

La vida del adulto mayor debe ser una ilusión, un nuevo reto para el individuo, su cuidado y su salud pese a que será la etapa que le conduzca irremediamente al misterio científico de la muerte.

Implicación funcional del ejercicio físico y la microbiota intestinal en la sarcopenia.

Autor. Amadeo Daza Sánchez.

Tutora TFM: Dra. Laura Senovilla González.

Trabajo fin de Máster para Máster Nutrición Geriátrica de la Universidad de Valladolid.

Junio de 2022.

Índice de contenidos.

Portada	0
Índice de contenidos	1
Resumen y keywords	2
Introducción	3
Sarcopenia.....	3
Ejercicio físico	5
Microbiota intestinal	7
Objetivos.....	12
Desarrollo.....	12
Ejercicio físico	13
Alimentación y nutrición	15
Microbiota intestinal	17
Conclusiones.....	20
Bibliografía.....	24

A mi familia, recuperaremos el tiempo que os he cogido prestado.

Resumen.

La población mundial está envejeciendo a un ritmo elevado, especialmente en los países desarrollados y en vías de desarrollo. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la esperanza de vida a nivel mundial en 2020 se situaba en 77,9 años para los hombres y 83,1 años para las mujeres, siendo España uno de los países con mayor esperanza de vida (hombres 80,6 años y mujeres 86 años). Este aumento en la esperanza de vida hace necesario el estudio de las áreas relacionadas con este sector poblacional y sus principales problemáticas para darles solución. Aumentar la calidad de vida de los adultos mayores es una necesidad perseguida por la geriatría y gerontología ya que permite una mayor independencia del adulto mayor. En este trabajo determinaremos el grado de implicación de áreas pilares en el disfrute de la calidad de vida de esta población. El ejercicio físico, y la microbiota intestinal junto a la alimentación serán estudiados en su relación con uno de los grandes problemas de esta etapa de la vida del ser humano, común a otras especies, la sarcopenia.

Keywords: sarcopenia, ejercicio físico, microbiota intestinal, disbiosis, nutrición.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Sarcopenia

El término sarcopenia procede de la lengua griega, y se compone de dos vocablos, “sarx”, que significa carne y “penia” cuya traducción es “pobre”, referido a pérdida o disminución. Este término fue propuesto por primera vez por Irwin Rosenberg en 1989 para definir la pérdida muscular asociada al envejecimiento (1). El concepto ha ido evolucionando de forma que actualmente nos referimos a sarcopenia para definir a una enfermedad característica de la etapa del adulto mayor, reconocida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y presente en el manual de patologías CIE-10. Según la European Working Group on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) la sarcopenia es la pérdida de masa muscular, asociada a la pérdida de fuerza y/o funcionalidad. Existen ciertas diferencias entre esta definición y la propuesta por la International Working Group of Sarcopenia (IWGS) que define sarcopenia como un bajo índice musculoesquelético. Hay estudios que han mostrado diferencias de resultados según el criterio empleado. Por ejemplo, el estudio de Lee WJ, Liu LK y cols. en 2013 obtuvo distintos resultados utilizando los mismos 408 voluntarios adultos mayores según el criterio empleado. Este trabajo determinó que había un mayor número de personas con diagnóstico de sarcopenia cuando el criterio empleado era el de la EWGSOP, comparado con el de IWGS (2). Independientemente de esta disparidad en el criterio, la sarcopenia primaria es un proceso progresivo que se produce en los adultos a partir de la quinta década de vida, acentuándose de forma más aguda a partir de los 60 o 70 años y que incluye los criterios de la EWGSOP (Tabla 1) respecto a la masa y fuerza muscular. Hay autores que definen la sarcopenia como un buen marcador del proceso natural de envejecimiento ya que es común a muchas especies.

<p style="text-align: center;">Criterios de la EWGSOP</p> <p style="text-align: center;">Pérdida de masa muscular</p> <p style="text-align: center;">Disminución de la fuerza</p> <p style="text-align: center;">Pérdida de la funcionalidad del músculo</p>

Tabla 1: Criterios del EGWSOP para el diagnóstico de sarcopenia.

Existen datos bioquímicos que determinan la presencia de esta patología, entre los que destacan los niveles elevados de proteína C reactiva, IL-6, IL-7 y elevados niveles de

radicales libres (ROS por sus siglas en inglés de Reactive Oxygen Species) (3). Todos estos parámetros están relacionados con aumento en los niveles de inflamación y estrés orgánicos. Los cambios fisiológicos asociados a la sarcopenia incluyen una mayor prevalencia de incapacidad para realizar la Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD), una menor calidad de vida (QL, por sus siglas en inglés Quality of Life) y un mayor riesgo de caídas y muerte del adulto mayor (4). Los principales cambios producidos a nivel de la masa muscular en los adultos mayores que presentan sarcopenia son:

- **Disminución del número de miofibras especialmente de tipo II.** La disminución de miofibras de tipo II, especialmente del tipo IIb. Las células de este tipo pasan a adquirir un mayor número de mitocondrias y pierden capacidad de obtención de energía anaerobia, para tener una mayor capacidad de metabolismo aeróbico. Estos cambios en la cantidad de miofibras funcionales de tipo II están directamente relacionado con una menor fuerza total en un ejercicio corto e intenso.
- **Disminución de la contractilidad del músculo e inserción de la grasa intermuscular.** El músculo posee una menor capacidad de contractilidad, ya que hay menor número de fibras con capacidad de contracción sin necesidad de empleo de oxígeno (contracción anaerobia). Además, la reposición de los miocitos está disminuida debido a la suma de estos factores, y asociado a una menor calidad de reposición de miocitos, resultando estos más rígidos y con menor capacidad contráctil. Finalmente, la disminución de los niveles de estrógenos y testosterona, la disminución de la capacidad metabólica y menor respuesta anabólica, y factores modulables como la malnutrición, el sedentarismo y un mayor grado de estrés favorecen este cambio en la composición corporal que resulta un acelerador de sarcopenia, fragilidad y disbiosis del adulto mayor (5).
- **Disminución de motoneuronas y menor funcionalidad de las existentes.** A nivel del sistema nervioso, el proceso de envejecimiento produce una disminución de la reposición de células neuronales y una menor capacidad de metabolización de los desechos producidos por la destrucción de neuronas, entre los que destacan las sustancias beta-amiloides y la lipofuscina (3), que tienen una actividad deletérea en la función cerebral. Estos procesos se producen en todas las familias neuronales incluidas las motoneuronas. Además, el daño oxidativo y la menor capacidad de reflejo cerebral asociado a la edad producen una menor capacidad de función de las motoneuronas presentes provocando que la actividad muscular sea más lenta y

de menor grado de fuerza total que en la etapa anterior de la vida.

- **Disminución de la capilaridad en las fibras musculares.** Al igual que ocurre con los miocitos y las motoneuronas, las células vasculares sufren un decaimiento de su tasa de reposición con el aumento de la edad y el envejecimiento. Además, la capacidad de intercambio de las arteriolas disminuye provocando una menor oxigenación de los músculos.
- **Aumento del grado de estrés oxidativo (aumento de citoquinas, ROS y células TNF-alfa).** Para finalizar, se produce un aumento en la oxidación de la masa muscular debido a la menor metabolización de las sustancias de desecho de la actividad muscular, generando moléculas proinflamatorias que afectan a la actividad del músculo. Estas sustancias proinflamatorias pueden llegar, a través del sistema vascular, a otros órganos y sistemas produciendo daños que pueden ser agudos y/o de bajo grado y crónicos. La inflamación crónica de bajo grado en ausencia de una infección manifiesta se conoce como *inflammaging*. Se ha observado que se desarrolla con la edad y que puede contribuir a las manifestaciones clínicas de otras patologías relacionadas con la edad. Por esta razón, se está profundizando en su importancia y relación con una menor QL en los adultos mayores. Algunos productos de desecho del catabolismo proteico, como los ROS, son especialmente importantes factores deletéreos en la funcionalidad del músculo y, por tanto, resultan aceleradores del proceso de sarcopenia (5).

1.2. Ejercicio físico

Los conceptos de “actividad física” y “ejercicio físico” son distintos y, aunque la población en general la emplea como sinónimos, existe una diferencia importante entre ambos términos determinada por el objetivo final de su acción. ***Actividad física*** define toda aquella actividad voluntaria que supone la activación de ciertos grupos musculares y que indistintamente de su objetivo tiene como consecuencia un gasto de energía. ***Ejercicio físico*** define una actividad que, siendo física es planificada y repetida en el tiempo, y que tiene como objetivo final la mejora de la condición física de la persona ya sea por motivos lúdicos, de salud, rendimiento deportivo o superación de pruebas determinadas (6).

La evolución del ser humano como ser inteligente y social ha ido paralelamente unida a una disminución progresiva de los niveles de actividad física a la que debemos someternos.

En las antiguas sociedades cazadoras-recolectoras la actividad física era una condición necesaria (y a veces no suficiente) para sobrevivir para los individuos y sociedades. Sin embargo, en la población actual, caracterizada por labores y ocio sedentarios, con un desarrollo tecnológico destinado a disminuir el esfuerzo físico de las personas, realizar actividad física supone una anormalidad social según los datos estadísticos sobre movilidad en cualquier parte del mundo occidental y países en vías de desarrollo. Teniendo en cuenta la disminución drástica de la necesidad de realizar actividad física, se ha desarrollado de forma paralela y agudizada en las últimas décadas, la necesidad de realizar ejercicio físico que permita disminuir el sedentarismo asociado a la vida moderna con el objetivo de disminuir el riesgo de sufrir enfermedades asociadas al sedentarismo, las cuales suponen un número importante de casos de enfermedades en la actualidad en la sociedad occidental. Julio Basulto, en su libro *“Comer y correr”*, en su capítulo 1 escribe: *“Así, lo que casi siempre fue primordial, que era permanecer en movimiento a lo largo del día, ahora se ha vuelto marginal.”*(7).

En la tabla 2, se observa cómo aumenta el porcentaje de población que practica ejercicio físico en las últimas décadas. Aunque esta gráfica tiene en cuenta exclusivamente la población comprendida entre los 15 y 65 años, todas las publicaciones muestran también un aumento en la población adulta mayor (8). Sin embargo, la disminución de las actividades físicas son de mayor grado que el aumento de la dedicación al ejercicio físico que en la antigüedad, suponiendo un menor gasto energético y menor activación muscular respecto a las generaciones anteriores.

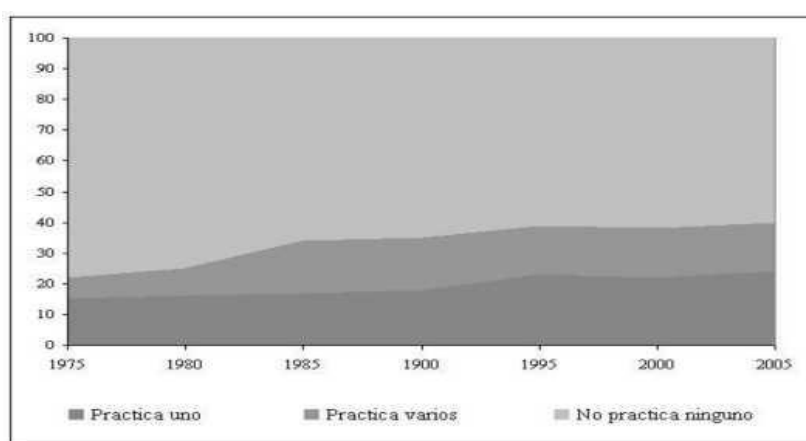


Tabla 2. Evolución del % de practicantes de ejercicio físico en población española de 15-65 años

Imagen: extraída del CSD (Consejo Superior de Deportes) del Ministerio de Educación Ciencia y Deporte del Gobierno de España.

El Ejercicio Físico Regular y Moderado (EFRM) genera beneficios probados en la salud del individuo que los practica a cualquier edad, y en la población que le rodea (4). Los beneficios producidos a nivel individual son multifactoriales y multiorgánicos. Un estudio realizado por Saliha Belmonte Darraz y cols. en el que se sometió a adultos mayores a un programa de intervención de ejercicio físico moderado adaptado para ellos, mostró una mejora en los niveles de presión arterial; reducción del riesgo de caídas; reducción del riesgo de fragilidad y reducción de la mortalidad; reducción del riesgo de diabetes tipo II y mejora del estado cognitivo, así como mejoras en la percepción de la QL a través de los resultados obtenidos en la escala de GENCAT(9). La escala de GENCAT es una herramienta desarrollada por Miguel Ángel Verdugo Alonso y cols. y publicada en 2008 que permite medir de forma objetiva la QL de las personas usuarias de servicios sociales, medidos por parte de los profesionales de servicios sociales, siempre que éstos tengan un conocimiento de la persona a la que se refieren durante al menos 3 meses anteriores a la realización de la escala. La escala de GENCAT es una de las más empleadas para realizar estudios científicos sobre QL(10), sobretodo en adultos mayores.

El EFRM está asociado, en cuanto a la composición corporal de los adultos mayores, a porcentajes grasos más adecuados y mejor estado de la masa muscular total, tanto en mediciones antropométricas, como a través de la técnica de bioimpedancia y otras técnicas de medición de la composición corporal más costosas, como el DXA. Estas técnicas de medición de la composición corporal permiten un mayor grado de conocimiento de los distintos compartimentos del cuerpo humano mediante la medición de pliegues de grasa subcutánea (antropometría), aplicación de electricidad y posterior medida de la resistencia y reactancia del individuo al que se le aplica (bioimpedancia) y aplicación de un haz de rayos X midiendo su absorciometría, distinta para cada uno de los componentes del ser humano (DXA). Pese a que ninguna de las técnicas de medición de la composición corporal son exactas, la realización de las mismas nos permite conocer la evolución de la composición en un mismo individuo y en los grupos poblacionales de similar etapa de edad.

1.3 Microbiota intestinal y envejecimiento. La microbiota intestinal está conformada por el conjunto de microorganismos que habitan en el intestino. Actualmente se conocen más de 3,3 millones de genes distintos en la microbiota intestinal humana, de los cuales el 98% son bacterias y el 2% restante se los reparten virus, hongos, arqueas y una no despreciable cantidad de material genético no conocido. La microbiota intestinal requiere un estudio

independiente y profundo por su carácter modificable, la importancia de su funcionalidad y, la relación entre ella y numerosas funciones de tejidos y órganos del ser humano. Todo ello hace de la microbiota intestinal, una diana presumiblemente fructífera para futuros tratamientos relacionados con un elevado número de patologías.

La microbiota intestinal se desarrolla en el ser humano, según indican estudios recientes, desde antes del nacimiento (11). Sin embargo, otros estudios difieren de este hecho e indican que la microbiota intestinal comienza su proliferación en el momento del parto (12).. Independientemente de esta discusión, los estudios coinciden en que su composición se verá modificada en gran manera durante los tres primeros años de vida. A los 3 años se alcanza una diferenciación que permanecerá relativamente estable durante la etapa infantil y adulta, siendo alterada en ocasiones por factores extrínsecos como tratamientos antibióticos, estilo de vida y alimentación, pero con un marcado carácter de estabilidad interindividual (Figura 1). De esta forma, se puede decir que tenemos una microbiota intestinal única en cada individuo. Más allá de esta individualidad de la microbiota intestinal, compartimos una serie de microorganismos comunes a todos, en torno al 50% de los totales (15).



Figura 1. En la infografía: Evolución del n° de especies presentes en la microbiota intestinal en la evolución de la vida. Extraído de: Gut Microbiota for Health.en publicación de Diciembre de 2019.

Composición bacteriana de la microbiota intestinal.

La microbiota intestinal está compuesta por solo seis reinos de los más del centenar que se conocen de bacterias (Figura 2). Los análisis realizados muestran que estos seis reinos se distribuyen en: 80-90% firmicutes y bacteroidetes; 7-10% proteobacterias; 3-5% verrucomicrobias y 3-5% actinobacterias y 1% de fusobacterias. A partir de los mismos, los

géneros que colonizan el intestino son muy numerosos y variables, destacando la presencia de algunos géneros dentro de los reinos, como:

Firmicutes: *Faecalibacterium*, *Roseburia* y *Clostridium*, con especial importancia dentro de la clase *Clostridium* de una especie llamada *Ruminococcus* (13,14) cuya presencia elevada en los individuos adultos mayores se asocia a protección contra enfermedades colorrectales (enterotipo 3), gracias a la acción de la *Ruminococcus bromii* fermentando el almidón resistente y generando Ácidos Grasos de Cadena Corta (AGCC), en especial de butirato, que sirve de nutrición para un elevado número de cepas bacterianas del colon simbióticas con el ser humano.

Bacteroidetes: *Bacteroides* y *Prevotella*. La presencia de *Bacteroides* como principal bacteria de la microbiota intestinal determina el enterotipo 1, caracterizado por estar presente en personas con un consumo elevado de grasas y proteínas en la dieta a largo plazo. El género *Prevotella* determina otro de los enterotipos característicos del ser humano (enterotipo 2), que se relaciona con individuos cuya alimentación está caracterizada a largo plazo por el consumo elevado de fibras e hidratos de carbono.

Actinobacterias: *Bifidobacterium*

Verrucomicrobias y proteobacterias

Se conoce como enterotipo a la composición bacteriana intestinal características de los individuos según los tres posibles géneros más presentes en la microbiota intestinal.

La composición de la microbiota intestinal, como se ha descrito anteriormente, comienza a definirse desde antes del nacimiento (11) y comienza a tener grandes modificaciones durante el parto, según el tipo de parto. De esta manera, los niños nacidos vía vaginal tienen mayor existencia de *Lactobacillus* (clase de bacterias predominantes en la microbiota vaginal) y, por tanto, priorizan en ellos los Firmicutes. Por otro lado, los niños nacidos por cesárea tienen una predominancia de bacterias dominantes en la piel, destacando la presencia de *Staphylococcus* y *Enterococcus*, además presentan una menor variedad de microorganismos. Una vez alcanzado los 3 años de edad, la microbiota intestinal alcanza una estabilidad cuyas principales modificaciones se han asociado a la toma de antibióticos, sociedad donde se desarrolla el individuo, características genéticas y estilo de vida (alimentación, ejercicio físico y ausencia o presencia de hábitos tóxicos) (15). Será en la etapa adulta mayor cuando la microbiota vuelve a sufrir modificaciones significativas que se caracterizan por una disminución del porcentaje de Firmicutes y el género *Bifidobacterium*, mientras que aumenta la predominancia de *Bacteroides* (del reino Bacteroidetes), algunas especies de *Clostridium* y enterobacterias de distintas especies. Es además en la etapa adulta mayor donde existe una mayor variedad interindividual en cuanto a la

composición de la microbiota intestinal, por lo que se dificulta la determinación de cuál es la composición de la microbiota que se relaciona con un mejor estado de salud en los adultos mayores. Como veremos más adelante, los cambios en la microbiota intestinal asociados al envejecimiento se han relacionado con un mayor riesgo de patologías y con una menor QL del adulto mayor.

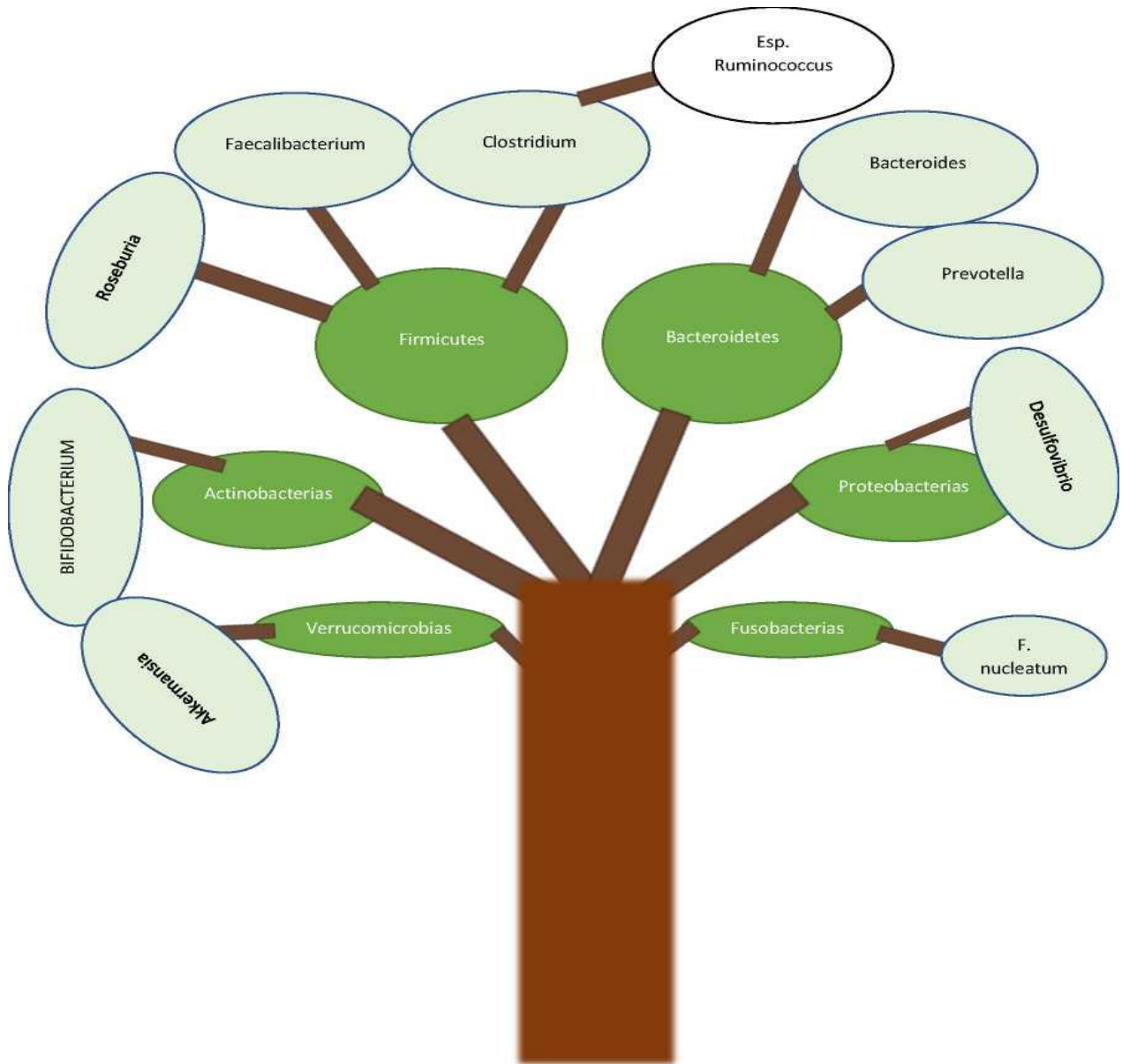


Figura 2. Reinos de bacterias conocidos presentes en la microbiota intestinal (ramas principales) y algunos de los géneros más importantes de cada uno de los reinos por su presencia o funcionalidad en la microbiota intestinal humana (ramas secundarias). Especie de *Clostridium* más importante por su función y presencia (rama terciaria).

Funciones de la microbiota intestinal.

Las funciones de la microbiota intestinal son:

- **Acción defensiva e inmunitaria.** La microbiota intestinal supone una barrera física al paso de moléculas y otros microorganismos que puedan resultar perjudiciales para el ser humano. Además, genera moléculas del sistema inmunitario, con acción en el intestino y otros órganos externos, al estar en contacto con estos patógenos y permitir el desarrollo de inmunidad de memoria contra estos patógenos.
- **Acción metabólica.** La microbiota intestinal tiene una relación directa con la digestión, absorción y gestión de los nutrientes que comemos y bebemos. También se generan, con la fermentación de algunos de estos nutrientes, sustancias que resultan vitales para el funcionamiento del organismo como los ácidos grasos de cadena corta, vitaminas y aminoácidos. Estos aminoácidos generados por la microbiota intestinal confieren a la microbiota una función anabólica dentro de la acción metabólica. Por último, la microbiota intestinal sana, en cualquier edad, se asocia a menor resistencia a la insulina.
- **Acción endocrina.** El sistema intestinal, mediado por la acción bacteriana, genera hormonas que tienen acciones tanto en su propia regulación, como en la de otros órganos. Por ejemplo, a través de la flora intestinal los enterocitos producen una molécula implicada en la lipólisis. Por lo tanto, la microbiota intestinal está relacionada con la secreción de las distintas hormonas que pueden provocar obesidad (16) y otras patologías.

Tras conocer la importancia de la sarcopenia, el EFRM y la microbiota intestinal en el envejecimiento, surge una cuestión que debe ser resuelta desde la ciencia; **¿existe relación directa entre la práctica de EFRM con la microbiota intestinal y el desarrollo de sarcopenia en adultos mayores?**

2. OBJETIVOS

Hemos visto que el ejercicio físico reduce el riesgo de sarcopenia en adultos mayores (5,17). Por otro lado, se han descrito cambios en la microbiota relacionadas con el envejecimiento (disbiosis), así como con el ejercicio físico (reducción de la disbiosis). Por lo tanto, la realización de EFRM parece tener una acción preventiva frente al desarrollo de sarcopenia y la disbiosis en adultos mayores. El objetivo de este estudio de revisión es profundizar en el conocimiento del triángulo relacional existente entre sarcopenia, microbiota intestinal y EFRM (Figura 3), unidos a la alimentación, así como valorar la posibilidad de recomendar EFRM combinado con productos pro y/o prebióticos, con la finalidad de mantener y mejorar la calidad de vida del adulto mayor.



Figura 3. Relación entre la práctica de ejercicio físico regular y moderado con la microbiota intestinal y el estado de sarcopenia. Un triángulo relacional entre los tres factores.

3. DESARROLLO

La práctica de EFRM en el adulto mayor, así como un estilo de vida saludable basado en una alimentación similar a los patrones de la dieta mediterránea, un buen ambiente externo y una buena red social, han demostrado reducir el riesgo de sarcopenia en los adultos mayores (12,18,19). En esta etapa de la vida, existe un factor irreversible de deterioro físico natural en el que se produce un cambio progresivo de la composición corporal caracterizado por una reducción de la masa muscular (más agudizada en la zona inferior del cuerpo) y un aumento paralelo del componente adipocítico visceral, mientras que la grasa subcutánea tiende a la disminución (5). El deterioro físico progresivo es una característica natural del proceso de la vida producido por factores diversos entre los que destaca una menor reposición celular en la mayoría de los tipos de células acompañado de una menor funcionalidad. Sin embargo, existen factores interpersonales de carácter reversible que determinan la calidad de vida del adulto mayor y, a nivel social, reducen

el coste médico-farmacológico. Algunos de estos factores son objeto de estudio en este trabajo con el objetivo de determinar la relación existente entre tres ejes fundamentales en la etapa del adulto mayor y una mayor calidad de vida. Estos factores son:

1. **Ejercicio físico.** Los adultos mayores de 60 años, en prácticamente todos los países desarrollados, tienden a disminuir su actividad física de forma progresiva y a dedicar un mayor número de horas a la práctica de actividades sedentarias. Es un factor reversible ya que queda determinado, en general, por el deseo personal de cada individuo, excepto en ocasiones extremas donde una situación incapacitante impide realizar cualquier tipo de ABVD. En la mayoría de las ocasiones, esta situación incapacitante ha sido precedida o generada por un período de inactividad física voluntario u obligado. Las personas adultas mayores que realizan programas de EFRM, o tienen niveles elevados de actividad física, han mostrado tener mejores resultados en todos los test relacionados con la funcionalidad, independencia y QL en comparación con los adultos mayores sedentarios ⁽¹⁷⁾. La práctica de EFRM tiene una estrecha relación positiva con la mejora en la QL y menor riesgo de aparición de sarcopenia y fragilidad en el adulto mayor ⁽²⁰⁾.

Para mostrar el beneficio de la EFRM en la sarcopenia, hemos recopilado datos de dos pacientes adultos mayores (sin haber realizado intervención nutricional ni psicológica anterior) bajo su consentimiento explícito. Las tablas 3 y 4 muestran las impedancias realizadas en primera consulta a dos pacientes de similares condiciones, con un factor de diferenciación clave, la práctica de EFRM. El paciente de la tabla 3 es un adulto mayor practicante de EFRM, mientras que el paciente de la tabla 4 no realiza ningún tipo de EFRM, que además tiene una vida más sedentaria. Podemos observar que la masa muscular (porcentualmente ajustado al peso) es mayor en el paciente que realiza EFRM. También podemos observar que el paciente que realiza EFRM presenta en todos los cilindros corporales una mayor resistencia, dato asociado a un mejor estado muscular. Además, la masa grasa se acerca de forma más próxima a una cantidad de grasa saludable que en el caso del paciente que no realiza EFRM. Es cierto que existe una diferencia entre ambos pacientes en cuanto a la toma de medicación, si bien padecen patologías similares con un grado de afectación similar sobre la capacidad de anabolización y metabolismo energético, que es válido para referenciar dos casos que interpreten distinta composición corporal.

ID	Altura	Edad	Género	Fecha / Hora del test
171019-2	172cm	67	Masculino	19.10.2017. 18:01

Análisis de la Composición Corporal

Cantidad total de agua corporal	Agua Corporal Total (L)	41,8 (36,6~44,7)
Necesario para definir musculatura	Proteínas (kg)	11,2 (9,8~12,0)
Necesario para reforzar los huesos	Minerales (kg)	4,02 (3,39~4,14)
Necesario para almacenar el exceso de energía	Masa Grasa Corporal (kg)	23,9 (7,8~15,6)
Suma de lo anterior	Peso (kg)	80,9 (55,3~74,8)

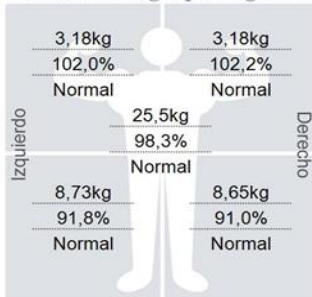
Análisis Músculo-Grasa

	Bajo	Normal	Alto
Peso (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205 %		80,9
Masa musculoesquelética (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 %		31,8
Masa Grasa Corporal (kg)	40 60 80 100 160 220 280 340 400 460 520 %		23,9

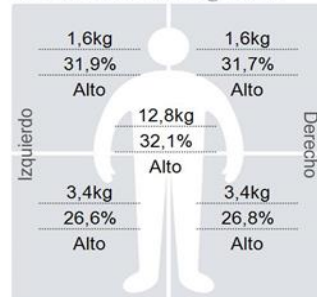
Análisis de Obesidad

	Bajo	Normal	Alto
IMC Índice de Masa Corporal (kg/m ²)	10,0 15,0 18,5 22,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0 55,0		27,3
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	0,0 5,0 10,0 15,0 20,0 25,0 30,0 35,0 40,0 45,0 50,0		29,6

Análisis de Magro por Segmentos



Análisis de Grasa Segmental



* La grasa segmental es estimada.

Historial de Composición Corporal

Peso (kg)	80,9								
Masa musculoesquelética (kg)	31,8								
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	29,6								
<input checked="" type="checkbox"/> Reciente <input type="checkbox"/> Total	19.10.17 18:01								

Control de peso

Peso objetivo	67,0 kg
Control de peso	- 13,9 kg
Control de grasa	- 13,9 kg
Control muscular	0,0 kg

Parámetros de Investigación

Masa Libre de Grasa	57,0 kg
Tasa metabólica basal	1600 kcal (1707~2004)
Relación Cintura-Cadera	0,96 (0,80~0,90)
Nivel de grasa visceral	16 (1~9)

Consumo de calorías con el ejercicio

Golf	142	Gateball	154
Caminar	162	Yoga	162
Bádminton	183	Tenis de mesa	183
Tenis	243	Bicicleta	243
Boxeo	243	Baloncesto	243
Senderismo	264	Saltar a cuerda	283
Aeróbic	283	Correr	283
Fútbol	283	Natación	283
Kendo	405	Raquetbol	405
Squash	405	Taekwondo	405

* Basado en el peso actual

* Basado en una duración de 30 minutos

Impedancia

	BD	BI	TR	PD	PI
Z(α) 20kHz	317,9	320,0	21,9	255,6	248,2
100kHz	284,4	286,8	19,0	227,9	221,8

Tabla 3. PACIENTE 1. Impedancia realizada en primera consulta a paciente adulto mayor practicante de EFRM de larga evolución (>1 año), plurideportiva, sin intervención nutricional. Paciente con IQ cardíaca por insuficiencia. Presenta además apnea del sueño y bajo nivel de testosterona total 1,97 ng/dL sin tratamiento farmacológico.

ID 240321-1	Altura 168cm	Edad 73	Género Masculino	Fecha / Hora del test 24.03.2021. 11:43
----------------	-----------------	------------	---------------------	--

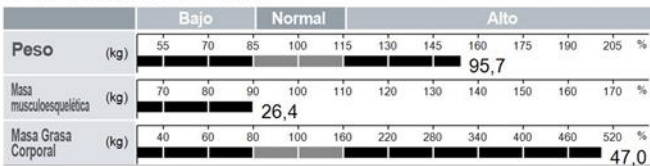
Amadeo Daza Sánchez.

Dietista-Nutricionista. Coleg. AND
00579
Tfn: 600.438.673

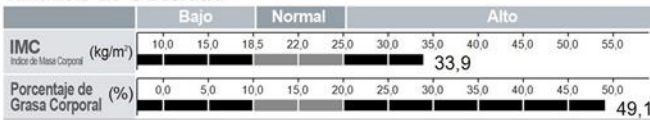
Análisis de la Composición Corporal

Cantidad total de agua corporal	Agua Corporal Total (L)	35,7 (34,9~42,7)
Necesario para definir musculatura	Proteínas (kg)	9,4 (9,4~11,4)
Necesario para reforzar los huesos	Minerales (kg)	3,60 (3,23~3,95)
Necesario para almacenar el exceso de energía	Masa Grasa Corporal (kg)	47,0 (7,5~14,9)
Suma de lo anterior	Peso (kg)	95,7 (52,8~71,4)

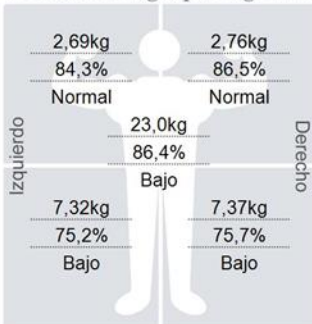
Análisis Músculo-Grasa



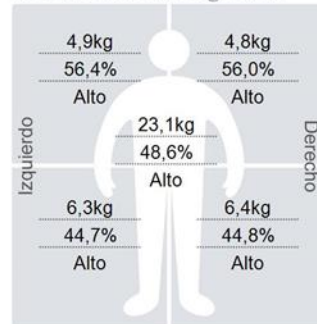
Análisis de Obesidad



Análisis de Magro por Segmentos



Análisis de Grasa Segmental



* La grasa segmental es estimada.

Historial de Composición Corporal

Peso (kg)	95,7				
Masa musculoesquelética (kg)	26,4				
Porcentaje de Grasa Corporal (%)	49,1				
<input checked="" type="checkbox"/> Reciente <input type="checkbox"/> Total	24.03.21 11.43				

Control de peso

Peso objetivo	62,1 kg
Control de peso	- 33,6 kg
Control de grasa	- 37,7 kg
Control muscular	+ 4,1 kg

Parámetros de Investigación

Masa Libre de Grasa	48,7 kg
Tasa metabólica basal	1422 kcal (1951~2303)
Relación Cintura-Cadera	1,06 (0,80~0,90)
Nivel de grasa visceral	20 (1~9)

Consumo de calorías con el ejercicio

Golf	168	Gateball	182
Caminar	191	Yoga	191
Bádminton	216	Tenis de mesa	216
Tenis	287	Bicicleta	287
Boxeo	287	Baloncesto	287
Senderismo	312	Saltar a cuerda	335
Aeróbic	335	Correr	335
Fútbol	335	Natación	335
Kendo	479	Raquetbol	479
Squash	479	Taekwondo	479

* Basado en el peso actual

* Basado en una duración de 30 minutos

Impedancia

	BD	BI	TR	PD	PI
Z(α) 20 kHz	351,9	363,5	22,6	256,8	257,9
100 kHz	325,6	338,1	20,1	238,2	239,7

Tabla 4. PACIENTE 2. Impedancia realizada en primera consulta a paciente adulto mayor **NO practicante de EFRM** sin intervención nutricional. Paciente con insuficiencia cardíaca (Aldocumar; Bisoprolol; enalapril; furosemda), hiperuricemia (colchicina), hipercolesterolemia (simvastatina), depresión (citalopram; diazepam). Presenta además IR leve no tratada con fármacos.

Estos datos apoyan los trabajos que demuestran que la práctica de EFRM mejora los niveles de sarcopenia de los pacientes adultos mayores.

Alimentación y nutrición. La alimentación es un proceso consciente que permite la vida del ser humano a través de un proceso inconsciente como es la nutrición. Aporta las sustancias necesarias para el desarrollo de las funciones del ser humano. En la etapa de adulto mayor, la alimentación sufre cambios derivados de las modificaciones fisiológicas, psicológicas y sociales que se producen, y que suponen una menor calidad de su dieta. Las modificaciones más relevantes que generan alteración de la conducta alimentaria en el adulto mayor son (21):

Disminución del gusto y el olfato. El deterioro de las funciones neuronales y de la sensibilidad de las células ante estímulos externos, característicos del proceso natural de envejecimiento, junto con una menor respuesta a dichos estímulos, disminuye el placer fisiológico producido por la ingesta de alimentos y reduce el interés hacia los mismos. La producción de hormonas relacionadas con un buen estado de ánimo (serotonina) puede tener efectos positivos sobre este deterioro y la práctica de EFRM puede, por tanto, reducir este factor al ser uno de los aceleradores de producción de serotonina más importantes.

Disminución del apetito y de la percepción de sed. Ocurre entre el 15-30% de los adultos mayores. La menor respuesta endocrina a nivel cerebral y neuronal ante estímulos hormonales (leptina/grelina/insulina), junto a la disminución de los sentidos del gusto y el olfato y a un enlentecimiento del proceso digestivo, parecen ser determinantes en esta modificación, siendo crucial en adultos mayores con riesgo de desnutrición.

Alteraciones de la masticación. Este factor afecta al 50% de los adultos mayores en alguna etapa de su vida. El deterioro de las piezas dentales, la pérdida de algunas de ellas, unido a la disminución de la fuerza masticatoria, son los principales hechos que derivan en esta alteración mecánica que obstaculiza una correcta nutrición posterior. Además, la presencia de disfagia, o dificultad para deglutir, asociada a la edad se convierte paralelamente en otro obstáculo para la correcta alimentación de muchos adultos mayores.

Polimedicación. El 75% de los adultos mayores se estima que están expuestos a tratamientos farmacológicos varios a lo largo de su vida. La polimedicación ha demostrado tener un efecto deletéreo sobre la alimentación y sobre la nutrición debido a las alteraciones producidas por diversos fármacos sobre el apetito, sobre la capacidad de digestión tanto mecánica como química de los alimentos (alteraciones en el proceso de masticación, disfagia, enlentecimiento de

la motilidad digestiva, alteraciones del pH gastrointestinal, disbiosis y otras modificaciones) y sobre su absorción y metabolismo. Todo ello favorece la malnutrición y desnutrición del adulto mayor.

Cambios en la estructura socioeconómica. En la etapa adulta factores como la soledad, la menor capacidad económica o el desarrollo de procesos depresivos generan una dieta poco variada, incompleta desde el punto de vista energético-proteico y de aporte de micronutrientes que repercuten directamente en el riesgo de desarrollo de sarcopenia y fragilidad en el adulto mayor.

La alimentación es un factor reversible del proceso de envejecimiento ya que aporta, a través de la nutrición, los nutrientes necesarios para una correcta reposición celular y un adecuado desarrollo de los procesos metabólicos. Está relacionada con la capacidad de desarrollar EFRM y, a la misma vez, favorece el desarrollo de una microbiota más saludable, caracterizada por mayor variedad de cepas bacterianas y presencia de bacterias menos comunes. Se ha demostrado que un solo día de alimentación saludable altera positivamente la composición de la microbiota intestinal (22.).

Microbiota intestinal. El EFRM ha demostrado que modifica la microbiota intestinal disminuyendo el grado de disbiosis en adultos mayores. La disbiosis aumenta como proceso natural del envejecimiento, pero se da en distintos grados en cada adulto mayor. Existen factores reversibles (como el EFRM y la dieta) que la regulan y enlentecen el proceso (22,23). Los adultos mayores que realizan EFRM tienen una microbiota intestinal más diversa y menos común. Los estudios sobre la composición de la microbiota intestinal han mostrado que la mayor diversidad de microorganismos y una composición menos común se relaciona con un menor riesgo de sarcopenia y fragilidad (12,23) y, por tanto, una mayor calidad y esperanza de vida activa. Tomasz Wilmanski y cols.(23) ha analizado una serie de ensayos clínicos sobre adultos mayores para comprobar la composición de la microbiota intestinal de los sujetos. Este trabajo concluye que, pese a que no se conoce la composición intestinal asociada a una mayor y mejor longevidad, existe una fuerte relación entre mayor longevidad, menor riesgo de fragilidad y sarcopenia y una composición de la microbiota intestinal menos común (con un mayor número de especies bacterianas poco comunes) y más diversa, en la que destaca el reino de bacterias Firmicutes, y géneros bien conocidos como el *Bifidobacterium*.

En la etapa de adulto joven, la microbiota intestinal tiende a ser aproximadamente estable en su

composición y tiene una elevada capacidad de resiliencia ante cualquier evento agudo (12) provocada por un proceso de homeostasis conocido como “el DNI digestivo” de la persona.

Durante el envejecimiento se producen cambios caracterizados por un aumento del número de cepas de patobiontes, entre las que destacan las cepas de algunas especies de *Clostridium*, Enterobacterias y *Bacteroides* patógenos, en detrimento de las cepas de *Bifidobacterium* y Firmicutes, en especial *Faecalibacterium* (20), disminuyendo, además, las bacterias aerobias en general. Estos cambios, que resultan comunes a la mayoría de los adultos mayores, están relacionados con mayores signos de envejecimiento. Sin embargo, una mayor variedad de microorganismos y un perfil menos común de bacterias en la microbiota se relacionan con menor riesgo de sarcopenia y es más característico de adultos mayores que realizan EFRM(23). Los cambios en la composición y calidad de la dieta determinan el ritmo de cambios en la microbiota intestinal, así como la importancia de los mismos y determinan la aparición de "microbial aging". El “microbial aging” es el proceso inflamatorio de bajo grado y de carácter crónico que se desarrolla en el sistema intestinal como consecuencia de la exposición a sustancias inflamatorias producidas en el metabolismo de ciertos nutrientes, como algunos aminoácidos, generando cantidades elevadas de proteína C reactiva, IL-6, IL-7 que provocan disfunción en los microorganismos y que desencadenan procesos patológicos como enfermedad inflamatoria intestinal, síndrome de intestino irritable y otras patologías del sistema digestivo (20). El estudio de los factores desarrolladores y desencadenantes del microbial aging actualmente están siendo objeto de gran número de estudios científicos centrados en los adultos mayores por su relación con el deterioro de las funciones digestivas que se producen en esta etapa de la vida (envejecimiento). Sin embargo, se sabe que el proceso de microbial aging ha mostrado ser más importante en adultos mayores con una alimentación de peor calidad y sedentarios. Este hecho genera metabolitos a nivel intestinal que resultan tóxicos para los distintos órganos y sistemas, y aceleran el proceso de envejecimiento. Destaca la aceleración de la pérdida de la fuerza muscular, de la habilidad muscular, una mayor dependencia física, un aumento de la disfuncionalidad del sistema inmunitario, pérdida de las habilidades sociales y un mayor grado de depresión.

La producción de una amina terciaria como la trimetilamina (molécula responsable del olor a pescado cuando este se deteriora a temperatura ambiente) es un claro ejemplo de sustancia tóxica producida por la microbiota intestinal a partir de nutrientes (carnitina y colina). Estos nutrientes están presentes de forma natural en la carne, así como en suplementos deportivos con elevadas cantidades de proteínas, presentando efectos deletéreos sobre las funciones orgánicas. Un estudio realizado por Bárcena y colaboradores (10) ha mostrado cómo la implantación de *Akkermansia*

muciniphila (la Verrucomicrobia más presente en la microbiota intestinal) en ratones con progeria, prolongaba su vida y reducía los signos de senescencia. Este resultado muestra, por tanto, que una microbiota sana genera beneficios fisiológicos en la longevidad y reduce el riesgo de sarcopenia y otras afecciones típicas del envejecimiento.

En la revisión realizada por Álvarez y colaboradores en 2021 (12) se relaciona el ejercicio físico, la alimentación y la composición de la microbiota intestinal a lo largo de la evolución del ser humano (Figura 4). La composición de la microbiota intestinal ha disminuido su variedad de forma sustancial con el paso de las distintas etapas evolutivas, al mismo tiempo que se observa una disminución progresiva de la actividad física y de la presencia de enfermedades de carácter infeccioso. El incremento en la ingestión de productos alimentarios ultraprocesados (con el consiguiente aumento de la ingesta de azúcares y sal), la mayor tasa de cesáreas (que ha supuesto un descenso de la exposición a cepas bacterianas características de la microbiota intestinal con un mayor contacto de cepas bacterianas características de la piel, como *Staphylococcus*), y el mayor uso de antibióticos y fórmulas de nutrición infantil para los recién nacidos son los tres factores que determinan según Julia Álvarez y cols. la menor variedad de la composición de la microbiota intestinal.

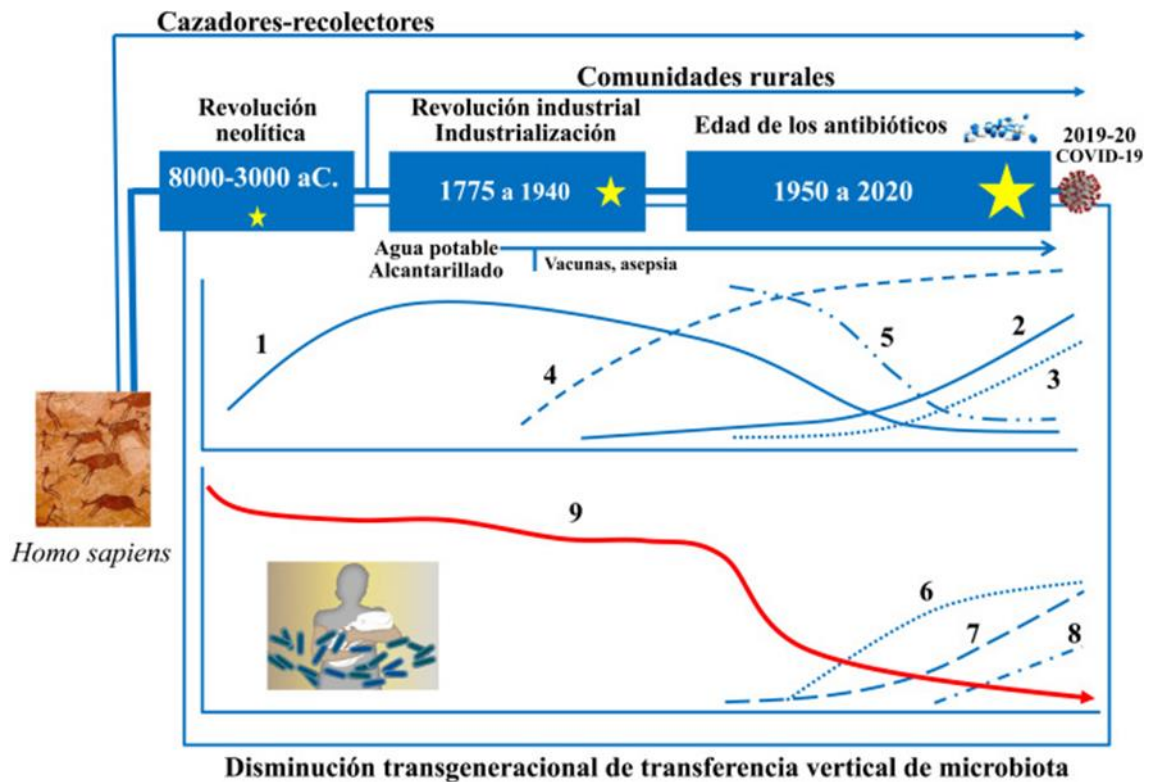


Figura 4. Imagen obtenida de Ribera Casado, referencia 20. La relación de factores determinantes en la evolución de la composición de la microbiota intestinal que se indican pertenecen a: 1. Tasa de enfermedades infecciosas; 2. Tasa de enfermedades alérgicas y autoinmunes; 3. Pasteurización y nuevos sistemas de conservación de alimentos; 4. Uso de antibióticos; 5. Actividad física; 6. Uso de fórmulas infantiles; 7. Consumo de alimentos procesados y/o ricos en grasas, azúcares y/o sal; 8. Tasa de cesáreas; 9. Variedad de la microbiota asociada al cuerpo humano. (Las estrellas indican los períodos donde se produjeron mayor número de cambios, siendo el tamaño correlativo a la magnitud del cambio).

Diversos trabajos científicos han mostrado en la última década que el envejecimiento genera cambios comunes en la microbiota intestinal, tanto a nivel de cantidad como de variedad. El envejecimiento se asocia a un aumento de las bacterias anaerobias en general, y un mayor número de *Bacteroides*, algunas especies patógenas de *Clostridium* y un menor número de *Bifidobacterium* y Firmicutes, aspecto que resulta negativo para la salud del hospedador. El estudio de Tomasz Wilmanski, Christian Diener y cols. (23) muestra que la mayor longevidad se relaciona directamente con una microbiota intestinal más singular, en la que pierden peso los taxones comunes de bacterias y existen especies más raras.

Conclusiones.

El conjunto de beneficios obtenidos en los distintos estudios a nivel de composición corporal, respuesta hormonal, datos bioquímicos, estado cognitivo medido por distintas escalas, QL medido por profesionales y nivel de sociabilización medido por tests nos permiten concluir que el EFRM es un factor favorecedor de la QL en adultos mayores y de la longevidad, así como de la independencia físico-psicológica del adulto mayor. Los factores descritos en este trabajo muestran que la práctica de EFRM, el seguimiento de una alimentación basada en los principios teóricos de la dieta mediterránea que favorecen una adecuada nutrición, y composición de la microbiota intestinal son factores que resultan determinantes para la longevidad y QL en la etapa del adulto mayor. Pueden ser modulados de forma aislada o en conjunto en un mismo individuo, así como ser tratados con programas de intervención tanto a nivel ambulatorio, como institucional, realizando un ejercicio de responsabilidad social con los adultos mayores, generando una prevención médica y psicosocial de carácter primario. Los beneficios superan los costes de este tipo de intervenciones a la vez que reducen el gasto social e individual total que suponen las sociedades con una predominancia de adultos mayores frágiles y con sarcopenia. Existe una clara interrelación entre todos ellos de forma que: 1) la práctica de EFRM mejora la composición de la

microbiota y ambos favorecen una mejor nutrición, 2) una alimentación basada en los principios de la dieta mediterránea produce alteraciones positivas de la microbiota y mejora la composición corporal en adultos mayores facilitando la práctica de EFRM. Por tanto, es una simbiosis positiva que tiene como resultado final la mejora integral del adulto mayor, su mayor capacidad para realizar tanto las ABVD así como las Actividades Avanzadas de la Vida Diaria (AAVD), y un aumento en la cantidad y calidad de vida, que generan a nivel social unas importantes repercusiones positivas. La tabla 5 resume los factores que resultan determinantes en la mejora de la QL de los adultos mayores y que, por supuesto, se muestran interrelacionados.

<p>Ejercicio físico regular moderado (Al menos 30 min diarios)</p>	<p>Retrasa la degradación muscular asociada a la edad.</p> <p>Mejora el estado de hidratación.</p> <p>Reduce el riesgo de desnutrición y malnutrición</p> <p>Reduce la diabetes</p> <p>Mejora la dieta al reducir los cambios fisiológicos y endocrinos asociados a la edad</p> <p>Mejora el estado anímico</p> <p>Regula de forma positiva la composición de las cepas de la microbiota</p> <p>Disminuye la toma de fármacos</p> <p>Reduce el riesgo de fragilidad y sarcopenia</p> <p>Reduce los costes médico sociales generando mayor capacidad económica individual</p> <p>Mejora la habilidad y red social</p> <p>Genera EUBIOSIS,</p>
<p>Dieta variada y rica en micronutrientes</p>	<p>Mejora el EN general</p> <p>Junto a la EFRM mantiene o revierte la composición corporal</p> <p>Reduce el riesgo de desnutrición</p> <p>Aporta los nutrientes necesarios para una mejor tasa de reposición celular en todos los</p>

	<p>tejidos.</p> <p>Aporta nutrientes prebióticos que favorecen el desarrollo de una microbiota intestinal más sana.</p> <p>Favorece el proceso digestivo en general, produciendo un menor grado de microbaging, menor producción de metabolitos inflamatorios (ROS)</p> <p>Reduce el riesgo de cáncer de colón y otros tipos de cáncer característicos de los adultos mayores, así como de enfermedades degenerativas como diverticulosis, disfagia y otras.</p>
--	--

Tabla 3. Principales cambios generados por la práctica de EFRM y alimentación saludable en la fisiología del adulto mayor.

Todos estos factores, generados por la práctica regular de EFRM y el seguimiento de una alimentación sana basada en los principios teóricos de la dieta Mediterránea, generan en los adultos mayores una mejor composición de la microbiota intestinal, un menor riesgo de fragilidad y sarcopenia, una mayor QL y un aumento de la esperanza de vida activa.

La suplementación con preprobióticos se presume como una técnica útil en la modificación de la microbiota intestinal si se asocia al seguimiento de una alimentación saludable, en la mejora de la composición corporal y en la QL y longevidad de los adultos mayores. Es necesario seguir profundizando en el conocimiento del número de cepas y la composición efectivas en la prevención y tratamiento de la sarcopenia a través de la modulación de la microbiota intestinal en los adultos mayores.

Desde un punto de vista social, las mejoras producidas por la práctica de EFRM, el seguimiento de una dieta mediterránea y una microbiota intestinal saludable en los adultos mayores se traducirían en un menor número de ingresos hospitalarios, menor número de fracturas, mayor grado de independencia para realizar las ABVD y AAVD y una mayor longevidad, como así demuestra el metaanálisis de James Mckendry de 2018 ⁽²⁴⁾ Este metaanálisis muestra que las

personas adultas mayores deportistas (referido a personas que realizan EFRM con carácter crónico) tienen una mayor esperanza de vida que aquellos que son sedentarios (24). Para la sociedad, mantener a la población adulta mayor activa y practicando EFRM supone un menor coste socioeconómico debido al menor gasto farmacológico y hospitalario derivado de individuos activos. Y basar la medicina en prevención primaria supondrá un menor coste general asociado a una mayor longevidad y QL de la sociedad.

Es por ello fundamental que seamos capaces, desde el ámbito de la geriatría y gerontología, de generar en los individuos adultos mayores conductas de vida activas, ser capaces de transmitir la importancia de seguir una alimentación saludable, y que ello incida en la modulación de su microbiota intestinal en un proceso denominado eubiosis (modulación asociada a la etapa adulta mayor, pero influenciada positivamente por los factores sobre los que podemos actuar externamente). Debemos, como comunidad sanitaria, reorientar aún en 2022 con un mayor grado de esfuerzo el cambio de los tratamientos tradicionales a nivel médico-sanitario, hacia tratamientos de prevención primaria que muestran estudio tras estudio una mejor relación coste-beneficios tanto a nivel individual, como social y económico, generando adultos mayores con mejores resultados de composición corporal, caracterizado por un mayor componente muscular y mayor grado de hidratación, mayor variabilidad en su dieta y por tanto mejor estado nutricional.

Algunas cuestiones a profundizar en estudios posteriores.

¿Qué relación directa se da entre una determinada microbiota intestinal y el riesgo de padecer cáncer de colon en los mayores adultos?

¿Existen determinaciones genéticas hereditarias en la presencia de una microbiota intestinal determinada en la etapa de adulto mayor, o solo responde a factores externos?

¿Hay relación entre la adecuada microbiota intestinal de un mismo individuo en su infancia y senectud?

¿Cuánto aumentará el microbioma con el desarrollo de nuevas técnicas de estudio que permitan mayor calidad de estudios “in vivo” e “In vitro”?

Bibliografía.

1. Bhasin S, Travison, TG, Manini, TM, Patel, S, Pencina, KM, Fielding, RA y cols. Sarcopenia definition: The Position Statements of the Sarcopenia Definition and Outcomes Consortium. *J Am Geriatric Soc.* 2020 Jul;68(7): 1410-1418.
2. Lee, WJ, Liu, LK, Peng, LN, Lin, MH, Chen, LK, ILAS Research Group. Comparisons of sarcopenia defined by IWGS and EWGSOP criteria among older people: results from the I-Lan longitudinal aging study. *J Am Med Dir Assoc.* 2013 Jul;14(7):528.e1-7.
3. Tournadre, Anne, Vial, Gaelle, Capel, Frederic, Soubrier, Martin, Boirie, Yves. Sarcopenia, joint bone spine. 2019. Volume 86. Issue 3. Pages 309-314.
4. Masanés Torán, Ferrán, Navarro López, Marga, Sacanella Meseguer, Emilio y López Soto, Alfonso. ¿Qué es la sarcopenia? Seminario Fundación Española de Reumatología. 2010;11(1): 14-23.
5. Gómez Cabello, A y cols. Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutr. Hosp.* [online]. 2012, vol.27, n.1 [citado 2022-05-29], pp.22-30.
6. Izquierdo Mikel. Prescripción del ejercicio físico. El programa Vivifrail como modelo. *Nutrición Hospitalaria* 2019;36(N.º Extra. 2):50-56.
7. Basulto, Julio y Cáceres, Juanjo. Comer y correr. Edit. Penguin Random House. 2018.
8. Montoro Castro, Aurelia y Palop Montoro, María Victoria. Nuevas tendencias sobre actividad física en personas mayores para promover un envejecimiento activo y saludable. Comunicación para el Congreso Internacional sobre envejecimiento activo: El libro blanco del envejecimiento activo de Andalucía.
9. Darraz, Saliha Belmonte, González-Roldán, S y cols. Impacto del ejercicio físico en variables relacionadas con el bienestar emocional y funcional en adultos mayores. *Revista Española de Geriatria y Gerontología.* 2021 May-Jun;56(3): 136-143
10. Verdugo Alonso, Miguel Ángel, Arias Martínez, Benito, Gómez Sánchez, Laura, Schalock, Elisabeth, L, Robert. Formulario de la escala GENCAT de calidad de vida. Instituto Catalán de Asistencia y Servicios Sociales. Generalitat de Catalunya. 2008. Barcelona.
11. Derrick M, Chu, Kristen M, Meyer, Amanda L, Prince y Kjersti M, Aagaard. Impact of maternal nutrition in pregnancy and lactation on offspring gut microbial composition and function, 2016. *Gut Microbes*, 7:6, 459-470.
12. Álvarez, Julia, Fernández Real, José Manuel, Guarner, Francisco, Gueimonde, Miguel y cols. Microbiota intestinal y salud. *Gastroenterología y Hepatología.* Volume 44, Issue 7, 2021, 519-535.
13. Casals, Cristina, Suárez-Cadenas, Ernesto, Estébanez Carvajal, Francisca María, Aguilar Trujillo, María Pilar, Jiménez Arcos, María Matilde, Vázquez Sánchez, María Ángeles. Relación entre calidad de vida, actividad física, alimentación y control glucémico con la sarcopenia de adultos mayores con diabetes mellitus tipo 2. *Nutrición Hospitalaria.* 2017 Oct [citado 2022 Jun 26] ; 34(5): 1198-1204

14. Nagao-Kitamoto, H y Kamada, N. Interferencia microbiana del huésped en la enfermedad inflamatoria intestinal. 2017. Red inmunitaria. 17 (1): 1-12.
15. Gómez Senent, Silvia. Universo microbiota. Edit. Plataforma Editorial. Abril, 2021.
16. Tilg H, Kaser A. Gut microbiome, obesity, and metabolic dysfunction. J Clin Invest. 2011;121(6):2126-2132.
17. Martín Aranda, Roberto. Physical activity and quality of life in the elderly. A narrative review. Revista Habanera de Ciencias Médicas. Septiembre-Octubre (2018), 813-825.
18. Casas Herrero, A. Izquierdo, M. Physical exercise as an efficient intervention in frail elderly persons. An. Sist. Sanit. Navar. 2012; 35 (1): 69-85.
19. Gianoudis, J., Bailey, C.A. y Daly, R.M. Asociaciones entre el comportamiento sedentario y la composición corporal, la función muscular y la sarcopenia en adultos mayores que viven en la comunidad. Osteoporos Int 26, 571-579 (2015).
20. Ribera Casado, José Manuel. Microbiota intestinal y envejecimiento: ¿un nuevo camino de intervención? Revista Española de Geriátría y Gerontología (Septiembre - Octubre 2016). Vol. 51. Núm. 5. 290-295
21. Temario Bloque I. Máster Oficial en Nutrición Geriátrica de la UVA. Asig. Alimentación en el adulto mayor. 2021-22.
22. Shankar Ghosh, Tarini. Rampelli, Simone. B Jeffery, Ian. Santoro, Aurelia. Nieto, Marta. Capri, Miriam. Giampieri, Enrico y cols. Mediterranean diet intervention alters the gut microbiome in older people reducing frailty and improving health status: the NU-AGE 1-year dietary intervention across five European countries. Gut 2020;69:1218-1228.
23. Wilmanski, Tomasz. Diener, Christian. Rappaport, Noa. Patwardhan, Sushmita. Wiedrick, Jack. Lapidus, Jodi. Earls, John C. Zimmer, Annat. Glusman, Gustavo y cols. Gut microbiome pattern reflects healthy ageing and predicts survival in humans. Nature Metabolism. February 2021. Volume 3. 274-286.
24. Mckendry, James. Brandon J, Leighn Breen. Carolyn A. Greig, Sahd. Muscle morphology and performance in master athletes: A systematic review and meta-analyses. Ageing Research Review. Volume 45. 2018. Page 62-82

Amadeo Daza Sánchez.

**Dietista-Nutricionista. Especialista en Trastornos del Comportamiento Alimentario y
Obesidad.**

**TFM. implicación funcional del ejercicio físico y la microbiota intestinal en la
sarcopenia.**

Junio de 2022.

Tutora: Dra. Laura Senovilla González.

