

LÁCTEOS, ACTIVIDAD FÍSICA Y SU EFECTO SINÉRGICO SOBRE SALUD ÓSEA Y MUSCULAR

María José Arias T. ^{1,2}, José J. Gil C. ², Clarice Maria de Lucena M. ³

¹ Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile, Independencia 1027, Santiago, Chile.

² Grupo de investigación de Promoción de la aptitud y la salud a través de la actividad física (PROFITH), Instituto Mixto Universitario Deporte y Salud (iMUDS), Departamento de Educación Física y Deportiva, Facultad de Ciencias del Deporte, Universidad de Granada, España.

³ Departamento de Educación Física, Universidad Federal de Paraíba, João Pessoa, Brasil. Ciudad Universitaria, Castelo Branco, João Pessoa-PB, Brasil.

Resumen

La adquisición de minerales óseos durante el crecimiento y posterior retención en la vida adulta se relaciona directamente con la ingesta de calcio. La leche y derivados proveen la mayor cantidad de calcio de la dieta en diferentes poblaciones y su consumo, es fundamental para el desarrollo musculoesquelético durante la infancia y la adolescencia. En la actualidad, diversos estudios se han centrado en estudiar la importancia del contenido de calcio y vitamina D de la dieta sobre el pico de masa ósea, junto con su asociación con la composición corporal. En la adultez y en etapas avanzadas, se ha demostrado que el consumo de lácteos está directamente relacionado con la preservación de masa muscular, mejoras en fuerza muscular y disminución de riesgo de fracturas, especialmente en mujeres posmenopáusicas. Como consecuencia, el consumo de leche y derivados siguen siendo una gran estrategia de intervención durante etapas avanzadas, aunque las recomendaciones diarias sobre ingesta versus beneficios aún no han sido determinadas. A pesar de que la promoción del consumo de lácteos a nivel poblacional se ha mantenido como una buena estrategia de intervención a nivel mundial, factores ambientales y comportamentales parecen estar explicando el incremento de osteoporosis y comorbilidades asociadas, importante problema de salud pública durante la vejez.

Palabras claves:

Lácteos, estilos de vida, tiempo de sedentarismo, masa magra, contenido mineral óseo.

1. Introducción

Tradicionalmente, factores de riesgo como

edad, sexo, peso corporal, deficiencias nutricionales de calcio y vitamina D han sido frecuentemente asociadas a la pérdida ósea y muscular en la edad adulta [1-3]. Sin embargo, el incremento

de la osteoporosis y sarcopenia a nivel mundial [4,5], ponen de manifiesto la importancia de los estilos de vida saludables. Al respecto, durante décadas, la recomendación y promoción del consumo de lácteos, fuente de calcio y vitamina D, ha sido una de las grandes estrategias nutricionales para incrementar el pico de masa ósea durante el crecimiento [6], repercutiendo en el riesgo de fracturas y osteoporosis durante la vejez [7]. Interesantemente, la ingesta de proteína dietaria junto con dosis óptimas de calcio, ha sido asociada positivamente con la densidad mineral ósea (DMO) y la masa magra [8]. Sin embargo, el impacto de la ingesta de proteínas de la dieta sobre el calcio y salud ósea, ha sido controversial [9]. Estudios han mostrado que dietas altas en proteínas de diversas fuentes alimentarias, podrían aumentar la acidez local generando un aumento de resorción ósea, excreción urinaria de calcio e incremento en el riesgo de fracturas [10-12]. Interesantemente, los resultados de estos estudios muestran los niveles de resorción ósea, pero no las tasas de formación de hueso [13]. En contraste, resultados de diferentes meta-análisis han concluido que la proteína total de la dieta trabajaría de forma sinérgica con el calcio, mejorando la salud ósea. Este mecanismo estaría mediado por un incremento del factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1) que incrementaría la absorción de calcio suprimiendo la acción de la hormona paratiroidea, repercutiendo directamente sobre el tejido musculoesquelético [14,15]. No obstante, nueva evidencia ha mostrado que una adecuada ingesta de proteínas lácteas sería importante en la adquisición y mantenimiento de la masa ósea durante la adultez y etapas más avanzadas [16,17].

Numerosa evidencia sostiene que la malnutrición por exceso y alteración de la composición corporal, contribuirían en la disminución de la DMO en niños y adolescentes, posteriormente aumentando el riesgo de fracturas en mujeres posmenopáusicas y adultos mayores [4,6-8]. El consumo de leche y productos lácteos se ha relacionado a una mantención de masa magra y mejoras de composición corporal, explicada por la alta calidad y digestibilidad de sus proteínas

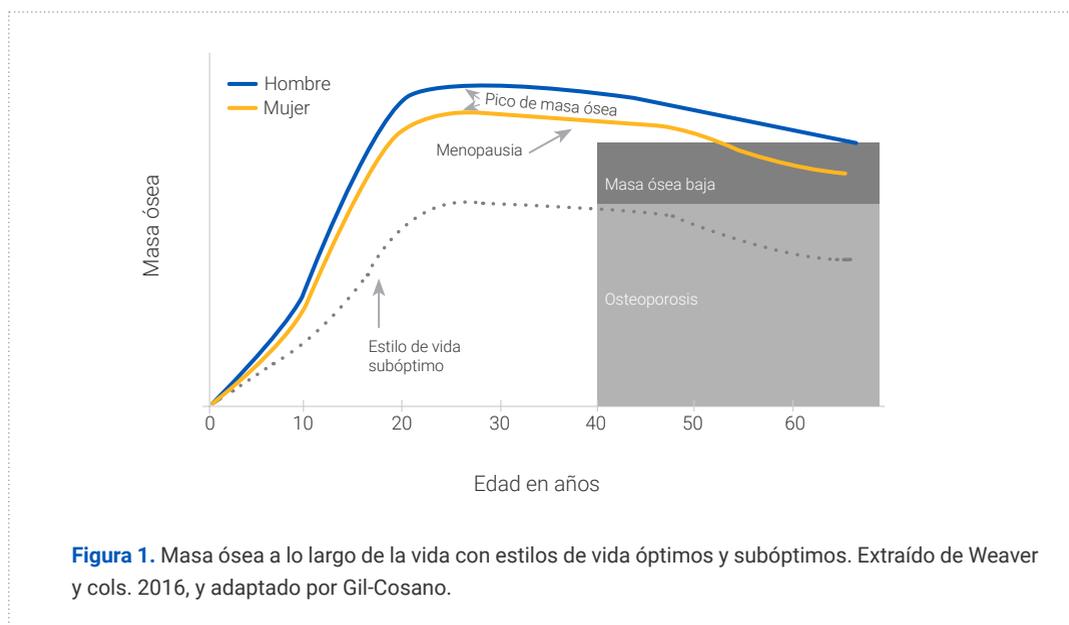
como también por un aumento de la excreción de grasa fecal, reducción de lipogénesis e incremento de lipólisis [3,18,19]. Por lo tanto, en etapas avanzadas, su consumo podría ser muy beneficioso en la prevención de sarcopenia, disminución de inestabilidad y riesgo de fracturas, asociadas a la pérdida de masa activa del cuerpo [3,20]. Sin embargo, a pesar de los diferentes y permanentes esfuerzos a nivel mundial por promover el consumo de leche y sus derivados, otros factores podrían estar explicando la asociación entre un incremento de obesidad junto con alteraciones de salud ósea y muscular, en todos los grupos de edad. En consecuencia, la reducción del tiempo de sedentarismo, el incremento de los niveles de actividad física y un adecuado consumo de leche y derivados, serían unas de las principales estrategias para favorecer la DMO y ganancia de masa magra y fuerza muscular en niños [21,22], mujeres posmenopáusicas y adultos mayores [3,23-25]. El objetivo de este capítulo es identificar los efectos del consumo de lácteos sobre salud ósea y muscular, determinando el efecto sinérgico que tendría una disminución del tiempo de sedentarismo e incremento del nivel de actividad física, durante todas las etapas de la vida.

2. Niños y adolescentes

La infancia y la adolescencia son periodos muy importantes para la salud ósea. Nuestro esqueleto adquiere el 80-90% del pico de masa ósea al final de la adolescencia, el cual es considerado el mejor factor protector contra la osteoporosis en edad avanzada [26]. En este sentido, un incremento del 10% en el pico de masa ósea durante esta etapa podría reducir el riesgo de fractura en un 50% y prevenir la aparición de osteoporosis por 13 años [27]. La masa ósea está genéticamente predispuesta en un ~60%, aunque existen factores modificables del estilo de vida, tales como la nutrición balanceada, un adecuado consumo de lácteos y la actividad física, que pueden influenciarlo hasta en un 40% [5].

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) [28], la actividad física es definida como un movimiento corporal producido por la acción muscular voluntaria que aumenta el gasto de energía y engloba los conceptos de “ejercicio físico” y “deporte”. El último informe del Estudio Nacional de Educación Física en Chile, muestra que cerca de la mitad de los niños, niñas y adolescentes tienen

sobrepeso u obesidad [29], lo que junto con una baja prevalencia de niveles adecuados de actividad física (27,4% en niños y 18,9% en adolescentes) según las recomendaciones de la OMS, y una escasa participación deportiva (14,4% en niños y 26,3% en adolescentes), contribuyen a un estilo de vida subóptimo para el desarrollo óseo durante el crecimiento (**Figura 1**).



Diversas investigaciones respaldan el consumo de lácteos durante la infancia y la adolescencia, debido al importante aporte de energía, macronutrientes y micronutrientes esenciales para el crecimiento y el desarrollo óseo [30]. Al nacer, el esqueleto humano contiene un 2-3% del calcio total de un esqueleto adulto, por tanto, el consumo dietético de este micronutriente será determinante en las tres primeras décadas de vida. Los productos lácteos son la mayor fuente de este mineral en la dieta y su consumo se ha asociado recientemente a un mayor contenido mineral óseo en niños y en adolescentes, mientras que la relación con la estatura no fue concluyente [30]. A pesar de la fuerte evidencia que respalda sus beneficios sobre la salud ósea durante esta etapa (**Figura 2**), el consumo de lácteos ha disminuido en países desarrollados durante las últimas décadas [31], siendo muy baja la propor-

ción de aquellos que cumplen las recomendaciones diarias (RDA) de 2-3 raciones en escolares y 3-4 raciones en adolescentes [32].

Otro micronutriente presente en la leche y sus derivados es la vitamina D, en concreto la vitamina D3 (colecalfiferol). Este micronutriente es esencial para la absorción de calcio en el intestino a través de su forma activa (1,25-[OH]₂D₃, calcitriol) [33], aunque son los niveles de 25-hidroxivitamina D (25[OH]₂D₃, calcidiol) los que mejor reflejan el estado de esta vitamina en nuestro organismo. En este sentido, el consumo de productos lácteos fortificados con colecalfiferol [34], así como la suplementación con colecalfiferol (≥ 1.500 IU/día) [35] parecen ser efectivos para elevar los niveles de calcidiol en la población infantil, los cuales se asocian con el pico de masa ósea en la adultez [36].

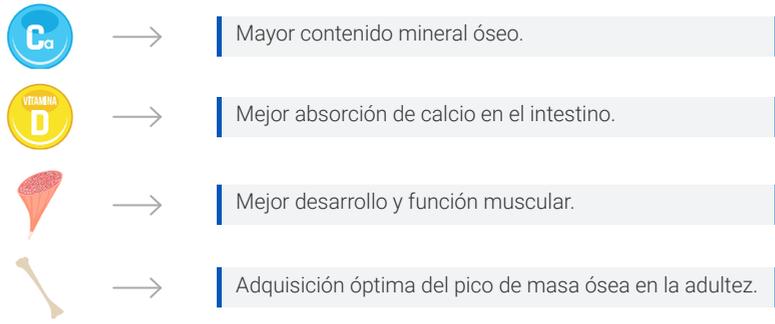


Figura 2. Beneficios del consumo de lácteos en etapa de crecimiento.

El alarmante incremento de obesidad infantil ha llevado a poner un mayor interés en el consumo de lácteos. Recientemente, Kouveliotti y cols. 2017 [37] han observado que el consumo de lácteos por sí solo no afecta la composición corporal en edad pediátrica, sugiriendo que dicho consumo debe ir acompañado de hábitos saludables en nutrición y ejercicio para conseguir un déficit energético o un estímulo que pueda afectar a la composición corporal. Asimismo, la mayoría de

los estudios señalan que la mejora de la salud ósea observada en niños y adolescentes con sobrepeso u obesidad es debida al incremento de masa muscular [38]. Por el contrario, la acumulación excesiva de grasa presente en esta población parece afectar de forma negativa en su salud ósea a través de mecanismos inflamatorios [39], lo que sugiere la presencia de una comunicación cruzada entre los tejidos óseo, muscular y adiposo (**Figura 3**).

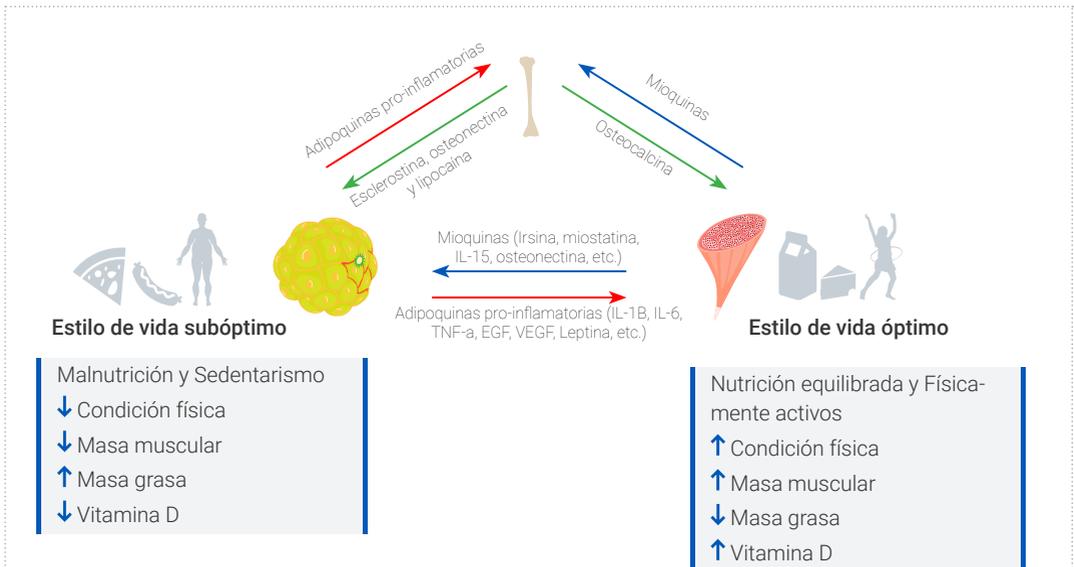


Figura 3. Comunicación cruzada entre los tejidos óseo, muscular y adiposo. Creación propia de Gil-Cosano.

IL interleucina; TNF factor de necrosis tumoral; EGF factor de crecimiento epidérmico; VEGF factor de crecimiento endotelial vascular.

Flechas verdes representan la comunicación del tejido óseo con los tejidos muscular y adiposo, frente

a un óptimo estilo de vida.

Flechas azules representan la comunicación del tejido muscular con los tejidos óseo y adiposo, frente a un óptimo estilo de vida.

Flechas rojas representan la comunicación del tejido adiposo con los tejidos óseo y muscular, frente a un subóptimo estilo de vida.

La fuerza muscular, por su parte, juega un papel clave en la mantención de acumulación ósea normal en la población pediátrica [39, 40]. En esta línea, el entrenamiento de fuerza, el entrenamiento pliométrico o su combinación han mostrado mejoras en la fuerza muscular y en la salud ósea de esta población [41-43]. De acuerdo con la ley de Wolff, cuando la carga mecánica au-

menta en un hueso, este se remodela a lo largo del tiempo, incrementando la resistencia a dicha carga. Por lo tanto, las recomendaciones de actividad física en la población infantil (**Tabla 1**) refuerzan la necesidad de practicar actividad física moderada y vigorosa e incluir ejercicios que fortalezcan el sistema muscular y esquelético en la práctica diaria:

Recomendaciones de actividad física

Lactantes	<p>Infantes menores de 1 año, deben estar al menos 30 minutos del día en posición decúbito prono (boca abajo) mientras están despiertos. No se recomienda el tiempo de pantalla.</p> <p>En Infantes de 1-2 años se recomiendan al menos 180 minutos diarios de actividad física en diferentes actividades (juegos) que involucren intensidades moderadas y vigorosas. Además, se recomienda no mantenerlos por periodos de más de 1 hora en coches, sillas o cargadores. El tiempo de pantalla no es recomendado por más de 1 hora al día.</p>
Preescolares	<p>Deben realizar al menos 180 minutos de actividad física diaria con al menos 60 minutos en intensidad vigorosa. Además, no tener tiempos sedentarios de más de 1 hora, con actividades que privilegien la lectura y narración de cuentos y no los tiempos de pantalla.</p>
Escolares y adolescentes	<p>Los niños y adolescentes (6-17 años) deben practicar 60 minutos o más de actividad física moderada-vigorosa diariamente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Aeróbico: La mayor parte del tiempo deben realizar actividad aeróbica a intensidad moderada-vigorosa e incluir actividades de intensidad vigorosa al menos 3 días a la semana. 2. Fuerza: Parte de los 60 minutos de actividad física diaria deben incluir ejercicios de fortalecimiento muscular al menos 3 días a la semana. 3. Fortalecimiento óseo: Parte de los 60 minutos de actividad física diaria deben incluir ejercicios osteogénicos al menos 3 días a la semana. <p>Animar a los jóvenes a participar en actividades físicas que sean apropiadas a su edad, divertidas y que ofrezcan variedad, son primordiales en el logro de conductas recomendadas.</p>

Tabla 1. Recomendaciones de actividad física en niños en edad preescolar, escolar y en la adolescencia. Extraído de Guidelines on physical activity, sedentary behavior and sleep for children

under 5 years of age [40] y Physical Activity Guidelines for Americans [41]. Adaptado por Gil-Cosano y Arias Téllez.

Finalmente, un óptimo consumo de leche y derivados es fundamental en el logro de un óptimo pico de masa ósea en la infancia y en la adolescencia. Además, el efecto combinado de la actividad física junto a una adecuada ingesta de lácteos ha demostrado tener una potencial mejo-

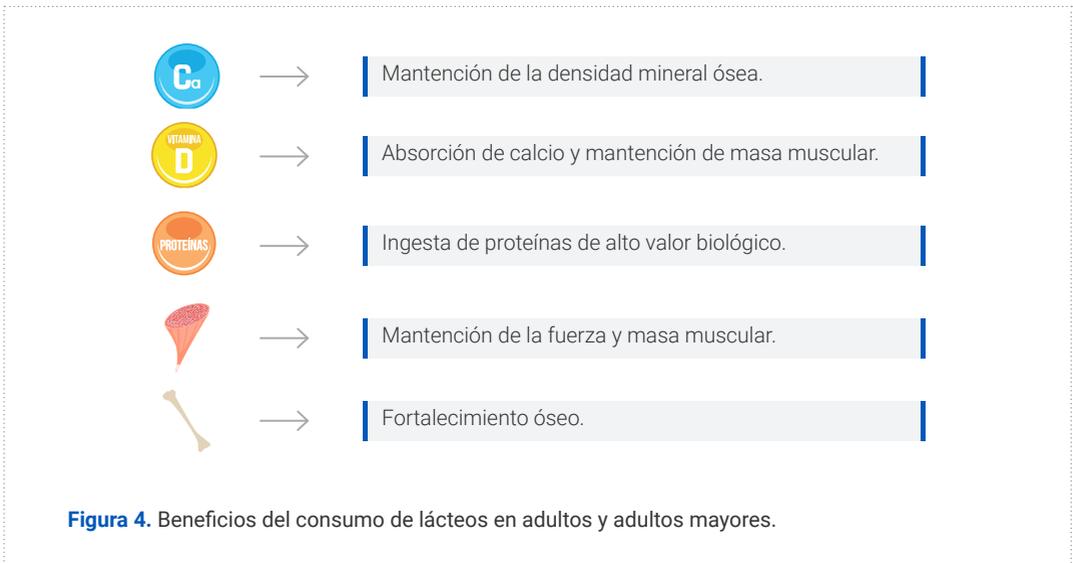
ra sobre la acumulación de masa ósea [46], pues cualquier respuesta adaptativa a la carga sería dependiente de un adecuado consumo de calcio procedente de estos productos [47]. No obstante, surge la necesidad de conocer en profundidad el efecto de la ingesta de leche y derivados sobre

masa magra y el efecto combinado que podría existir entre el consumo de lácteos y niveles de actividad física sobre la composición corporal.

3. Adultos y adultos mayores

El envejecimiento constante de la población y los cambios en el estilo de vida repercuten directamente sobre la osteoporosis y el riesgo de fracturas, representando una de las causas de carga por enfermedad de mayor impacto en América Latina [48]. La prevalencia de osteoporosis se ha incrementado en hombres y mujeres mayores de 50 años a lo largo de todo el mundo [49]. A pesar de que el rol del consumo de lácteos (**Figura 4**) ha sido ampliamente establecido en

diferentes poblaciones debido a los beneficios sobre la disminución del riesgo de fractura de cadera [50] y su efecto positivo sobre prevención de sarcopenia en adultos mayores [51], las cifras de problemas de salud ósea junto con problemas de disfuncionalidad del músculo esquelético, se han mantenido en constante aumento. En este contexto, la sarcopenia ha sido reportada en el 45% de los hombres y 26% de las mujeres. Sin embargo, los criterios de diagnóstico aún se mantienen en discusión [52]. Los riesgos asociados a esta complicación podrían ir desde una pérdida de fuerza muscular e inestabilidad fuertemente relacionada con el incremento en el riesgo de fracturas, asociada a una pérdida de la masa muscular del cuerpo.



Fuerte evidencia ha mostrado que una adecuada ingesta de proteínas lácteas sería importante en la adquisición y mantención de la masa ósea durante la adultez y etapas más avanzadas [16,17]. Las actuales RDA de proteínas son de 0,8 gramos por kilogramo de peso corporal (g/kg) por día [53]. Sin embargo, para la preservación de masa muscular la evidencia respalda que una ingesta de proteínas de 1,0 a 1,2 g/kg

para adultos mayores sanos y de 1,2 a 1,5 g/kg al día para adultos mayores que padecen enfermedades agudas o crónicas, son necesarias [54]. Similarmente, para la prevención y mitigación de la sarcopenia muscular, la Sociedad Internacional de Sarcopenia y Caquexia recomienda el consumo de 1 a 1,5 g/kg al día, principalmente de proteínas de alto valor biológico (idealmente con aportes de leucina y creatina), junto con la

suplementación de vitamina D, cuando los niveles plasmáticos se encuentran bajo la normalidad [55].

Los productos lácteos han sido universalmente reconocidos por sus beneficios sobre la prevención del riesgo de fractura de cadera [3]. Sin embargo, los hallazgos acerca de qué tipo de alimento y/o producto sería más adecuado, junto con la cantidad diaria a consumir, aún podrían ser inconsistentes. Recientemente, Shanshan y cols. 2018 [16], mostraron que un mayor consumo de yogurt y queso fue asociado con un menor riesgo de fractura de cadera en comparación con los grupos de menor consumo. Interesantemente, los autores señalan que problemas en la cuantificación del consumo y diferencias en la metodología de estimación de mayor o menor ingesta de los diferentes estudios, podrían estar influyendo en la heterogeneidad de los resultados. Similares resultados han sido mostrados por Matía-Martín y cols. 2019 [17], quienes concluyen que una baja ingesta de leche durante la adolescencia está asociada a una menor DMO de cadera en mujeres jóvenes y posmenopáusicas. Sin embargo, la gran diversidad de los hallazgos, nuevamente, podría estar repercutiendo en un resultado poco concluyente.

El efecto del consumo de proteínas de alto valor biológico sobre la formación de masa muscular y prevención de sarcopenia en edades avanzadas, han sido ampliamente reportados [56]. Sin embargo, el efecto del consumo de proteínas lácteas sobre el riesgo de fragilidad y sarcopenia en estas etapas es un actual campo de investigación. Recientemente, Cuesta-Triana y cols., 2019 [57] han observado que el consumo de ricota (210 g diarios) disminuye la pérdida de fuerza muscular, mientras que el consumo de leche descremada y de yogurt tienen efectos positivos sobre la fragilidad. Asimismo, el consumo de proteínas lácteas ha mostrado beneficios modestos sobre la composición corporal y mantención de la masa muscular en adultos que realizan dietas hipocalóricas por menos de 1 año [20]. Este hecho puede estar explicado por

el efecto saciante de la caseína en el estómago, junto con la ingesta de proteína de suero de leche, caracterizada por ser de rápida absorción y tener un alto contenido de leucina [3]. Interesantemente, Sukenobe y cols. 2018 [58], mostraron que el consumo de leche entera está asociado con mayor masa muscular en mujeres japonesas entre 40-60 años. Adicionalmente, los resultados mostraron una relación positiva entre masa muscular con una mayor ingesta de vitamina D. Sin embargo, la evidencia de los beneficios de la proteína de la leche y productos lácteos sobre la mantención de masa muscular en etapas avanzadas, sigue siendo limitada.

Además de los aspectos relacionados con la dieta, otros factores han cobrado importancia en el manejo de la salud ósea y muscular; estableciéndose asociaciones entre conductas sedentarias y todas las causas de mortalidad, incluso en personas físicamente activas [59-61]. Según el último reporte internacional, un 31,1% de los adultos en todo el mundo son inactivos [62], situación no tan distante a la reportada en nuestro país, si consideramos que un 19,8% de la población chilena es físicamente inactiva (encuesta de nacional de Salud 2009-2010), con cifras más elevadas en mujeres y adultos mayores de 65 años [63]. En consecuencia, diversos estudios han mostrado que individuos que aumentan los niveles de actividad física, tienen mejoras de composición corporal y un incremento de DMO [64].

En el año 2018, la OMS, respaldada por un gran cuerpo de evidencia científica, elaboró las recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud, para adultos de 18 a 64 años, y de 65 en adelante. La (**Tabla 2**) resume los aspectos más relevantes:

Recomendaciones de Actividad Física

Adultos y adultos mayores Realizar al menos 150 a 300 minutos a la semana de actividad física de intensidad moderada o 75 minutos de actividad física de intensidad vigorosa o un equivalente de la combinación de ambas.

Actividades de fuerza muscular, son recomendadas de manera adicional, al menos, dos veces a la semana.

Para obtener mayores beneficios, los adultos deberían incrementar esos niveles hasta 300 minutos semanales de actividad aeróbica moderada, o bien 150 minutos de actividad aeróbica vigorosa cada semana o bien una combinación equivalente de actividad moderada y vigorosa.

Los adultos mayores deben realizar actividad física que incorpore una variedad de componentes tales como entrenamiento de equilibrio, actividades aeróbicas y fortalecimiento muscular.

Tabla 2. Recomendaciones de actividad física en adultos y adultos mayores. Extraído de Physical Activity Guidelines for Americans [41] y

Recomendaciones mundiales de Actividad física para la salud. OMS 2010 [62]. Adaptado por Gil-Cosano y Arias Téllez.

Adicionalmente, otros estudios han mostrado que adecuados niveles de actividad física y un estilo de vida saludable, podrían ejercer un efecto protector sobre la composición corporal y el contenido mineral óseo a lo largo de la vida [5]. En esta línea, Korkmaz y cols. 2014 [66] muestran cómo una alimentación equilibrada, niveles de actividad física, fuerza muscular y estilos de vida no saludables (consumo de cafeína, alcohol, cigarrillo, gaseosas), serían los parámetros más relevantes que determinarían la mantención de masa ósea y la calidad de vida de mujeres postmenopáusicas con osteoporosis. Similarmente, Alghadir y cols. 2015 [67], tras evaluar en una muestra de 350 adultos jóvenes voluntarios, encontraron que el diagnóstico de osteoporosis sería más frecuente en sujetos de mayor edad, índice de masa corporal y perímetro de cintura. Adicionalmente, los autores concluyen que marcadores de metabolismo óseo estarían relacionados positivamente con niveles de actividad física y DMO, la cual a su vez se asociaría positivamente con mayor ingesta de leche y negativamente

con el consumo de cafeína, gaseosas y tabaco. Por otro lado, en una línea más novedosa, otros autores han mostrado los efectos beneficiosos que tendría el consumo de leche, sobre la transcripción de proteínas celulares relacionadas con un incremento de masa magra en mujeres adultas mayores físicamente activas [58].

4. Conclusión

La prevención de alteraciones nutricionales y de estilos de vida poco saludables jugarían un rol fundamental en el tratamiento de enfermedades de salud ósea y muscular. El adecuado aporte de calcio, vitamina D y proteínas de leche y derivados convierte a estos productos en una gran estrategia de intervención durante todas las etapas de la vida. A pesar de que a la fecha la evidencia ha mostrado resultados beneficiosos del consumo de yogurt, queso, ricota y leche (bajas y altas en grasa) sobre fractura de cadera y/o mejoras

en composición corporal junto con mantención de la masa muscular, la necesidad de estudios sobre dosis-respuesta (ingesta versus beneficios), sigue siendo fundamental para establecer recomendaciones diarias. Finalmente, las estrategias de acción deben estar orientadas a incrementar la educación alimentaria nutricional en grupos de riesgo, reforzando la importancia de una nutrición balanceada, práctica de actividad física regular e identificación de factores de riesgo que puedan condicionar un incremento de fragilidad y futura osteoporosis junto con una pérdida precoz de masa muscular. En conclusión, el apoyo constante de políticas públicas que promuevan y fomenten el consumo de lácteos a lo largo del ciclo vital, sigue siendo fundamental.

Referencias

- Sotornik, I. Osteoporosis - epidemiology and pathogenesis. *Vnitr. Lek.* 2016;62 Suppl 6:84-7.
- Wolfe, R.R. The underappreciated role of muscle in health and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2006;84:475-82.
- Wolfe, R.R. Update on protein intake: importance of milk proteins for health status of the elderly. *Nutr. Rev.* 2015;73:41-7.
- Hernlund, E. y cols. Osteoporosis in the European Union: medical management, epidemiology and economic burden. *Arch. Osteoporos.* 2013;8:136.
- Weaver, C.M. y cols. The National Osteoporosis Foundation's position statement on peak bone mass development and lifestyle factors: a systematic review and implementation recommendations. *Osteoporos. Int.* 2016;27:1281-1386.
- Huncharek, M. y cols. Impact of dairy products and dietary calcium on bone-mineral content in children: results of a meta-analysis. *Bone.* 2008;43:312-21.
- Weaver, C.M. Milk consumption and bone health. *JAMA Pediatr.* 2014;168:12-3.
- Kerstetter, J.E. y cols. Dietary protein and skeletal health: a review of recent human research. *Curr. Opin. Lipidol.* 2011;22:16-20.
- Shams-White, M.M. y cols. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis from the National Osteoporosis Foundation. 2017;105:1528-43.
- Arnett, T. Regulation of bone cell function by acid-base balance. *The Proceedings of the Nutrition Society.* 2003;62:511-20.
- Kerstetter, J.E. and Allen, L.H. Protein intake and calcium homeostasis. *Adv. Nutr. Res.* 1994;9:167-81.
- Schuette, S.A. y cols. Studies on the mechanism of protein-induced hypercalciuria in older men and women. *J. Nutr.* 1980;110:305-15.
- Zwart, S.R. y cols. Amino acid supplementation alters bone metabolism during simulated weightlessness. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md: 1985).* 2005;99:134-40.
- Darling, A.L. y cols. Dietary protein and bone health: a systematic review and meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2009;90:1674-92.
- Wu, A.M. y cols. The relationship between dietary protein consumption and risk of fracture: a subgroup and dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Sci Rep.* 2015;5:9151.
- Bian, S. y cols. Dairy product consumption and risk of hip fracture: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health.* 2018;18:165.
- Matía-Martín, P. y cols. Effects of Milk and Dairy Products on the Prevention of Osteoporosis and Osteoporotic Fractures in Europeans and Non-Hispanic Whites from North America: A Systematic Review and Updated Meta-Analysis. *Advances in Nutrition (Bethesda, Md).* 2019;10:S120-s43.
- Lago-Sampedro, A. and Garcia-Escobar, E. Dairy Product Consumption and Metabolic Diseases in the Di@bet.es Study. 2019;11.
- Christensen, R. y cols. Effect of calcium from dairy and dietary supplements on faecal fat excretion: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Obesity reviews: an official journal of the International Association for the Study of Obesity.* 2009;10:475-86.
- Thorning, T.K. y cols. Milk and dairy products: good or bad for human health? An assessment of the totality of scientific evidence. *Food & Nutrition Research.* 2016;60:32527.
- Herrmann, D. y cols. Impact of physical activity, sedentary behaviour and muscle strength on bone stiffness in 2-10-year-old children-cross-sectional results from the IDEFICS study. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2015;12:112.
- Herrmann, D. y cols. Association between bone stiffness and nutritional biomarkers combined with weight-bearing exercise, physical activity, and sedentary time in preadolescent children. A case-control study. *Bone.* 2015;78:142-9.
- Rodriguez-Gomez, I. y cols. Associations between sedentary time, physical activity and bone health among older people using compositional data analysis. 2018;13:e0206013.
- Braun, S.I. y cols. Sedentary Behavior, Physical Activity, and Bone Health in Postmenopausal Women. *J Aging Phys Act.* 2017;25:173-81.
- Chastin, S.F. y cols. Associations between objectively-measured sedentary behaviour and physical activity with bone mineral density in adults and older adults, the NHANES study. *Bone.* 2014;64:254-62.

26. Baxter-Jones, A.D.G. y cols. Bone Mineral Accrual from 8 to 30 Years of Age: An Estimation of Peak Bone Mass. *Journal Bone Mineral Research*. 2011;26:1729-39.
27. Bonjour, JP. y cols. The importance and relevance of peak bone mass in the prevalence of osteoporosis. *Salud Publica Mex*. 2009;51.
28. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud: informe de la Secretaría. Organización Mundial de la Salud; 2004. [Acceso enero 15, 2020] Disponible en [Pagina Web]: <https://www.who.int/dietphysicalactivity/pa/es/>.
29. Educación AdCdl. Informe de resultados Estudio Nacional Educación Física 2016. [Acceso enero 15, 2020] Disponible en [Pagina Web]: http://archivos.agenciaeducacion.cl/Informe_Nacional_EducacionFisica2015.pdf.
30. de Lamas, C. y cols. Effects of dairy product consumption on height and bone mineral content in children: a systematic review of controlled trials. *Advances in Nutrition*. 2018;10:S88-S96.
31. Dror, D.K. and Allen, L.H. Dairy product intake in children and adolescents in developed countries: trends, nutritional contribution, and a review of association with health outcomes. *Nutrition Reviews*. 2014;72:68-81.
32. La leche como vehículo de salud para la población. Fundación Española para la Nutrición y Fundación Iberoamericana de Nutrición. 2016;15-37.
33. Gil, A. y cols. Vitamin D: Classic and Novel Actions. *Annals of nutrition & metabolism*. 2018;72:87-95.
34. Itkonen, S.T. and Erkkola, M. Vitamin D Fortification of Fluid Milk Products and Their Contribution to Vitamin D Intake and Vitamin D Status in Observational Studies-A Review. *Nutrients*. 2018;10pii: E1054.
35. Mazzoleni, S. y cols. Effect of vitamin D3 seasonal supplementation with 1500 IU/day in north Italian children (DINOS study). *Ital. J. Pediatr*. 2019;45:18.
36. Zhu, K. y cols. Tracking of vitamin D status from childhood to early adulthood and its association with peak bone mass. *Am. J. Clin. Nutr*. 2017;106:276-83.
37. Kouvelioti, R. y cols. Effects of Dairy Consumption on Body Composition and Bone Properties in Youth: A Systematic Review. *Curr. Dev. Nutr*. 2017;1:e001214.
38. Sioen, I. y cols. Associations Between Body Composition and Bone Health in Children and Adolescents: A Systematic Review. *Calcif. Tissue Int*. 2016;99:557-77.
39. Gil-Cosano, J.J. y cols. Inflammatory markers and bone mass in children with overweight/obesity: the role of muscular fitness. *Pediatr. Res*. 2020;87:42-47.
40. Torres-Costoso, A. y cols. Lean mass as a total mediator of the influence of muscular fitness on bone health in schoolchildren: a mediation analysis. *J Sports Sci.*. 2015;33:817-30.
41. Vlachopoulos, D. y cols. A 9-Month jumping intervention to improve bone geometry in adolescent male athletes. *Medicine and Science in Sports Exercise*. 2018;50(12):2544-54.
42. Vlachopoulos, D. y cols. The effect of a high-impact jumping intervention on bone mass, bone stiffness and fitness parameters in adolescent athletes. *Archives of Osteoporosis*. 2018;13(1).
43. Guadalupe-Grau, A. y cols. Strength training combined with plyometric jumps in adults: Sex differences in fat-bone axis adaptations. *Journal of Applied Physiology*. 2009;106(4):1100-11.
44. Organization WH. Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. 2019.
45. Piercy, K.L. y cols. The physical activity guidelines for Americans. *JAMA*. 2018;320:2020-8.
46. Julián-Almárcegui, C. y cols. Combined effects of interaction between physical activity and nutrition on bone health in children and adolescents: a systematic review. *Nutrition reviews*. 2015;73:127-39.
47. Lanyon, L. y cols. Modulation of bone loss during calcium insufficiency by controlled dynamic loading. *Calcified Tissue International*. 1986;38:209-16.
48. Clark, P. y cols. Osteoporosis en América Latina: revisión de panel de expertos. *Medwave*. 2013;13.
49. Bonura, F. Prevention, screening, and management of osteoporosis: an overview of the current strategies. *Postgraduate Medicine*. 2009;121:5-17.
50. van den Heuvel, E. and Steijns, J. Dairy products and bone health: how strong is the scientific evidence? *Nutr. Res. Rev*. 2018;31:164-78.
51. Siddique, N. y cols. Malnutrition in the elderly and its effects on bone health - A review. *Clin. Nutr. ESPEN*. 2017;21:31-9.
52. Bijlsma, A.Y. y cols. Defining sarcopenia: the impact of different diagnostic criteria on the prevalence of sarcopenia in a large middle aged cohort. *Age (Dordrecht, Netherlands)*. 2013;35:871-81.
53. Trumbo, P. y cols. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. *Journal of the American Dietetic Association*. 2002;102:1621-30.
54. Deutz, N.E. y cols. Protein intake and exercise for optimal muscle function with aging: recommendations from the ESPEN Expert Group. *Clinical nutrition (Edinburgh, Scotland)*. 2014;33:929-36.
55. Morley, J.E. y cols. Nutritional recommendations for the management of sarcopenia. *J. Am. Med. Dir. Assoc*. 2010;11:391-6.
56. Beasley, J.M. y cols. The role of dietary protein intake in the prevention of sarcopenia of aging. *Nutrition in clinical practice: official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition*. 2013;28:684-90.
57. Cuesta-Triana, F. y cols. Effect of Milk and Other Dairy Products on the Risk of Frailty, Sarcopenia, and Cognitive Performance Decline in the Elderly: A Systematic Review. *Advances in nutrition (Be-*

thesda, Md). 2019;10:S105-s19.

58. Sukenobe, Y. and Terauchi, M. Normal/high-fat milk consumption is associated with higher lean body and muscle mass in Japanese women aged between 40 and 60 years: a cross-sectional study. *BMC Womens Health*. 2018;18:32.
59. Grontved, A. and Hu, F.B. Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. *JAMA*. 2011;305:2448-55.
60. Katzmarzyk, P.T. y cols. Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2009;41:998-1005.
61. Holtermann, A. y cols. Hours lying down per day and mortality from all-causes and cardiovascular disease: the HUNT Study, Norway. *Eur. J. Epidemiol*. 2014;29:559
62. Hallal, P.C. y cols. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*. 2012;380:247-57.
63. Celis-Morales, C. y cols. Socio-demographic patterns of physical activity and sedentary behaviour in Chile: results from the National Health Survey 2009-2010. *J. Public Health (Oxf)*. 2016;38:e98-e105.
64. Dolan, E. y cols. Influence of adipose tissue mass on bone mass in an overweight or obese population: systematic review and meta-analysis. *Nutr. Rev*. 2017;75:858-70.
65. Organization WH. Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud. 2010.
66. Korkmaz, N. y cols. The Relationships among Vitamin D Level, Balance, Muscle Strength, and Quality of Life in Postmenopausal Patients with Osteoporosis. *J. Phys. Ther. Sci*. 2014;26:1521-6.
67. Alghadir, y cols. Physical activity and lifestyle effects on bone mineral density among young adults: sociodemographic and biochemical analysis. *J. Phys. Ther. Sci*. 2015;27:2261-70.