Calcioantagonistas <input type="checkbox"/> o Alfa-Bloqueantes <input type="checkbox"/> o Antiadrenérgicos de acción central <input type="checkbox"/> o Vasodilatadores <input type="checkbox"/> o Diuréticos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> * Bajo techo (Tiazidas) <input type="checkbox"/> - Anticonceptivos <input type="checkbox"/> - Heparina <input type="checkbox"/> - Trat. Esterilidad <input type="checkbox"/> - Trat. Endometriosis <input type="checkbox"/> - Quimioterapia <input type="checkbox"/> - Estrógenos <input type="checkbox"/> - Hormonas tiroideas <input type="checkbox"/> - Anti tiroideos <input type="checkbox"/> - Agonistas lib. Gonadotropinas <input type="checkbox"/> - Antitiroideas <input type="checkbox"/> - OTROS _____ <input type="checkbox"/> - Inh Aromatasa <input type="checkbox"/> 	<ul style="list-style-type: none"> - Progesterona <input type="checkbox"/> - Anabolizantes <input type="checkbox"/> - Colágeno <input type="checkbox"/> - Tamoxifeno <input type="checkbox"/> - Tibolona <input type="checkbox"/> - Anticonvulsivantes <input type="checkbox"/> - Antiagregantes <input type="checkbox"/> - Anticoagulantes <input type="checkbox"/> - ISP <input type="checkbox"/> - Corticoides <input type="checkbox"/> - Antidiácidos <input type="checkbox"/> - Fármacos Antiosteopérficos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> o Vitamina D <input type="checkbox"/> o Calcio + Vitamina D <input type="checkbox"/> o Antiresortivos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> * Bisfosfonatos <input type="checkbox"/> <ul style="list-style-type: none"> • Alendronato <input type="checkbox"/> • Alendronato + Vit D <input type="checkbox"/> • Risedronato <input type="checkbox"/> • Tildronato <input type="checkbox"/> • Pamidronato <input type="checkbox"/> • Ibandronato <input type="checkbox"/> * Ranelato de Estroncio <input type="checkbox"/> * Denosumab <input type="checkbox"/> * Raloxifeno <input type="checkbox"/> • Evacetefeno <input type="checkbox"/> o Osteoformadores (PTHrC) <input type="checkbox"/> o Calcitonina <input type="checkbox"/> 	<p>MNA: screening Assessment (Silva et al. 2005; 10, 111)</p> <p>DINAMÓMETRO: Mano Derecha <input type="checkbox"/> Mano Izquierda <input type="checkbox"/></p> <p>SPPB:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chair Stand Ordinal Score: _____ - Balance Ordinal Score: _____ - Gait Ordinal Score: _____ - Summary Ordinal Score: _____
--	--	---

Anexo 2. Test de cribado nutricional MNA

Mini Nutritional Assessment

MNA[®]



Apellidos:		Nombre:		
Sexo:	Edad:	Peso, kg:	Altura, cm:	Fecha:

Responda a la primera parte del cuestionario indicando la puntuación adecuada para cada pregunta. Sume los puntos correspondientes al cribaje y si la suma es igual o inferior a 11, complete el cuestionario para obtener una apreciación precisa del estado nutricional.

Cribaje

A Ha perdido el apetito? Ha comido menos por faltarle apetito, problemas digestivos, dificultades de masticación o deglución en los últimos 3 meses?
 0 = ha comido mucho menos
 1 = ha comido menos
 2 = ha comido igual

B Pérdida reciente de peso (<3 meses)
 0 = pérdida de peso > 3 kg
 1 = no lo sabe
 2 = pérdida de peso entre 1 y 3 kg
 3 = no ha habido pérdida de peso

C Movilidad
 0 = de la cama al sillón
 1 = autonomía en el interior
 2 = sale del domicilio

D Ha tenido una enfermedad aguda o situación de estrés psicológico en los últimos 3 meses?
 0 = sí 2 = no

E Problemas neuropsicológicos
 0 = demencia o depresión grave
 1 = demencia leve
 2 = sin problemas psicológicos

F Índice de masa corporal (IMC) = peso en kg / (talla en m)²
 0 = IMC < 19
 1 = 19 ≤ IMC < 21
 2 = 21 ≤ IMC < 23
 3 = IMC ≥ 23.

Evaluación del cribaje
 (subtotal máx. 14 puntos)

12-14 puntos: estado nutricional normal
 8-11 puntos: riesgo de malnutrición
 0-7 puntos: malnutrición

Para una evaluación más detallada, continúe con las preguntas G-R

J. Cuántas comidas completas toma al día?
 0 = 1 comida
 1 = 2 comidas
 2 = 3 comidas

K Consume el paciente

- productos lácteos al menos una vez al día? sí no
- huevos o legumbres 1 o 2 veces a la semana? sí no
- carne, pescado o aves, diariamente? sí no

0.0 = 0 o 1 síes
 0.5 = 2 síes
 1.0 = 3 síes

L Consume frutas o verduras al menos 2 veces al día?
 0 = no 1 = sí

M Cuántos vasos de agua u otros líquidos toma al día? (agua, zumo, café, té, leche, vino, cerveza...)
 0.0 = menos de 3 vasos
 0.5 = de 3 a 5 vasos
 1.0 = más de 5 vasos

N Forma de alimentarse
 0 = necesita ayuda
 1 = se alimenta solo con dificultad
 2 = se alimenta solo sin dificultad

O Se considera el paciente que está bien nutrido?
 0 = malnutrición grave
 1 = no lo sabe o malnutrición moderada
 2 = sin problemas de nutrición

P En comparación con las personas de su edad, cómo encuentra el paciente su estado de salud?
 0.0 = peor
 0.5 = no lo sabe
 1.0 = igual
 2.0 = mejor

Q Circunferencia braquial (CB en cm)
 0.0 = CB < 21
 0.5 = 21 ≤ CB ≤ 22
 1.0 = CB > 22

R Circunferencia de la pantorrilla (CP en cm)
 0 = CP < 31
 1 = CP ≥ 31

Evaluación (máx. 16 puntos)

Cribaje

Evaluación global (máx. 30 puntos)

Evaluación del estado nutricional

De 24 a 30 puntos estado nutricional normal
 De 17 a 23.5 puntos riesgo de malnutrición
 Menos de 17 puntos malnutrición

Ref Vellas B, Villars H, Abellan G, et al. Overview of the MNA® - Its History and Challenges. J Nut Health Aging 2006; 10 : 456-465.
 Rubenstein LZ, Harker JO, Salva A, Guigoz Y, Vellas B. Screening for Undernutrition in Geriatric Practice : Developing the Short-Form Mini Nutritional Assessment (MNA-SF). J Gerontol 2001; 56A : M306-317.
 Guigoz Y. The Mini-Nutritional Assessment (MNA®) Review of the Literature - What does it tell us? J Nutr Health Aging 2006; 10 : 466-487.
 © Sociétés des Produits Nestlé SA, Trademark Owners.
 © Sociétés des Produits Nestlé SA 1994, Revision 2009.
 Para más información: www.mna-elderly.com

Anexo 3. Short Physical Performance Battery (SPPB o test de Guralnik)

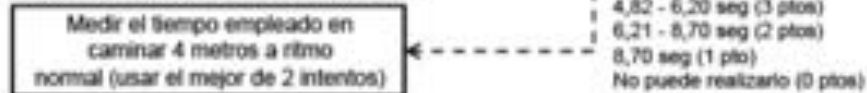
Consiste en la realización de tres pruebas: equilibrio (en tres posiciones: pies juntos, semi-tándem y tándem), velocidad de la marcha (sobre 2.4 o 4 metros) y levantarse y sentarse en una silla cinco veces. Es muy importante respetar la secuencia de las pruebas, ya que si empezamos por las levantadas, el paciente se puede fatigar y ofrecer rendimientos falsamente bajos en los otros dos sub-tests. El tiempo medio de administración, con entrenamiento, se sitúa entre los 6 y los 10 minutos. Los valores normativos para la población española se han establecido en diversos estudios de cohortes poblacionales y en atención primaria. La **puntuación y valoración del resultado** total del SPPB resulta de la suma de los tres sub-tests, y oscila entre 0 (peor) y 12; cambios en 1 punto tienen significado clínico. Una puntuación por debajo de 10 indica fragilidad y un elevado riesgo de discapacidad, así como de caídas.

A continuación se presenta un esquema y protocolo de la ejecución de la prueba:

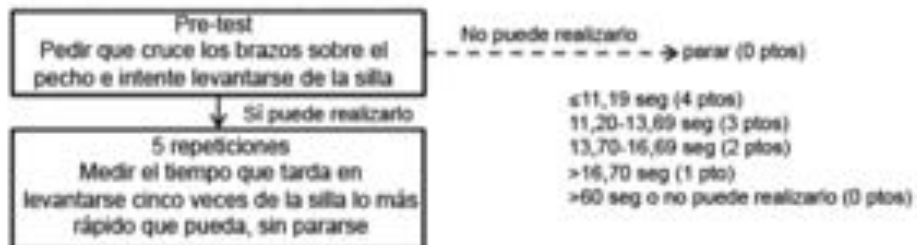
1 Test de equilibrio



2 Test de velocidad de la marcha



3 Test de levantarse de la silla



Anexo 4. Consentimiento informado de los participantes.

CONSENTIMIENTO INFORMADO – DENSITOMETRÍA

Antes de proceder a la firma de este consentimiento informado, lea atentamente la información que a continuación se le facilita y realice las preguntas que considere oportunas.

Naturaleza:

El estudio de investigación, titulado “EVOLUCION DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA Y SU AFECTACIÓN EN PACIENTES CON FRACTURA DE CADERA OSTEOPORÓTICA”, tiene como objetivos analizar la composición corporal en población adulta sana a partir de la edad de los 20 años y determinar su evolución con la edad hasta los 80 años. Otro objetivo del estudio es evaluar la composición total y regional corporal de los tres tejidos (muscular, grasa y óseo) en pacientes con fractura de cadera osteoporótica mayores de 50 años y compararlos con los de sujetos, con edad y género comparable, sin fractura de cadera y sin diagnóstico de osteoporosis

Para ello se requiere cumplimentar un cuestionario, la extracción de sangre en los pacientes sólo mayores de 50 años, y la realización de densitometría de cuerpo completo y ósea, mediante DXA.

Importancia:

Conocer la influencia del componente muscular y grasa sobre el tejido óseo y su metabolismo nos permitirá identificar mejor los factores de riesgo de padecer fracturas osteoporóticas, como la de cadera.

A su vez, nos proporcionará una mejora en el conocimiento de los diferentes componentes tisulares en las diferentes edades en una muestra de la población sevillana.

Implicaciones para el paciente:

- La participación es totalmente voluntaria.
- El paciente puede retirarse del estudio cuando así lo manifieste, sin dar explicaciones y sin que esto repercuta en sus cuidados médicos.
- Todos los datos carácter personal, obtenidos en este estudio son confidenciales y se tratarán conforme a la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99.
- La información obtenida se utilizará exclusivamente para los fines específicos de este estudio.

Riesgos de la investigación para el paciente:

La derivada de la extracción de una muestra sanguínea de una vía periférica a los mayores de 50 años.

La derivada de la exposición a rayos X, que en este caso supone la exposición a una pequeña dosis de radiación ionizante para producir imágenes del interior del cuerpo.

La radiación absorbida por el paciente es extremadamente pequeña. Por ejemplo una densitometría convencional (cadera + columna) tiene menor radiación que una radiografía simple de Tórax.

Las pacientes mujeres en edad fértil, embarazadas o en riesgo de poder estarlo no podrán realizarse la densitometría.

Si requiere información adicional se puede poner en contacto con nuestro personal de la Unidad de GC de Medicina Interna o el Departamento de Medicina, en el teléfono:954-556616/1082 o en el correo electrónico: pmontoya@us.es

CONSENTIMIENTO INFORMADO – DENSITOMETRÍA y ANÁLISIS SANGUÍNEO

Yo (Nombre y Apellidos):

.....

- He leído el documento informativo que acompaña a este consentimiento (Información al Paciente).
- Garantizo que no estoy embarazada ni tengo posibilidad de embarazo en el momento de realizarme la densitometría.
- He podido hacer preguntas sobre el estudio “EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA Y SU AFECTACIÓN EN PACIENTES CON FRACTURA DE CADERA OSTEOPORÓTICA”.
- He recibido suficiente información sobre el estudio “EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA Y SU AFECTACIÓN EN PACIENTES CON FRACTURA DE CADERA OSTEOPORÓTICA”, He hablado con el profesional sanitario informador.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y soy libre de participar o no en el estudio.
- Se me ha informado que todos los datos obtenidos en este estudio serán confidenciales y se tratarán conforme establece la Ley Orgánica de Protección de Datos de Carácter Personal 15/99.
- Se me ha informado de que la información obtenida sólo se utilizará para los fines específicos del estudio.
- Comprendo que puedo retirarme del estudio:
 - Cuando quiera
 - Sin tener que dar explicaciones
 - Sin que esto repercuta en mis cuidados médicos
- **Deseo** ser informado/a de mis datos de carácter personal que se obtengan en el curso de la investigación, incluidos los descubrimientos inesperados que se puedan producir, siempre que esta información sea necesaria para evitar un grave perjuicio para mi salud o la de mis familiares biológicos:

Si No

¿Existe Embarazo o posibilidad de estar embarazada?

Si No

Presto libremente mi conformidad para participar en el *proyecto titulado* “EVOLUCIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA Y SU AFECTACIÓN EN PACIENTES CON FRACTURA DE CADERA OSTEOPORÓTICA”

Firma del paciente

Nombre y apellidos:.....

Fecha:

Firma del profesional informador

Nombre y apellidos:

Fecha:

Anexo 5. Densitometría de cuerpo completo.


Hospital Universitario Virgen Macarena. SEVILLA

UNIDAD DE OSTEOPOROSIS. SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

Sexo: Hombre
Raza: Blanca

Altura: 170.5 cm
Peso: 75.4 kg
Edad: 63

Médico remitente: DR. OLMO



$k = 1.151$, $RF = 44.1$
123 x 137
CUELLO: 10 x 10
DAP: 3.1 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

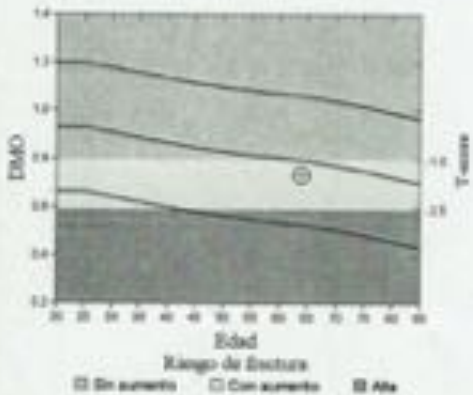
Información de la exploración:
 Fecha exploración: 07 Febrero 2019 ID: A0207190A
 Tipo exploración: a Cadera derecha
 Análisis: 07 Febrero 2019 09:38 Versión 13.1.1.7
 Cadera
 Operador: LSG
 Modelo: Discovery W (S/N 82293)
 Comentario:

Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm ²)	CMO (g)	DMO (g/cm ³)	T-score	RM (%)	Z-score	EC (%)
Cuello	6.02	4.42	0.734	-1.4	79	-0.4	83
Trocánter	13.77	9.69	0.704	-0.6	91	-0.3	95
Ínter	31.83	38.72	1.216	0.1	102	0.3	109
Total	51.64	52.83	1.023	-0.1	99	0.4	107
de Ward	1.08	0.69	0.454	-2.3	58	-0.4	81

CV de DMO Total 1.0%, ACI = 1.421, ICF = 1.096, ISI = 6.021
 Clasificación de la OMS: Osteopenia
 Riesgo de fractura: Con aumento

Cuello



Riesgo de fractura
 Sin aumento Con aumento Alto

Comentario:

HOLOGIC®

Hologic es, Blanca Hombres, Z-score vs. Blanca Hombres. Fuente: IMEX/NOVADES

Hospital Universitario Virgen Macarena.SEVILLA
 UNIDAD DE OSTEOPOROSIS.SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

Sexo: Hombre
 Raza: Blanca

Altura: 170.5 cm
 Peso: 75.4 kg
 Edad: 63

Médico asistente: DR.OLMO



S = 1.146, B1 = 41.2
 116 x 133
 S/N: 4.8 (0.7)mm

Información de la exploración:

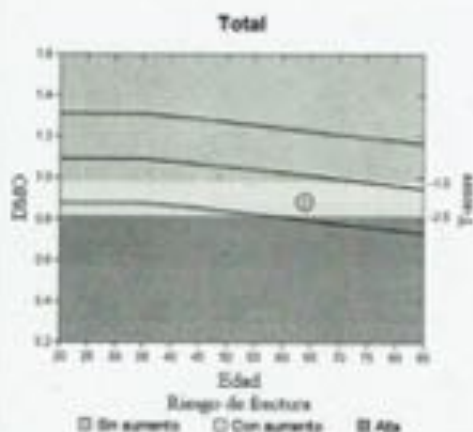
Fecha exploración: 07 Febrero 2019 ID: A02071908
 Tipo exploración: a Columna vertebral lumbar
 Análisis: 07 Febrero 2019 09:18 Versión 13.1.1:7
 Columna vertebral
 Operador: LSG
 Modelo: Discovery W (S/N 82293)
 Comentario:

Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm ²)	CMO (g)	DMO (g/cm ²)	T-score	BMD (%)	Z-score	EC (%)
L1	14.66	13.85	0.942	-2.4	74	-1.7	81
L2	16.51	14.77	0.895	-1.8	82	-1.1	88
L3	17.11	15.25	0.891	-1.9	81	-1.2	87
L4	18.59	17.41	0.937	-1.4	86	-0.6	93
Total	66.86	59.28	0.887	-1.9	81	-1.1	88

CV de DMO Total 1.0%, ACF = 1.001, BCF = 1.004, TB = 1.311

Clasificación de la OMS: Osteopenia
 Riesgo de fractura: Con aumento



Comentario:

Issue 16, Blanca Hombre; Z-score vs. Blanca Hombre, Fuente: Hologic/Hologic

HOLOGIC®

Hospital Universitario Virgen Macarena.SEVILLA
 UNIDAD DE OSTEOPOROSIS.SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

Sexo: Hombre
 Raza: Blanca

Altura: 170.3 cm
 Peso: 75.4 kg
 Edad: 63

Médico remitente: DR.CELMO



kV = 137, 40 = 44.1
 318 x 150
 DAP: 21.8 mGy*cm²

Información de la exploración:

Fecha exploración: 07 Febrero 2019 ID: A02071908
 Tipo exploración: a Cuerpo entero
 Análisis: 07 Febrero 2019 09:17 Versión 13.1.1.7
 Auto Whole Body
 Operador: LSO
 Modelo: Discovery W (S/N 82293)
 Comentario:

Resumen de resultados DEXA:

Región	Área (cm²)	CMO (g)	DMO (g/cm²)	T-score	RM (%)	Z-score	EC (%)
Brazo I	221.68	160.02	0.722				
Brazo D	221.29	161.22	0.729				
Cost. I	129.80	82.93	0.639				
Cost. D	131.53	95.41	0.630				
Columna	1830.00	89.90	0.688				
Columna L	63.95	68.21	0.942				
Pelvis	217.42	217.02	0.998				
Pierna I	380.96	437.42	1.148				
Pierna D	387.94	447.60	1.154				
Subtotal	2905.20	1751.75	0.919				
Cabeza	260.82	404.00	1.549				
Total	2166.02	2155.75	0.995	-2.2	80		
Sub-Región	Área (cm²)	CMO (g)	DMO (g/cm²)				
R1	175.17	208.16	1.188				
R2	182.92	211.69	1.157				
Neto	358.10	419.86	1.172				

No Reference Curve Available

T3AX1904

HOLOGIC®

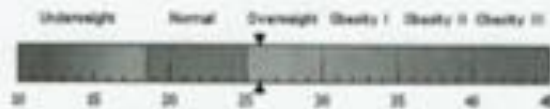
Hospital Universitario Virgen Macarena.SEVILLA
 UNIDAD DE OSTEOPOROSIS.SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

Sexo: Hombre
 Raza: Blanca

Altura: 170.5 cm
 Peso: 75.4 kg
 Edad: 63



World Health Organization Body Mass Index Classification
 BMI = 25.5 WHO Classification Overweight



BMI has some limitations and an actual diagnosis of overweight or obesity should be made by a health professional. Obesity is associated with heart disease, certain types of cancer, type 2 diabetes, and other health risks. The higher a person's BMI is above 25, the greater their weight-related risks.

Body Composition Results

Region	Grande/Institución	Total % de grasa	% Fat Percentage
	Mass (g) / CMO (g)	Mass (g)	YS EC
Tronco I	863 / 3099	3962	21.8
Tronco D	836 / 3129	4075	23.6
Tronco	8798 / 28447	37244	23.6
Pierna I	2039 / 8801	11260	22.3
Pierna D	2838 / 9168	11996	23.6
Subtotal	10992 / 42647	26677	23.3
Cabeza	1184 / 5001	6289	19.1
Total	17876 / 67661	74837	23.6
Android	1427 / 3687	3114	27.9
Oyoid	2075 / 8364	11139	23.1

Adipose Indices

Muestra	Result	YS	Percentil	EC
Total Body % Fat	23.6			
Fat Mass/Height ³ (kg/m ³)	1.81			
Android/Oyoid Ratio	1.21			
% Fat Trunk/% Fat Legs	1.02			
Trunk/Lean Fat Mass Ratio	1.22			

Lean Mass Indices

Muestra	Result	YS	Percentil	EC
Lean Mass/Height ² (kg/m ²)	19.8			
Appar. Lean Mass/Height ² (kg/m ²)	9.33			

Fecha exploración: 07 Febrero 2019 ID: A02071908
 Tipo exploración: a Campo entero
 Analiza: 07 Febrero 2019 09:37 Versión 13.1.1
 Operador: Auto Whole Body
 Modelo: LHO
 Modelo: Discovery W (SN K2291)
 Comentario:

BAR1904

HOLOGIC®

Hospital Universitario Virgen Macarena.SEVILLA
 UNIDAD DE OSTEOPOROSIS.SERVICIO DE MEDICINA INTERNA

Sexo: Hombre
 Raza: Blanca

Altura: 170.5 cm
 Peso: 75.4 kg
 Edad: 63

Información de la exploración:

Fecha exploración: 07 Febrero 2019 ID: A02071908
 Tipo exploración: a Cuerpo entero
 Análisis: 07 Febrero 2019 09:37 Versión 13.1.1
 Auto Whole Body
 Operador: LSG
 Modelo: Discovery W (S/N 82293)
 Comentario:

Resumen de resultados DEXA:

Región	CMO (g)	Grasa Mass (g)	Inclinación Mass (g)	Inclinación+ CMO (g)	Masa total Mass (g)	% de grasa
Brazo I	160.82	863.2	2938.6	3099.6	3961.8	21.8
Brazo D	161.22	936.0	2977.9	3139.2	4075.2	23.0
Tronco	545.89	8797.7	27901.1	28446.6	37244.3	23.6
Pierna I	437.42	2338.7	8383.3	8800.8	11339.5	22.3
Pierna D	447.60	2836.3	8712.2	9159.8	11996.2	23.6
Subtotal	1731.75	13992.0	50893.1	52644.9	68636.9	23.3
Cabeza	404.00	1183.3	4612.4	5016.4	6199.9	19.1
Total	2155.75	17175.6	66005.8	67661.3	74836.8	23.0
Sub-Región	CMO (g)	Grasa Mass (g)	Inclinación Mass (g)	Inclinación+ CMO (g)	Masa total Mass (g)	% de grasa
R1	208.16	2309.1	7866.1	8074.3	10383.4	22.2
R2	211.89	2361.0	7951.8	8163.5	10524.6	22.4
Neto	419.86	4670.2	15818.0	16237.8	20908.0	22.3

TRAR1904

HOLOGIC®

Anexo 6. Aprobación del comité de ética de estudios previos.



Servicio Andaluz de Salud
CONSEJERÍA DE SALUD Y BIENESTAR SOCIAL

Informe Dictamen Favorable Proyecto Investigación Biomédica

C.P. - C.I. 2147

02 de septiembre de 2013

COMITÉ DE ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN DE CENTRO HOSPITAL UNIVERSITARIO VIRGEN MACARENA

Dr. Víctor Sánchez Margalet, Secretario del Comité de Ética de la Investigación de Centro H.U. Virgen Macarena

CERTIFICA

Que el Comité de Ética de la Investigación de Centro H.U. Virgen Macarena en su reunión del día 24/07/2013, ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: Sarcopenia y Osteoporosis en pacientes con fractura de cadera. Estudio de casos y controles

Código Promotor: Código Interno: 2147

Promotor: Investigador

1º. Considera que

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

2º. Por lo que este Comité de Ética de la Investigación de Centro H.U. Virgen Macarena emite un **DICTAMEN FAVORABLE.**

3º. Este Comité de Ética de la Investigación de Centro H.U. Virgen Macarena acepta que dicho estudio sea realizado en los siguientes CEI/Centros por los Investigadores:

CEIC Hospital Universitario Virgen Macarena

D. Ramón Pérez Cano
(Medicina Interna) Hospital Virgen Macarena

Lo que firmo en Sevilla, a 02 de septiembre de 2013

Fdo:

NOMBRE
SANCHEZ
MARGALET
VICTOR MANUEL
NIF 28691159Q

Firmado digitalmente por NOMBRE
SANCHEZ MARGALET VICTOR
MANUEL - NIF 28691159Q
Nombre de reconocimiento (DN):
c=es, o=FNMT, ou=fnmt clase 2 ca,
oi=703002447, cn=SANCHEZ
MANUEL - NIF 28691159Q
Fecha: 2013.09.02 16:33:58 +0200'

Dr. Víctor Sánchez Margalet
Secretario del CEIC Hospital Universitario Virgen Macarena

Hospital Virgen Macarena

Página 1 de 1

Avda. Dr. Fedriani, 3 - Unidad de Investigación 2ª planta Sevilla 41071 Sevilla España

Tel. 955 00 80 74 Fax. 955 00 80 15 Correo electrónico administracion.eecc.hvm.sspa@juntadeandalucia.es

Anexo 7. Aprobación del comité de ética para la tesis doctoral.



D. Carlos García Pérez
Secretario del CEI de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena y Virgen del Rocío

CERTIFICA

1º. Que el CEI de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena y Virgen del Rocío en su reunión del día 21/01/2021, acta CEI VM-VR_01/2021 ha evaluado la propuesta del promotor referida al estudio:

Título: EVOLUCIÓN DE LOS COMPARTIMENTOS CORPORALES (MASA MAGRA, GRASA Y ÓSEA) A LO LARGO DE LA VIDA EN POBLACIÓN ADULTA SEVILLANA, PUNTOS DE CORTE PARA EL ESTUDIO DE SARCOPENIA E INTERRELACIONES ENTRE DISTINTOS COMPARTIMENTOS CORPORALES.

Código Promotor: JOM-SAR-2020-01 **Código Interno:**
Promotor: Investigador

1º. Considera que

- El estudio se plantea siguiendo los requisitos de la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto.
- Son adecuados tanto el procedimiento para obtener el consentimiento informado como la compensación prevista para los sujetos por daños que pudieran derivarse de su participación en el estudio.
- El alcance de las compensaciones económicas previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.
- La capacidad de los Investigadores y los medios disponibles son apropiados para llevar a cabo el estudio.

2º. Por lo que este CEI emite un **DICTAMEN FAVORABLE**.

3º. Este CEI acepta que dicho estudio sea realizado en los siguientes CEI/Centros por los Investigadores:

CEI de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena y
Virgen del Rocío

Dr. Francisco Jesús Olmo Montes
(Medicina Interna) Hospital Universitario Virgen
Macarena

Lo que firmo en Sevilla, a 03 de febrero de 2021

Fdo:

GARCIA PEREZ
JOSE CARLOS
- 52664213D

Firmado digitalmente
por GARCIA PEREZ
JOSE CARLOS -
52664213D
Fecha: 2021.02.03
13:10:30 +01'00'

D. Carlos García Pérez
Secretario del CEI de los Hospitales Universitarios Virgen Macarena y Virgen del Rocío

Relación tablas y figuras.

- Tabla 1. Definición sarcopenia de la EWGSOP2, de 2018. Adaptado de (18).
- Tabla 2. Cuestionario SARC-F, adaptado de (23).
- Tabla 3. Protocolos de uso de dinamómetro. Adaptado de (25).
- Tabla 4. Exactitud y precisión de diferentes técnicas de valoración de masa muscular. Adaptado de (26).
- Tabla 5. Short physical performance battery, adaptado y traducido de (33).
- Tabla 6. Puntos de corte propuestos por la EWGSOP2 para la valoración de sarcopenia (18).
- Tabla 7. Puntos de corte del proyecto FNIH, para debilidad muscular y masa magra apendicular. Traducido y adaptado de (29).
- Tabla 8. Puntos de corte del Asian Working Group para definir sarcopenia. Adaptado de: (46).
- Tabla 9. Criterios GLIM para el diagnóstico de desnutrición. Traducido y adaptado de: (49).
- Tabla 10. Comparativa entre los picos de composición corporal entre la población una población caucásica y la población estadounidense del estudio NHANES. Tomado de: (75).
- Tabla 11. Distribución por edad y sexo de los sujetos del estudio.
- Tabla 12. Edad media en cada grupo, estratificada por edad y género. Variables expresadas en medias y desviación estándar.
- Tabla 13. Factores de Riesgo Cardiovascular, hábitos tóxicos y estado nutricional en muestra control, estratificada por grupos de edad. Variables expresadas en número de casos prevalentes y porcentaje.
- Tabla 14. Marcadores analíticos de metabolismo óseo y nutricionales de muestra control, estratificados por edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar
- Tabla 15. Medidas antropométricas en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 16. IMC agrupada en muestra control estratificada en género y grupos de edad. Variables expresadas en número de casos prevalentes y porcentaje.
- Tabla 17. Dinamometría dominante y puntuación SPPB en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 18. Masa muscular total, índice de masa muscular, masa muscular apendicular e índice de masa muscular apendicular estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 19. Masa muscular en las diferentes regiones corporales estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 20. Masa grasa y medidas de distribución corporal en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 21. Masa grasa en las diferentes regiones corporales en muestra control estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 22. Masa ósea (CMO-Contenido Mineral Óseo y DMO-Densidad Mineral Ósea) estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 23. Densidad ósea según T score de DMO cuello femoral estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en casos prevalentes y porcentaje.
- Tabla 24. Contenido mineral óseo (CMO) en las diferentes regiones corporales estratificada por sexo y grupos de edad. Medidas expresadas en media y desviación estándar.
- Tabla 25. Descriptivo de dinamometría (kg) ajustado por sexo y por grupos de edad <40 y ≥40 años.
- Tabla 26. Percentil 20 o Quintil 1 de fuerza muscular estratificado por sexo y por grupos de edad.
- Tabla 27. Prevalencia de fuerza disminuida, aplicando el p20 de la población ≥70 años (≤28 Kg en hombres y ≤12 kg en mujeres).
- Tabla 28. Descriptivo de parámetros de masa muscular apendicular ajustado por sexo y grupos de edad en la muestra. Puntos de corte para diagnóstico de baja masa muscular (en color verde).
- Tabla 29. Prevalencia de masa muscular baja tomando varios puntos de cortes.
- Tabla 30. Comparativa de los diferentes puntos de corte en los estudios poblaciones realizados.
- Tabla 31. Prevalencia de sarcopenia y sarcopenia grave en mayores de 70 años, estratificado por sexo.
- Tabla 32. Análisis de regresión y Rho de Spearman de diferentes variables y el índice de masa magra apendicular ajustado por IMC.
- Tabla 33. Test de correlación entre DMO cuello femoral y Masa magra apendicular/IMC.
- Tabla 34. Test de correlación entre DMO cuello femoral y dinamometría dominante.
- Tabla 35. Test de correlación entre DMO cuello femoral y SPPB.
- Tabla 36. Test de correlación entre DMO cuello femoral y Grasa total.
- Tabla 37. Test de correlación entre DMO cuello femoral y % grasa tronco / % grasa piernas.
- Tabla 38. Test de correlación entre índice de masa magra apendicular ajustada por IMC y porcentaje de grasa.

Figura 1. Evolución de masa magra apendicular ajustada por altura al cuadrado (ASM/h^2), masa magra apendicular ajustada por peso (ASM/wt), masa magra apendicular ajustada por IMC (ASM/BMI) en los diferentes grupos de edad en la población coreana. Tomado de (27).

Figura 2. Algoritmo de detección de sarcopenia, adaptado de la EWGSOP2 (18).

Figura 3. Algoritmo de detección del Asian Working Group on Sarcopenia (46).

Figura 4. Evolución de la masa y fuerza muscular a la largo de la edad. Tomado de: (50).

Figuras 5. Evolución de los compartimentos corporales a lo largo de la vida e interrelación entre ellos. Tomada de: (13).

Figuras 6. Concepto de obesidad osteosarcopénica relacionada con el envejecimiento. Tomada de: (13).

Figura 7. Calculadora FRAX adaptada a España. Fuente: <https://www.sheffield.ac.uk/FRAX/tool>.

Figura 8. Evolución de la masa ósea a lo largo de la vida. Tomado de: (70).

Figura 9. Evolución de la masa ósea a lo largo de la vida en el hombre y la mujer. Tomado de: (71).

Figura 10. Evolución de la calidad ósea a lo largo de la vida. Tomado de: (71).

Figura 11. Evolución de incidencia de fracturas con la edad en población europea. Tomado de (72).

Figuras 12,13 y 14. Evolución de la Masa magra apendicular/ h^2 en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Las líneas representan los percentiles 3, 50, 97. Tomado de: (5).

Figuras 15,16 y 17. Evolución de la Masa ósea total medida en gramos en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Tomado de: (5).

Figuras 18,19 y 20. Evolución del porcentaje de grasa corporal en adultos de la población americana. Datos extraídos de la encuesta NHANES. Tomado de: (5).

Figura 21. Evolución con la edad de la masa magra y masa grasa en la población china. Tomado de: (73).

Figura 22. Evolución con la edad del p50 de la masa magra y masa grasa comparando poblaciones estadounidense y china. Tomado de: (73).

Figura 23. Evolución con la edad de la distribución de la masa grasa en la población china. Tomado de: (73).

Figura 24. Comparativa de la evolución con la edad de la distribución de masa grasa entre la población estadounidense y la población china. Tomado de: (73).

Figura 25. Evolución con la edad de la masa grasa y masa magra en la población coreana. Tomado de: (74).

Figura 26. Protocolo del estudio. Captación de sujetos.

Figura 27. Distribución por género de la muestra.

Figura 28. Curvas poblacionales sobre medidas antropométricas en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 29. Resultados test SPPB según grupos de edad. Curvas poblacionales sobre dinamometría (kg) en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 30. Curvas poblacionales sobre dinamometría (kg) en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97. Comparativa con curvas poblacionales en población británica. Percentiles 10,25,50,75,90. Tomado de: (46).

Figura 31. Curvas poblacionales sobre masa magra en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 32. Curvas poblacionales sobre masa magra en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 33. Curvas poblacionales de masa magra comparadas entre la muestra sevillana y población americana y china. Modificado de (73).

Figura 34. Curvas poblacionales de índice de masa magra apendicular por diferentes ajustes (altura, peso, IMC) comparadas entre la muestra sevillana y población coreana. Modificado de (27).

Figura 35. Curvas poblacionales sobre masa grasa en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 36. Curvas poblacionales sobre masa grasa en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 37. Curvas poblacionales de masa grasa comparadas entre la muestra sevillana y población americana y china. Modificado de (78).

Figura 38. Curvas poblacionales sobre masa ósea en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 39. Curvas poblacionales sobre contenido mineral óseo (gr) en diferentes regiones corporales en adultos sevillanos. Percentiles 3,10,25,50,75,90,97.

Figura 40. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustada por IMC e IMC.

Figura 41. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y dinamometría.

Figura 42. Gráfico de dispersión de puntos Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y SPPB.

Figura 43. Gráfico de dispersión de puntos: Índice de masa magra apendicular ajustado por IMC y proteínas totales.

Figura 44. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral e índice de masa magra apendicular ajustada por IMC.

Figura 45. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y Dinamometría.

Figura 46. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y SPPB.

Figura 47. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y Grasa total.

Figura 48. Gráfico de dispersión DMO cuello femoral y %grasa tronco / %grasa piernas.

Figura 49. Gráfico de dispersión grasa total e índice de masa magra apendicular.

Glosario de términos.

<i>aLM</i>	<i>Appendicular Lean Mass</i>
<i>aLMI/BMI</i>	<i>Appendicular Lean Mass Index adjusted by body mass index</i>
<i>aLMI/ht²</i>	<i>Appendicular Lean Mass Index adjusted by height²</i>
<i>ASHT</i>	<i>The American Society of Hand Therapists</i>
<i>ASM/BMI (or aLMI/BMI)</i>	<i>Appendicular Skeletal muscle Mass adjusted by body mass index</i>
<i>ASM/ht² (or aLMI/ht²)</i>	<i>Appendicular Skeletal muscle Mass adjusted by height²</i>
<i>ASM/wt</i>	<i>Appendicular Skeletal muscle Mass adjusted by weight</i>
<i>AWGS</i>	<i>Asian Working Group on Sarcopenia</i>
<i>BMC</i>	<i>Bone Mineral Content</i>
<i>BMD</i>	<i>Bone Mineral Density</i>
<i>CTX</i>	<i>C-terminal Telopeptide of type I collagen</i>
<i>DXA</i>	<i>Dual X-ray Absorptiometry</i>
<i>EWGSOP</i>	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i>
<i>FMI</i>	<i>Fat Mass Index</i>
<i>FNIH</i>	<i>Foundation for National Institutes of Health</i>
<i>GLIM</i>	<i>Global Leadership Initiative on Malnutrition</i>
<i>IFCC</i>	<i>International Federation of Clinical Chemistry</i>
<i>IGF-1</i>	<i>Insulin-like Growth Factor type I</i>
<i>IOF</i>	<i>International Osteoporosis Foundation</i>
<i>ISCD</i>	<i>International Society for Clinical Densitometry</i>
<i>KNHANES</i>	<i>Korea National Health and Nutrition Examination Survey</i>
<i>LMI/BMI</i>	<i>Lean Mass Index adjusted by body mass index</i>
<i>LMI/ht²</i>	<i>Lean Mass Index adjusted by height²</i>
<i>MNA</i>	<i>Mini Nutritional Assessment</i>
<i>NHANES</i>	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
<i>PINP</i>	<i>Procollagen Type I N-terminal Propeptide</i>
<i>SPPB</i>	<i>Short Physical Performance Battery</i>
<i>Total LM</i>	<i>Total Lean Mass</i>
<i>TUG test</i>	<i>Time Up and Go test</i>

BIBLIOGRAFÍA

1. Vidal Domínguez MJ, Labeaga Azcona JM, Casado Durandez P, Madrigal Muñoz A, López Doblaz J, Montero Navarro A, Meil Landwerlin G. Informe 2016. Las personas mayores en España. [Internet]. 1.ª ed. Madrid: Ministerios de sanidad, servicios sociales e igualdad; 2017 [citado 15 octubre 2020]. Disponible en: https://www.imserso.es/InterPresent1/groups/imserso/documents/binario/112017001_informe-2016-persona.pdf
2. Pavón JG, López CA, Cristoffori G, Aguado R, Conde BA. The concept of frailty: detection and treatment. Typology of elderly patients. *Comprehensive geriatric assessment and care quality criteria*. *Med*. 2018 Sep 1;12(62):3627–36.
3. Cruz-Jentoft AJ, Baeyens JP, Bauer JM, Boirie Y, Cederholm T, Landi F, et al. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing*. 2010 Jul;39(4):412–23.
4. Matkovic V, Jelic T, Wardlaw GM, Ilich JZ, Goel PK, Wright JK, et al. Timing of peak bone mass in Caucasian females and its implication for the prevention of osteoporosis. Inference from a cross-sectional model. *J Clin Invest*. 1994 Feb;93(2):799–808.
5. Kelly TL, Wilson KE, Heymsfield SB. Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*. 2009 Sep 15;4(9):e7038.
6. Kuk JL, Saunders TJ, Davidson LE, Ross R. Age-related changes in total and regional fat distribution. *Ageing Res Rev*. 2009 Oct 1;8(4):339–48.
7. Dawson-Hughes B, Bischoff-Ferrari H. Considerations concerning the definition of sarcopenia. *Osteoporos Int*. 2016 Nov 21;27(11):3139–44.
8. Compston J. Osteoporosis: advances in risk assessment and management. *Clin Med*. 2016 Dec;16(Suppl 6):s121–4.
9. Carr MC, Brunzell JD. Abdominal Obesity and Dyslipidemia in the Metabolic Syndrome: Importance of Type 2 Diabetes and Familial Combined Hyperlipidemia in Coronary Artery Disease Risk. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004 Jun 1;89(6):2601–7.
10. Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int*. 1994 Nov;4(6):368–81.
11. Jensen MD, Ryan DH, Apovian CM, Ard JD, Comuzzie AG, Donato KA, et al. 2013 AHA/ACC/TOS Guideline for the Management of Overweight and Obesity in Adults: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and The Obesity Society. *J Am Coll Cardiol*. 2014 Jul 1;63(25):2985–3023.
12. Zamboni M, Mazzali G, Fantin F, Rossi A, Di Francesco V. Sarcopenic obesity: A new category of obesity in the elderly. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*. 2008 Jun;18(5):388–95.
13. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE. Osteosarcopenic Obesity Syndrome: What Is It and How Can It Be Identified and Diagnosed? *Curr Gerontol Geriatr Res*. 2016;2016:7325973.
14. Ilich JZ, Kelly OJ, Inglis JE, Panton LB, Duque G, Ormsbee MJ. Interrelationship among muscle, fat, and bone: Connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. *Ageing Res Rev*. 2014 May;15:51–60.
15. Kawai M, de Paula FJA, Rosen CJ. New insights into osteoporosis: the bone-fat connection. *J Intern Med*. 2012 Oct;272(4):317–29.
16. Ho-Pham LT, Nguyen ND, Lai TQ, Nguyen T V. Contributions of lean mass and fat mass to bone mineral density: a study in postmenopausal women. *BMC Musculoskelet Disord*. 2010 Mar 26;11:59.
17. De Buyser SL, Petrovic M, Taes YE, Toye KRC, Kaufman J-M, Lapauw B, et al. Validation of the FNIH sarcopenia criteria and SOF frailty index as predictors of long-term mortality in ambulatory older men. *Age Ageing*. 2016 Sep;45(5):602–8.
18. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyère O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019 Jan 1;48(1):16–31.
19. Sousa AS, Guerra RS, Fonseca I, Pichel F, Ferreira S, Amaral TF. Financial impact of sarcopenia on hospitalization costs. *Eur J Clin Nutr*. 2016 Sep 11;70(9):1046–51.
20. Ibrahim K, May C, Patel HP, Baxter M, Sayer AA, Roberts H. A feasibility study of implementing grip strength measurement into routine hospital practice (GRIMP): study protocol. Pilot

- Feasibility Stud. 2016 Dec 6;2(1):27.
21. Leong DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet*. 2015 Jul 18;386(9990):266–73.
 22. Buckinx F, Landi F, Cesari M, Fielding RA, Visser M, Engelke K, et al. Pitfalls in the measurement of muscle mass: a need for a reference standard. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9(2):269–78.
 23. Malmstrom TK, Miller DK, Simonsick EM, Ferrucci L, Morley JE. SARC-F: a symptom score to predict persons with sarcopenia at risk for poor functional outcomes. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016;7(1):28–36.
 24. Ishii S, Tanaka T, Shibasaki K, Ouchi Y, Kikutani T, Higashiguchi T, et al. Development of a simple screening test for sarcopenia in older adults. *Geriatr Gerontol Int*. 2014 Feb;14:93–101.
 25. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*. 2011 Jul 1;40(4):423–9.
 26. Cooper PC, Fielding PR, Visser PM, Loon PL van, Rolland PY, Orwoll PE, et al. Tools in the assessment of sarcopenia. *Calcif Tissue Int*. 2013 Sep;93(3):201.
 27. Kim KM, Jang HC, Lim S. Differences among skeletal muscle mass indices derived from height-, weight-, and body mass index-adjusted models in assessing sarcopenia. *Korean J Intern Med*. 2016 Jul;31(4):643–50.
 28. Cawthon PM, Peters KW, Shardell MD, McLean RR, Dam T-TL, Kenny AM, et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014 May;69(5):567–75.
 29. Studenski SA, Peters KW, Alley DE, Cawthon PM, McLean RR, Harris TB, et al. The FNIH sarcopenia project: rationale, study description, conference recommendations, and final estimates. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2014 May;69(5):547–58.
 30. Abellan van Kan G, Rolland Y, Andrieu S, Bauer J, Beauchet O, Bonnefoy M, et al. Gait speed at usual pace as a predictor of adverse outcomes in community-dwelling older people an International Academy on Nutrition and Aging (IANA) Task Force. *J Nutr Health Aging*. 2009 Dec;13(10):881–9.
 31. Peel NM, Kuys SS, Klein K. Gait Speed as a Measure in Geriatric Assessment in Clinical Settings: A Systematic Review. *Journals Gerontol Ser A*. 2013 Jan 1;68(1):39–46.
 32. Studenski DS, Perera DS, Patel DK, Rosano DC, Faulkner DK, Inzitari DM, et al. Gait Speed and Survival in Older Adults. *JAMA*. 2011 Jan 5;305(1):50.
 33. Guralnik JM, Simonsick EM, Ferrucci L, Glynn RJ, Berkman LF, Blazer DG, et al. A short physical performance battery assessing lower extremity function: association with self-reported disability and prediction of mortality and nursing home admission. *J Gerontol*. 1994 Mar;49(2):M85–94.
 34. Pavasini R, Guralnik J, Brown JC, di Bari M, Cesari M, Landi F, et al. Short Physical Performance Battery and all-cause mortality: systematic review and meta-analysis. *BMC Med*. 2016 Dec 22;14(1):215.
 35. Bergland A, Jørgensen L, Emaus N, Strand BH. Mobility as a predictor of all-cause mortality in older men and women: 11.8 year follow-up in the Tromsø study. *BMC Health Serv Res*. 2017;17(1):22.
 36. Vestergaard S, Patel K V, Bandinelli S, Ferrucci L, Guralnik JM. Characteristics of 400-meter walk test performance and subsequent mortality in older adults. *Rejuvenation Res*. 2009 Jun;12(3):177–84.
 37. Mayans D, Cartwright MS, Walker FO. Neuromuscular ultrasonography: quantifying muscle and nerve measurements. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2012 Feb;23(1):133–48, xii.
 38. Perkisas S, Baudry S, Bauer J, Beckwée D, De Cock A-M, Hobbelen H, et al. Application of ultrasound for muscle assessment in sarcopenia: towards standardized measurements. *Eur Geriatr Med*. 2018 Dec 17;9(6):739–57.
 39. Hernández-Socorro CR, Saavedra P, López-Fernández JC, Ruiz-Santana S. Assessment of Muscle Wasting in Long-Stay ICU Patients Using a New Ultrasound Protocol. *Nutrients*. 2018 Dec 1;10(12).
 40. Ticinesi A, Meschi T, Narici M V, Lauretani F, Maggio M. Muscle Ultrasound and Sarcopenia in Older Individuals: A Clinical Perspective. *J Am Med Dir Assoc*. 2017 Apr 1;18(4):290–300.
 41. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Benzeval M, Deary IJ, Dennison EM, et al. Grip strength across the life course: normative data from twelve British studies. *PLoS One*. 2014;9(12):e113637.
 42. Cesari M, Kritchevsky SB, Newman AB, Simonsick EM, Harris TB, Penninx BW, et al. Added value

- of physical performance measures in predicting adverse health-related events: results from the Health, Aging And Body Composition Study. *J Am Geriatr Soc.* 2009 Feb;57(2):251–9.
43. Gould H, Brennan SL, Kotowicz MA, Nicholson GC, Pasco JA. Total and Appendicular Lean Mass Reference Ranges for Australian Men and Women: The Geelong Osteoporosis Study. *Calcif Tissue Int.* 2014 Apr 5;94(4):363–72.
 44. Bischoff HA, Stähelin HB, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, von Dechend M, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed “up and go” test in community-dwelling and institutionalised elderly women. *Age Ageing.* 2003 May;32(3):315–20.
 45. Newman AB, Simonsick EM, Naydeck BL, Boudreau RM, Kritchevsky SB, Nevitt MC, et al. Association of Long-Distance Corridor Walk Performance With Mortality, Cardiovascular Disease, Mobility Limitation, and Disability. *JAMA.* 2006 May 3;295(17):2018.
 46. Chen L-K, Liu L-K, Woo J, Assantachai P, Auyeung T-W, Bahyah KS, et al. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc.* 2014 Feb 1;15(2):95–101.
 47. Keller K, Engelhardt M. Strength and muscle mass loss with aging process. *Age and strength loss. Muscles Ligaments Tendons J.* 2013 Oct;3(4):346–50.
 48. Bloom I, Shand C, Cooper C, Robinson S, Baird J. Diet Quality and Sarcopenia in Older Adults: A Systematic Review. *Nutrients.* 2018 Mar 5;10(3).
 49. Cederholm T, Jensen GL, Correia MITD, Gonzalez MC, Fukushima R, Higashiguchi T, et al. GLIM criteria for the diagnosis of malnutrition - A consensus report from the global clinical nutrition community. *Clin Nutr.* 2019 Feb;38(1):1–9.
 50. Sayer AA, Syddall H, Martin H, Patel H, Baylis D, Cooper C. The developmental origins of sarcopenia. *J Nutr Health Aging.* 2008;12(7):427–32.
 51. Mijnders DM, Koster A, Schols JMGA, Meijers JMM, Halfens RJG, Gudnason V, et al. Physical activity and incidence of sarcopenia: the population-based AGES—Reykjavik Study. *Age Ageing.* 2016;45(5):614.
 52. Johnson Stoklossa CA, Sharma AM, Forhan M, Siervo M, Padwal RS, Prado CM. Prevalence of Sarcopenic Obesity in Adults with Class II/III Obesity Using Different Diagnostic Criteria. *J Nutr Metab.* 2017;2017:7307618.
 53. Tian S, Xu Y. Association of sarcopenic obesity with the risk of all-cause mortality: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Geriatr Gerontol Int.* 2016 Feb 1;16(2):155–66.
 54. Hernlund E, Svedbom A, Ivergård M, Compston J, Cooper C, Stenmark J, et al. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Arch Osteoporos.* 2013 Dec 11;8(1–2):136.
 55. Burge R, Dawson-Hughes B, Solomon DH, Wong JB, King A, Tosteson A. Incidence and economic burden of osteoporosis-related fractures in the United States, 2005–2025. *J Bone Miner Res.* 2007 Mar;22(3):465–75.
 56. Si L, Winzenberg TM, Jiang Q, Chen M, Palmer AJ. Projection of osteoporosis-related fractures and costs in China: 2010–2050. *Osteoporos Int.* 2015 Jul 12;26(7):1929–37.
 57. Hagino H. Fragility Fracture Prevention: Review from a Japanese Perspective. *Yonago Acta Med.* 2012;55(2):21.
 58. Sáez López P, González Montalvo JI, Ojeda Thies C, Gómez Campelo P. Registro nacional de fracturas de cadera (RNFC). Informe anual 2018 [Internet]. 1.ª ed. Madrid: Pilar Sáez López; 2019 [citado 15 octubre 2020]. Disponible en: <http://rnfc.es/wp-content/uploads/2019/11/Informe-Anual-RNFC-2018-1.pdf>
 59. Azagra R, López-Expósito F, Martín-Sánchez JC, Aguyé A, Moreno N, Cooper C, et al. Changing trends in the epidemiology of hip fracture in Spain. *Osteoporos Int.* 2014;25(4):1267–74.
 60. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy D and T. Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. *JAMA J Am Med Assoc.* 2001 Feb 14;285(6):785–95.
 61. Office of the Surgeon General. Bone Health and Osteoporosis: a Report of the Surgeon General. Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General. Office of the Surgeon General (US); 2004.
 62. Naranjo Hernández A, Díaz Del Campo Fontecha P, Aguado Acín MP, Arboleya Rodríguez L, Casado Burgos E, Castañeda S, et al. Recommendations by the Spanish Society of Rheumatology on Osteoporosis. *Reumatol Clin.* 2018 Nov 22;
 63. Richy F, Gourlay M, Ross PD, Sen SS, Radican L, De Ceulaer F, et al. Validation and comparative evaluation of the osteoporosis self-assessment tool (OST) in a Caucasian population from Belgium. *QJM An Int J Med.* 2004 Jan;97(1):39–46.

64. Rubin KH, Abrahamsen B, Friis-Holmberg T, Hjelmborg JVB, Bech M, Hermann AP, et al. Comparison of different screening tools (FRAX®, OST, ORAI, OSIRIS, SCORE and age alone) to identify women with increased risk of fracture. A population-based prospective study. *Bone*. 2013 Sep 1;56(1):16–22.
65. González-Macías J, del Pino-Montes J, Olmos JM, Nogués X. Guías de práctica clínica en la osteoporosis posmenopáusica, glucocorticoidea y del varón. Sociedad Española de Investigación Ósea y del Metabolismo Mineral (3.ª versión actualizada 2014). *Rev Clínica Española*. 2015 Dec 1;215(9):515–26.
66. De Laet CEDH, Van Der Klift M, Hofman A, Pols HAP. Osteoporosis in men and women: A story about bone mineral density thresholds and hip fracture risk. *J Bone Miner Res*. 2002 Dec 1;17(12):2231–6.
67. Kanis JA, McCloskey E V., Johansson H, Oden A, Melton LJ, Khaltaev N. A reference standard for the description of osteoporosis. *Bone*. 2008 Mar;42(3):467–75.
68. Lewiecki EM, Gordon CM, Baim S, Leonard MB, Bishop NJ, Bianchi M-L, et al. International Society for Clinical Densitometry 2007 Adult and Pediatric Official Positions. *Bone*. 2008 Dec;43(6):1115–21.
69. Nelson HD, Helfand M, Woolf SH, Allan JD. Screening for postmenopausal osteoporosis: a review of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med*. 2002 Sep 17;137(6):529–41.
70. Cooper C, Ferrari S. IOF Compendium of Osteoporosis [Internet]. 1.ª ed. The International Osteoporosis Foundation; 2017 [citado 15 octubre 2020]. Disponible en: <https://share.osteoporosis.foundation/WOD/Compendium/IOF-Compendium-of-Osteoporosis-WEB.pdf>
71. Weaver CM, Gordon CM, Janz KF, Kalkwarf HJ, Lappe JM, Lewis R, et al. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos Int*. 2016 Apr;27(4):1281–386.
72. Lorentzon M, Cummings SR. Osteoporosis: the evolution of a diagnosis. *J Intern Med*. 2015 Jun 1;277(6):650–61.
73. Xiao Z, Guo B, Gong J, Tang Y, Shang J, Cheng Y, et al. Sex- and age-specific percentiles of body composition indices for Chinese adults using dual-energy X-ray absorptiometry. *Eur J Nutr*. 2017 Oct;56(7):2393.
74. Hong S, Oh HJ, Choi H, Kim JG, Lim SK, Kim EK, et al. Characteristics of body fat, body fat percentage and other body composition for Koreans from KNHANES IV. *J Korean Med Sci*. 2011;
75. Theodorou SJ, Theodorou DJ, Kalef-Ezra J, Fotopoulos A, Agnantis N, Tsatsoulis A, et al. Relationships between body composition analysis measures in Greek women and US white women. *Rheumatol Int*. 2015 Jun;35(6):1037–44.
76. Tarantino U, Baldi J, Scimeca M, Piccirilli E, Piccioli A, Bonanno E, et al. The role of sarcopenia with and without fracture. *Injury*. 2016 Oct 1;47:S3–10.
77. Yoo J II, Choi H, Ha YC. Mean hand grip strength and cut-off value for sarcopenia in Korean adults using KNHANES VI. *J Korean Med Sci*. 2017 May 1;32(5):868–72.
78. Brundtland GH. Report of the World Health Organization. Active ageing: A policy framework. *Aging Male*. 2002;5(1):1–37.
79. Tyrovolas S, Koyanagi A, Olaya B, Ayuso-Mateos JL, Miret M, Chatterji S, et al. The role of muscle mass and body fat on disability among older adults: A cross-national analysis. *Exp Gerontol*. 2015 Sep 1;69:27–35.
80. Fan B, Shepherd JA, Levine MA, Steinberg D, Wacker W, Barden HS, et al. National Health and Nutrition Examination Survey Whole-Body Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Reference Data for GE Lunar Systems. *J Clin Densitom*. 2014;17(3):344–77.
81. Kim MK, Baek KH, Song KH, Il Kang M, Park CY, Lee WY, et al. Vitamin D deficiency is associated with sarcopenia in older Koreans, regardless of obesity: The fourth Korea National Health and Nutrition Examination Surveys (KNHANES IV) 2009. *J Clin Endocrinol Metab*. 2011 Oct;96(10):3250–6.
82. Sanada K, Miyachi M, Tanimoto M, Yamamoto K, Murakami H, Okumura S, et al. A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: Reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol*. 2010 Sep;110(1):57–65.
83. Waters DL, Yau CL, Montoya GD, Baumgartner RN. Serum sex hormones, IGF-1, and IGFBP3 exert a sexually dimorphic effect on lean body mass in aging. *Journals Gerontol - Ser A Biol Sci Med Sci*. 2003 Jul 1;58(7):648–52.

84. Baumgartner RN, Waters DL, Gallagher D, Morley JE, Garry PJ. Predictors of skeletal muscle mass in elderly men and women. *Mech Ageing Dev.* 1999 Mar 1;107(2):123–36.
85. Choi HS, Kim KJ, Kim KM, Hur NW, Rhee Y, Han DS, et al. Relationship between visceral adiposity and bone mineral density in Korean adults. *Calcif Tissue Int.* 2010 Sep;87(3):218–25.
86. Verschueren S, Gielen E, O'Neill TW, Pye SR, Adams JE, Ward KA, et al. Sarcopenia and its relationship with bone mineral density in middle-aged and elderly European men. *Osteoporos Int.* 2013 Jan;24(1):87–98.
87. Seeman E. Clinical review 137: Sexual dimorphism in skeletal size, density, and strength. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001;86(10):4576–84.
88. Gallagher D, Visser M, De Meersman RE, Sepúlveda D, Baumgartner RN, Pierson RN, et al. Appendicular skeletal muscle mass: Effects of age, gender, and ethnicity. *J Appl Physiol.* 1997;83(1):229–39.
89. Baumgartner RN, Koehler KM, Gallagher D, Romero L, Heymsfield SB, Ross RR, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol.* 1998 Apr 15;147(8):755–63.
90. Janssen I, Heymsfield SB, Ross R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(5):889–96.
91. Woo J, Leung J, Morley JE. Defining sarcopenia in terms of incident adverse outcomes. *J Am Med Dir Assoc.* 2015 Mar 1;16(3):247–52.
92. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Avan Aihie Sayer. Global variation in grip strength: A systematic review and meta-analysis of normative data. *Age Ageing.* 2016 Mar 1;45(2):209–16.
93. Lee MJ, Wu Y, Fried SK. Adipose tissue heterogeneity: Implication of depot differences in adipose tissue for obesity complications. Vol. 34, *Molecular Aspects of Medicine.* Mol Aspects Med; 2013. p. 1–11.
94. Reis JP, Loria CM, Lewis CE, Powell-Wiley TM, Wei GS, Carr JJ, et al. Association between duration of overall and abdominal obesity beginning in young adulthood and coronary artery calcification in middle age. *JAMA - J Am Med Assoc.* 2013;310(3):280–8.
95. Pinnick KE, Nicholson G, Manolopoulos KN, McQuaid SE, Valet P, Frayn KN, et al. Distinct developmental profile of lower-body adipose tissue defines resistance against obesity-associated metabolic complications. *Diabetes.* 2014 Nov 1;63(11):3785–97.
96. Morimoto Y, Maskarinec G, Conroy SM, Lim U, Shepherd J, Novotny R. Asian ethnicity is associated with a higher trunk/peripheral fat ratio in women and adolescent girls. *J Epidemiol.* 2012;22(2):130–5.
97. Kadowaki T, Sekikawa A, Murata K, Maegawa H, Takamiya T, Okamura T, et al. Japanese men have larger areas of visceral adipose tissue than Caucasian men in the same levels of waist circumference in a population-based study. *Int J Obes.* 2006 Jul 14;30(7):1163–5.
98. Curtis EM, Moon RJ, Harvey NC, Cooper C. Reprint of: The impact of fragility fracture and approaches to osteoporosis risk assessment worldwide. *Int J Orthop Trauma Nurs.* 2017 Aug 1;26:7–17.
99. Zhu K, Hunter M, James A, Lim EM, Walsh JP. Associations between body mass index, lean and fat body mass and bone mineral density in middle-aged Australians: The Busselton Healthy Ageing Study. *Bone.* 2015 May 1;74:146–52.
100. De Laet C, Kanis JA, Odén A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: A meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2005;16(11):1330–8.
101. Katzmarzyk PT, Barreira T V., Harrington DM, Staiano AE, Heymsfield SB, Gimble JM. Relationship between abdominal fat and bone mineral density in white and African American adults. *Bone.* 2012 Feb;50(2):576–9.
102. Hamrick MW, Ferrari SL. Leptin and the sympathetic connection of fat to bone. Vol. 19, *Osteoporosis International.* Osteoporos Int; 2008. p. 905–12.
103. Reid IR. Fat and bone. Vol. 503, *Archives of Biochemistry and Biophysics.* Arch Biochem Biophys; 2010. p. 20–7.
104. Braun T, Schett G. Pathways for bone loss in inflammatory disease. *Curr Osteoporos Rep.* 2012 Jun;10(2):101–8.
105. Gjesdal CG, Halse JL, Eide GE, Brun JG, Tell GS. Impact of lean mass and fat mass on bone mineral density: The Hordaland Health Study. *Maturitas.* 2008 Feb 20;59(2):191–200.
106. Kim JH, Choi HJ, Ku EJ, Hong AR, Kim KM, Kim SW, et al. Regional body fat depots differently affect bone microarchitecture in postmenopausal Korean women. *Osteoporos Int.* 2016 Mar

- 1;27(3):1161–8.
107. Alchin DR. Sarcopenia: describing rather than defining a condition. Vol. 5, *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*. Wiley Online Library; 2014. p. 265–8.
 108. Fielding RA, Vellas B, Evans WJ, Bhasin S, Morley JE, Newman AB, et al. Sarcopenia: An Undiagnosed Condition in Older Adults. Current Consensus Definition: Prevalence, Etiology, and Consequences. International Working Group on Sarcopenia. *J Am Med Dir Assoc*. 2011;12(4):249–56.
 109. Tyrovolas S, Koyanagi A, Olaya B, Ayuso-Mateos JL, Miret M, Chatterji S, et al. Factors associated with skeletal muscle mass, sarcopenia, and sarcopenic obesity in older adults: a multi-continent study. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2016 Jun 1;7(3):312–21.
 110. Morley JE. Sarcopenia: Diagnosis and treatment. *J Nutr Heal Aging*. 2008 Jul;12(7):452–6.
 111. Shafiee G, Keshtkar A, Soltani A, Ahadi Z, Larijani B, Heshmat R. Prevalence of sarcopenia in the world: A systematic review and meta- analysis of general population studies. *J Diabetes Metab Disord*. 2017 May 16;16(1).