



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Facultad de Enfermería de Soria



Facultad de Enfermería de Soria

GRADO EN ENFERMERÍA

Trabajo Fin de Grado

Impacto de la Suplementación con Vitamina D en Pacientes Sarcopénicos

Estudiante: Naiara Leandro Barrantes

Tutelado por: Dr. Diego Fernández Lázaro

Soria, 28 de mayo de 2019

RESUMEN

Introducción: La sarcopenia es la pérdida de masa muscular esquelética por el envejecimiento, provocando alteraciones en la homeóstasis de las proteínas, hormonas, mitocondrias, que desencadenan la pérdida de función y fuerza del músculo. Por otra parte, la vitamina D, es una hormona esteroide implicada en la en la formación de la estructura ósea y el metabolismo fosfocálcico e interviene también en otros importantes procesos fisiológicos. Dada la importancia que tienen los suplementos nutricionales en el abordaje de la sarcopenia, es importante administrar una adecuada suplementación de vitamina D para obtener beneficios en las funciones físicas y en el riesgo de caídas y fracturas.

Objetivo: Analizar los estudios que han analizado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Material y métodos: Se ha realizado una revisión bibliográfica narrativa en las bases de datos electrónicas PUBMED, SciELO, Google Académico y Cochrane Library Plus. Se han revisado un total de 43 artículos científicos.

Resultados/Discusión: De 15 artículos revisados, que muestran la suplementación de vitamina D en pacientes sarcopenicos, se diferenciaron los que usaron vitamina D en monoterapia o asociados al calcio. Los estudios se distinguieron según el sexo utilizado, la dosis de vitamina D empleadas, y la duración del tratamiento, y la posología empleada. Los análisis de estos estudios evidencian que la suplementación de vitamina D, muestra mejoras tanto en los parámetros bioquímicos, parámetros fisiológicos, y físicos; como el aumento y mejora de la fuerza muscular, la movilidad, aumento de la masa muscular y aumento del número y tamaño de las fibras musculares tipo II, que se traducen en la mejora en la calidad de vida, disminución del riesgo de caídas y fracturas.

Conclusión: La Vitamina D es esencial en la prevención y tratamiento de la atrofia del musculo esquelético estriado. El papel de enfermería podría ser clave para que los pacientes adopten un correcto régimen terapéutico en base a las indicaciones dietoterápicas y/o farmacológicas de prescripción enfermera.

Palabras claves: Sarcopenia, musculo esquelético y vitamina D.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Definición y estadios	2
1.2. Fisiopatología. Cambios fisiológicos del musculo	2
1.3. Epidemiología.....	2
1.4. Factores etiológicos de la sarcopenia	2
1.4.1. Factores musculares	3
1.4.2. Factores neurológicos	3
1.4.3. Factores hormonales	3
1.4.4. Factores inmunitarios	4
1.4.5. Factores ligados al estilo de vida	4
1.5. Tratamiento	4
1.5.1. Ejercicio físico	4
1.5.2. Tratamiento nutricional.....	5
• Leucina	5
• HMB (β -hidroxi- β -metil-butirato)	5
• L – Glutamina.....	6
• Omega 3.....	6
• Vitamina D	6
- Acciones fisiológicas de la vitamina D.....	7
- Receptor de la vitamina D	7
- Vitamina D y musculo esquelético.....	8
2. JUSTIFICACIÓN	9
3. OBJETIVOS	9
4. MATERIAL Y METODOS	10
5. RESULTADOS	12
6. DISCUSIÓN	17
7. APLICACIÓN EN EL CAMPO DE ENFERMERÍA	19
8. CONCLUSIÓN	19
9. BIBLIOGRAFÍA	19
10. ANEXOS	23

INDICE DE TABLAS

TABLA I. Sarcopenia y su etiología multifactorial.....	23
TABLA II. Factores de riesgo para la sarcopenia	24
TABLA III A. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.	12
TABLA III B. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.	13
TABLA III C. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.	14
TABLA III D. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.	15
TABLA III E. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.	16

LISTADO DE ABREVIATURAS

AAGG: Ácidos grasos

ADN: Acido desoxirribonucleico

AFPT: Aggregate Functional Performance

ALA: Ácido linoleico

ARVD: Activador del receptor de la vitamina D

BMD: Bone Mineral Density

CIC: α -cetoisocaproato

DHA: Acido docosahexanoico

EPA: Acido eicosapentanoico

EWGSOP: Grupo de trabajo sobre sarcopenia en personas de edad avanzada

GH: hormona del crecimiento

HMB: β -hidroxi- β -metil-butirato

IGF-1: Factor de crecimiento insulínico

IL-1 β , IL-6: Interleuquinas

MAPK: Proteína quinasa activada por mitógenos

PTH: parathormona

RXR: Ácido retinoico

SPPB: Short Physical Performance Battery

TNF- α : Factor de necrosis tisular alfa

TUAG: Timed Up and Go Test

VDR: Receptor nuclear de la vitamina D

VDREs: Elementos de respuesta de la vitamina

1. INTRODUCCIÓN

El término sarcopenia proviene etiológicamente del griego en la cual *sarkos* significa “carne” y *penia* significa “perdida”. Fue descrita por primera vez como enfermedad por Rosenberg en 1989 (1), definiéndose como una pérdida espontánea de la masa muscular esquelética como consecuencia de la edad avanzada. En la clínica, la sarcopenia, se conoce como el término “*síndrome del anciano frágil*”, ya que se presenta con más frecuencia en la edad avanzada, caracterizándose por un descenso de la masa muscular, tanto en funcionalidad, calidad, como en fuerza, teniendo como consecuencia alteraciones en la síntesis y degradación de las proteínas, alteraciones hormonales, inflamación y disfunción mitocondrial (1-4). Las personas que se ven más comprometidas ante este deterioro muscular, son las que llevan una vida sedentaria, viéndose alteradas las actividades básicas de la vida diaria. (3).

Fisiológicamente, a partir de los 30 años de edad, la masa muscular va descendiendo un 3-8% por década, acelerándose a partir de los 50 años, por ello, esta afectación se ve más comprometida en los 60 años, llegando a los 80 años con un descenso de la masa muscular de hasta el 45% (3,4). El descenso de la masa muscular como consecuencia de la enfermedad, supone una disminución de la fuerza y función muscular, provocando la aparición de una discapacidad y dependencia funcional en el anciano, con un aumento de riesgo de caídas y sus posibles fracturas y vulnerabilidad ante las lesiones (5). Esta disminución conlleva cambios fisiológicos como el aumento gradual de la masa grasa, resistencia a la insulina, hiperlipidemia e hipertensión arterial en las personas susceptibles y la obesidad (5).

La prevalencia de la sarcopenia depende de cómo se defina la enfermedad, y el tipo de técnicas que se utilicen en los estudios referentes. Según Baumgartner et al. (2), en los varones entre 70 y 75 años, se presenta con una afectación del 20%, un 50% en los mayores de 80 años, y entre el 25-40% en el sexo femenino en las mismas franjas de edad (2). En España, la prevalencia de la sarcopenia es de un 5-13% entre los 60-70 años y hasta el 11-50% a partir de los 70 años de edad (6).

La etiología de la sarcopenia es multifactorial, siendo el sedentarismo un factor de riesgo que hace que aumente la pérdida de la masa muscular, por lo que la actividad física, favorece la disminución de la pérdida de la masa grasa y el aumento de la fuerza muscular, conjuntamente con la modificación de los hábitos alimenticios (suplementos nutricionales) (2).

Además, se debe de reseñar que la sarcopenia tiene como consecuencia el aumento de la morbilidad (diabetes y osteoporosis), el gasto sanitario por el aumento de hospitalizaciones, el incremento en el riesgo de caídas y fracturas, que conllevaran a la discapacidad y dependencia funcional de la persona para realizar las actividades básicas de la vida diaria, además de un aumento de la mortalidad. Por ello, es fundamental la prevención de esta. (2).

1.1. Definición y estadios

Es de gran dificultad diagnosticar, prevenir y tratar la sarcopenia, ya que es de origen multifactorial, por ello, en 2010 la EWGSOP (grupo de trabajo sobre sarcopenia en personas de edad avanzada), propuso la definición de “*síndrome que se caracteriza por una pérdida gradual y generalizada de la masa muscular esquelética y la fuerza con riesgo de presentar resultados adversos como discapacidad física, calidad de vida deficiente y mortalidad*”, y unos criterios (Masa muscular baja, menor fuerza muscular, menor rendimiento físico) para poder diagnosticarla (7).

Según estos criterios, la sarcopenia se puede clasificar en tres estadios según la EWGSOP (7):

- Presarcopenia: el único criterio que presenta es la disminución de la masa muscular, sin estar afectado ni la fuerza ni el rendimiento físico
- Sarcopenia: se ve afectado tanto la masa muscular como la fuerza o el rendimiento físico, produciéndose una disminución en ambas.
- Sarcopenia severa: se observa cuando se presentan los tres criterios anteriores, tanto la disminución de la fuerza, la masa y el rendimiento físico.

1.2. Fisiopatología. Cambios fisiológicos del musculo

Cuando la persona entra en una edad avanzada, el individuo va presentando ciertos cambios anatómicos, histoquímicos y funcionales en el musculo que se va derivando en una atrofia. Esto se produce por la disminución en el tamaño y número de las fibras musculares tipo II (fibras de contracción rápida y alta capacidad glucolítica), que viene acompañado de una pérdida gradual de la fuerza intrínseca de cada miofibrilla y el aumento en la infiltración de los ácidos grasos (AAGG) y el colágeno, alterando así el aporte de nutrientes que vienen del torrente circulatorio a la fibra muscular (1,4).

1.3. Epidemiología

Pese a que la sarcopenia es un síndrome que se presenta en la senectud, y no afecta a toda la totalidad de la población anciana, su prevalencia es menor de lo que se estima, oscilando entre el 5 y el 30%, pudiendo llegar a afectar hasta más del 50% de ancianos mayores de 80 años (11). Se estima que en el mundo hay más de 50 millones de casos de sarcopenia, y que su número se cuadruplicara para el 2050(10).

1.4. Factores etiológicos de la sarcopenia

Actualmente, no es posible determinar la causa de la sarcopenia, ya que presenta una etiología de origen multifactorial, pero se pueden distinguir varias categorías según la causa: la sarcopenia primaria (relacionada con la edad y el envejecimiento), la sarcopenia secundaria (relacionada con la actividad física, que puede presentarse como consecuencia al encamamiento, sedentarismo, y situaciones de ingravidez), sarcopenia relacionada con

enfermedades (asociado a un fracaso orgánico avanzado), y la sarcopenia relacionada con la nutrición (consecuente de una ingesta insuficiente de energía y/o proteínas) (12).

También se han determinado diversos factores que se pueden asociar a la sarcopenia y al descenso de la masa muscular, la fuerza y la disminución de las funciones motoras. Entre ellos se encuentran los factores musculares (debido a la edad), factores neurológicos (disminución progresiva de las motoneuronas), factores hormonales (hormonas esteroideas y hormona del crecimiento) y factores inmunológicos (incremento en las citosinas pro inflamatorias circulantes en la sangre) (11,12). (Tabla I) (Tabla II).

1.4.1. Factores musculares

A partir de los 30 años de edad, se puede ir observando una disminución en la masa muscular debido a la pérdida de proteínas de contracción, que acarrea una atrofia y un incremento en la falta de fibras musculares esqueléticas y la correspondiente resistencia a los factores anabólicos (4).

Además, se puede percibir una aglomeración de las mutaciones presentes en el ácido desoxirribonucleico (ADN) mitocondrial muscular a causa del estrés producido por la senectud, lo cual tendrán como desenlace la muerte de la fibra muscular, dado el descenso en la síntesis proteica y la formación de trifosfato de adenosina (4).

1.4.2. Factores neurológicos

Existe una disminución progresiva de motoneuronas α , el tono neutrófico y pérdida de las fibras nerviosas de contracción rápida (responsables de la conducción de los impulsos nerviosos de las fibras tipo II) de la medula espinal, siendo los mayores responsables de la evolución de la enfermedad, produciendo limitaciones de la movilidad o situaciones de dependencia, con tan solo llegar al umbral crítico (8).

1.4.3. Factores hormonales

En la senectud, se pueden observar ciertos cambios en la producción y sensibilidad de las hormonas, las cuales tienen relación con el metabolismo celular del músculo, como son la hormona del crecimiento (GH), la cual disminuye gradualmente a partir de la adolescencia, siendo un 50% entre los 20 y 70 años. Los glucocorticoides, que causan un efecto catabólico en la inhibición de la síntesis de proteínas musculares y en la estimulación de la proteólisis, además de presentarse un incremento en la elaboración de cortisol en personas sarcopénicas a causa del tejido osteomuscular (8). Las hormonas sexuales esteroideas, que, debido al descenso de los niveles séricos de estas hormonas, se aprecia una disminución en la masa muscular, en la fuerza y en la dependencia funcional (4). Además, dentro de las hormonas esteroideas, los estrógenos atribuyen beneficios sobre la fuerza muscular, la mitigación de las respuestas inflamatorias, la activación de las células satélites y la proliferación para la suspensión post lesión en el músculo esquelético, con lo que se ven afectados con el paso de los años. La hormona tiroidea, que en la edad avanzada disminuye sus niveles produciéndose una debilidad muscular y alteraciones en la cadena de la miosina. También se encuentran entre estas hormonas la Insulina, el factor de crecimiento insulínico (IGF-1) y la Vitamina D(8).

1.4.4. Factores inmunitarios

En el envejecimiento, se genera un estado de inflamación como consecuencia de un incremento en las citosinas pro inflamatorias circulantes en la sangre. Debido a ello, se puede percibir un aumento del factor de necrosis tisular alfa (TNF- α) e interleuquinas (IL-1 β , IL-6) que producen un aumento de la inflamación de la masa muscular. (7-9).

1.4.5. Factores ligados al estilo de vida

La escasa actividad física, el desuso y el encamamiento favorecen la pérdida de fuerza y masa muscular, acelerando la sarcopenia (7). Debido al incremento de la resistencia anabólica al ejercicio físico en la senectud, se produce un problema en la capacidad para la marcha, y el equilibrio, que pueden conllevar posibles caídas y riesgos (8).

Según los estudios realizados por Kortebein et al. (10) y Paddon-Jones et al. (11), los ancianos que se encuentran encamados más de 10 días, suelen presentar una disminución de las proteínas y una reducción de la masa muscular, que también puede aparecer en jóvenes que se hallan en reposo más de 28 días (7).

1.5. Tratamiento

1.5.1 Ejercicio físico

El establecimiento del ejercicio físico tiene como objetivo la prevención y tratamiento de la sarcopenia, ya que presenta beneficios para el anciano, como la mejora del estado de ánimo, el progreso en la funcionalidad, la independencia y el aumento de la calidad de vida (12).

En cuanto a prevención y retraso en la aparición de la sarcopenia, los programas de entrenamiento tanto de fuerza como de resistencia, han demostrado gran eficacia en las personas mayores, acompañándolos con ejercicio aerobio, equilibrio y flexibilidad (12). Esto se debe mayoritariamente por los progresos en la plasticidad mitocondrial, que, por otra parte, también causan un estímulo anabólico que conlleva al aumento de la síntesis de proteínas musculares (13).

Existen diversos entrenamientos para tratar la sarcopenia:

2. El entrenamiento de resistencia, demuestra ser más fuerte en el aumento de la masa muscular y fuerza que los ejercicios de fondo, aporta progresos en la masa muscular, fuerza, equilibrio y en la resistencia del anciano (5).
3. El entrenamiento de resistencia progresiva consiste en aplicar resistencia hacia una carga externa ascendente, mostrándose eficaz en cuanto al aumento de la fuerza, resistencia y en la optimización de la función física en los ancianos. (13). El entrenamiento de resistencia que ha mostrado más eficacia, es el de intensidad alta (70-80% de la capacidad máxima), precisando un entrenamiento de 10 a 12 semanas para poder observar los efectos producidos (5).
4. El entrenamiento de fuerza, muestra beneficios sobre la función neuromuscular, y se presenta como un método seguro y efectivo que aumenta tanto la fuerza como el tejido

muscular. Para ello, este entrenamiento debe de ser gradual, planificado e individual para cada persona. Uno de los ejemplos de este entrenamiento es el entrenamiento con vibraciones mecánicas, el cual consiste en situar el cuerpo encima de una plataforma con vibraciones sinusoidales, que ocasionan el aumento de la carga gravitatoria sujeto al sistema neuromuscular del organismo. De este modo, se logran respuestas y adaptaciones biológicas con el fin de aumentar la fuerza y la masa muscular (13).

1.5.2. Tratamiento nutricional (suplementos nutricionales)

Es esencial que las personas de edad avanzada presenten un estado nutricional adecuado, ya que ayuda a mantener la fuerza muscular, debido a que manifiestan una tasa de catabolismo proteico mayor que los jóvenes (2). Por lo tanto, es primordial mantener una ingesta adecuada de alimentos tanto proteicos, como de aminoácidos esenciales para poder tratar la pérdida de masa muscular esquelética que se da en la sarcopenia (14). La demanda de proteínas de los ancianos, es proporcional al peso y a la composición corporal, pero no a la energía, ya que se encuentra reducida debido al envejecimiento (2). Existen evidencias que proponen que las recomendaciones de ingesta diaria de proteínas deben de ser de 1,2 a 1,5g/kg/día para poder prevenir la sarcopenia y observar beneficios en el musculo (14). En cuanto a los aminoácidos esenciales (especialmente los de cadena ramificada), han demostrado beneficios sobre la masa muscular, por su efecto antianorexígeno, que provoca la estimulación del anabolismo proteico muscular, y se recomienda la ingesta de 15g de aminoácidos esenciales diarios para producir esos efectos (4).

Por ello, se utilizan suplementos nutricionales para complementar la dieta, y suplementar los déficits de proteínas y aminoácidos que presentan las personas de edad avanzada.

A continuación, se expondrán los suplementos nutricionales más empleados en la sarcopenia:

➤ **Leucina**

La leucina es uno de los tres aminoácidos ramificados (leucina, isoleucina y valina) que presentan aproximadamente el 1/3 del tejido muscular del cuerpo humano y muestran efectos beneficiosos sobre la síntesis de la proteína muscular. Se ha observado que, incrementando la ingesta de leucina con otros aminoácidos esenciales, son capaces de revertir una respuesta atenuada de la síntesis proteica muscular en ancianos e incluso en sujetos encamados, y estos efectos se podrían potenciar si se combinan con el ejercicio de resistencia, atenuando la pérdida de masa y fuerza muscular (14).

➤ **HMB (β -hidroxi- β -metil-butirato)**

El β -hidroxi- β -metil-butirato (HMB) es un metabolito natural del aminoácido esencial y ramificado llamado leucina, que se forma a partir del metabolismo de la leucina en el musculo, produciendo α -cetoisocaproato (CIC). En la mitocondria el CIC, se oxida a isovaleril coenzima A, metabolizándose posteriormente en acetil-CoA, y solo una pequeña proporción de CIC se llega

a convertir en HMB en el hígado, aproximadamente un 5% de leucina que entra al organismo (14,15).

En cuanto a los efectos del HMB, se han contemplado que produce un aumento en la síntesis proteica e inhibición de su degradación, por lo que muestra beneficios en la conservación de masa muscular esquelética en la población anciana (14).

➤ **L-Glutamina**

La glutamina es el aminoácido no esencial más abundante en el organismo, y el músculo, al ser el mayor reservorio de proteínas del cuerpo, es el responsable de formar la principal fuente endógena de esta, representando más del 50% de la reserva de aminoácidos libres del músculo esquelético. Como funciones de la glutamina, destacan la colaboración en la síntesis de aminoácidos, glucógeno, ácidos nucleídos y otras moléculas del metabolismo celular, además de la estimulación del anabolismo proteico y sus efectos positivos sobre el tejido muscular. No solo muestra acciones sobre la síntesis de proteínas, sino que también actúa como enlace en numerosas rutas metabólicas (16,17).

➤ **Omega 3**

Los ácidos grasos omega 3, son un grupo de ácidos grasos poliinsaturados que se encuentran de tres maneras en los alimentos, como ácido eicosapentanoico (EPA), ácido docosahexanoico (DHA) y ácido linoleico (ALA) (18). El ácido graso omega 3, presenta beneficios sobre la fuerza muscular de las personas de edad avanzada, debido a su efecto directo sobre la síntesis proteica muscular, aumentando el número de ácidos grasos omega 3 tanto en las membranas de células musculares, como nerviosas. Este proceso favorece la endocitosis, exocitosis, funcionamiento celular, permeabilidad y rigidez y dan como resultado la activación del impulso de conducción eléctrica en la sinapsis y la contracción muscular (1).

➤ **Vitamina D**

La vitamina D, es una hormona esteroide implicada en la homeóstasis mineral y en la formación y sustento de la estructura ósea (19).

Se puede hallar de dos formas en la naturaleza, ya sea en forma de vitamina D₂(ergocalciferol), procedente de los vegetales, o en vitamina D₃ (colecalciferol), procedente de la síntesis cutánea, mediante los efectos de los rayos ultra violetas tras la conversión del 7-dehidrocolesterol (20).

La vitamina D endógena, es sintetizada en los queratinocitos a la altura de la piel, debido a la acción del colesterol (7-dehidrocolesterol), que después sufrirá una transformación fotolítica a previtamina D₃ y continuadamente a vitamina D₃, debido a la exposición solar de la piel (19,21).

Se ha llegado a valorar que el 90% de la vitamina D en humanos es de origen endógeno, y que el 10% restante es de origen exógeno, procedente de alimentos como el pescado marino, huevos, aceite e hígado entre otros (21, 22).

Al ser una vitamina liposoluble, la vitamina D tiene baja solubilidad en el agua, por lo que debe de ser transportada por proteínas en la circulación (21).

Por otro lado, la vitamina D tiene un papel fundamental en diversos procesos fisiológicos que pueden ser dependientes o independientes de su unión al receptor nuclear de la vitamina D (VDR) (23).

Por lo que su suplementación es importante para obtener beneficios en la función física y en el riesgo de caídas que presentan los ancianos, ya que su déficit, se relaciona con la mialgia difusa, debilidad muscular y la sarcopenia, debido a que las fibras musculares de tipo II presentan una atrofia muscular, afectando así a la musculatura proximal (23,24).

- **Acciones fisiológicas de la vitamina D**

Como se ha mencionado anteriormente, la vitamina D posee un papel fundamental en diversos procesos fisiológicos:

- En el intestino, la vitamina D, actúa de múltiples maneras: incrementa la absorción del calcio y fósforo. Induce la expresión de proteínas transportadoras de calcio o calbindinas, que su labor consiste en favorecer el paso del calcio a través del enterocito, en el cual se realizan el reclutamiento de canales de calcio presintetizados en su borde. Finalmente, en la zona basolateral de la célula del intestino, favorece la entrada de calcio a la circulación, a través de la bomba ATP que precisa de la vitamina D (20).
- En el hueso, realiza la diferenciación de osteoblastos y la elaboración de proteínas de unión al calcio óseo, debido a la unión que presenta con su receptor (VDR). Además, estimula la producción de citoquinas y los factores de crecimiento, que estos a su vez inducen la actividad y formación de los osteoclastos, debido a la actuación que presenta la vitamina D sobre los osteoblastos. En conclusión, la vitamina D, provoca un incremento en la actividad y número de osteoblastos, participando en el recambio óseo y en su mineralización (20,25).
- En el riñón, se encarga de regular y aumentar la reabsorción de calcio en el túbulo distal. La vitamina D₃ (calcitriol), es responsable de los aumentos de niveles del transportador de membrana, y de incrementar los niveles de calbindinas para el transporte tubular, estimulando así la entrada de calcio por la membrana basolateral (20).
- También se han observado acciones en otros órganos diana además de los clásicos mencionados anteriormente (intestino, hueso y riñón), como son la hipófisis, páncreas endocrino, medula adrenal, cerebro, medula espinal, células enterocromafines, glándulas mamarias, timo, hígado, piel, testículos, ovarios y útero (19).

- **Receptor de la vitamina D**

La vitamina D₃, realiza su función biológica mediante la unión a su receptor nuclear VDR (receptor de la vitamina D), que es integrante de la superfamilia de los receptores de las hormonas esteroideas/tiroideas, ejerciendo como factor de transcripción ligando-dependiente de numerosos genes relacionados con la síntesis y secreción de la parathormona (PTH) y proteínas (19,25).

El VDR se manifiesta en la mayoría de los tejidos del ser humano, por lo cual se observa la presencia de VDR y enzimas activadoras del 25(OH)D como la 1-hidroxilasa, en casi todos los tejidos y células como el corazón, cerebro, musculo, mama, vasos sanguíneos, próstata, piel, colon, páncreas y sistema inmune (26).

En estas regiones, para poder sintetizar 1,25(OH)₂D encargado de regular la expresión de genes de respuesta a la vitamina D ligado a su receptor, existen enzimas inactivadoras como la 24 hidroxilasa, que se ocupa de catabolizar 25(OH)D y 1,25(OH)₂D para crear 24,25(OH)₂D y 1,24,25(OH)₃D₃, que posteriormente terminara formando el ácido calcitroico (26).

La afinidad que presenta el 1,25(OH)₂D por el VDR es 100 veces mayor que la de la 25(OH)D₃ y a la 24,25(OH)₂D₃ comentados anteriormente, por lo que se define que posee una alta afinidad (19).

Se puede observar la formación de un heterodímero con el receptor X, conocido como ácido retinoico (RXR), debido a la unión de la VDR con el activador del receptor de la vitamina D (ARVD), relacionándose así con los elementos de respuesta de la vitamina D (VDREs). El ácido retinoico (RXR), se une con los elementos de respuesta de la vitamina D (VDREs) en la región promotora de los genes (ADN), produciéndose así una transcripción de los genes y moléculas reguladoras, que pueden ejercer sobre los genes dianas de la vitamina D (25,26).

- **Vitamina D y musculo esquelético**

La Vitamina D a través de su función genómica, regula el desarrollo muscular y su contractibilidad, incentivando la proliferación de células musculares y a la vez su distinción mediante la transcripción. Este proceso es moderado por genes que manifiestan un incremento de ADN celular, poseedores de receptores específicos nucleares, y la inducción de proteínas musculares específicas, que son proteínas ligadas al calcio y a la miosina (24).

Además, la vitamina D también presenta una función no genómica, que en la membrana de la célula muscular interacciona con su receptor específico, produciendo una excitación de la adenil-ciclasa y fosfolipasas C, D Y A2, además de generar una estimulación de la cascada MAPK (proteína quinasa activada por mitógenos), que finaliza ejerciendo sobre el ADN, induciendo la división celular (24).

Se ha evidenciado que el 5% del genoma humano es regulado por la vitamina D, ya que posee función proliferadora de miocitos, observando elevadas concentraciones de receptores de vitamina D en el musculo liso y esquelético, que presentan facultad para activar la vitamina D (21).

2. JUSTIFICACIÓN

Como hemos comentado anteriormente, la sarcopenia es un tema de gran interés sobre todo en el ámbito geriátrico, debido a la gran prevalencia y consecuencias que acarrea consigo, como son las alteraciones en la calidad de vida, discapacidad, pérdida funcional, mortalidad y mayor consumo de recursos tanto sanitarios como sociales.

Hemos podido contemplar que la interacción nutricional en la sarcopenia, puede mejorar el estado general del adulto mayor, sobre todo en la pérdida de la masa muscular. Por ello, es de gran importancia instaurar una suplementación nutricional en el anciano para poder cubrir esas carencias que pueden afectar al músculo.

Dentro de la gran variedad de suplementos nutricionales, se encuentra la vitamina D, que posee efectos beneficiosos sobre la sarcopenia, y, además, presenta fácil accesibilidad, ya que se encuentra disponible en farmacias y se puede conseguir por receta médica, no supone problemas de administración ya que se encuentra en diferentes formatos, y se ha visto que fisiológicamente, su mecanismo de acción puede llegar a mitigar los síntomas producidos por la sarcopenia.

Consideramos que hemos realizado una revisión bibliográfica sobre la vitamina D, para comprobar su efectividad en la sarcopenia en diferentes aspectos como son la dosis administrada, el sexo (masculino o femenino), la duración de la suplementación y su unión con otros principios activos entre otras.

3. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Establecer los efectos de la suplementación con vitamina D en pacientes con sarcopenia.

Objetivos específicos:

- Concretar las dosis y las diferentes formas farmacéuticas de suplementación de vitamina D.
- Establecer la relación de suplementación de vitamina D y la concentración en suero.
- Determinar el alcance de la suplementación de vitamina D sobre músculo esquelético, la masa y la fuerza.
- Evaluar como la suplementación de vitamina D afecta sobre los indicadores de calidad de la vida diaria: caídas/fracturas.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo, se realizó una revisión bibliográfica narrativa entre los meses de diciembre y mayo de 2018/2019, con el objetivo de analizar y contrastar aspectos referentes a la aplicación de los indicadores fisiológicos de la calidad de vida en la valoración.

Estrategia de búsqueda:

Se han realizado varias búsquedas en las bases de datos electrónicas: PUBMED, SciELO, Google Académico y Cochrane Library Plus.

Se utilizaron varios términos y el operador booleano "AND" como nexo de búsqueda. Las palabras se seleccionaron teniendo en cuenta los objetivos que se pretenden conseguir con la realización de este trabajo.

Como palabras clave se utilizaron términos Mesh con diferentes combinaciones: Skeletal Muscle (músculo esquelético), sarcopenia, Vitamin D (Vitamina D), vitamin D receptor (receptor de la vitamina d), Strength (fuerza), nutrition (nutrición), nutritional supplements (suplementos nutricionales), older people (personas mayores), ageing (envejecimiento), advanced age (edad avanzada), physical exercise (ejercicio físico), related factors (factores relacionados), sedentary (sedentarismo).

Con el objetivo de reducir el número de artículos se aplicaron los siguientes filtros:

5. Realizados en humanos
6. Artículos originales
7. Revisión
8. Texto completo

Tras realizar la pertinente búsqueda, en las diferentes bases de datos con las palabras clave seleccionadas, se obtuvieron un total de 713 artículos. Se procedió a leer el último de cada artículo y a aplicar los siguientes criterios de inclusión y exclusión.

Criterios de inclusión:

- 1- Documentos relacionados con la sarcopenia, factores relacionados y la vitamina D
- 2- Publicaciones en todos los idiomas
- 3- Publicaciones cuyos sujetos de estudios fueran humanos sin importar el sexo.
- 4- Guías, libros o artículos publicados en cualquier país

Criterios de exclusión:

- 1- Publicaciones no relacionadas con la sarcopenia
- 2- Documentos duplicados
- 3- Estudios sobre animales

A continuación, se procedió a leer el abstract con el fin de reducir más la búsqueda y seleccionar los artículos válidos, siendo estos al final un total de 43.

Los artículos fueron analizados y examinados, realizando una lectura crítica para establecer su relación o no con el tema que nos ocupa, y no siendo únicamente los nombrados en este apartado los que se utilizaron para la elaboración final del trabajo.

Nº de búsqueda	Base de datos	Termino de búsqueda
1	PubMed	Sarcopenia AND strength
2	PubMed	Sarcopenia AND ageing
3	PubMed	Sarcopenia AND nutrition
4	PubMed	Sarcopenia AND nutritional supplements
5	PubMed	Sarcopenia AND vitamin D
6	PubMed	Sarcopenia AND older people
7	PubMed	Sarcopenia AND quality of life
8	PubMed	Sarcopenia AND exercise
9	Cochrane library plus	Sarcopenia AND related factors
10	Cochrane library plus	Sarcopenia AND sedentary
11	SciELO	Sarcopenia AND skeletal muscle
12	SciELO	Sarcopenia AND advanced age
13	Google Académico	Vitamin D AND receptor
14	Google Académico	Vitamin D And sarcopenia

5. RESULTADOS

Tabla III A. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Autor	Tipo de estudio	Población	Suplemento de vitamina D (dosis/duración)	Resultados	Conclusión
J.M. Bauer et al. (2015)(27)	Estudio aleatorizado, multicéntrico, controlado y doble ciego.	380 adultos mayores que padecen sarcopenia.	2*800UI d ⁻¹ durante 13 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora en la fuerza y test del equilibrio “Short Physical Performance Battery” (SPPB) en ambos grupos. • Grupo T gana más masa muscular que el grupo C. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoras en la función de la masa muscular y las extremidades inferiores
Zhu et al. (2010) (28)	Estudio doble ciego, aleatorizada, ensayo controlado.	302 ancianos de 70 a 90 años.	1000mg d ⁻¹ Calcio + 1000UI d ⁻¹ de ergocalciferol durante 1 año	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la fuerza muscular, movilidad y test “levanta y anda” “Timed Up and Go Test” (TUAG) en grupo T que grupo C. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la función muscular en personas débiles y lentas.
Rondanelli et al. (2016) (29)	Ensayo aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo.	Un total de 130 ancianos sarcopénicos (53 hombres y 77 mujeres; edad media: 80,3 años)	2*100UI s ⁻¹ durante 13 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la masa libre de grasa mayor en grupo T que en grupo C • Aumento de la masa muscular esquelética • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la masa y la fuerza y otros aspectos que contribuyen al bienestar en los ancianos

Tabla III B. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Autor	Tipo de estudio	Población	Suplemento de vitamina D (dosis/duración)	Resultados	Conclusión
Verschueren et al. (2011) (30)	Estudio aleatorizado y controlado	113 mujeres mayores de 70 años.	1600 UI d ⁻¹ (grupo 1)y 880 UI d ⁻¹ (grupo 2) de calciferol durante 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora la fuerza muscular, la densidad mineral ósea “Bone Mineral Density” (BMD) de la cadera y los niveles séricos de la vitamina D • No hubo cambios en la fuerza isométrica y la masa muscular. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observan beneficios en el musculo esquelético • Mejora en la fuerza muscular y la densidad mineral ósea de la cadera
Sato et al. (2005) (31)	Estudio aleatorizado y controlado	96 mujeres ancianas con hemiplejias post-ictus	1000UI d ⁻¹ de ergocalciferol durante 2 años	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del número y tamaño de las fibras musculares tipo II en grupo T • Mejora de la fuerza muscular en el grupo T • Reducción de caídas un 71% en grupo T • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la fuerza muscular • Mejora de fibras musculares tipo II. • Reducción de caídas
Bischoff-Ferrari et al. (2004) (32)	Se empleó un análisis secundario de un ensayo controlado aleatorio doble ciego	64 mujeres ancianas institucionalizadas (rango de edad: 65-97 años)	800UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 3 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas en un 60%. • Mejora en equilibrio postural en grupo T • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas en un 60% • Mejora en equilibrio postural

Tabla III C. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Autor	Tipo de estudio	Población	Suplemento de vitamina D (dosis/duración)	Resultados	Conclusión
Dhesi et al. (2004)(33)	Estudio aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo.	139 sujetos ambulatorios (≥ 65 años)	600,000 UI d^{-1} de ergocalciferol por 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del 25(OH)D en el grupo T • Mejora del rendimiento funcional agregado "Aggregate Functional Performance" (AFPT) en grupo T. • No hubo diferencias significativas en ambos grupos en la fuerza muscular. • No hubo diferencias significativas en ambos grupos en el número de caídas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios en el rendimiento funcional, tiempo de reacción y equilibrio • No hubo mejora en la fuerza muscular
Latham et al. (2003)(34)	Estudio multicéntrico, aleatorizado, controlado con diseño factorial.	243 personas mayores frágiles.	Dosis única de 300,000UI de calciferol por 10 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • No se observó beneficios sobre las caídas. • No hubo mejoras en el rendimiento físico. • Aumentaron los niveles de 25(OH)D en el grupo T en comparación con el grupo C. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se observaron beneficios sobre las caídas y el rendimiento físico.
Moreira-Pfrimer et al. (2009)(35)	Ensayo prospectivo, doble ciego, controlado con placebo, aleatorizado	Personas brasileñas institucionalizadas ≥ 60 años de edad.	1,000 mg m^{-1} de calcio + 150,000 UI m^{-1} de colecalciferol en los primeros 2 meses y 90,000 UI m^{-1} durante los últimos 4 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del suero 25(OH)D en grupo T. • Mejora de la fuerza muscular de las extremidades inferiores en grupo T • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de niveles de 25(OH)D • Mejora de la fuerza muscular en extremidades inferiores

Tabla III D. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Autor	Tipo de estudio	Población	Suplemento de vitamina D (dosis/duración)	Resultados	Conclusión
Grieger <i>et al.</i> (2009)(36)	Estudio aleatorizado, doble ciego, controlado con placebo	Un total de 92 residentes mayores de edad.	400UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 6 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del suero 25(OH)D en grupo T. • Reducción de un 63% en caídas. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Incrementación de concentración de suero 25(OH)D • Mejora de la densidad ósea. • Reducción de caídas y fracturas.
Bunout <i>et al.</i> (2006)(37)	Estudio aleatorizado, y controlado	96 sujetos de 70 años o más	400UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 9 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento del suero 25(OH)D en grupo T. • Mejora de la fuerza muscular en cuádriceps, prueba de rendimiento físico corto y cronometrada. • Aumento de la velocidad de la marcha en grupo T. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la velocidad de la marcha • Mejora de la fuerza muscular.
Gallagher (2004)(38)	Estudio aleatorizado y controlado con placebo	489 sujetos	20 UI d ⁻¹ de calcitriol durante 3 años	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas en un 38% en el grupo T. • Menor disminución de rendimiento físico en grupo T que en grupo C • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas y fracturas • Aumento de la fuerza muscular. • Mejora en el control neurológico del equilibrio

Tabla III E. Resumen de los estudios que han valorado los efectos de la suplementación con vitamina D sobre adultos mayores con sarcopenia.

Autor	Tipo de estudio	Población	Suplemento de vitamina D (dosis/duración)	Resultados	Conclusión
Pfeifer et al. (2009)(39)	Ensayo aleatorizado, doble ciego controlado con placebo	242 individuos (edad media, 77 ± 4 años).	1000 mg d ⁻¹ de calcio + 800 UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 12 meses	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas en el grupo T. • Mayor nivel de 25(OH)D en grupo T • Mejora de la fuerza muscular en el grupo T tras un método de regresión. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas. • Mejora de la fuerza muscular.
Bischoff et al. (2003)(40)	En un ensayo controlado aleatorio doble ciego	122 mujeres ancianas (edad media, 85.3 años; rango, 63-99 años)	1200mg d ⁻¹ de calcio + 800 UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 12 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas en un 49%. • Mejora de la función musculo esquelética. • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas. • Mejora de la función musculo esquelética. • Mejora del metabolismo óseo.
Pfeifer et al. (2000)(41)	Ensayo controlado, aleatorizado y doble ciego	mujeres ambulatorias sanas de 70 años de edad o mayores	1200 mg d ⁻¹ de calcio + 800 UI d ⁻¹ de colecalciferol durante 8 semanas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de fracturas no vertebrales. • Aumento del equilibrio corporal • No se encontraron efectos sobre la fuerza muscular • * 	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de caídas y fracturas no vertebrales. • Mejora del equilibrio corporal

6. DISCUSIÓN

En esta revisión bibliográfica narrativa, hemos utilizado los 15 artículos que, según nuestros criterios de inclusión, relacionaban la vitamina D y el músculo esquelético envejecido. Todos los estudios tenían un grupo tratado con vitamina D y otro grupo control. Esto proporciona base para examinar si existe una relación causa-efecto entre el empleo de la vitamina D y los posibles cambios bioquímicos, histológicos, y las variaciones en las pruebas físicas específicas, que afectan directamente a la calidad de vida de los sujetos que incluyen los estudios.

En este sentido, los autores como son (27-30,32,33,35,36,38-41) utilizaron un estudio doble ciego, que consiste en que ni el experimentador-observador, ni el sujeto de la experiencia, conocen el origen de la muestra o el tratamiento durante el periodo que dura la experimentación, con el objeto de no influir en los resultados. El resto de autores utilizaron estudios aleatorizados y controlados (31,34,37).

En referencia al sexo de los sujetos, incluidos en los artículos, algunos autores escogieron mujeres para realizar el estudio (30-32,40,41), y el resto (27-29, 33-39), seleccionaron individuos de ambos sexos. Hemos de tener en cuenta, que el proceso fisiológico de la menopausia produce una disminución de las hormonas sexuales y anabólicas en la mujer, causando unos cambios diferenciales a nivel del músculo, como son el aumento de la infiltración de la grasa intramuscular, disminución de fibras tipo II, alteraciones en el receptor de la vitamina D, y receptor estrogénico, así, como la liberación del calcio y síntesis proteica. Mientras que, en el hombre, el descenso significativo de andrógenos suprarrenales, afecta fundamentalmente a un descenso de la hormona anabólica testosterona, que produciría directamente un deterioro muscular a nivel de reducción del espacio contráctil.

En cuanto al rango de edad, todos los autores incluyeron en sus estudios personas mayores de edades comprendidas entre 60 y 90 años, con lo cual no hay diferencias en este ámbito, debido a que, la sarcopenia, entendida como el proceso de involución muscular, es un hecho que acompaña al proceso del envejecimiento, que se manifiesta clínicamente en las edades que han empleado los autores en los estudios.

La vitamina D o calciferol, es una vitamina liposoluble con estructura esteroidea. Bajo el nombre de vitamina D, se incluyen otras moléculas diferentes, como vitamina D₂ o ergocalciferol, vitamina D₃ o colecalciferol y 1,25-dihidroxitamina D o calcitriol. La vitamina D₂ y D₃ son prohormonas, que forman parte de la cadena de síntesis de calcitriol, que es una hormona secoesteroide, siendo la forma activa de la vitamina D. En este sentido, los suplementos empleados en los estudios, analizados en esta revisión, fueron la vitamina D o calciferol (27,29,30,34), el ergocalciferol (28,30,33), el colecalciferol (32,35-37,39-41) y el calcitriol (39). Es de reseñar que algunos autores, administraron el suplemento de vitamina D asociado al mineral del calcio (28,35,39-41), ya que es indudable el papel del calcio en un adecuado proceso de contracción muscular, que facilitaría la restauración de los niveles de fuerza en el individuo sarcopénico, lo que se traduce en una mejora en la calidad de vida. El aumento de la biodisponibilidad del calcio, es debido a que se absorbe a través del epitelio

intestinal por un mecanismo de transporte activo, controlado metabólicamente por la vitamina D.

Para analizar la variedad de dosis administradas en estos estudios, establecimos un punto de análisis entre los que suplementaron más de más de 800 UI de vitamina D (28,30,31), y los que administraron 800UI o menos (27,29,32-41). Además, según la duración del tratamiento, diferenciamos estudios de más de 4 meses de duración (28,30,31,33,36-39), y en los que duraron 4 meses o menos (27,29,32,34,35,40,41), y según la posología, analizamos estudios que administraron dosis únicas de vitamina D (33,34), dosis diarias (27,28,30-32,36-41), semanales (29) y mensuales (35).

Con relación a los valores bioquímicos, se apreciaron que todos los autores que estudiaron los valores del suero 25(OH)_D, hallaron que la vitamina D aumenta los niveles del suero 25(OH)_D en los individuos pertenecientes del grupo de tratamiento con vitamina D, con respecto al grupo control. Esto significa, que los suplementos utilizados fueron adecuados, puesto que se adsorbieron, y la presencia de la vitamina D confirma que los cambios producidos están relacionados con ella.

Cuando analizamos los parámetros físicos de los individuos de los estudios, como son la fuerza muscular y la movilidad, encontramos resultados diferentes. Aunque la mayoría de los autores mostraron que la vitamina D presenta beneficios en el aumento y mejora de la fuerza muscular y la movilidad (27,28,30,31,35,37,39), hubo otros estudios (33,41), que no vieron cambios significativos en el grupo tratado con vitamina D. Otro de los parámetros que hemos estudiado, ha sido la masa muscular. De los tres estudios (27,29,30) que investigaron este parámetro, vemos que dos de ellos (27,29) determinan que la administración de vitamina D, consiguió un aumento en la masa muscular en el grupo tratado, mientras que el Verschueren et al. (30), no observo ningún cambio. Únicamente, Sato et al. (31) estudio la relación entre la vitamina D y el tipo de fibras musculares, observando, en el grupo tratado un aumento del número y tamaño de las fibras musculares tipo II, con respecto al grupo control.

En el análisis del equilibrio postural se mencionan mejoras en el grupo tratado con respecto al grupo control en dos de los estudios analizados (32,41).

En los adultos mayores, además de los cambios en los parámetros físicos, bioquímicos o histológicos, es muy importante, conocer aquellos indicadores que le van a proporcionar una mejora en su calidad de vida. En esta revisión, como identificadores de calidad de vida en el anciano, se han analizado el riesgo de caídas y fracturas. Únicamente dos estudios (33,34), no mostraron beneficios entre la suplementación de vitamina D y el riesgo de caídas y fracturas. Sin embargo, la mayor parte de las investigaciones analizadas, (31,32,36,38,39-41), observan una disminución en el riesgo de caídas y en las fracturas de la población analizada. Esto podría establecer una asociación directa entre la administración de vitamina D y la mejora de la calidad de vida en las personas con sarcopenia.

7. APLICACIÓN EN EL CAMPO DE LA ENFERMERIA

Como futura profesional de enfermería y tras todo lo que he leído, analizado y aprendido en el transcurso Como de la realización del trabajo fin de grado, considero a la vitamina D, como esencial en la prevención y tratamiento de la atrofia del músculo esquelético estriado, para evitar el proceso degenerativo de la sarcopenia y evitar todo el impacto de la salud pública que ocasiona. Por lo tanto, tratare de educar a mis pacientes, con unas pautas dietoterápicas de prescripción enfermera, consistente en alimentos ricos en vitamina D, y simultáneamente insistiré en la necesidad de la adherencia terapéutica de la vitamina D prescrita en este grupo de población. Tras el nuevo real decreto del 2018 de prescripción enfermera, que engloba aquellas patologías que sean susceptibles del diagnóstico enfermero, como es este caso de la sarcopenia, cuya batería de pruebas diagnósticas es fácilmente interpretable por el personal de enfermería, la vitamina D podría ser un medicamento potencialmente de prescripción de enfermería.

8. CONCLUSION

- 1- Se establece una relación directa entre la vitamina D y musculo esquelético, fundamentalmente en los adultos mayores.
- 2- La administración de vitamina D, aumenta los niveles séricos en los pacientes que los toman.
- 3- La vitamina D, se asocia con el incremento de la masa muscular y el aumento del número y tamaño de las fibras musculares tipo II, lo que se traduce en un aumento de la fuerza muscular y atenuación en el descenso del rendimiento físico en las personas con sarcopenia.
- 4- La suplementación con vitamina D, tiene consecuencias positivas sobre la calidad de vida, disminuyendo el número de caídas y fracturas.
- 5- Necesidad de niveles adecuados de vitamina D en adultos mayores, para el óptimo funcionamiento muscular.

9. BIBLIOGRAFÍA

- 1- Rendón-Rodríguez R, Osuna-padilla I. El papel de la nutrición en la prevención y manejo de la sarcopenia en el adulto mayor. *Nutr Clin Med* 2018; 7(1):23-36. Disponible en: <http://www.aulamedica.es/nutricionclinicamedicina/pdf/5060.pdf>.
- 2- Palop Montoro MV, Párraga Montilla JA, Lozano Aguilera E, Arteaga Checa M. Intervención en la sarcopenia con entrenamiento de resistencia progresiva y suplementos nutricionales proteicos. *Nutr Hosp*. 2015; 31(4):1481-90. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112015000400004.
- 3- Cano Herrera CP. Sarcopenia. *Rev Med Act Clin*. 2012;17. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682012000200003&lng=es&nrm=iso.

- 4- Gómez Ayala AE. Divulgación sanitaria. Sarcopenia puesta al día. Elsevier. 2011; 30(4). Disponible en: <http://www.elsevier.es/index.php?p=revista&pRevista=pdf-simple&pii=X0212047X11247523&r=4>.
- 5- Burgos Peláez R. Enfoque terapéutico global de la sarcopenia. Nutr Hosp. 2006; 21(supl.3):51-60. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112006000600008.
- 6- Salvá A, Serra-Rexach JA, Artaza I, Formiga F, Rojano i Luque X, Cuesta F, et al. La prevalencia de sarcopenia en residencias de España: comparación de los resultados del estudio multicéntrico ELLI con otras poblaciones. Rev Esp Geriatr Gerontol. 2016; 51(5):260-4. Disponible en: <http://www.esceo.org/sites/esceo/files/publications/2016%20REGG%20Prevalencia%20de%20sarcopenia%20residencias%20Elli.pdf>.
- 7- Del Rey Rozas, T. Síndrome de sarcopenia. Sarcopenia Syndrome. [Cantabria]: Universidad de Cantabria; 2014. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/5204/ReyRozasT.pdf?sequence=1>.
- 8- Córdova A, Bendicho S, Pértega L, Caballero A. Utilidad de la práctica de ejercicio como mecanismo fundamental para mitigar y/o modular la sarcopenia. Inv clín. 2018; 59(2):179-95. Disponible en: <https://medes.com/publication/139043>
- 9- Nemerovsky J. Sarcopenia. Rev Argent gerontol y geriatr. 2016; 28-33. Disponible en: <http://www.sagg.org.ar/wp/wp-content/uploads/2016/07/Sarcopenia.pdf>
- 10- Kortebein P, Ferrando A, Lombeida J, Wolfe R, Evans WJ. Effect of 10 days of bed rest on skeletal muscle in healthy older adults. JAMA. 2007; 297(16):1772-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17456818>.
- 11- Paddon-Jones D, Sheffield-Moore M, Urban RJ, Sanford AP, Aarsland A, Wolfe RR, et al. Essential amino acid and carbohydrate supplementation ameliorates muscle protein loss in human during 28 days bedrest. J Clin Endocrinol Metab. 2004; 89(9):4351-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15356032>.
- 12- Hernández Rodríguez J, Licea-Puig ME. Generalidades y tratamiento de la sarcopenia. MED. UIS. 2017; 30(2):71-81. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/muis/v30n2/0121-0319-muis-30-02-00071.pdf>
- 13- Paladines B, Quizhpi M, Villota P. Tratamiento integral de la sarcopenia senil. Revista de la facultad de ciencias químicas. 2016. Disponible en: http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25555/1/7-ARTICULO%20REVISTA-FCQ-edicion-especia_Sep_11_V3-46-53.pdf
- 14- Velázquez Alva MC, Irigoyen Camachi ME, Delgadillo-Velázquez J. Salud muscular y prevención de sarcopenia: el efecto de la proteína, leucina y β -hidroxi- β -metilbutirato. Rev Metab Óseo y Min. 2012; 10(2):98-102. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259344556_Salud_muscular_y_prevenion_de_sarcopenia_el_efecto_de_la_proteina_leucina_y_b-hidroxi-b-metilbutirato.
- 15- Álvarez Puertas, E. El hidroximetil butirato como ayuda ergogénica nutricional en la sarcopenia senil. Universidad de Valladolid; 2015. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/14229/1/TFG-M-N376.pdf>
- 16- Nogales Martín, L. Nutrición en paciente crítico. Suplemento con glutamina. Universidad de Valladolid; 2012. Disponible en: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/7084>
- 17- Hernández Valencia SE, Méndez Sánchez L, Clark P, Moreno Altamirano L, Mejía Arangure JM. Glutamina como coadyuvante en la recuperación de la fuerza muscular: revisión sistemática de la literatura. Nutr Hosp. 2015; 32(4):1443-53. Disponible en: www.redalyc.org/pdf/3092/309243319005.pdf

- 18- Castellanos L, Rodríguez M. El efecto de omega 3 en la salud humana y consideraciones en la ingesta. *Rev Chil Nutr.* 2015; 42(1). Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182015000100012.
- 19- Panizo García, S. Mecanismos de calcificación vascular asociados a la uremia y al tratamiento con calcitriol. [Lleida]: Universidad de Lleida; 2009. Disponible en: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/8275>.
- 20- Valero Zanuy MA, Hawkins Carranza F. Metabolismo, fuentes endógenas y exógenas de vitamina D. *REEMO.* 2007; 16(4):63-70. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-reemo-70-articulo-metabolismo-fuentes-endogenas-exogenas-vitamina-13108019>.
- 21- Fuentes Barría H, Aguilera Eguía R, González Wong C. El rol de la vitamina D en la prevención de caídas en sujetos con sarcopenia. *Rev Chil Nutr.* 2018; 45(3):279-84. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182018000400279.
- 22- Sánchez A. Vitamina D: Actualización. *Rev Med Rosario.* 2010; 76:87-70. Disponible en: <http://www.circulomedicorosario.org/Upload/Directos/Revista/c1368eSanchez%20Vitamina%20D%20Actualizaci%C3%B3n%20RMR%202010.pdf>.
- 23- Soto Méndez, F. Ensayo clínico aleatorizado sobre las modificaciones en la composición corporal al ingerir un compuesto lácteo enriquecido con l-leucina. [Murcia]: Universidad Católica de Murcia; 2017. Disponible en: <http://repositorio.ucam.edu/handle/10952/2580>
- 24- Gómez de Tejada Romero, MJ. Acciones extraóseas de la vitamina D. *Rev Osteoporos metab Miner.* 2014; 6(supl 1):11-18. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1889-836X2014000500003.
- 25- Bover J, Egido J, Fernández-Giráldez E, Praga M, Solozábal-campos C, Torregrosa JV, et al. Vitamina D, receptor de la vitamina D e importancia de su activación en el paciente con enfermedad renal crónica. *Rev nefrología.* 2015; 35(1):28-41. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0211-69952015000100004.
- 26- Muñoz Garach, A. Papel de la vitamina d y su receptor (VDR) en tejido adiposo y su relación con el metabolismo de los hidratos de carbono. [Málaga]: Universidad de Málaga; 2014. Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/7837>.
- 27- J.M. Bauer et al. Effects of a Vitamin D and Leucine-Enriched Whey Protein Nutritional Supplement on Measures of Sarcopenia in Older Adults, the PROVIDE Study: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *JAMDA.* 2015; 16(9): 740-7. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26170041>.
- 28- Zhu K, Austin N, Devine A, Bruce D, L.Prince R. A Randomized Controlled Trial of the Effects of Vitamin D on Muscle Strength and Mobility in Older Women with Vitamin D Insufficiency. *JAGS.* 2010; 58(11) 2063-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21054285>.
- 29- Rondanelli M, Klersy C, Terracol G, Talluri J, Mauerer R, Guido D, et al. Whey protein, amino acids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strength, functionality, and quality of life and decreases inflammation in sarcopenic elderly. *Am J Clin Nutr.* 2016; 103(3): 830-40. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26864356>.
- 30- Verschueren SM, Bogaerts A, Delecluse C, Claessens AL, Haentjens P, Vanderschueren D, et al. The Effects of Whole-Body Vibration Training and Vitamin D Supplementation on Muscle Strength, Muscle Mass, and Bone Density in Institutionalized Elderly Women: A 6-Month Randomized, Controlled Trial. *J Bone Miner Res.* 2011; 26(1):42-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20648661>.
- 31- Sato Y, Iwamoto J, Kanoko T, Satoh K. Low-Dose Vitamin D Prevents Muscular Atrophy and Reduces Falls and Hip Fractures in Women after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Cerebrovasc Dis.* 2005; 20(3):187-92. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16088114>

- 32- Bischoff-Ferrari HA, Dietrich T, Orav J, Hu FB, Zhang Y, Karlson EW, et al. Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged ≥ 60 y. *Am J Clin Nutr.* 2004; 80(3): 752-8. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15321818>.
- 33- Dhesi JK, Jackson SHD, Bearne LM, Moniz C, Hurley MV, Swift CG, et al. Vitamin D supplementation improves neuromuscular function in older people who fall. *Age Ageing.* 2004; 33(6):589–95. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/9e2e/b65c8d56a81707510dff8b0efdfdbb197f7c.pdf>.
- 34- Latham NK, Anderson CS, Lee A, Bennett DA, Moseley A, Cameron ID. A Randomized, Controlled Trial of Quadriceps Resistance Exercise and Vitamin D in Frail Older People: The Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). *JAGS.* 2003; 51(3): 291-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12588571>.
- 35- Moreira-Pfrimer LD, Pedrosa MA, Teixeira L, Lazaretti-Castro M. Treatment of Vitamin D Deficiency Increases Lower Limb Muscle Strength in Institutionalized Older People Independently of Regular Physical Activity: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Ann Nutr Metab.* 2009; 54(4):291–300. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19729890>.
- 36- Grieger JA, Nowson CA, Jarman Hf, Malon R, Ackland LM. Multivitamin supplementation improves nutritional status and bone quality in aged care residents. *Eur J Clin Nutr.* 2009; 63(4):558-65. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18043700>.
- 37- Bunout D, Barrera G, Leiva L, Gattas V, de la maza, MP, Avendaño M, et al. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Experimental Gerontology.* 2006; 41(8):746-52. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16797903>.
- 38- Gallagher JC. The effects of calcitriol on falls and fractures and physical performance tests. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2004; 89-90(1-5):497–501. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15225827>.
- 39- Pfeifer M, Begerow B, Minne HW, Suppan K, Fahrleitner-Pammer A, Dobnig H. Effects of a long-term vitamin D and calcium supplementation on falls and parameters of muscle function in community-dwelling older individuals. *Osteoporos Int.* 2009; 20(2):315-22. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18629569>.
- 40- Bischoff HA, Stahelin HB, Dick W, Akos R, Knecht M, Salis C, et al. Effects of Vitamin D and Calcium Supplementation on Falls: A Randomized Controlled Trial. *Journal of bone and mineral research.* 2003; 18(2):343-51. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12568412>.
- 41- Pfeifer M, Begerow B, Minne H, Abrams C, Nachtigall D, Hansen C. Effects of a Short-Term Vitamin D and Calcium Supplementation on Body Sway and Secondary Hyperparathyroidism in Elderly Women. *J Bone Miner Res.* 2000; 15(6): 1113-8. Disponible en: <https://academic.oup.com/jcem/article/86/4/1633/2848459>.
- 42- Biolo G, Cederholm T, Muscaritoli M. Muscle contractile and metabolic dysfunction is a common feature of sarcopenia of aging and chronic diseases: From sarcopenic obesity to cachexia. *Clin Nutr.* 2014; 33(5):737-48. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24785098>.
- 43- Curtis E, Litwic A, Cooper C, Dennison E. Determinants of muscle and bone aging. *J Cell Physiol.* 2015; 320(11):2618-25. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25820482>

10. ANEXOS

TABLA I. Sarcopenia y su etología multifactorial. ⁴²

	INACTIVIDAD →	<ul style="list-style-type: none"> • Inmovilidad por reposo en cama
	ANOREXIA →	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de consumo de energía • Factores sociales y psiquiátricos • Polifarmacia, dispepsia, edentulismo, disfagia • Aumento de Consumo de proteínas • Mala digestión, mala absorción • Aumento de gasto de energía
SARCOPENIA (MUSCULO ESQUELÉTICO) ETIOLOGIA MULTIFACTORIAL	INFLAMACIÓN →	<ul style="list-style-type: none"> • Cortisol • Citoquinas • Estrés oxidativo • Hipoxemia • Acidosis • Factores derivados de tumores
	ENVEJECIMIENTO →	<ul style="list-style-type: none"> • Hormonas sexuales • Apoptosis • Disfunción mitocondrial • Mutación ADN • Disminución de capacidad antioxidante
	ENDOCRINO →	<ul style="list-style-type: none"> • Glucocorticoides • Estado de la vitamina D • GH • IGF-1 • Miostatina • Tiroides • Resistencia a la insulina
	NEURODEGENERACIÓN →	<ul style="list-style-type: none"> • Vascular • Pérdida de motoneuronas • Desmielinización

TABLA II. Factores de riesgo para la sarcopenia.⁴³

FACTORES DE RIESGO PARA SARCOPENIA	<p style="text-align: center;">COMPOSICION DEL CUERPO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida significativa de peso • Obesidad sarcopénica
	<p style="text-align: center;">TERAPIA FARMACOLOGICA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de inhibidores de ECA • Uso de esteroides
	<p style="text-align: center;">HABITOS DE LA VIDA DIARIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fumar • Consumición excesiva de alcohol • Inmovilización prolongada y/o baja actividad física
	<p style="text-align: center;">FACTORES INTRINSECOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edad • Deficiencia de hormonas sexuales • Comorbilidad • Factores genéticos
	<p style="text-align: center;">DIETA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Baja ingesta de proteínas • Deficiencia de vitamina D
	<p style="text-align: center;">SARCOPENIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de masa muscular • Alteración de la composición muscular • Infiltración de musculo con tejido graso y fibroso • Alteración en la inervación del musculo