

Universidad Abierta Interamericana



Consumo de Calcio y Vitamina D en mujeres en etapa de postmenopausia.

Tutora: Lic. Nadia Lingardi

Melina Schiavoni

Licenciatura en Nutrición.

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud.

Marzo 2015.

Título de la Tesis:

Consumo de Calcio y Vitamina D en mujeres en etapa de postmenopausia de 55 a 65 años.

Resumen:

En el presente trabajo se analizó a 50 mujeres de 55 a 65 años de edad de la localidad de Arequito, provincia de Santa Fe, con el objetivo de determinar si su alimentación les permite cubrir los requerimientos de calcio y vitamina D correspondientes a su edad.

Para realizar este trabajo fue necesario conocer conceptos e investigaciones previas sobre el tema que lo avalen.

El tipo de estudio que se realizó fue cualicuantitativo, descriptivo y transversal.

Los datos acerca de la alimentación se recabaron a partir de una encuesta nutricional y un formulario de frecuencia de consumo, mientras que se utilizó balanza y tallímetro para obtener datos antropométricos.

Al finalizar la intervención se realizó el análisis de los datos obtenidos, lo cual nos permite arribar a una conclusión acerca de si se llegan o no a cubrir los requerimientos de estos dos micronutrientes tan importantes en este grupo etario.

Palabras claves: Calcio, Vitamina D, Climaterio, Enfermedades óseas.

Agradecimientos:

A mi mamá, Mafalda Coloccini, por los valores que me transmite. Por estar siempre acompañándome y dándome seguridad para que pueda realizar cada cosa que me proponga. A mi hermano, Juan Julio Schiavoni y mi abuela, Elvecia Irazoqui, por apoyarme y darme fuerzas. Fue la incondicionalidad de ellos tres la que me permitió llegar hasta acá. En especial, a mi papá, Rubén Schiavoni, que me guía desde el cielo.

A mis compañeras y futuras colegas, por permitirme transitar este camino a su lado y a mis amigas de toda la vida por acompañarme en el mismo.

A mi tutora, Nadia Lingiarde, por su dedicación y apoyo. Por ser una excelente profesora y tener el don de enseñar. A mi directora, Daniela Pascualini, por buscarle soluciones a cada inconveniente que se presente. A todos mis profesores, que me transmitieron sus conocimientos a lo largo de estos años.

Índice:

Título de la tesis.....	2
Resumen.....	3
Agradecimientos.....	4
Índice.....	5
Introducción.....	7
Planteamiento del problema.....	9
Antecedentes sobre el tema.....	10
Objetivos del trabajo.....	13
Hipótesis del trabajo.....	14
Justificación.....	15
Resultados esperados.....	16
Marco teórico	
Climaterio.....	17
Calcio.....	21
Vitamina D.....	32
Fosforo.....	39
Hueso.....	44
Osteoporosis.....	53
Osteomalacia.....	61

Esquema de la investigación

Área de estudio.....	62
Tipo de investigación.....	63
Población y muestra.....	63
Métodos y técnicas utilizadas.....	64

Análisis de datos

Estado nutricional.....	65
Macronutrientes.....	66
Micronutrientes.....	70
Consumo de suplementos de calcio y vitamina D.....	74
Actividad física.....	75
Tipo de actividad física.....	76
Duración de la actividad física.....	79
Frecuencia de la actividad física.....	80
Exposición solar.....	81
Tabaquismo.....	82
Consumo de alcohol.....	83
Conclusión.....	84
Bibliografía.....	86
Anexos y apéndices.....	88

Introducción:

El *climaterio* es una etapa de transición en la vida de la mujer, caracterizada por cambios físicos, psicológicos y sociales. Comprende el período durante el cual la mujer pasa de la vida reproductiva a la no reproductiva, se caracteriza por la disminución de la función ovárica, seguida por una serie de ajustes endocrinos que se manifiestan de manera sucesiva por alteraciones menstruales, esterilidad y suspensión de la menstruación.

Dentro del climaterio se distinguen tres etapas, estas son la *perimenopausia*, que es el año que sigue al último período menstrual, la fase anterior a la menopausia, donde comienzan a presentarse los síntomas del climaterio, entre ellos alteraciones endocrinológicas, biológicas y clínicas. La *menopausia*, definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el cese definitivo de los ciclos menstruales determinado retrospectivamente luego de 12 meses consecutivos de amenorrea. La edad de aparición de la misma es variable, se acepta que puede ocurrir entre los 35 y 55 años, como promedio 50 años. Por debajo de los 40 años se considera temprana y por encima de los 52 tardía, y la *postmenopausia* es la fase posterior a la menopausia, a partir de un año que han cesado los sangrados, esta se extiende hasta la tercera edad.

En esta etapa de la vida se producen modificaciones que limitan la calidad y la expectativa de vida de la mujer. La *osteoporosis*, consecuencia tardía de la falta de estrógenos, es una de las patologías más frecuentes. Una conjunción de factores que se interrelacionan, produce el incremento de la pérdida de la masa ósea, que trae como consecuencia la falta de depósito calcáreo, la fragilidad del hueso y las fracturas. La pérdida de hueso más pronunciada ocurre durante los 3 a 4 años después de la menopausia. Durante este período se reduce el proceso de regeneración del hueso por parte de los osteoblastos y predomina la acción de los osteoclastos, que producen la continua resorción del hueso.

Algunas causas de osteoporosis son:

- ✓ Falta de esfuerzo físico sobre los huesos por inactividad.

- ✓ Déficit de nutrientes específicos, que previenen su aparición.
- ✓ Carencia de secreción estrogénica posmenopáusica.
- ✓ Edad avanzada, en la cual además del déficit estrogénico, hay disminución de otras hormonas, como la del crecimiento y de factores de crecimiento.
- ✓ Algunas de las funciones anabólicas de las proteínas se encuentran reducidas, de modo que no hay depósito satisfactorio de matriz ósea.

Desde el punto de vista nutricional, la menopausia es una etapa vulnerable. Uno de los motivos es que el gasto energético disminuye, mientras que las necesidades de algunos nutrientes, como el calcio, se ven aumentadas. La acelerada desmineralización ósea, que se produce en esta etapa, está muy condicionada por la ingesta de *calcio y vitamina D*.

La ingesta de alimentos fuentes de calcio, como la leche y sus derivados, de alimentos enriquecidos con el mismo y en algunos casos, donde no se llegan a cubrir las recomendaciones, de suplementos, parece tener un impacto clave en el mantenimiento de la densidad mineral ósea. En el caso de la vitamina D, también es importante cubrir sus recomendaciones a través de alimentos que la contengan, alimentos enriquecidos y en ocasiones con suplementos. Así mismo, cobra importancia la exposición a la luz solar, que permite la síntesis de vitamina D cutánea.

Por otro lado, para prevenir la aparición de enfermedades óseas necesario modificar aspectos relacionados con el estilo de vida. La inactividad física es uno de los más importantes, debido a que el reposo favorece la eliminación de calcio del hueso, mientras que la actividad muscular, la gravedad y la carga mecánica estimulan el crecimiento de las células óseas, lo que ocasiona un incremento de la masa ósea. La realización de ejercicio de alto impacto, aeróbicos en especial, influye de forma positiva sobre la mineralización ósea en las mujeres perimenopáusicas, a la vez que mejora la integridad esquelética y el rendimiento muscular y se relaciona con una menor incidencia de fracturas osteoporóticas.

Se ha demostrado también que el tabaquismo, el abuso de bebidas alcohólicas y la excesiva ingestión de café son factores de riesgo para la osteoporosis, que influyen en mayor o menor proporción.

Planteamiento del problema:

¿Las mujeres en etapa de postmenopausia llegan a cubrir las recomendaciones de Calcio y Vitamina D?

Antecedentes sobre el tema:

Osteoporosis en la menopausia. Prevención y estrategias terapéuticas actuales.

Se revisó el tema de la osteoporosis en la menopausia, las opciones para su prevención y sus factores de riesgo, así como diferentes formas terapéuticas y enfoque epidemiológico de esta entidad, llamada por algunos "epidemia silenciosa". Se destacó la importancia que tiene la educación sobre medidas de prevención y promoción, como elementos de gran valor en la atención de esta enfermedad, donde una correcta educación para la salud, unida a enfoques terapéuticos integrales, lograría reducir su repercusión negativa sobre la calidad de vida de quienes la padecen.¹

Ingesta de calcio y vitamina D en una muestra representativa de mujeres españolas; problemática específica en menopausia.

Fundamentos: La acelerada desmineralización ósea que se produce en menopausia está muy condicionada por la ingesta de calcio y vitamina D, por lo que profundizar en la adecuación de la dieta en estos nutrientes, en mujeres menopáusicas constituye el objetivo del presente estudio.

Métodos: Se estudió una muestra representativa de la población femenina española de 17 a 60 años (n = 547), seleccionada en diez provincias, aunque el colectivo de 108 mujeres menopáusicas (45-60 años) es objeto de atención prioritaria. El estudio dietético se realizó por registro del consumo de alimentos durante 3 días. Los parámetros antropométricos

¹Lugones M. (2001). Osteoporosis en la menopausia. Prevención y estrategias terapéuticas actuales. *Revista Cubana de obstetricia y ginecología*, vol 27. Recuperado de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-600X2001000300004&script=sci_arttext&tlng=pt

estudiados fueron el peso y la talla, lo que permitió calcular el índice de masa corporal (IMC).

Resultados: La ingesta de calcio en menopausia (M) ($992,1 \pm 340,7$ mg/día) fue inferior a la recomendada (IR) en un 79,6% de las estudiadas (menor del 67% de las IR en el 30,6%). El aporte de vitamina D ($3,08 \pm 3,6$ µg/día) es todavía más desfavorable, pues en mujeres M supone un 61,1% de lo recomendado, con 85,2% que no alcanzan las IR y un 75,9% que no llegan a cubrir el 67% de lo recomendado. Un 72,6% de las mujeres estudiadas (68,5% de mujeres M) no cubren las IR ni para calcio ni para vitamina D, mientras que cubren lo recomendado para ambos nutrientes solo un 4,0% del total (3,7% de mujeres M). Aplicando un análisis de regresión logística para ver cuál es la modificación dietética que puede favorecer el lograr cubrir con las IR para el calcio y la vitamina D, simultáneamente, teniendo en cuenta la influencia de la edad y del IMC, se observa que el principal condicionante es el consumo de productos lácteos [OR = 0,188 (0,108-0,327; $p < 0,001$)] y analizando solo mujeres M se obtiene la misma influencia [OR = 0,252 (0,067-0,946; $p < 0,05$)]. Se observa un descenso del IMC al aumentar la densidad de la dieta en calcio ($r = -0,106$) y en vitamina D ($r = -0,099$), lo que pone de relieve una posible intervención de estos nutrientes en el control de peso.

Conclusiones: La ingesta de calcio y vitamina D es inferior a la recomendada en un elevado porcentaje de las mujeres estudiadas y dado que solo un 3,7% de las mujeres en menopausia tienen ingestas adecuadas de ambos nutrientes, se considera urgente tomar medidas de mejora encaminadas a proteger la salud ósea de la población femenina española.²

²Ortega R., González L., Navia B., Perea J., Aparicio A & López A. (2013) Ingesta de calcio y vitamina D en una muestra representativa de mujeres españolas; problemática específica en menopausia. *Nutrición Hospitalaria*, vol 28. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112013000200006&script=sci_arttext

Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas.

Objetivo: Conocer la dieta y los hábitos alimentarios, a partir de un cuestionario de frecuencia de consumo de alimentos, de una muestra de 1.218 mujeres españolas en estado de menopausia-perimenopausia y edades comprendidas entre 40 y 77 años, procedentes de todas las Comunidades Autónomas.

Resultados: La dieta de la muestra de estudio es equivalente a la dieta media de la población española, destacando los productos lácteos, que son consumidos en mayor cantidad por las mujeres participantes (aproximadamente 4 raciones/ día). La ingesta energética, de proteínas y de colesterol es elevada, así como de la mayoría de vitaminas y minerales. Únicamente se han encontrado ingestas deficitarias moderadas para el ácido fólico y la vitamina D.

Las mujeres de mayor edad (> 60 años) consumen menos alimentos del grupo de huevos, dulces y azúcar y varios y, por tanto, de lípidos y colesterol, aunque también de vitamina D. Un IMC elevado (IMC > 25; 61% de la población) está asociado con un mayor consumo de carnes, pescados y huevos y, por tanto, de energía. Una dieta más adecuada (mayor consumo de lácteos, frutas, verduras, legumbres, cereales y pescados) está asociada a un estilo de vida más saludable (no fumar, practicar ejercicio físico) y a la ingesta de alimentos fortificados (52,7% de la muestra total) y suplementos vitamínicos y minerales (22,8% de la muestra total), aun cuando el aporte de los micronutrientes es suficiente a través de la dieta habitual.

Conclusiones: En conjunto, la dieta de nuestra población de estudio se adecúa a los patrones de dieta saludable y actividad física, reflejo de la preocupación por la salud de la mujer en la etapa de la menopausia.³

³ Úbeda, N., Basagoiti, A & Varela G. (2007) Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas. *Nutrición Hospitalaria*, vol 22. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112007000400005&script=sci_arttext&tlng=e

Objetivos del trabajo:

Objetivo General:

- ✓ Investigar el consumo de Calcio y Vitamina D en mujeres en etapa de postmenopausia.

Objetivos específicos:

- ✓ Valorar el estado nutricional.
 - ✓ Analizar la alimentación.
 - ✓ Evaluar la actividad física.
-

Hipótesis del trabajo:

Las mujeres en etapa de postmenopausia no llegan a cubrir las recomendaciones de Calcio y Vitamina D.

Justificación:

Durante la menopausia la pérdida de masa ósea se acelera considerablemente. Inicialmente puede causar osteopenia y con el paso del tiempo, osteoporosis, que es trastorno en el cual aumentan las posibilidades de fracturas. Por esta razón es importante una correcta alimentación, que cubra con las recomendaciones de Calcio y Vitamina D, además de la realización periódica de actividad física, para permitir la prevención y el tratamiento de la disminución de masa ósea.

Resultados esperados:

Se espera que los resultados obtenidos, acerca de la ingesta de Calcio y Vitamina D se encuentren por debajo de las recomendaciones diarias de ambos micronutrientes para mujeres de 55 a 65 años de edad.

Marco teórico:

Climaterio

Es una etapa de transición en la vida de la mujer, caracterizada por cambios físicos, psicológicos y sociales. Comprende el período durante el cual la mujer pasa de la vida reproductiva a la no reproductiva. Se caracteriza por la disminución de la función ovárica, seguida por una serie de ajustes endocrinos que se manifiestan de manera sucesiva por alteraciones menstruales, esterilidad y suspensión de la menstruación.

El climaterio engloba tres etapas, la primera es la *perimenopausia* (fase anterior a la menopausia), ésta comprende el año que sigue al último periodo menstrual, y es donde pueden comenzar a aparecer los síntomas del climaterio, la *menopausia*, que es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el cese definitivo de los ciclos menstruales determinado retrospectivamente luego de 12 meses consecutivos de amenorrea y la *postmenopausia* (fase posterior a la menopausia) la cual se extiende desde un año que han cesado los sangrados hasta la tercera edad.

Modificaciones en el climaterio:

Durante esta etapa de la vida se producen modificaciones en el funcionamiento del organismo, que pueden presentarse a corto o largo plazo. Las mismas abarcan cambios hormonales, síndrome climatérico, cambios corporales, modificaciones óseas y aumento del riesgo cardiovascular.

Estos desarreglos orgánicos pueden comenzar a presentarse a partir de la perimenopausia, sin embargo, es en la postmenopausia cuando la mujer tiene más riesgo de desarrollarlos. Las alteraciones óseas y la enfermedad cardiovascular son las patologías más

comunes, las mismas tienen un largo periodo de latencia, y muchas veces se manifiestan a partir de los 10 años después de la menopausia.

Las principales modificaciones en el climaterio abarcan:

Cambios hormonales: La menopausia señala el fin de la edad fértil en la vida de la mujer. Ocurre como consecuencia de la declinación de la función ovárica y constituye un período de cambios fisiológicos que puede acompañarse de signos, síntomas y complicaciones relacionadas en mayor o menor grado con cambios en los niveles hormonales. Durante el climaterio se produce un periodo de transición hormonal, donde hay cambios que involucran a las tres tipos de hormonas sexuales que producen los ovarios, que son estrógenos, progesterona y andrógenos. Todas estas hormonas, que normalmente en la vida media de la mujer se encuentran en equilibrio, comienzan a fluctuar en sus concentraciones los años previos a la menopausia, alternando fuertes picos de ascensos y descensos, para después comenzar a disminuir progresivamente.

Síndrome Climatérico: Agrupa una serie de síntomas y signos que aparecen durante el climaterio, de duración y presentación variable, que se consideran resultado de los cambios hormonales, pero que no necesariamente todas las mujeres van a presentar. La sintomatología va desde sofocos, acompañados de calor, enrojecimiento facial y sudoración, hasta desordenes emocionales, como cambios en el estado de ánimo, irritabilidad, ansiedad, concentración deficiente, pérdida de la memoria e insomnio entre otros.

Cambios corporales: Normalmente la grasa corporal presenta importantes variaciones cuantitativas y de distribución. Algunos de los factores que intervienen son la edad (el porcentaje de grasa corporal aumenta con la edad) y el sexo (en la mujer la grasa se establece fundamentalmente a nivel periférico y en el hombre a nivel central). Los cambios endocrinos, que sufre la mujer durante la transición perimenopausica, se asocian al aumento de grasa a nivel central, lo que favorece que esta localización se iguale en ambos sexos. Como mencionamos anteriormente, en la menopausia las hormonas sexuales se encuentran disminuidas, esto se traduce en la disminución de la lipoproteína lipasa a la mitad, perdiéndose así la especificidad de la distribución de la grasa y también en una disminución

de los niveles de leptina, que produce un aumento del apetito y reduce el gasto energético. La modificación en la distribución de la grasa es un factor determinante del aumento de riesgo metabólico y cardiovascular. Otros cambios corporales que se producen con la edad son el descenso paulatino de la masa magra y las modificaciones en el peso y en la talla. En cuanto al peso, generalmente hay un aumento lento y progresivo. Mientras que con respecto a la talla, se produce una disminución que ocurre como consecuencia del envejecimiento y de la descalcificación ósea, que causa el aplastamiento y colapso de vertebras.

Modificaciones óseas: Se produce la declinación de la masa ósea, esta situación se prolonga indefinidamente, aunque en los primeros años de la posmenopausia es donde más se manifiesta. Por otro lado, con la edad se disminuye la absorción intestinal de calcio, al tiempo que aumenta su excreción renal, mientras ocurren pérdidas a través del colon y piel. El subsiguiente balance negativo de calcio incrementa la secreción de hormona paratiroidea y la resorción ósea, aumentando considerablemente el riesgo de fracturas y la aparición de osteopenia y osteoporosis.

Aumento del riesgo cardiovascular: Dentro de estas enfermedades se engloba la aterosclerosis, el infarto de miocardio y los accidentes cerebrovasculares. Los factores que llevan, en este periodo de la vida de la mujer, a un aumento de riesgo de estas enfermedades son los cambios endocrinos, el sobrepeso, la obesidad y el aumento de grasa intraabdominal, las modificaciones en el perfil lipídico y el aumento de la presión arterial.⁴

Comienzo de la menopausia:

La menopausia comienza generalmente a finales de la década de los 40 años, aunque el fondo génico, la salud general y la edad en que comenzaron las menstruaciones alteran el momento de este marcador.

La producción de estrógenos suele reducirse alrededor de los 50 años en un 60%, y los efectos son el cese de las menstruaciones y la pérdida de los beneficios para la salud de los mismos. A partir de este momento pueden comenzar a aparecer síntomas asociados a la menopausia.

⁴Torresani M. & Somosa M. (2009). Climaterio. En Torresani M. & Somosa M. (Eds), *Lineamientos para el cuidado nutricional* (p.506-509-511-516). Argentina: Eudeba.

La reducción de los estrógenos circulantes produce una serie de alteraciones que disminuyen la calidad de vida de la mujer. Por un lado, limita la capacidad del cuerpo de reestructurar los huesos, esto trae como consecuencia el descenso de la masa ósea. Por otra parte influye en las concentraciones sanguíneas de lípidos. El resultado es el posible incremento de las concentraciones del colesterol total y del colesterol de las lipoproteínas de densidad baja (LDL) y una reducción de las concentraciones del colesterol de lipoproteínas de densidad alta (HDL). La función encefálica, en particular la memoria, también se ve afectada.⁵

⁵Dodd J. (2013). Nutrición en los años de la vida adulta. En Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond, J.L. (Eds), *Krause Dietoterapia* (p.435). España: Elsevier.

Calcio

Es el mineral más abundante del cuerpo, supone aproximadamente el 1,5% al 2% del peso corporal y representa el 39% de los minerales corporales totales. Con un contenido medio de 1 kg para el caso de la mujer y 1,2 kg en el hombre, con un rango de variación del 15%. Aproximadamente el 99% del calcio está en los huesos y en los dientes. El 1% restante está en la sangre y los líquidos extracelulares y dentro de las células de todos los tejidos, donde regula funciones importantes. El hueso es un tejido dinámico que devuelve calcio y otros minerales a los líquidos extracelulares y a la sangre cuando son necesarios. También capta calcio y otros minerales de la sangre cuando se consumen.

Calcio extracelular: El calcio en sangre existe en una concentración entre 2,25 y 2,75 mM (2,5 mM corresponde aproximadamente a 9,5 mg/dL), cantidad que suele descender lentamente con la edad.

El calcio extracelular se encuentra en tres formas distintas:

- ✓ Unido a proteínas plasmáticas, principalmente albuminas y globulinas (40%). El grado de unión depende del pH, si el pH es ácido la absorción es menor.
- ✓ Combinado en distintas sustancias del líquido extracelular, como citrato y fosfato, de tal modo que puede difundir, pero no está en forma ionizada (10% del contenido plasmático total).
- ✓ Calcio ionizado, que es la forma fisiológicamente activa, que puede difundir (50% del contenido plasmático total).

Calcio óseo: La estructura ósea está compuesta de un 35% en peso de una matriz orgánica que contiene colágeno y proteoglicanos mayoritariamente y un 65% de componentes inorgánicos.

El calcio óseo se encuentra en dos formas:

- ✓ Calcio intercambiable o difusible: El cual es fácilmente depositado y reabsorbido. Se encuentra constituyendo cristales amorfos de fosfato monocalcico poco fijados al hueso y muy pequeños, lo que facilita su movilización. Representa tan solo de 5 a 10 g, es decir un 1% aproximadamente del calcio óseo total.
- ✓ Calcio en depósito: Es bastante menos intercambiable o difusible. Constituye el 99% restante del calcio óseo. La forma química en la que se encuentra principalmente es hidroxapatito. Formando cristales principalmente de calcio y fosforo, en los cuales además hay sodio, magnesio, carbonatos y citratos.⁶

Dinámica ósea:

El depósito de calcio en el organismo se modifica a lo largo de la vida. Durante el primer trimestre de gestación es muy escaso, se aprecia un incremento significativo y gradual del mismo desde ese momento hasta llegar el último trimestre del embarazo, en donde aumentan los contenidos cálcicos fetales debido al incremento de los niveles maternos de parathormona y de la absorción intestinal de calcio. Al final de la gestación la cantidad de este mineral alcanza unos 20-30 g.

El crecimiento y calcificación ósea en la infancia requiere una retención media de calcio de 150 mg/día, alcanzando en la adolescencia una retención máxima de entre 275 y 500 mg/día, lo cual está justificado por el estirón puberal y la calcificación de los cartílagos epifisarios. En la edad adulta existe un equilibrio entre el depósito y la reabsorción de calcio, que permite que no haya cambio neto en la masa ósea. A partir de la cuarta o quinta década de la vida se produce una alteración en el equilibrio, donde predomina la reabsorción sobre la deposición. Como consecuencia de esto hay una pérdida de masa ósea, que es variable en función del sexo, siendo mayor la pérdida para las mujeres.

La formación y reabsorción óseas dependen de tres tipos de células:

- ✓ *Osteoblastos y osteocitos:* los osteoblastos proceden de células progenitoras, las cuales son atraídas por proteínas óseas, denominadas factores de crecimiento esquelético y que dan lugar a su diferenciación con los osteoclastos. Estas células

⁶Mataix, J. (2009). Minerales. En Mataix J. (Ed), Tratado de Nutrición y Alimentación (p. 268). España: Oceano.

son responsables de la formación ósea. Los osteocitos son osteoblastos que han formado la matriz orgánica, por la cual se encuentran rodeados.

- ✓ *Osteoclastos:* Son células multinucleadas que proceden de la fusión de células precursoras que son las mismas que dan lugar a monocitos circulantes y macrófagos tisulares. Estas son responsables de la destrucción ósea.

Funciones del Calcio:

Estructura ósea y dentaria: El calcio se encuentra en la estructura ósea como hidroxapatita, una sal de calcio y fósforo o como fosfato cálcico, que se encuentra principalmente en el hueso joven. Tanto el calcio como el fósforo del hueso están en un constante recambio con el calcio y el fósforo de la sangre.

El proceso de formación y resorción ósea depende de la actividad de los osteoblastos, los osteoclastos y los osteocitos:

- ✓ Los osteoblastos se encargan de la formación del hueso, participando en la síntesis de la matriz ósea y en el depósito de calcio y fósforo en la superficie ósea.
- ✓ Los osteoclastos son los responsables de la resorción ósea, que se lleva a cabo mediante procesos enzimáticos que permiten la solubilización y la liberación del contenido mineral del hueso.
- ✓ Los osteocitos transportan el calcio a las regiones del hueso más alejadas de la superficie.

Durante los periodos de crecimiento y hasta la tercera década de la vida el depósito de calcio en el hueso supera a la resorción. La masa ósea máxima se alcanza entre los 25 y 30 años. Es necesario un aporte adecuado de calcio en la dieta para permitir aumentos óptimos de la masa y la densidad óseas en los años prepuberales y en la adolescencia. Estos aumentos son especialmente importantes para las niñas porque el hueso acumulado puede proporcionar protección adicional frente a la osteoporosis en los años siguientes a la menopausia.

Alrededor de los 40 años la masa ósea comienza a disminuir con un ritmo de pérdida de 1,2% anual. En la mujer posmenopáusicas se acelera la tasa de pérdida ósea, pudiendo

provocar una disminución de hasta el 50% de la masa ósea durante el transcurso de su vida. Las mujeres posmenopáusicas deben obtener cantidades suficientes de calcio para mantener la salud ósea y suprimir la PTH, que aumenta en edades avanzadas en la mayoría de las personas.

Coagulación sanguínea: El calcio plasmático participa en el mecanismo de coagulación estimulando la liberación de tromboplastina de las plaquetas, además los iones de calcio son necesarios para la conversión de protrombina a trombina.

Contracción y relajación muscular: El calcio iónico juega un importante rol en la iniciación de la contracción muscular. Cada musculo contiene numerosas unidades contráctiles, que son miofibrillas compuestas por actina y miosina, que son proteínas contráctiles. Cuando comienza la señal para la contracción, el calcio es rápidamente liberado, ionizado y movilizado. El ion calcio activa la reacción química entre los filamentos de actina y miosina, los que liberan energía en forma de ATP, con lo que comienza la contracción.

Transmisión nerviosa: El calcio es requerido para la normal transmisión de los impulsos nerviosos, estimulando la liberación de acetilcolina a nivel neuromuscular.

Permeabilidad de membranas: El calcio iónico controla el pasaje de fluidos a través de las paredes celulares, afectando su permeabilidad.

Actividad enzimática: El calcio es activador de numerosas enzimas intracelulares y extracelulares como ATPasas, lipasas, entre otras.⁷

Absorción, transporte, almacenamiento y excreción:

Absorción: El calcio se absorbe en todas las porciones del intestino delgado, aunque lo hace más rápidamente en el duodeno más ácido ($\text{pH} < 7$). La absorción es más lenta en el resto del intestino delgado debido al pH alcalino. En el colon, puede absorberse solo en pequeñas cantidades.

⁷López L. & Suárez M. (2011). Elementos minerales. En López L. & Suárez M. (Eds), *Fundamentos de Nutrición Normal* (p.242-243). Argentina: El Ateneo.

Los adultos absorben solo aproximadamente el 30% del calcio ingerido, aunque algunas personas pueden absorber tan solo el 10% y algunas (raras veces) hasta el 60%.

En una etapa avanzada de la vida, la retención ósea del calcio presente en los alimentos y los suplementos es limitada, salvo en presencia de concentraciones suficientes de vitamina D o algún fármaco osteoprotector.

El calcio se absorbe por dos mecanismos: transporte activo y transporte pasivo: El mecanismo de transporte activo, principalmente en el duodeno e íleon proximal, tiene una capacidad escasa, y está controlado por la acción de la Vitamina D (1,25[OH]2D3). Esta vitamina/hormona aumenta la captación de calcio en el borde en cepillo de las células de la mucosa intestinal, estimulando también la síntesis de proteínas de unión al calcio (calbindinas) por otros mecanismos. La función de las calbindinas en las células absorbivas intestinales es almacenar transitoriamente iones de calcio después de una comida y transportarlas para el paso final de la absorción. El mecanismo de transporte pasivo, es no saturable, sin límite e independiente de la vitamina D, se produce en toda la longitud del intestino delgado. Cuando se consumen grandes cantidades de calcio en una sola comida, la mayor parte del calcio que se absorbe lo hace por esta vía pasiva. El mecanismo de transporte activo es más importante cuando la ingesta de calcio es muy inferior a la ingesta recomendada y no se satisfacen las necesidades corporales.

Factores que afectan la absorción:

- ✓ *Factores hormonales:* La hormona D3 o 1,25 dihidroxicolecalciferol es un importante regulador de la absorción de calcio. Se requiere de la actuación hormonal para el incremento de la entrada de calcio a la célula. La hormona paratiroidea aumenta el transporte intestinal del calcio, de manera indirecta, estimulando la síntesis de hormona D3. Otras hormonas, como los glucocorticoesteroides, las hormonas tiroideas y las hormonas sexuales, también tienen funciones importantes en la homeostasis del calcio. El exceso de glucocorticoesteroides da lugar a pérdida ósea, debido a una reducción de la absorción de calcio mediante mecanismos activo y pasivo. Las hormonas tiroideas (T4 y T3) pueden estimular la reabsorción ósea; el hipertiroidismo crónico da lugar

a una pérdida del hueso. La rápida disminución de la concentración sérica de estrógenos durante la menopausia es un importante factor que contribuye a la reabsorción ósea.⁸

- ✓ *Factores dietéticos:* El fosfato disminuye la absorción intestinal de calcio. Existen sustancias quelantes capaces de precipitar el mineral, que disminuyen la proporción de calcio disponible para ser absorbido, entre los cuales se encuentran los oxalatos y los fitatos. El *ácido oxálico* inhibe la absorción de calcio intestinal. Este compuesto se encuentra en gran cantidad en la espinaca y en menor cantidad en la batata y ciertas leguminosas. El ácido oxálico forma oxalato cálcico insoluble en el tubo digestivo. En cuanto al *ácido fítico*, presente en los cereales principalmente, es un inhibidor débil de la absorción del calcio. Se combina con el calcio para formar fitato cálcico, quien es insoluble. Cuando los cereales se panifican, el ácido fítico se degrada por la fitasa de las levaduras fermentadoras, reduciéndose el poder inhibidor. Por otra parte, la disminución de la absorción de calcio por parte de la *fibra dietética*, especialmente la que contiene ácidos urónicos, puede que no sea cierta o sea inferior a la atribuida.

En sentido contrario, mejorando la absorción del calcio, se encuentran *azúcares* (lactosa, sacarosa) y *ciertos aminoácidos* (lisina, arginina). El papel de la lactosa parece que es cierto en lactantes, pero deja de favorecer o al menos no tiene importancia significativa en edades mayores y adultos. Con respecto a las proteínas, la calidad y la cantidad mejoran la absorción del mineral y en cuanto a las grasas, solo interfieren en el caso de la esteatorrea al formarse jabones insolubles de sales cálcicas de los ácidos grasos, produciendo un efecto reductor de la absorción.

Biodisponibilidad: Otros factores que influyen en la biodisponibilidad y en la absorción del calcio dentro de la luz intestinal son:

- ✓ El aumento de las necesidades que se produce durante el crecimiento, la gestación, la lactancia materna y los estados deficitarios en calcio, así como durante niveles de ejercicio que dan lugar a un aumento de la densidad ósea.

⁸Gallagher M. (2013). Ingesta: Los nutrientes y su metabolismo. En Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond, J.L. (Ed), *Krause Dietoterapia* (p.92-93-94). España: Elsevier.

- ✓ El ácido clorhídrico que secreta el estómago aumenta la absorción de calcio, reduciendo el pH del duodeno proximal.
- ✓ Una ingesta baja de vitamina D y una exposición inadecuada a la luz solar reducen la absorción de calcio.
- ✓ Algunos -fármacos pueden afectar a la biodisponibilidad o aumentar la excreción del calcio.

Metabolismo: El calcio absorbido entra a formar parte del pool circulante extracelular, a partir del cual es captado por todos los tejidos del organismo, establece una relación especial con el hueso. El pool extracelular de calcio esta en equilibrio con el pool ose de tipo intercambiable. Por otro lado, con el calcio menos intercambiable se instaura un proceso de remodelado óseo.

La regulación homeostática del calcio plasmático se lleva a cabo de una manera muy precisa, el mismo se mantiene en una concentración aproximada de 2,5 mM (9-10 mg/dL). Para que esto ocurra deben actuar varias hormonas a nivel del calcio intercambiable.

Cuando la concentración plasmática disminuye se libera parathormona, que en ocasiones actúa sinérgicamente con la hormona D, para restablecer los valores normales de calcio plasmático.

Excreción:

- ✓ *Excreción renal:* Aproximadamente el 50% del calcio ingerido se excreta por la orina cada día. El calcio se reabsorbe por los túbulos renales. La excreción urinaria varía durante todo el ciclo vital, aunque típicamente es baja durante períodos de crecimiento esquelético rápido. Durante la menopausia la excreción de calcio aumenta. Después de aproximadamente los 65 años de edad la excreción de calcio disminuye, probablemente debido a la disminución de la absorción intestinal. En general, la concentración urinaria de calcio se correlaciona con su ingesta. Un elevado consumo contribuye a reducir la reabsorción renal y a mayores pérdidas urinarias.
- ✓ *Excreción fecal:* Es la resultante de la porción no absorbida proveniente del alimento más el calcio endógeno que procede de células mucosales descamadas y de

las secreciones, salival, gástrica, intestinal y biliar. Puede llegar a ser de 100 a 150 mg/día.

- ✓ *Perdidas cutáneas:* Las pérdidas dérmicas de calcio se producen por la exfoliación cutánea y el sudor. La cantidad de calcio que se pierde por el sudor es de aproximadamente 15 mg/día. La actividad física extenuante con sudoración aumenta la pérdida, incluso en personas con una ingesta baja de calcio.

Ingesta recomendadas:

La ingesta de calcio es crítica durante varios períodos del ciclo vital femenino: pubertad y adolescencia, posmenopausia y gestación y lactancia (Kovacs, 2005). En las mujeres de 51 a 70 años la ingesta dietética de referencia es de 1200 mg/día.

Fuentes alimentarias:

- ✓ La leche de vaca y los productos lácteos son las fuentes más concentradas de calcio. Si el consumo de los mismos es escaso resulta difícil cubrir con las cantidades recomendadas.
- ✓ Entre los vegetales, los de hojas de color verde contienen importantes cantidades de calcio, aunque la biodisponibilidad es menor debido a la presencia de ácido oxálico.
- ✓ Los pescados que se consumen con espinas, como sardinas, cornalitos y caballa constituyen otra alternativa para aumentar la ingesta de calcio.
- ✓ Los alimentos enriquecidos pueden contener tanto calcio como la leche de vaca.

<i>Alimento</i>	<i>Contenido de calcio (mg %)</i>	
<i>Lácteos</i>		
Leche entera	Fluida	105
	En polvo	942
Leche descremada	Fluida	117
	En polvo	1220
Leche condensada	260	
Leche chocolatada	80	
Yogur entero o descremado natural o saborizado	135	
Yogur entero o descremado con cereales	120	
Yogur entero o descremado con frutas	90	
Postres de leche	110	
Quesos untables	150	
Ricota entera o descremada	400	
Quesos blandos	500	
Quesos semiduros (de postre)	700	
Quesos duros (de rallar)	1100	
<i>Pescados</i>		
Arenque	101	
Pejerrey	105	
Anchoas	167	
Bacalao seco	225	
Caviar	276	
Sardinas	409	
<i>Cereales y Legumbres</i>		
Garbanzos	150	
Habas	102	
Porotos	144	

Soja	226
Harina de garbanzos	100
Harina de soja	263
Salvado de trigo	119
<i>Frutas secas</i>	
Almendras y avellanas	254
Higos secos	126
<i>Vegetales</i>	
Acelga	110
Achicoria	86
Batata	111
Berro	151
Brócoli	116
Espinaca	93
Hinojo	100
Perejil	195
Albahaca	284

Calcio en alimentos.⁹

⁹Torresani M. &Somosa M. (2009). Osteoporosis. En Torresani M. &Somosa M. (Eds), *Lineamientos para el cuidado nutricional* (p.556). Argentina: Eudeba.

Suplementos:

Actualmente se utilizan con frecuencia suplementos de calcio para aumentar su consumo. La forma más frecuente es el carbonato cálcico, que es relativamente insoluble, particularmente a pH neutro. Aunque tiene menos calcio que el carbonato cálcico en peso, el citrato cálcico es mucho más soluble.

La selección del suplemento de calcio más adecuado depende de varios factores, como sus propiedades físicas y químicas, las interacciones con otros fármacos que se tomen simultáneamente, las enfermedades médicas simultáneas y la edad.

El desarrollo de la masa ósea máxima precisa cantidades adecuadas de calcio y fósforo, vitamina D y otros nutrientes. En comparación con la edad adulta, son necesarias mayores cantidades de calcio y fósforo para el desarrollo esquelético. Las ingestas adecuadas de estos minerales y de otros tienen un efecto significativo sobre el desarrollo de la masa ósea máxima hasta el momento de la pubertad y durante toda la adolescencia. Después de la adolescencia sigue produciéndose aumento del hueso, aunque las cantidades de calcio necesarias disminuyen. El estado de la vitamina D puede ser o no un problema, dependiendo de la ingesta de calcio y fósforo. La liberación de la PTH tiene lugar cuando la ingesta del calcio se encuentra muy por debajo de la cantidad recomendada. Su elevación persistente puede dar lugar a una masa ósea baja.¹⁰

Deficiencia:

Los principales problemas relacionados con la deficiencia alimentaria de calcio son los que se vinculan con la desmineralización ósea. Las causas más importantes de la deficiencia de calcio y la desmineralización ósea son el escaso aporte de vitamina D, el insuficiente suministro de calcio a través de la dieta, una relación Ca/P muy baja en la dieta y la excreción aumentada del mismo. Por otro lado, también influyen la disminución de la relación estrógenos/ andrógenos y la menor actividad física.

¹⁰Gallagher M. (2013). Ingesta: Los nutrientes y su metabolismo. En Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond, J.L. (Eds) *Krause Dietoterapia*(p.94-98). España: Elsevier.

Vitamina D

La vitamina D se conoce como la vitamina de la luz solar, debido a que nuestro organismo es capaz de sintetizarla por la acción de la radiación solar, a partir del colesterol (precisamente el 7-dehidrocolesterol) presente en la piel.

Una exposición pequeña a la luz solar habitualmente es suficiente para que la mayoría de las personas sintetizen su propia vitamina D. Se debe favorecer la exposición breve y casual de la cara, los brazos, las manos y/o las piernas a la luz solar. Holick (2004) ha descrito la exposición solar sensata como 5 a 10 min de exposición de los brazos y las piernas, o las manos, los brazos y la cara, dos o tres veces por semana. Este tipo de exposición parece aportar una cantidad suficiente de vitamina D durante los meses invernales, salvo en las personas que no desean o no pueden salir al exterior.

Estructura química y propiedades:

La vitamina D se encuentra en 2 formas, la D2, llamada *ergocalciferol*, y la D3 o *colecalfiferol*. Dos esteroides, uno presente en los lípidos animales (7-deshidrocolesterol) y otro en los vegetales (ergosterol) pueden actuar como precursores de la vitamina D. Ambos pueden experimentar la apertura fotolítica del anillo cuando se exponen a la irradiación ultravioleta. La apertura del anillo del 7-deshidrocolesterol (provitamina D3), da lugar al colecalfiferol, o vitamina D3. La apertura del anillo del ergosterol (provitamina D2) da ergocalciferol, o vitamina D2. Esta requiere un metabolismo adicional para obtener la forma metabólicamente activa de la vitamina D3.

La biosíntesis de provitamina D3, ocurre fundamentalmente en las capas en crecimiento de la epidermis, los estratos basal y espinoso (80-90%), y el resto (10-20%) en la dermis. Se distribuye el depósito de la provitamina D3 un 60% en la epidermis y el 40% restante en la dermis.

Funciones:

- ✓ La vitamina D, considerada como una hormona esteroidea, mantiene las concentraciones de calcio y fosforo en el plasma dentro de los límites normales.
- ✓ La vitamina D en el intestino estimula la absorción de calcio y fosforo. Cuando la ingesta de calcio es inadecuada para satisfacer los requerimientos, la vitamina D junto con la PTH estimulan la movilización de calcio de las reservas óseas, a fin de mantener la calcemia en los límites normales.¹¹

Absorción, metabolismo, biosíntesis y excreción:

Absorción: La vitamina D procedente de los alimentos se absorbe en duodeno y yeyuno, donde se incorpora a las micelas. Se realiza la absorción con los lípidos, mediante difusión pasiva. La eficiencia de este proceso de absorción parece ser de aproximadamente del 50%. Una vez que la vitamina se encuentra en el enterocito, se incorpora a los quilomicrones, alcanzando la circulación sistémica vía linfática, donde es transportada hasta el hígado, para comenzar su conversión a hormona D, o puede ser almacenada en el tejido adiposo.

La captación del colecalciferol, procedente del alimento o sintetizado endógenamente, por los hepatocitos se realiza con una proteína específica, la DBP, que es la proteína fijadora de vitamina D, que es sintetizada en el propio hígado.

Metabolismo: La vitamina D se debe activar por dos hidroxilaciones secuenciales. La primera se produce en el hígado mediante una 25 hidroxilasa, con formación de 25-hidroxivitamina D₃ (25-hidroxicolecalciferol), la forma circulante predominante. Mientras que a la segunda se lleva a cabo a nivel renal, mediante dos hidroxilasas. Se sintetizan dos formas activas, el 1,25(OH)₂D₃ (calcitriol) y 24,25(OH)₂D₃ u hormona D₃.

Biosíntesis: La regulación de la biosíntesis endógena de hormona D₃ se centra fundamentalmente a nivel de la 1-hidroxilaza y depende de la parathormona que estimula su síntesis, también de las concentraciones séricas de calcio y fosfato que, la inhiben

¹¹López L. & Suárez M. (2011). Vitaminas Liposolubles. En López L. & Suárez M. (Eds), *Fundamentos de Nutrición Normal* (p.164). Argentina: El ateneo.

cuando están elevadas y sobre todo de los niveles séricos de la 1,25(OH)₂D₃ que si están aumentados inhiben su propia producción y si están bajos ocurre lo contrario.

Excreción: En cuanto a su eliminación, así como la de sus derivados, se realiza sobre todo por vía biliar, siendo escasa su excreción urinaria.

Efectos fisiológicos:

La hormona D₃ circula por la sangre gracias a sus correspondientes proteínas de transporte y alcanza numerosos tejidos, en donde ejerce variados efectos.

Respuestas rápidas a 1,25(OH)₂D₃:

- ✓ Hígado: Metabolismo lipídico.
- ✓ Intestino: Absorción intestinal de calcio.
- ✓ Osteoblasto: Apertura de canales de calcio.
- ✓ Osteoclasto: Apertura de canales de calcio.
- ✓ Músculo: Diversos efectos.

Estos efectos a su vez son los que implican al metabolismo del calcio y fósforo, al desarrollo fetal (a partir de dos hormonas D₃ sintetizadas en la placenta) o efectos de crecimiento y diferenciación celular como ocurre en las células hematopoyéticas, o en la piel o encéfalo.

Dentro de los diversos efectos se destacan los que afectan a la regulación del calcio, que son:

- ✓ *Aumento de la absorción de calcio a nivel intestinal:* La proteína implicada en la absorción de calcio, la CBP, es inducida por 1,25(OH)₂D₃. También la absorción de este mineral incluye otras acciones y mecanismos, debido a que es un fenómeno muy complejo. Por la acción de la vitamina D también se absorbe fósforo a nivel intestinal.
- ✓ *Acresión o movilización de calcio y fósforo inorgánico al hueso:* Los osteoblastos o células formadoras de hueso poseen receptores nucleares de 1,25(OH)₂D₃, lo que justifica que la vitamina D es esencial para la regulación de la salud ósea.

- ✓ *Regulación renal de calcio y fosfato:* Tanto los efectos de la hormona D3, junto con los de la parathormona y la calcitonina, intervienen en la regulación homeostática del calcio.¹²

Ingestas recomendadas:

Los requerimientos de vitamina D presentan dificultad en poder ser precisados, dada su capacidad de ser sintetizada a nivel cutáneo y por otra parte por su capacidad de almacenarse en el tejido adiposo fundamentalmente. Por otra parte, depende de los niveles de calcio y fosforo de la dieta, el estado fisiológico en cuanto al crecimiento, la edad, el sexo y la pigmentación de la piel.

La biosíntesis endógena se puede ver afectada por diversas razones, lo cual explica la vulnerabilidad de determinadas personas para lograr una adecuada síntesis de vitamina D. esto justifica la necesidad de establecer las ingestas recomendadas correspondientes. Se recomiendan 5 ug/día para todos los grupos de edad hasta los 50 años, entre 51 y 70, la cantidad aconsejable es 10 ug/día y a partir de los 70 años 15 ug/día. Estos valores se recomiendan en ausencia de la luz solar.

Por otro lado, se establece una ingesta máxima tolerada (IMT) en un valor que se considera que está exento de riesgo de efectos secundarios. A pesar de que 2,5 mg (100 UI) de vitamina D al día bastan para prevenir el raquitismo por deficiencia de la misma, se recomiendan unos valores más altos durante el período de desarrollo esquelético. Los adultos también se benefician de valores más altos, debido a que están sometidos a una remodelación ósea continua y precisan una homeostasis adecuada del calcio y el fósforo.

La IMT de la vitamina D es de 1.000-1.500 UI/día en lactantes, 2.500-3.000 UI/día en niños y 2.000-2.500 UI/día en adultos.

Se asume que un adulto normal obtiene unas cantidades suficientes de vitamina D mediante la exposición a la luz solar y la ingesta esporádica de pequeñas cantidades de esta molécula en los alimentos. Sin embargo, cada vez son más amplios los datos que indican

¹²Mataix, J. (2009). Vitaminas. En Mataix J. (Ed), *Tratado de Nutrición y Alimentación* (p. 259-260). España: Oceano.

que el aporte de esta vitamina es bajo y se ha propugnado el aumento de su ingesta. No obstante, el IOM, Food and Nutrition Board (2010), ha señalado recientemente que las deficiencias de vitamina D podrían haberse sobreestimado, y ha establecido la cantidad diaria recomendada (CDR) para adultos normales en 600 UI. Pietras et al. (2009) y Holick y Chen (2008) han recomendado un aumento de la IA de la vitamina D (800-1.000 UI) en sujetos normales, y un aumento notable de este valor en sujetos afectados por trastornos óseos y deficiencias de la vitamina D.

Fuentes alimentarias:

Son muy pocos los alimentos naturales que contienen vitamina D. Los pescados grasos, como arenque, salmón, sardina y bacalao, son buenas fuentes de vitamina D, la cual se encuentra contenida en la grasa de los mismos. Otros alimentos con alto contenido son los aceites de hígado de pescado. Por otro lado, también aportan la vitamina pero en pequeñas cantidades los huevos (yema de huevo), carnes diversas (hígado), la leche (grasa de la leche) y la manteca.

La leche continúa siendo el alimento de elección para el enriquecimiento con vitamina D debido a su alto contenido de calcio. Actualmente, los jugos a base de soja y otros productos no lácteos utilizados, por quienes emplean alimentación vegetariana, en reemplazo de la leche, se enriquecen con las mismas cantidades de calcio y vitamina D presentes en la leche de vaca. Otros alimentos que son enriquecidos con la vitamina son las margarinas, mantecas y cereales.

Una de las características de la vitamina D es su estabilidad, esto le permite no deteriorarse cuando los alimentos se calientan o se almacenan durante períodos prolongados.

Deficiencia:

La deficiencia de la vitamina D se puede producir por las siguientes causas:

- ✓ *Síntesis insuficiente por falta de exposición solar.*

- ✓ *Síntesis insuficiente en edad avanzada:* La población anciana además de una síntesis cutánea deficiente, muchas veces evita exponerse al sol por diversos motivos. Esto se une con una ingesta reducida de alimentos con que contienen calcio y vitamina D. Todos estos hechos pueden conducir a un estado deficitario de calcio, que finalmente desemboca en enfermedades que afecten principalmente a los huesos.
- ✓ *Aporte insuficiente o dificultades de absorción:* Es frecuente en personas que tengan alteraciones hepáticas o gastrointestinales, como ocurre en síndromes de maladigestión y malabsorción.
- ✓ *Incremento de los requerimientos nutricionales:* En recién nacidos y mujeres embarazadas.
- ✓ *Aumento de las pérdidas:* Como ocurre en síndrome nefrítico, diálisis peritoneal crónica.

El déficit de vitamina D se manifiesta con raquitismo en niños y osteomalacia en adultos. Igualmente, esta deficiencia puede desencadenar y reagudizar la osteoporosis y las fracturas en adultos, y se vincula con un aumento del riesgo de tumores comunes, enfermedades autoinmunitarias, hipertensión y enfermedades infecciosas (Holick y Chen, 2008).

La ingesta inadecuada de la vitamina D es prevalente en todo el mundo, de manera independiente de la edad o el estado de salud (Pietras et al., 2009).

Patogenia de las complicaciones por déficit de Vitamina D:

Patogenia de la osteopatía: El efecto de la acción intestinal de la vitamina D produce hipocalcemia, lo que conduce a un hiperparatiroidismo secundario para mantener la calcemia, que a su vez agrava la hipofosfatemia. El aumento de PTH suele asociarse con la osteoporosis con pérdida de hueso de predominio cortical, y en menor grado el hueso trabecular. Si el déficit de vitamina D es grave, las concentraciones de calcio y fósforo del líquido extracelular, que son muy bajas, impiden la mineralización normal de la matriz orgánica del hueso recién formado y del cartílago de crecimiento. Esto se traduce en raquitismo en niños y osteomalacia en los lugares de remodelamiento óseo en adultos.

Raquitismo:El raquitismo es una enfermedad que afecta a los niños, que supone una alteración de la mineralización de los huesos en crecimiento. Es la consecuencia no solo de la privación de vitamina D, sino también de deficiencias de calcio y fósforo. Se caracteriza por alteraciones estructurales de los huesos que soportan carga, como la tibia, las costillas, el húmero, el radio y el cúbito. Frecuentemente se produce dolor óseo, sensibilidad muscular, tetania hipocalcémica, huesos raquíuticos, blandos y flexibles. La radiografía muestra placas de crecimiento epifisarias aumentadas de tamaño que se manifiestan clínicamente como aumento del tamaño de las muñecas y los tobillos debido a la imposibilidad de mineralizarse y seguir creciendo. Los pacientes tienen aumento de la concentración plasmática y sérica de fosfatasa alcalina, que es liberada por los osteoblastos afectados.

Osteomalacia:La osteomalacia es una enfermedad que aparece en adultos, ésta supone reducciones generalizadas de la densidad ósea y la presencia de pseudofracturas, especialmente de la columna, el fémur y el húmero. Provoca dolores, sobre todo a nivel dorsolumbar, dificulta los movimientos, los pacientes presentan debilidad muscular asociada a un aumento del riesgo de caída y de fracturas, en especial de la muñeca y la pelvis.

Patogenia de la miopatía:No se conoce bien el mecanismo de la miopatía, aunque existen receptores para la vitamina D en la célula muscular. Probablemente el aumento de la PTH, la hipofosfatemia y los bajos niveles de calcio contribuyen a la miopatía de forma similar al hiperparatiroidismo. Por otra parte, la insuficiencia de vitamina D está relacionada con otros desordenes, tales como cáncer de mama, próstata y colon, diabetes y enfermedades cardiovasculares como hipertensión arterial.

Fosforo

Uno de los minerales más importantes mencionados, además del calcio, es el fósforo, que ocupa el segundo lugar en cuanto a su abundancia en los tejidos humanos. Representa aproximadamente el 1% del peso corporal.

En los tejidos adultos hay aproximadamente 700 g de fósforo. La mayor proporción del fosforo se combina con el oxígeno y forma fosfato. El fosfato junto con el calcio forma cristales de fosfato cálcico, hidroxiapatito, que constituyen la fracción mineral de los huesos. También se encuentra combinado con glicerol, ácidos grasos y ciertas aminos, en moléculas de fosfolípidos, proporcionando un elemento estructural a la membrana celular. En forma de nucleótidos sirve como fuente de energía y entra en la constitución del material genético. También es un elemento común de muchas enzimas.

En el organismo, un 85% del fosforo se encuentra en los huesos, un 14 % está presente en los tejidos y músculos y el 1% restante está en la sangre, del mismo, un 70% es orgánico y el 30% restante es inorgánico. Casi el 50% de fosfato inorgánico está presente en forma de iones libres en el suero. Aproximadamente el 10 % se encuentra unido a proteínas y el 40 % formando complejos.

Funciones:

En forma de fosfatos, el fósforo participa en numerosas funciones del cuerpo:

- ✓ Son una parte especial de los ácidos nucleicos (ADN y ARN).
- ✓ Está relacionado con el metabolismo energético. Forma parte de la molécula de adenosintrifosfato (ATP) que es la principal forma celular de energía para varios procesos metabólicos y para la contracción muscular. El fosfato de creatinina también tiene enlaces de fosfato.

- ✓ Forma parte de segundos mensajeros hormonales, como el monofosfato cíclico de adenosina (AMPc) que actúa como señal secundaria dentro de las células después de la activación por hormonas peptídicas de muchos receptores de membrana.
- ✓ Está presente en todas las membranas celulares del cuerpo, como parte de los fosfolípidos.
- ✓ Es un participante activo de muchos amortiguadores fisiológicos.

Absorción, transporte, almacenamiento y excreción:

Absorción: El fosfato es absorbido a lo largo del tracto intestinal, especialmente en el yeyuno, siendo su absorción media del 70% del total ingerido. La absorción intestinal se encuentra influenciada por el sistema endocrino y por la interacción con otras sustancias en el lumen. El $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ incrementa la absorción de fosfato, también lo hace la parathormona, de manera indirecta, al aumentar la síntesis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$. Por otro lado, el calcio forma compuestos insolubles con el fosfato en el intestino. La aumentada cantidad de calcio en el intestino, con una relación Ca/P mayor a 3, puede dar lugar al descenso de la absorción del fosfato. Este mineral también presenta un efecto indirecto, debido a su acción sobre el metabolismo de la vitamina D. La síntesis de $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ disminuye al elevarse los niveles de calcio sérico, por eso se ve disminuida también la absorción del fosfato.

En los alimentos de origen vegetal, el fósforo se encuentra fundamentalmente como ácido fítico, el mismo para su absorción requiere de la presencia de una enzima, la fitasa. Mientras que el fosfato de origen animal, no requiere de esta enzima, por lo cual tiene mayor biodisponibilidad. La biodisponibilidad depende de la forma en la que se encuentra el fósforo y del pH. La mayoría de los fosfatos se absorbe en estado inorgánico. El fosfato unido a moléculas orgánicas se hidroliza en la luz del intestino, por la acción de las fosfatasa pancreáticas o intestinales y se libera en forma de fosfato inorgánico. Por otro lado, en cuanto al pH, el medio ácido de la porción más proximal del duodeno permite mantener la solubilidad del fósforo.

La absorción del fósforo es mucho más rápida que la del calcio. El pico máximo de absorción de fosfato tiene lugar alrededor de una hora después de la ingesta de una comida,

mientras que el calcio pasa al torrente sanguíneo entre tres y cuatro horas después de la misma.

Metabolismo: El intestino, los huesos y los riñones constituyen los principales órganos involucrados en el mantenimiento del balance de fosforo. El metabolismo del fosforo se encuentra regulado por tres hormonas, PTH, 1,25(OH)₂D₃ y calcitonina.

El 1,25(OH)₂D₃ interviene sobre el balance y la homeostasis del fosforo incrementando su absorción a nivel intestinal, aumentando su resorción ósea e incrementando su reabsorción en los túbulos renales. La PTH aumenta la reabsorción ósea del fosforo e incrementa la excreción urinaria de fosfatos. Los bajos niveles séricos de fosfatos son el regulador más potente, al actuar incrementando la reabsorción tubular y disminuyendo el efecto de la PTH. Por otro lado, el incremento plasmático de calcitonina disminuye la reabsorción renal de los fosfatos.

Excreción: El riñón es el principal encargado de la excreción del fósforo. En el adulto sano la proporción de fosfato urinario se encuentra próxima a la absorbida. En estados de depleción, el riñón reduce la excreción de fosfatos. La reabsorción renal de fosfatos se lleva a cabo fundamentalmente en el túbulo proximal mediante un proceso activo, dependiente de sodio. Las bajas ingestas, algunas hormonas como la insulina, la hormona tiroidea, la hormona del crecimiento y el glucagón y situaciones como la alcalosis metabólica y respiratoria la incrementan. Por el contrario, los altos niveles de fosfato plasmático, la PTH, la calcitonina, los estrógenos y la acidosis metabólica y respiratoria ejercen un efecto reductor de la reabsorción renal de fosfatos. En una menor proporción, el fosforo se elimina por vía fecal.

Ingestas recomendadas:

Las cantidades recomendadas de fosforo varían de acuerdo a la edad. Estas son siempre inferiores a las correspondientes al calcio. En niños, de 1 a 3 años son de 460 mg y de 4 a 8 años de 500 mg. De los 9 a los 18 años se recomiendan 1250 mg tanto para hombres como para mujeres. A partir de los 19 años las ingestas deben ser de 700 mg.

Fuentes alimenticias:

En general, los alimentos que contienen proteínas son buenas fuentes de fósforo. Dentro de estos alimentos se encuentran la carne de vaca, las carnes de ave, el pescado y los huevos. La leche y sus derivados, los frutos secos, las legumbres y los cereales también contienen fósforo aunque en menor proporción. El té, el café, los aceites vegetales y las especias aportan solo pequeñas cantidades del mismo. La cantidad estimada que aportan los aditivos alimenticios a productos como carnes, quesos, bebidas y productos horneados puede ser significativa.¹³

Deficiencias y alteraciones en la fosfatemia:

Hipofosfatemias: Las mismas pueden ser crónicas o agudas.

Crónica: La abundancia de fósforo en los alimentos es suficientemente importante como para que sea realmente difícil que se presente una deficiencia alimentaria del mismo. En el caso de que la misma exista, es improbable que sea clínicamente significativa. La inanición causa depleción de fosfato pero no hipofosfatemia, ya que el catabolismo tisular resultante produce una liberación de fosfato que permite mantener un nivel sérico normal. Puede aparecer hiperfosfatemia en aquellas personas que ingieren crónicamente antiácidos no absorbibles.

Aguda: Casi todos los casos de la misma se deben a una redistribución brusca del fosfato desde el espacio extracelular hacia el intracelular. Este desplazamiento acompaña generalmente a la alcalosis respiratoria, al tratamiento de la cetoacidosis diabética, a la hiperalimentación, a la administración de glucosa en alcohólicos o al tratamiento de la hipomagnesuria coexistente con hipocalcemia.

Efectos metabólicos de la hipofosfatemia: La disminución del fosfato puede producir efectos en diferentes actividades metabólicas.

¹³Gallagher M. (2013). Ingesta: Los nutrientes y su metabolismo. En Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond, J.L. (Eds) *Krause Dietoterapia* (p.99-100). España: Elsevier.

- ✓ Deficiencia de ATP y 2,3 DPG a nivel glóbulos rojos, con la consiguiente hemólisis y alteración en la fórmula sanguínea normal.
- ✓ Debilidad y dolor óseo con una osteodistrofia caracterizada por osteomalacia, que provoca hipercalcemia, hipercalciuria y un equilibrio negativo de calcio.
- ✓ Alteraciones renales que producen disfunción renal.
- ✓ Debilidad muscular debido a un deterioro de la glucólisis celular y de la disponibilidad de energía para realizar la contracción y la transmisión del impulso nervioso.

Hiperfosfatemia: Es un rasgo característico del hipoparatiroidismo y es el resultado de la ausencia de los efectos tónicos de la PTH sobre el túbulo renal. Las principales consecuencias clínicas de la hiperfosfatemia severa se relacionan con la propensión al depósito de sales de calcio y fosfato en tejidos blandos.

Una dieta pobre en calcio y rica en fósforo puede dar lugar a una concentración alta persistente de PTH, esta alteración recibe el nombre de *hiperparatiroidismo secundario nutricional*. Los valores elevados del mismo favorecen el aumento del recambio óseo, la disminución de la masa y la densidad óseas y la aparición de fracturas por fragilidad como consecuencia de la resorción excesiva y el adelgazamiento de las placas trabeculares.

Los sujetos con una relación calcio/fósforo baja se benefician del aumento de la ingesta del calcio procedente de alimentos o suplementos. Lo cual reduce la concentración sérica de PTH y puede inhibir la pérdida ósea.

Los valores altos persistentes de PTH propician una escasa mineralización ósea durante el crecimiento, lo que se traduce en una acumulación máxima insuficiente de la masa ósea y su disminución.

Hueso

El tejido óseo está constituido por células separadas entre sí por componente extracelular. Este contiene colágeno, proteoglicano, otras moléculas orgánicas, agua y minerales. La estructura ósea cuando es madura, al final de su desarrollo, se compone de un 35% en peso, de material orgánico (colágeno en un 90%) y un 65% de componentes inorgánicos (calcio y fosfato principalmente).

En la matriz ósea, además de colágeno, hay otras proteínas. Dentro de estas, la más importante es osteocalcina o proteína ósea gla. Otras son la osteonectina, la fibronectina, la osteopontina y la sialoproteína ósea.

El colágeno es el componente orgánico más importante del hueso. Constituyendo del 50 al 95% de la matriz orgánica. El resto es un medio gelatinoso denominado sustancia fundamental. Sobre las fibras de colágeno se depositan los cristales de hidroxapatito. Las fibras de colágeno de huesos y tendones presentan gran resistencia a la tensión, mientras que las sales cálcicas a la compresión.

Se debe tener en cuenta la composición del hueso para poder estimar el mayor o menor riesgo de alteración de la salud ósea, y el riesgo de fracturas. Son útiles para esto el contenido mineral óseo y la densidad mineral ósea.

- ✓ Contenido mineral óseo (CMO): Determina la cantidad de hueso acumulado antes del cese de crecimiento (en altura). Se expresa en gramos de mineral por cm.
- ✓ Densidad mineral ósea (DMO): Mide la cantidad de hueso que existe una vez completado el periodo de desarrollo. Se expresa en g/cm² y se obtiene dividiendo el CMO por la anchura del hueso en el lugar de la medición.

Estructura ósea:

En el hueso se pueden diferenciar tres partes:

- ✓ *Diáfisis* o porción larga del hueso.
- ✓ *Epífisis*, que son ambos extremos del hueso.
- ✓ *Placa epifisaria o de crecimiento*, en donde se produce la elongación del hueso. El crecimiento finaliza cuando se calcifica u osifica esa placa, lo cual se denomina línea epifisaria.

El hueso contiene cavidades, como la gran cavidad medular en la diáfisis y pequeñas en la epífisis de los huesos largos y en el interior de otros huesos no largos o planos. Estas cavidades están rellenas de médula ósea.

Si se realiza un corte transversal del hueso se puede observar:

- ✓ *Periostio*: Es la capa superficial externa, compuesta a su vez por dos capas. La externa contiene vasos sanguíneos y nervios que irrigan e inervan el hueso y la interna contiene una capa única de osteoblastos y pocos osteoclastos.
- ✓ *Endostio*: Es la membrana que recubre la zona interna del hueso y tiene una capa única de osteoblastos y algunos osteoclastos.
- ✓ *Hueso compacto*: También denominado hueso cortical.
- ✓ *Hueso esponjoso*.
- ✓ *Médula ósea*: Se localiza en la parte más interna del hueso, relleno los espacios que deja libre el hueso esponjoso. Durante la infancia la mayor parte de esa médula es hematopoyética (médula roja). Posteriormente los espacios medulares esqueléticos periféricos están llenos principalmente de grasa (médula amarilla).

El hueso compacto contiene dos estructuras:

- ✓ *Osteona*: Son unidades de modelación ósea, donde se presenta el fenómeno dinámico de formación y resorción ósea.
- ✓ *Vasos sanguíneos*: Se disponen de manera longitudinal o transversal. Permiten que los nutrientes alcancen el hueso.

Funciones del hueso:

Las principales funciones del hueso son dos:

- ✓ Proporcionar rigidez y dureza mecánica al cuerpo de modo que pueda resistir la gravedad y todos los movimientos.
- ✓ Llevar a cabo la homeostasis del calcio, manteniendo un nivel constante del mismo en el líquido extracelular y también constituir una reserva funcional de fosforo.

Tipos de hueso:

Tanto el tejido óseo cortical o compacto y el trabecular o esponjoso están en todos los huesos aunque en distinta proporción.

- ✓ *Hueso cortical:* Esta mayoritariamente en los huesos largos de las extremidades superiores e inferiores. También se encuentra aunque en menor proporción en los huesos trabeculares o planos. En ambos su localización es superficial.
- ✓ *Hueso trabecular:* Esta mayoritariamente en los huesos planos. También existe hueso trabecular en los extremos de los huesos largos o epífisis, siendo en la diáfisis donde hay mayor contenido de hueso cortical. Las características de este hueso son que tiene gran superficie, metabolismo muy superior respecto al hueso cortical y estructura tridimensional compleja, que asegura que las fuerzas debidas al peso y al movimiento se distribuyan correctamente.

Formación y resorción ósea:

El hueso es un tejido vivo que se destruye y se renueva. Este doble proceso sigue una pauta secuencial en donde a una fase de resorción ósea de dos a tres semanas de duración la sigue una fase más lenta, de formación ósea, de dos a tres meses.

Las células implicadas en este proceso son los osteoblastos y los osteoclastos, los osteoblastos proceden de células del estroma que maduran gracias al factor de crecimiento. Son los responsables de la síntesis proteica que permite la formación de colágeno tipo I y de otras proteínas de la matriz llamadas osteoide. También producen moléculas que se encargan de fomentar la producción y activación de los osteoclastos, mientras que los

osteoclastos son células multinucleadas que poseen un tamaño mayor que los osteoblastos, proceden de los macrófagos. Son los responsables de la destrucción del hueso y resorción. Disuelven la fracción mineral del hueso, el colágeno, diversas enzimas lisosomales y fosfatasas. Degrada proteolíticamente la matriz orgánica ósea. También se encargan de la producción de citocinas que activan a los osteoblastos. Ambos tipos de células se comunican e interaccionan entre sí. Los osteoclastos se adhieren a la superficie del hueso y lo destruye. Lo que conduce a un pozo de reabsorción. Estos desaparecen y a continuación se inicia la formación ósea mediante los osteoblastos.

Mecanismos de formación y resorción ósea:

Formación ósea: La unidad funcional del remodelado óseo se denomina osteona. La correspondiente función se lleva a cabo por los osteoblastos, que se encargan de la síntesis de colágeno y de su proyección hacia fuera. El mismo se deposita en fibrillas alineadas en disposición regular, de esta forma se constituye una matriz orgánica conocida como osteoide (formada por colágeno y sustancia fundamental). Sobre ella se depositan los cristales fosfocálcicos. Cuando la mineralización de la matriz que rodea el osteoblasto finaliza, este disminuye su actividad y se convierte en un osteocito interno.

Los osteocitos se comunican entre si mismos a través de canalículos y con la superficie por medio de procesos o apéndices celulares sincitiales (canalículos). De esta forma se transfiere calcio desde la superficie interna del hueso hacia el compartimento extracelular. Este proceso se denomina osteolisisosteocítica. El calcio que es transferido desde el interior hacia el exterior es el calcio intercambiable.

Las hormonas que intervienen en la formación ósea, estimulando este proceso son hormona del crecimiento, insulina, estrógenos, andrógenos, hormona D3, factor de crecimiento, factor de crecimiento esquelético, factor de crecimiento derivado del hueso, factor de crecimiento similar a las insulinas I y II y calcitonina. Mientras que inhiben a la formación ósea hormona paratiroidea y cortisol.

Resorción ósea:En este proceso el calcio se libera por proteólisis de la matriz orgánica, esto es llevado a cabo por los osteoclastos, los cuales se sitúan en la superficie del

osteona. Los osteoclastos liberan ácido láctico y cítrico que ayuda a disolver la parte mineral, el colágeno y las enzimas lisosomales y fosfatasas.

Estos procesos de formación y resorción dan como resultado neto la conservación de la masa ósea.

Ciertas hormonas intervienen en la resorción ósea, las que la estimulan son hormona paratiroidea, hormona D3, T3 y T4, prostaglandinas, interleucina 1, factor de necrosis tumoral y factor de crecimiento de plaquetas. Por otro lado, inhiben al proceso estrógenos, progesterona, andrógenos y factor de crecimiento.

Papel de los estrógenos en la formación ósea:

Estas hormonas actúan a nivel de diversos tejidos en el organismo. En el caso concreto del hueso, es capaz de unirse a los osteoblastos, permitiendo la producción de osteoprogenina, que se encarga de frenar la síntesis de RANKL, que es una molécula segregada por los osteoblastos que se une a los receptores de los macrófagos para producir osteoclastos. De esta manera se suprime la formación de osteoclastos, por lo cual se controla una resorción ósea excesiva.

En la menopausia la secreción de estrógenos se encuentra anulada, por lo cual desaparece el control inhibitor de la producción de osteoclastos, con lo cual aumenta la resorción ósea.

Procesos de modelado y remodelado óseo:

Durante la primera fase de la vida hasta la pubertad existe tanto la formación como la resorción ósea, aunque predomina de la primera. De esta manera, el hueso crece y se modela, este proceso es conocido como *modelado óseo*.

El crecimiento óseo ocurre por *crecimiento aposicional* o formación de nuevo hueso en la superficie del mismo y por *crecimiento endocondral* o de la placa epifisaria y mineralización posterior de la misma. Por su parte, el primero aumenta el diámetro del hueso, mientras que el segundo lo alarga.

El modelado óseo finaliza en las mujeres de los 16 a 18 años de edad y en los hombres de 18 a 20 años.

Aunque el crecimiento finaliza, sigue habiendo un cierto grado de formación de tejido óseo, este proceso se conoce como consolidación y puede producirse hasta los 30 años en la mujer y una edad algo menor en el hombre.

Cuando se llega al máximo nivel de consolidación, se ha alcanzado el pico de masa ósea. El mayor o menor grado de pico de densidad mineral ósea va a depender de diversos factores, entre ellos se destacan la herencia, la dieta (en especial el aporte de calcio y vitamina D) y sobre todo la actividad física.

Tras el proceso de modelado, viene el *remodelado óseo*, proceso por el cual el hueso está continuamente reabsorbiéndose por la acción de los osteoclastos y formándose de nuevo gracias a los osteoblastos. Este proceso ocurre durante la adultez (a partir de los 30 años aproximadamente), incluida la edad avanzada. Al principio el desequilibrio formación/resorción ósea es muy pequeño, este aumenta alrededor de los 40 años y se agudiza posteriormente, en especial en la mujer tras la menopausia, lo cual conduce a un claro decremento de la masa y densidad óseas.

El remodelado es más importante en el hueso trabecular que en el cortical. La pérdida del hueso cortical alcanza una meseta y puede incluso cesar en edad avanzada.

En la premenopausia, la mujer comienza a sufrir una pérdida más acelerada de hueso, principalmente del trabecular sobre el cortical. Por otro lado, la pérdida del hombre es menos intensa.

Regulación homeostática de calcio:

El balance del calcio es posible por la participación del sistema digestivo, hueso y riñones, y la regulación endocrina correspondiente. Del total de calcio ingerido a través de alimentos y suplementos, en el intestino delgado se absorbe aproximadamente un 35% mientras que el otro 65% es excretado por heces, a lo cual se le debe sumar las pérdidas endógenas a nivel digestivo. Por otra parte el riñón filtra 10.000 mg de calcio por día, de los

cuales reabsorbe la mayor cantidad (98%), perdiéndose solo 200 mg aproximadamente. Las pérdidas totales de calcio son las que se realizan por vía fecal y vía urinaria, que son semejantes a la cantidad de calcio que se absorbe de los alimentos, de esta manera se produce el equilibrio. Este es el balance de tipo externo. Por otro lado, existe el balance interno de calcio, donde se distinguen dos tipos del mismo, el intercambiable y el menos intercambiable.

Calcio intercambiable: El calcio constituye un pool extracelular de aproximadamente 1.000 mg, que está en equilibrio con un pool óseo de 5.000 a 10.000 mg. Se encuentra en la superficie del hueso recién formado y es fácilmente intercambiable o movable. El calcio intercambiable interviene especialmente en la regulación de los niveles plasmático de calcio iónico. Este se encuentra en forma de fosfato monocálcico, con características que le permiten su fácil movilización tanto para depositarse como para reabsorberse, además le dan una gran superficie que permite una gran exposición a los líquidos extracelulares óseos.

Calcio menos intercambiable: Este llega a ser de 1.000 g, sobre el mismo se instaura el proceso de remodelado óseo, en donde 500 mg/día se liberan por resorción ósea y 500 mg/día se depositan en el hueso. Ambos fenómenos se pueden considerar irreversibles y obligados, por lo cual no pueden ser utilizados al menos a corto plazo.

Regulación endocrina del calcio y fosforo:

Este proceso implica tres hormonas, estas son parathormona, calcitonina y hormona D3.

Hormona paratiroidea (parathormona o PTH): Esta lleva a cabo sus efectos a tres niveles:

- ✓ A nivel óseo: Tiene actuación rápida debido a la activación de bombas de calcio que extraen sales de fosfato cálcico del calcio intercambiable, sacándolo al calcio extracelular. Posteriormente tiene lugar una actuación de reabsorción más lenta, donde actúan en primer lugar los osteoclastos presentes en el hueso y posteriormente estimulan la formación de nuevos osteoclastos.

- ✓ A nivel renal: A este nivel la PTH produce reabsorción tubular de calcio y disminuye la absorción de fosfato, por lo cual aumenta la excreción urinaria del mismo. También estimula la hidroxilación de la 25 OH colecalciferol generando el calcitriol.
- ✓ A nivel digestivo: Aumenta indirectamente la absorción intestinal de calcio, al incrementar la síntesis de hormona D3.

Hormona D3: Al igual que la anterior actúa en tres niveles:

- ✓ A nivel intestinal: Aumenta la absorción de calcio alimentario. El mecanismo más destacado por el cual produce este efecto es el de inducción de la formación de una proteína fijadora transportadora de calcio en las células epiteliales del intestino, que facilita el transporte desde la luz intestinal al interior de la célula. También a nivel intestinal tiene efecto sobre la absorción de fosforo aumentándola.
- ✓ A nivel óseo: El efecto de esta hormona en el hueso depende de su concentración, cuando esta es pequeña favorece la calcificación ósea al aumentar la absorción de calcio intestinal y al actuar directamente sobre el hueso. En concentraciones elevadas incrementa la resorción ósea.
- ✓ A nivel renal: Aumenta la reabsorción de calcio y de fosfato.

Calcitonina: Reduce la concentración plasmática de calcio a través de varios mecanismos rápidos y a medio y largo plazo. Cuando se eleva su concentración en sangre, la calcitonina de inmediato favorece el depósito de calcio intercambiable y asimismo disminuye la actividad de los osteoclastos. A medio y largo plazo reduce la formación de nuevos osteoclastos.

El efecto de la calcitonina sobre los niveles plasmáticos de sangre es muy débil en el adulto, mientras que en épocas de crecimiento donde la movilización de calcio es grande, el efecto se hace más evidente, también ocurre esto cuando en algunas patologías óseas la resorción de hueso está excesivamente aumentada y provoca un incremento de la secreción de la misma.

La estructura y función óseas pueden verse afectadas a través de deficiencias y excesos nutricionales. Concretamente son los minerales calcio y fosforo y la vitamina D los nutrientes que están más relacionados.

De todas las alteraciones óseas las que cobran más importancia son la osteoporosis, la osteomalacia y el raquitismo.

Osteoporosis

El tejido óseo está constituido por células separadas entre sí por un componente extracelular compuesto por colágeno, proteoglicanos, minerales y agua. Las cantidades de cada uno de estos componentes varían según la edad.¹⁴ La osteoporosis es una enfermedad multifactorial caracterizada por una pérdida de masa ósea, donde el hueso mantiene la proporción de elementos minerales y orgánicos, pero contiene menos tejido óseo.

La disminuida masa ósea y el deterioro de la microarquitectura del hueso provocan fragilidad esquelética con el consiguiente riesgo de fracturas. La densidad (aspecto cuantitativo) y la calidad (aspecto cualitativo) del hueso se encuentran disminuidas, como resultado la resistencia ósea es menor.

La osteoporosis se puede generar por diversos factores, presentándose de un modo mayoritario con la edad avanzada y con mayor incidencia y severidad en la mujer tras la menopausia. También influyen factores hereditarios y factores ambientales.

Sintomatología:

- ✓ Dolor: Son frecuentes los dolores agudos por microfracturas de vertebras.
- ✓ Fracturas: Son frecuentes en aquellos huesos sometidos a mayor carga o tensión. Las fracturas más comunes son las vertebrales, la fractura distal de cubito y radio y la fractura proximal de fémur (fractura de cadera).
- ✓ Deformaciones: Las microfracturas vertebrales provocan que en la región dorsal se aplane y las vértebras presenten forma de cuña apareciendo cifosis (joroba de las viudas) y en la región lumbar se producen las formas de diábolo o de pez.

Factores que predisponen al desarrollo de osteoporosis:

¹⁴ Vidal, E. (2009). Osteoporosis y enfermedades reumáticas. En Vidal, E. (Ed) *Manual práctico de Nutrición y Dietoterapia*. (p.271). España: MonsaPrayma.

Factores genéticos: Estos representan de un 50 a un 80% de la variabilidad en la densidad mineral ósea.

Factores fisiológicos: Determinados cambios hormonales, en especial la falta de secreción de estrógenos en la menopausia se relacionan con la gran prevalencia de osteoporosis en esas situaciones.

La edad es un factor importante para la pérdida de DMO. Hacia los 40 años de edad, la misma comienza a disminuir de manera gradual, pero la pérdida de hueso se incrementa de manera notable a partir de los 50 años o en la posmenopausia. En la mujer posmenopáusica se produce una pérdida continua del 1-2% al año a lo largo de la siguiente década. La pérdida de masa ósea es secundaria a las variaciones en los mecanismos endocrinos que rigen el remodelado óseo y se encuentra relacionada con la disminución de la función osteoblástica. Como consecuencia del desacoplamiento del proceso de remodelado, la resorción osteoclástica supera a la formación de hueso con un diferencial creciente.¹⁵

Factores ambientales: Se destacan las deficiencias nutricionales, la menor actividad física y los incorrectos hábitos de vida.

Factores patológicos: Las enfermedades osteopenizantes y ciertos tratamientos farmacológicos pueden contribuir en muchos casos a la instauración de osteoporosis.

Tipos de osteoporosis:

Se distinguen tres tipos de osteoporosis: Las *primarias*, dentro de estas se encuentran la tipo I, relacionada con los bajos niveles de estrógenos y la tipo II, relacionada con la edad avanzada. Las *secundarias*, relacionadas con alguna enfermedad o como consecuencia de determinados tratamientos farmacológicos y las *idiopáticas*, son aquellas que no se conoce la causa.

Situación postmenopáusica:

¹⁵Chapman K. (2013). Nutrición y salud ósea. En Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond, J.L. (Eds) *Krause Dietoterapia* (p.536). España: Elsevier.

Cuando la secreción de estrógenos disminuye se pierden determinadas funciones, entre las que se relacionan con la dinámica ósea se destacan la desaparición de la inhibición osteoclástica que aumenta la resorción ósea, la disminución de la absorción intestinal de calcio alimentario y de la reabsorción renal del mismo. Por otro lado, si la alimentación no alcanza a cubrir las recomendaciones de calcio, sus reducidos niveles aumentan la secreción de PTH que también incrementa la resorción ósea, a pesar de que esta hormona estimula la síntesis renal de la hormona D3, que favorece la absorción de calcio, el efecto neto es de pérdida de masa ósea.

Situación senil:

Como mencionamos anteriormente, la edad avanzada es uno de los factores que predispone al desarrollo de osteoporosis, conlleva una serie de cambios en el organismo, dentro de los cuales se destacan:

Disminución de la absorción del calcio alimentario: En parte influye la disminución de la secreción gástrica, que evita o reduce la formación de sales de calcio más solubles y también la menor eficacia del sistema de transporte del ion a través de la mucosa intestinal. El déficit de estrógenos en la mujer, en la menopausia, es otro factor involucrado en la reducción de la absorción intestinal de calcio.

Niveles de parathormona elevados: Con la edad aparece una cierta tendencia a la elevación de los niveles de PTH que como ya mencionamos incrementan la resorción ósea, al disminuir la absorción intestinal de calcio. En la mujer, tras la menopausia se observa una mayor capacidad de efecto hormonal paratiroideo. De todos modos hay que tener en cuenta la reducida ingesta de calcio a través de la alimentación, lo cual contribuye a la resorción ósea.

Disminución de la reabsorción renal de calcio: Una de las explicaciones de esto es la falta de estrógenos, aunque también deben existir otros mecanismos que aún no se encuentran establecidos.

Reducción de la función osteoblástica: De esta manera, predomina la función osteoclástica con la consiguiente resorción ósea. La reducción de osteoclastos se debe en gran parte a la caída de estrógenos.

Otras causas que pueden contribuir a la osteoporosis son:

- ✓ La falta de actividad física.
- ✓ El déficit de ingesta calórica y el reducido consumo de lácteos, que muchas veces ocurre por un cierto grado de intolerancia a la lactosa.
- ✓ Déficit de vitamina D3 a causa de :
 - Baja ingesta de alimentos que la contengan.
 - Bajo nivel de exposición solar.
 - Reducida síntesis cutánea a causa de una piel más delgada con menos capacidad sintetizadora.
 - Reducida actividad de la I-hidroxilasa renal, que impide una inadecuada hidroxilación de la hormona D3.
 - Resistencia a la hormona en intestino y riñón.

En el caso de la senectud, la pérdida de masa ósea afecta tanto al hueso cortical como al trabecular, mientras que en la osteoporosis postmenopáusica afecta más marcadamente a este último.¹⁶

Factores de riesgo nutricionales:

Cuando los nutrientes implicados en la estructura y fisiología ósea están por debajo de las demandas se convierten en factores de riesgo.

Ingestas de nutrientes relacionados con el hueso: Aunque todos los nutrientes son importantes para lograr una adecuada estructura y función de los tejidos, algunos tienen mayor implicancia. En el caso concreto del hueso, las proteínas y el calcio son los constituyentes estructurales que se necesitan en mayor cantidad. Además de estos dos,

¹⁶Mataix, J. (2009). Enfermedades óseas: osteoporosis, raquitismo y osteomalacia. En Mataix J. (Ed), *Tratado de Nutrición y Alimentación* (p. 259-260). España: Oceano.

existen otros nutrientes que guardan relación estrecha. En el caso de los micronutrientes sobresalen los minerales fosforo, magnesio y flúor y la vitamina D, los cuales serán tratados a continuación conjuntamente con otros que conviene considerar:

Calcio: Es un elemento clave en la composición del hueso. Una de las mayores limitaciones es la incapacidad de cubrir sus requerimientos, dada su escases en el conjunto de alimentos que lo contienen y su difícil absorción intestinal. De todos modos, hay que tener en cuenta que un problema óseo como es la osteoporosis no está relacionado solamente con el calcio. La importancia de realizar una ingesta correcta del mismo recae en que si se consumen cantidades inferiores a las recomendaciones, se producirá la movilización del calcio de los huesos, para poder mantener la homeostasis del mismo en sangre.

Fosforo: La ingesta de fosforo generalmente supera a la de calcio, esto se justifica debido a que prácticamente todos los alimentos contienen fosfatos y además su absorción es muy buena. La relación Ca/P debe ser equilibrada, si esto no se logra los iones fosfatos reaccionan con el calcio disminuyendo sus niveles sanguíneos. Esto produce la estimulación de la secreción de PTH que genera resorción ósea para mantener el adecuado nivel de calcio en sangre. Por este motivo, es importante la no elevación de la ingesta de fosforo.

Vitamina D: En la edad avanzada hay menores niveles circulantes de 25-hidroxi-vitamina D y de 1,25-dihidroxi-vitamina D. La insuficiencia severa de la hormona provoca osteomalacia, la conjunción de la misma con la osteoporosis aumenta aún más el riesgo de fracturas óseas.

Vitamina K: Se necesita para la síntesis de la proteína extracelular óseaosteocalcina y proteína ósea GLA. Por su parte la osteocalcina, segregada por los osteoblastos, se fija al hidroxipatito, lo cual puede ser un factor clave en la fase inicial de la mineralización de la matriz orgánica de colágeno del hueso. La deficiencia de vitamina K repercute en la integridad ósea. Diversos estudios determinaron que mujeres con ingestas reducidas de vitamina K presentan valores disminuidos de densidad mineral ósea en la cadera y en la

columna, así como un mayor riesgo de fracturas, en comparación de mujeres con ingestas más elevadas.

Proteína: La influencia de la misma es compleja y ha planteado determinados equívocos y controversias que deben ser aclarados.

- La ingesta excesiva de proteína provoca una pérdida significativa de calcio, que en consecuencia aumenta el riesgo de osteoporosis. El exceso de proteínas puede resultar perjudicial, debido a que los alimentos en los que se encuentra contienen fósforo, a excepción de la leche, que contiene una proporción de calcio superior a la de fósforo. Otro riesgo que se asocia al incremento de la ingesta de proteína de origen animal es el exceso de hidrogeniones que actúan en la descalcificación ósea.
- Al contrario del posible riesgo causado por un consumo aumentado de proteína, otros estudios indican que las pérdidas óseas de mujeres postmenopáusicas se relacionan inversamente con la ingesta proteica. Los efectos beneficiosos se obtienen del consumo de proteína de origen animal, esto contradice la idea de que esta proteína produce efectos negativos. En conclusión, siempre que no se exceda el consumo de proteínas sobre lo recomendado, esta tiene un efecto positivo. Debido a la liberación de determinados aminoácidos (lisina y arginina) durante la digestión de las mismas que facilita la absorción de calcio, además el adecuado aporte proteico es necesario para promover la secreción de factor de crecimiento, que tiene efecto trófico sobre el hueso.

Grasa: La grasa saturada puede actuar como quelante con el calcio alimentario a nivel intestinal. El excesivo consumo de la misma puede afectar el balance del mineral. Este hecho es evidente en la malabsorción grasa, mientras que en personas sin esta patología no se considera significativo.

Sodio: La ingesta elevada de sodio aumenta la excreción urinaria de calcio, esto se debe a que ambos nutrientes comparten el mismo sistema de transporte en el túbulo proximal renal. Por cada 500 mg de ingesta de sodio hay un aumento de pérdida de calcio de 10 mg.

Fluoruro: El flúor ejerce un efecto positivo aumentando la dureza de la superficie en los cristales óseos si se consumen las cantidades recomendadas, por el contrario, las elevadas ingestas aumentan la fragilidad del componente cristalino.

Otros nutrientes: Otros nutrientes afectan al metabolismo óseo, especialmente en lo que se refiere a la formación de la matriz ósea. El *hierro* y la *vitamina C* son claves para la conversión de los residuos de prolina y lisina en hidroxiprolina e hidroxilisina en la molécula de colágeno. Otros minerales traza como el *cinc*, *manganeso* y *cobre* son cofactores esenciales de enzimas implicadas en la síntesis de varios componentes de la matriz ósea. Del mismo modo la *vitamina B6*, *B12* y *folato* también tiene funciones en el metabolismo óseo.

Todo esto indica que un mal estado nutricional, sea general o específico con respecto a algún o algunos nutrientes puede afectar la estructura ósea.

Factores de riesgo no nutricionales:

Herencia: Los factores hereditarios a nivel étnico y familiar pueden influenciar en el desarrollo de osteoporosis.

Estado hormonal: La disminución tanto de estrógenos como de andrógenos provocan pérdida de masa ósea.

Composición corporal: Existe una asociación de masa magra y masa ósea. Por otro lado, una mayor cantidad de grasa, especialmente en glúteos es capaz de amortiguar golpes y prevenir fracturas de caderas y también de producir estrógenos a través de los andrógenos por la actuación de la enzima aromatasa.

Inactividad física: Es un factor de riesgo de osteoporosis, por el contrario la práctica de ejercicios físicos es una conducta que permite la retención de masa ósea o al menos la atenuación de pérdida de la misma.

Inmovilidad: La inmovilidad, muchas veces obligada en el caso de personas en edad avanzada, es causa de osteoporosis y de facturas óseas.

Hábito tabáquico: El tabaco es un factor de riesgo, debido a que ejerce un efecto negativo directo sobre la masa ósea e indirecto al reducir la ingesta de alimentos. El mismo provoca alteraciones en el metabolismo estrogénico y concretamente la nicotina se encarga de convertir a los metabolitos biológicamente activos en inactivos.

Consumo de alcohol: El mecanismo de acción sobre el hueso se debe a la acidosis que genera la elevada ingesta del mismo sobre la masa ósea. Por otra parte y de una manera indirecta, el bebedor crónico suele tener una mala alimentación.

Cafeína: Esta provoca un ligero aumento de las pérdidas urinarias de calcio a corto plazo por una disminución de la absorción del mismo. El efecto es más significativo en aquellas personas con bajas ingestas de calcio.

Fármacos: Muchos fármacos pueden afectar la masa y densidad ósea. Algunas veces el efecto es indirecto por interacción con otros fármacos o nutrientes y en otras ocasiones tiene efecto directo sobre el hueso. Dentro de los fármacos con estos efectos se encuentran laxantes y catárticos, anoréxicos, glucocorticoides, anticonvulsivantes, diuréticos, sedantes y tiroxina.

Osteomalacia

La osteomalacia es lapatologíaque más se relacionan con una deficiencia en la nutrición, concretamente con el déficit de vitamina D, que se puede deber a una menor ingesta o biosíntesis de la misma.

La osteomalacia en adultos, que en los niños se presenta como raquitismo, es una enfermedad ósea caracterizada por una descalcificación del hueso, lo cual conduce a distintas anormalidades en el mismo.El raquitismo es un desorden caracterizado por un fallo del crecimiento del cartílago que no permite una adecuada maduración y mineralización. El crecimiento se detiene y se producen deformidades en las placas de crecimiento. La osteomalacia es el desorden correspondiente a los fallos en la matriz ósea depositada que impiden una adecuada mineralización. En ambos casos la formación de matriz ósea se enlentece. La relación mineral/matriz disminuye, llegando en ocasiones a un valor tan bajo que los huesos pierden su dureza y se deforman.

Causas:

Pueden ser primarias o secundarias, dentro de las primarias se encuentra la deficiencia de vitamina D y dentro de las secundarias todas aquellas que intervienen con la absorción de la misma a nivel intestinal o determinadas alteraciones hepáticas y renales.

La baja concentración de vitamina D conduce a la baja concentración plasmática de calcio, lo cual aumenta la parathormona. Los niveles de fosfato disminuyen y esto puede causar debilidad muscular, sensibilidad excesiva y dolor.

Las causas más destacables de la deficiencia de vitamina D son ingesta reducida, síntesis cutánea insuficiente, absorción intestinal nula o insuficiente, alteraciones hepáticas, enfermedades renales, alteraciones en la biosíntesis de hormona D3 y alteraciones primarias en la función paratiroidea.

Esquema de la investigación

Área de estudio:

Inicialmente el estudio se iba a realizar en el servicio de Ginecología del Hospital n° 47 SAMCO de la localidad de Arequito. Al revisar las planillas de asistencia del 2015 se constató que solo asisten 20 mujeres del rango etario que se va a estudiar, siendo este un número poco representativo. Por lo cual, se decidió trabajar con mujeres de la misma localidad, sin que necesariamente asistan al servicio de Ginecología de dicho hospital.

Arequito es un pueblo de la provincia de Santa Fe, del departamento Caseros, que se encuentra al sur del río Carcarañá. Cuenta con una zona urbana y una zona rural. En el mismo hay, según los datos del Censo Nacional de población, hogares y viviendas, 6934 habitantes, de los cuales 3513 son mujeres. El pueblo asienta sus bases económicas fundamentalmente en la actividad agrícola, teniendo como principal cultivo la soja. También se realizan actividades granaderas.

Tipo de estudio:

Cualicuantitativo, ya que se recabaran datos mediante la encuesta nutricional y el formulario de frecuencia de comidas para determinar la calidad y cantidad de alimentos consumidos por la población, *transversal*, ya que el estudio se realiza en un momento determinado y *descriptivo*, está dirigido a describir como es el consumo de Calcio y Vitamina D en mujeres en etapa de postmenopausia.

Población:

Mujeres en etapa de postmenopausia de 55 a 65 años de edad de la localidad de Arequito.

Muestra:

50 mujeres en etapa de postmenopausia entre 55 a 65 años de edad de la localidad de Arequito.

Criterios de inclusión:

- ✓ Mujer.
- ✓ En etapa de postmenopausia.
- ✓ De 55 a 65 años.
- ✓ De Arequito.

Técnicas de recolección de datos:***Instrumentos y procedimientos:***

Las herramientas que se utilizarán son balanza, tallímetro, encuesta nutricional y formulario de frecuencia de comidas. Se realizará la evaluación antropométrica, para determinar el estado de nutrición. Se utilizará el IMC, indicador global que se obtiene a partir de la relación del peso y de la talla elevada al cuadrado. También se realizará una encuesta nutricional y un diario de frecuencia de comidas con el objetivo de recabar datos acerca de la alimentación.

Análisis de datos:

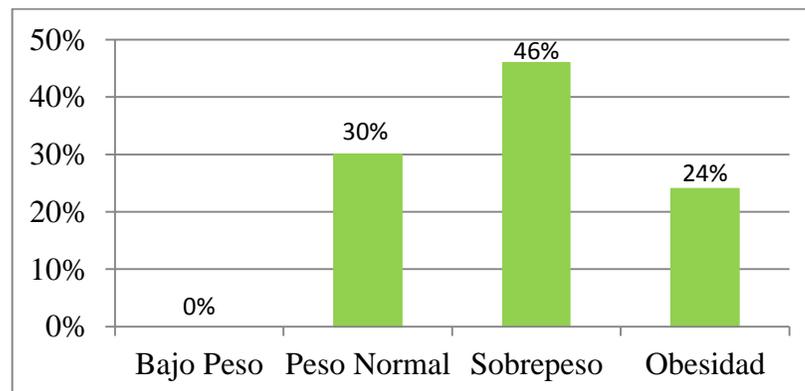
Estado nutricional:

Fue determinado mediante el índice de masa corporal (IMC) obtenido a través de la división del peso corporal (Kg) por la talla (m) elevada al cuadrado.

La clasificación del peso corporal según el IMC es:

- ✓ De 18,5 a 24,9: Normal.
- ✓ De 25 a 29,9: Sobrepeso.
- ✓ De 30 a 34,9: Obesidad.
- ✓ 35 o >: Obesidad Clínica.

<i>Estado Nutricional</i>	
Bajo Peso	-
Peso Normal	30%
Sobrepeso	46%
Obesidad	24%



Del 100 % de la muestra solo un 30% (15) presenta peso normal, mientras que un 46% (23) sobrepeso y el 24% (12) restante obesidad.

Valor calórico total:

El VCT varía en función de las necesidades energéticas individuales de cada persona, por lo cual puede ser mayor o menor dependiendo de las mismas.

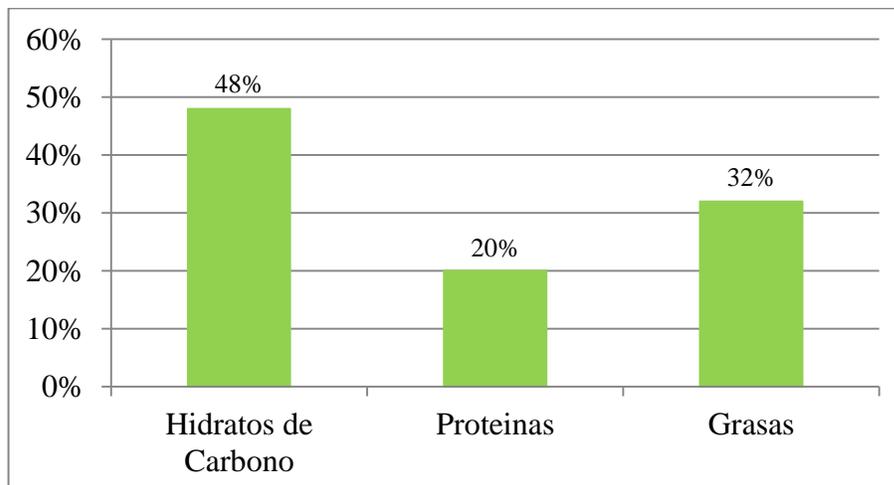
A través del formulario de frecuencia de consumo se pudo determinar que el VCT promedio es de 2300 Kcal diarias.

Macronutrientes:

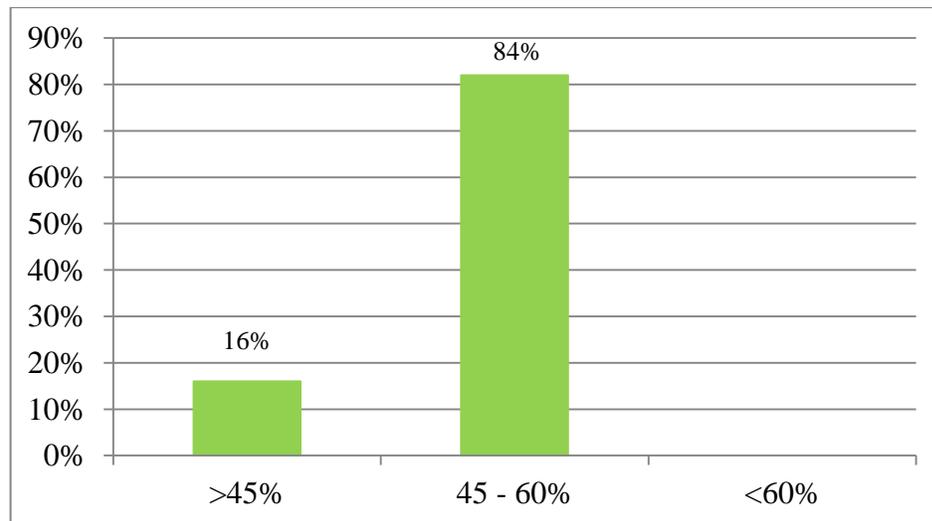
En cuanto a los macronutrientes, la cantidad de Hidratos de carbono consumidas es en promedio 276 gr, que representan el 48 %del VCT. Las proteínas promedio consumidas son 115 gr, representando el 20 % del VCT y el 32 % es consumido en forma de grasas, en una cantidad promedio de 81,7 g.

Los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de la normalidad, estos son, Hidratos de Carbono de 45-60 %, Proteínas de 15-20% y Grasas de 20-35%. Aunque se observa que los Hidratos de Carbonos se encuentran más cercanos al rango inferior mientras que las proteínas y grasas más cercanas al rango superior.

<i>Macronutrientes</i>	<i>Porcentaje</i>
Hidratos de Carbono	48%
Proteínas	20%
Grasas	32%

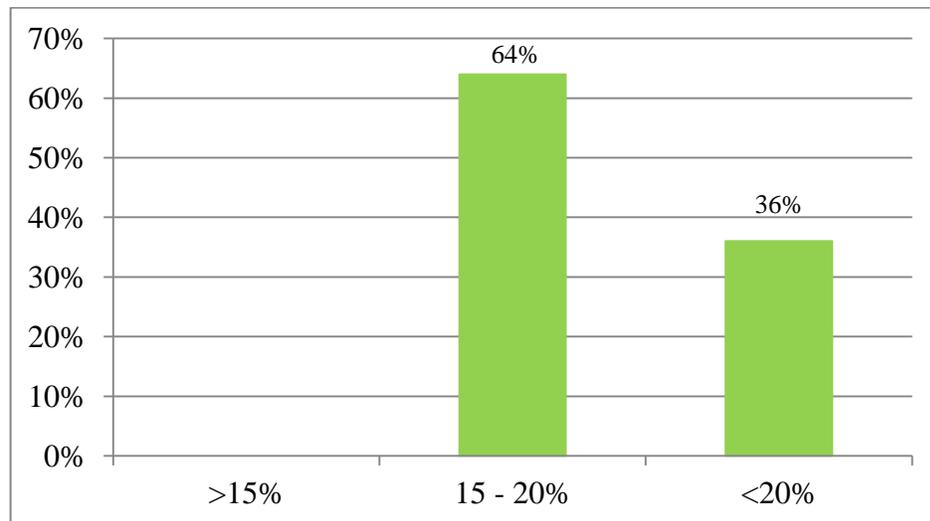


<i>Hidratos de Carbono</i>	
>45%	16%
45 – 60 %	84%
<60%	-



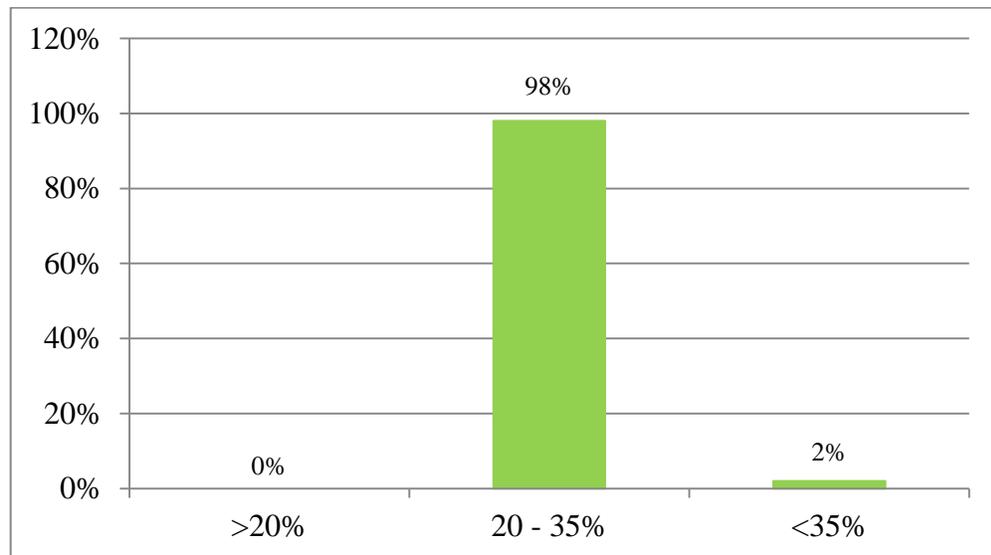
Del 100% de mujeres encuestadas (50) el 84% (42) consume de 45 – 65% de hidratos de carbono (valores considerados dentro del rango de normalidad), mientras que el 16% (8) consume menos de 45% de este macronutriente.

<i>Proteínas</i>	
>15%	-
15 – 20 %	64%
<20%	36%



Del 100% de las encuestadas, el 64% (32) consume del 15 – 20% del VCT en forma de proteínas y el 36% (18) restante consume más de 20%. Las dietas con una cantidad de proteínas mayor al 20% se pueden considerar hiperprotéicas.

<i>Grasas</i>	
>20%	-
20 – 35%	98%
<35%	2%



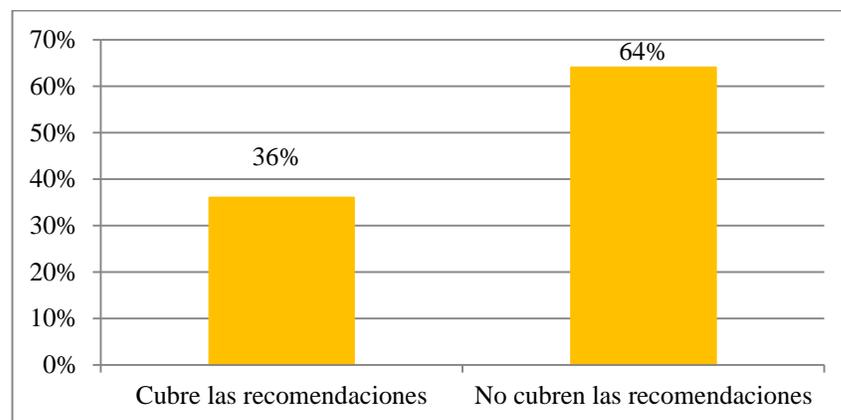
El consumo de grasas recomendable es de 20 – 35% del VCT. En este caso, un 98% (49) de las encuestadas consume una cantidad de grasa que se encuentra dentro de este rango y el 2% (1) consume más de 35% del VCT de este macronutriente.

Micronutrientes:

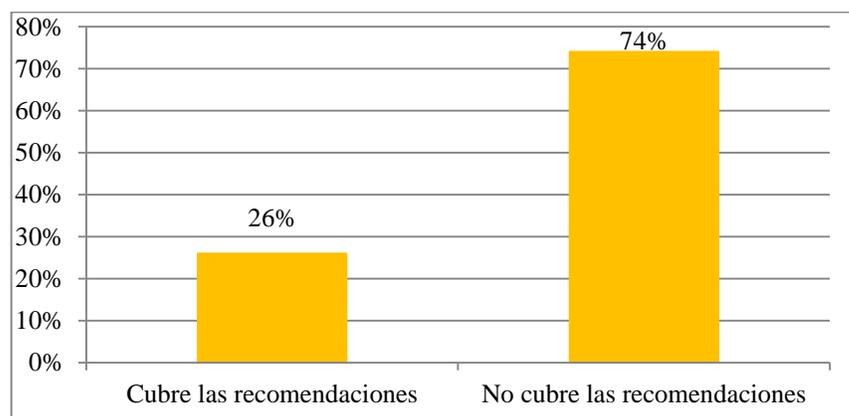
En las mujeres de 51 a 70 años, la ingesta dietética de referencia de calcio es de 1200 mg/día. A través del análisis de los datos obtenidos, a través del formulario de frecuencia de consumo, acerca de los alimentos y suplementos consumidos por las 50 encuestadas, se determinó que el 64% (32), no alcanza a cubrir las recomendaciones de calcio. Mientras que el 36% (18) si logra cubrir los requerimientos.

Con respecto a la Vitamina D solo el 26% (13) cubre los requerimientos y el 74 (37) % no llega a los valores recomendados, que son entre 800 – 1000 UI (aportados mediante alimentos y suplementos).

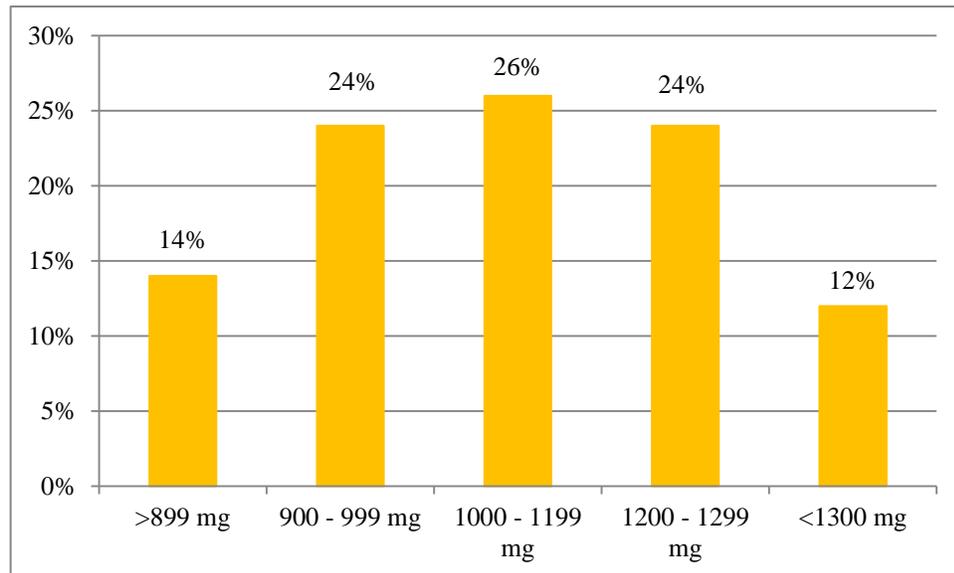
Calcio



Vitamina D



<i>Calcio</i>	
>899 mg	14%
900 – 999 mg	24%
1000 – 1199 mg	26%
1200 – 1299 mg	24%
<1300 mg	12%

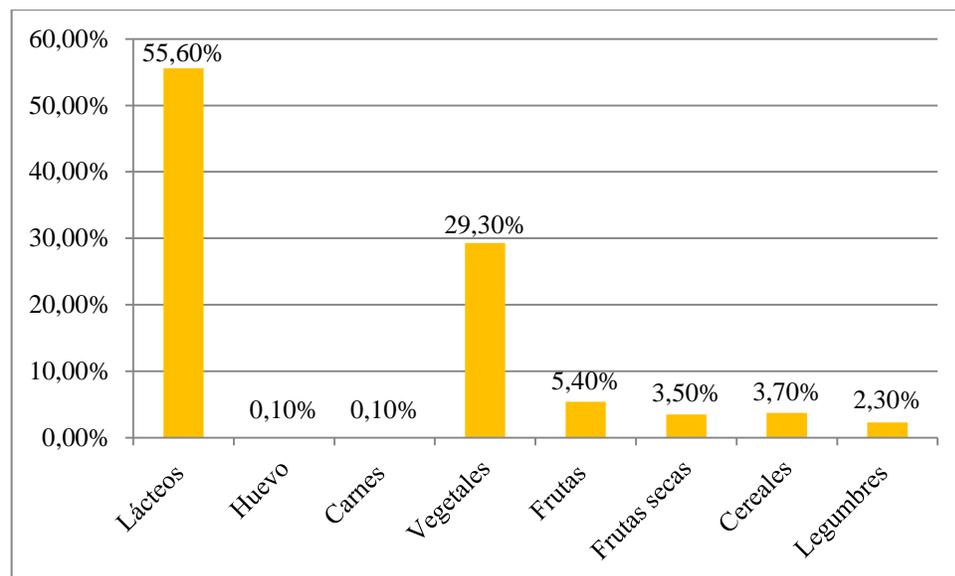


Del total de mujeres encuestadas solo el 36% (18) llega a cubrir las recomendaciones de Calcio para la edad, de las cuales 12 lo hacen con valores de 1200 – 1299 mg/día y 6 con valores mayores a 1300 mg/día.

El promedio de consumo de Calcio por día, de las mujeres que llegan a cubrir la recomendación, es de 1285 mg.

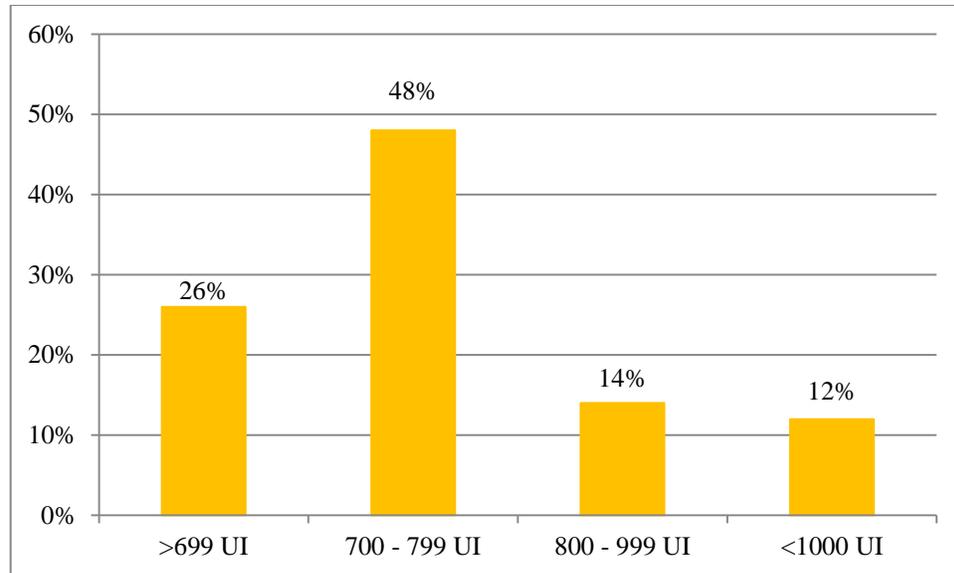
Calcio aportado por grupo de alimentos

Lácteos	55,6%
Huevos	0,1%
Carnes	0,1%
Vegetales	29,3%
Frutas	5,4%
Frutas secas	3,5%
Cereales	3,7%
Legumbres	2,3%



En función altotal de mujeres que cubren las recomendaciones se determinó que, en promedio el 55,6% del Calcio se cubre a través de alimentos fuente (lácteos) y el 44,4% con alimentos que contienen el micronutrientes, pero con menor biodisponibilidad, (huevo, carnes, vegetales, frutas, frutas secas, cereales y legumbres)

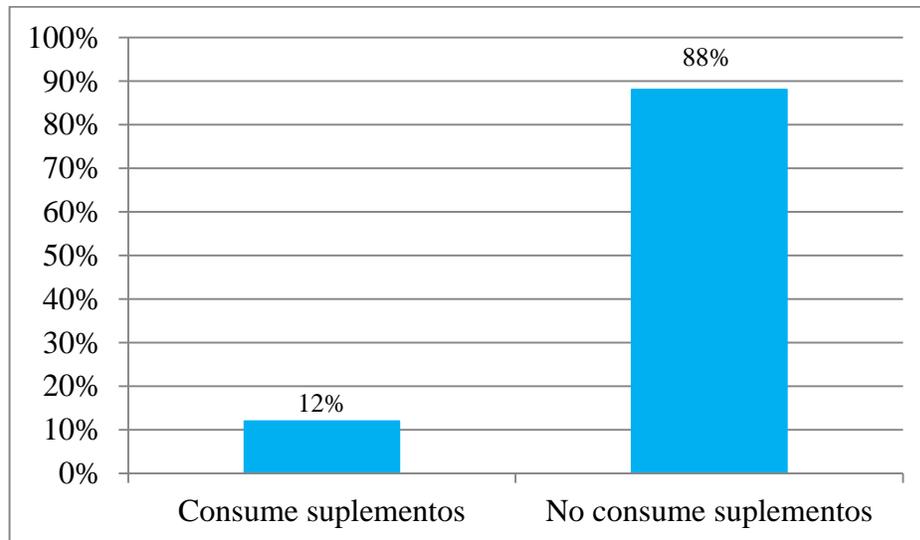
<i>Vitamina D</i>	
>699 UI	26%
700 – 799 UI	48%
800 – 999 UI	14%
<1000 UI	12%



Del 100% de mujeres encuestadas solo el 26% (13) cubre las recomendaciones de vitamina D con alimentos. El 74% no llega a cubrir los valores de referencia.

Consumo de suplementos de calcio y vitamina D:

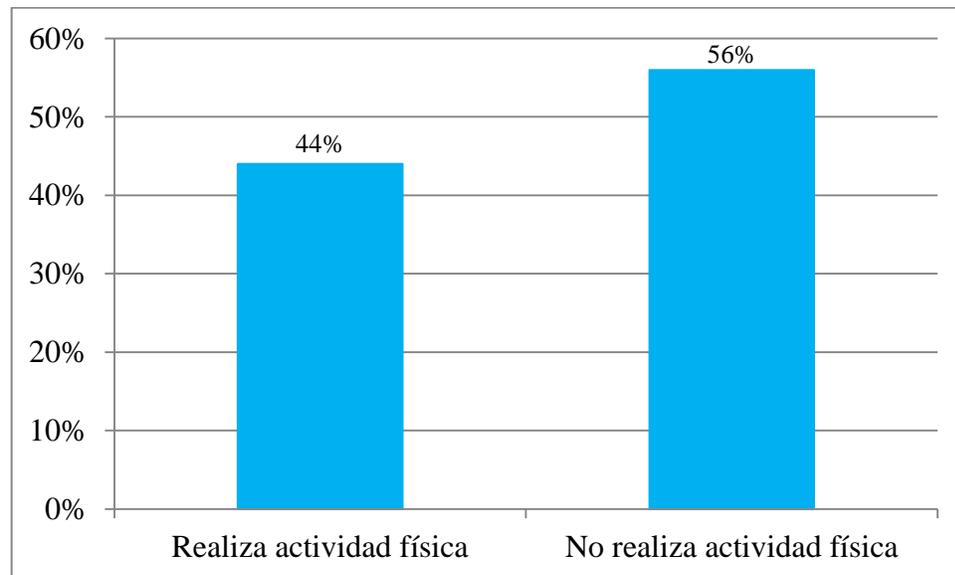
Consume suplementos	12%
No consume suplementos	88%



Del 100% de las mujeres encuestadas solo un 12% (6) consume suplementos de Calcio y Vitamina D. El 88% (44) restante no consume suplementos, aunque muchas mencionaron que en algún momento si lo hicieron.

Actividad física:

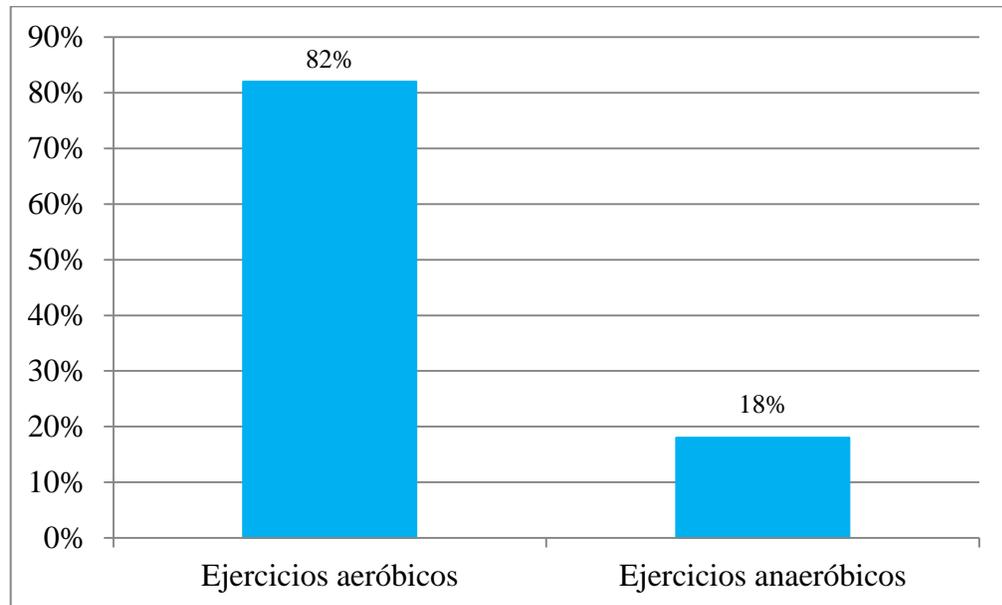
Realiza actividad física	44%
No realiza actividad física	56%



De las 50 mujeres encuestadas, son 22 las que realizan actividad física programada, lo cual representa un 46%. El 54% restante representa a las 28 restantes que no lo hacen.

Tipo de actividad física:

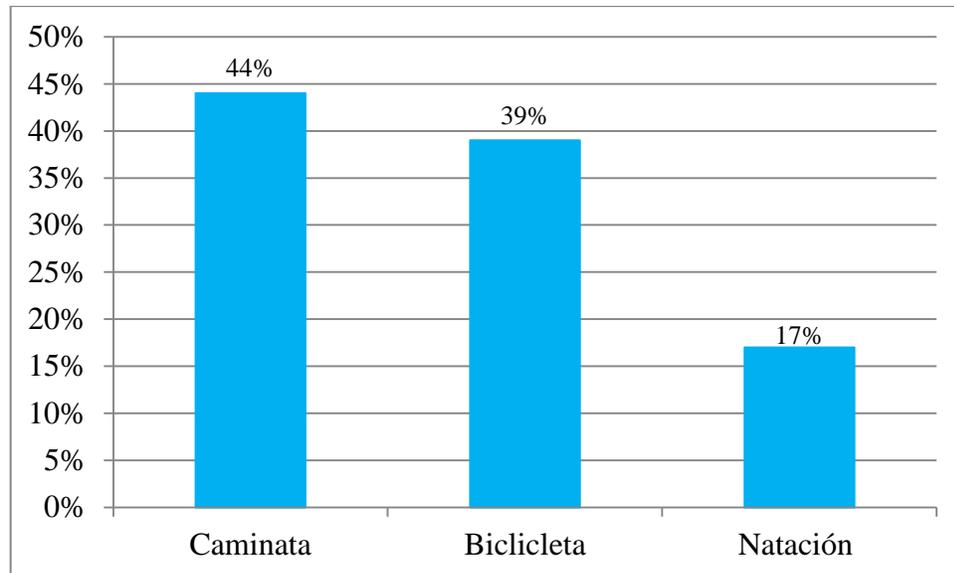
Ejercicios aeróbicos	82%
Ejercicios anaeróbicos	18%



De las 22 mujeres que realiza ejercicio, 18 de ellas, que representan el 82% hace ejercicios aeróbicos, mientras que las 4 restantes, representantes del 18% realizan ejercicios anaeróbicos.

Ejercicios aeróbicos:

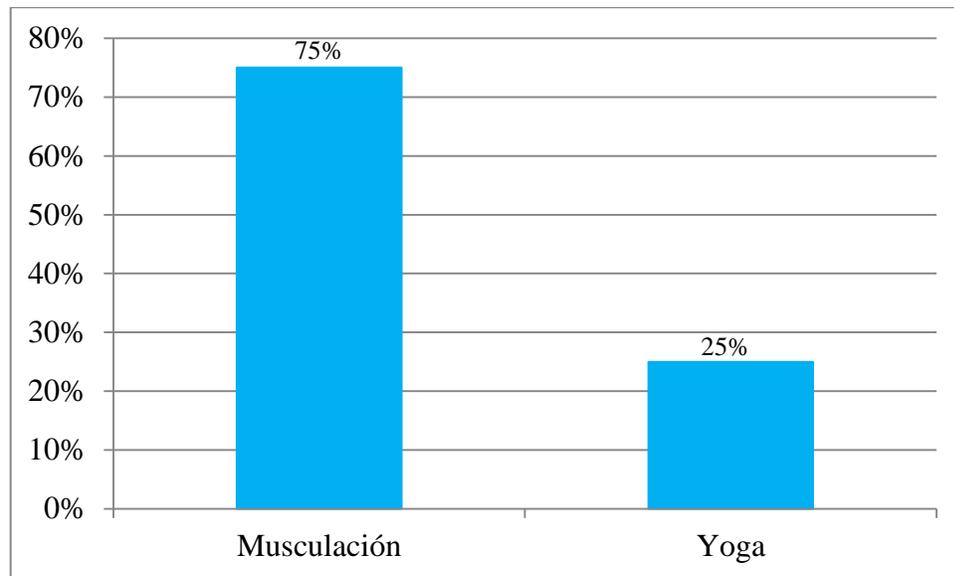
Caminata	44%
Bicicleta	39%
Natación	17%



De las 18 mujeres que realizan ejercicios aeróbicos, 8 hacen caminatas lo cual representa un 44%, 7 hacen bicicleta, que representa el 39% y las 3 restantes natación, que son el 17%.

Ejercicios anaeróbicos:

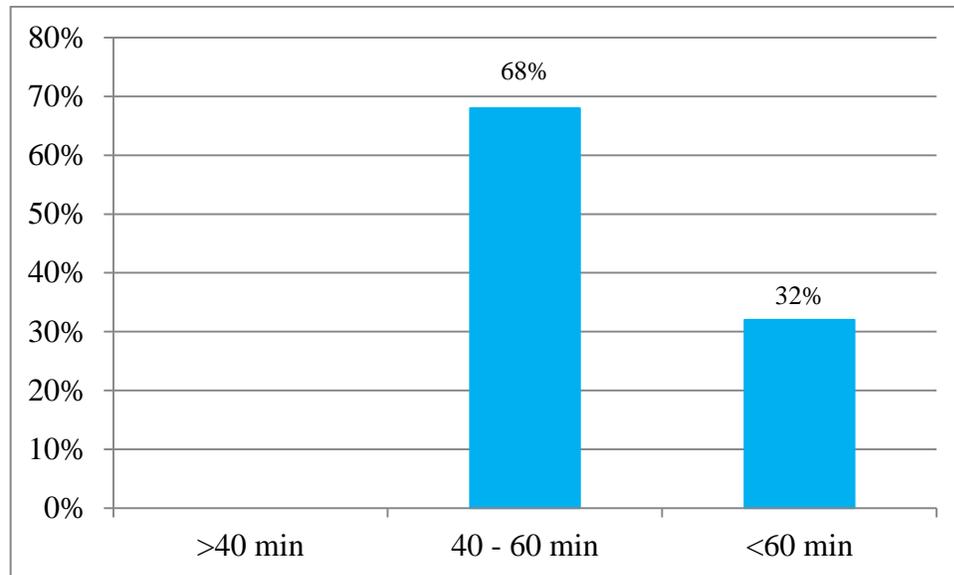
Musculación	75%
Yoga	25%



De las 4 mujeres que realizan ejercicios anaeróbicos son 3 las hacen musculación, que representan al 75% y 1 que hace yoga, que representa al 25%.

Duración actividad física.

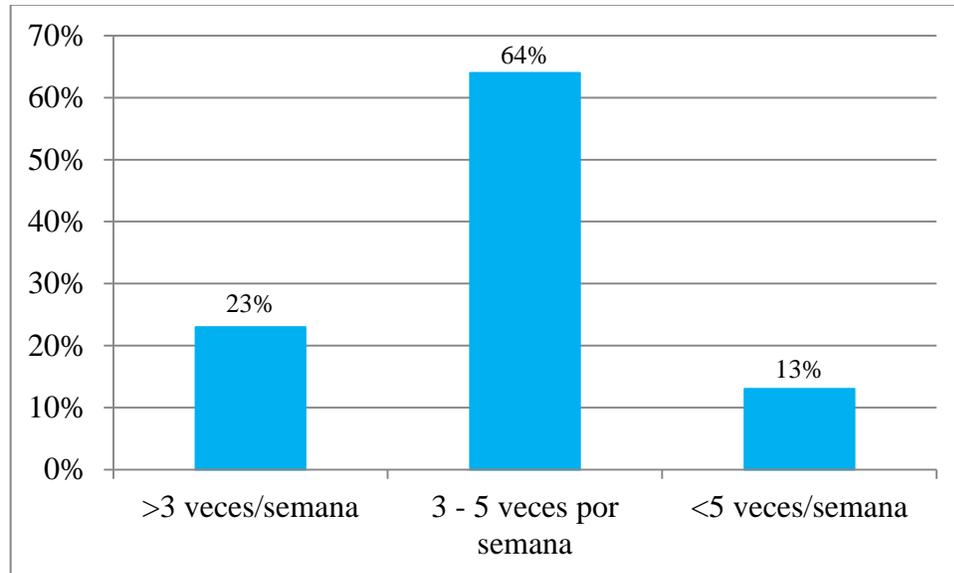
>40 min	-
40 – 60 min	68%
<60 min	32%



De las 22 encuestadas que practican actividad física, el 68% (15) lo hace por 40 – 60 min, mientras que el 32% (7) por más de 60 min.

Frecuencia de actividad física

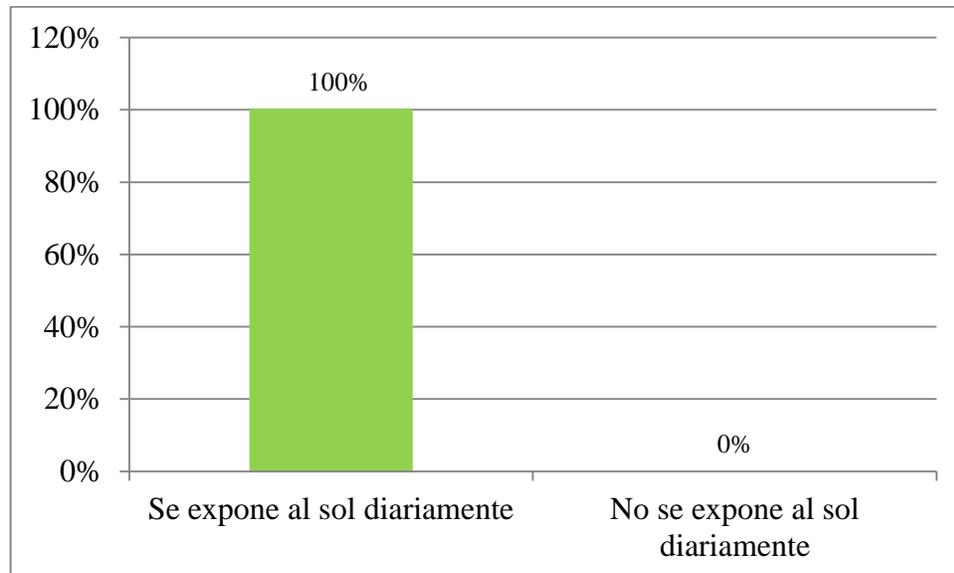
>3 veces/semana	23% (5)
3 – 5 veces/semana	64% (14)
<5 veces/semana	13% (3)



De las 22 encuestadas, el 23% (5) practica ejercicio menos de 3 veces por semana, el 64% (14) lo hace de 3 a 5 veces por semana y el 13% (3) más de 5 veces por semana.

Exposición solar:

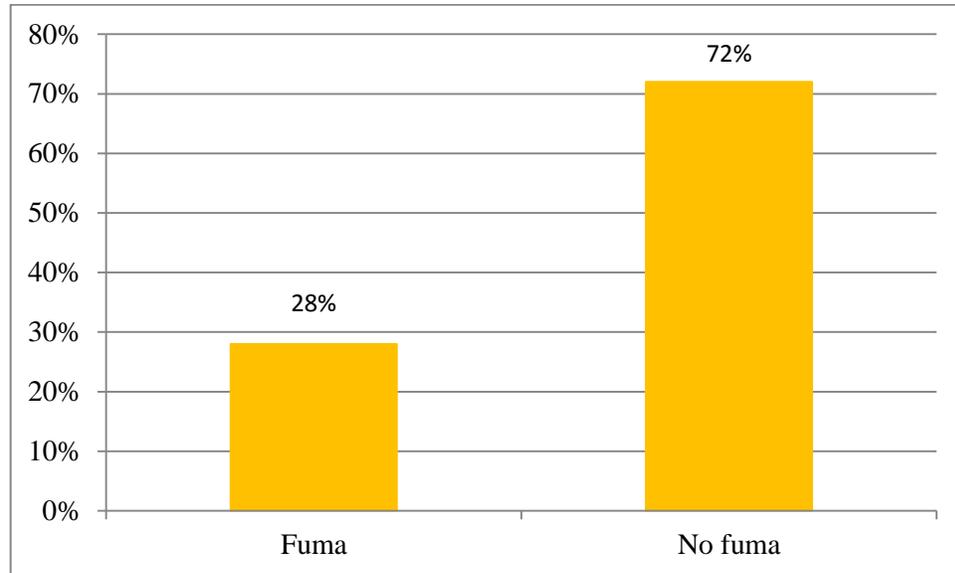
Se expone al sol diariamente	100%
No se expone al sol diariamente	-



Todas las mujeres encuestadas tienen una exposición solar adecuada.

Tabaquismo:

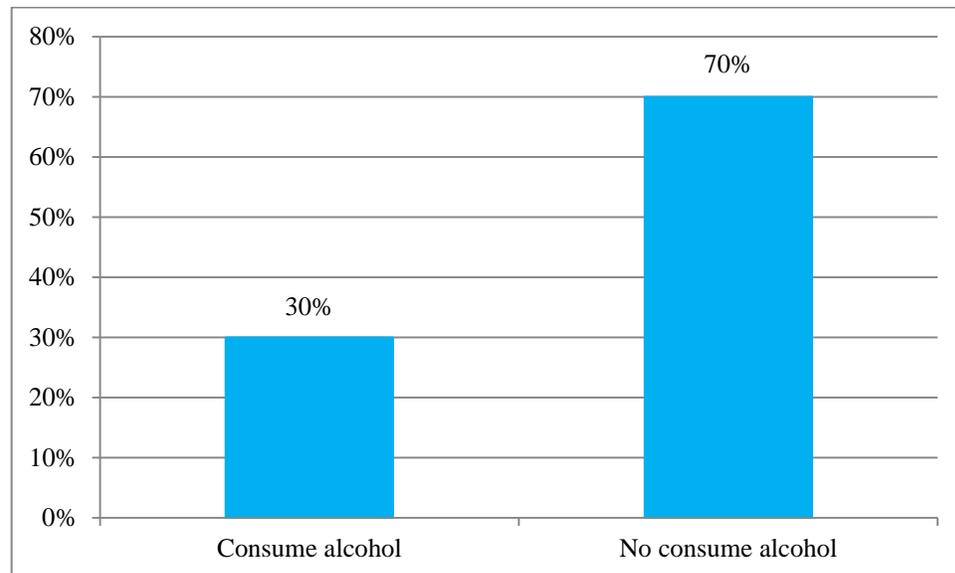
Fuma	28%
No fuma	72%



Del 100%, el 28% fuma. Esto representa un total de 14 mujeres. El 72% restante, 36 mujeres, no fuman.

Consumo de alcohol

Consume alcohol	30%
No consume alcohol.	70%



Del 100%, el 30% consume alcohol. Esto representa un total de 15 mujeres. El 70%, que incluye a 35 mujeres no consumen bebidas alcohólicas.

Conclusión:

A través del análisis de los datos, recabados con encuesta nutricional y formulario de frecuencia de consumo, se pudo determinar que la hipótesis planteada, acerca de que las mujeres en etapa de postmenopausia no llegan a cubrir las recomendaciones de calcio y vitamina D, se encuentra aproximada a la realidad.

Del total de mujeres encuestadas (50) solo el 36% de ellas (18) llega a cubrir las recomendaciones de **calcio** para la edad (1200 mg/día). El promedio de consumo del mismo, calculado en función de la cantidad de mujeres que llegan a los valores recomendados, es de 1285 mg/día. Del total de calcio, un 55,6 % se cubre a través de alimentos fuentes (leche, yogur y quesos), mientras que el 44,4% restante es aportado por huevo, carnes, vegetales, frutas, frutos secos, cereales y legumbres, que tienen calcio pero este tiene menor biodisponibilidad.

Aunque lo deseable es lograr cubrir las recomendaciones de calcio a través de alimentos, muchas veces es difícil conseguirlo. Siendo recomendable para esto, aumentar la ingesta de alimentos enriquecidos con el mismo. No obstante, en ocasiones es preciso recurrir a **suplementos** tanto de calcio como de vitamina D, que facilita su absorción, para llegar a los valores recomendados. Del 100% de las mujeres encuestadas solo un 12%, que representa a una cantidad de 6 mujeres, consume suplementos de Calcio y Vitamina D. El 88% restante no consume suplementos, aunque muchas mencionaron que en algún momento si lo hicieron.

En cuanto a la **vitamina D**, solo alcanzan a cubrir las recomendaciones el 26% de las encuestadas (13) que a través de alimentos, y en algunos casos con la ayuda de suplementos, consumen más de 800 a 1000 UI de esta vitamina por día.

De todos modos, hay que tener en cuenta que nuestro organismo es capaz de sintetizar vitamina D por la acción de la radiación solar, a partir del colesterol de la piel. Para que esto sea posible se debe favorecer la exposición breve y casual de la cara, los brazos, las

manos y/o las piernas a la luz solar. Se considera una **exposición solar** sensata a 5 a 10 min de exposición de los brazos y las piernas, o las manos, los brazos y la cara, dos o tres veces por semana. En este caso, se determinó que el 100% de las encuestadas tienen una exposición adecuada.

Los factores de riesgo para el desarrollo de enfermedades óseas que se investigaron son la inactividad física, el tabaquismo y el consumo excesivo de alcohol.

La **actividad física** es uno de los puntos básicos para la prevención y el tratamiento de enfermedades óseas. La tensión generada por los músculos y tendones sobre el hueso durante el esfuerzo físico es el principal factor para favorecer el depósito de calcio y la formación de la matriz ósea. De las 50 mujeres encuestadas, son 22 las que realizan actividad física programada, lo cual representa un 46%. La actividad física predominante es de tipo aeróbica, encabezando el primer lugar las caminatas. Este tipo de ejercicio estimula suficientemente la musculatura y es considerado beneficioso especialmente para este grupo etario.

El **hábito tabáquico** tiene una doble justificación como factor de riesgo, ya que por una parte ejerce un efecto negativo directo sobre la masa ósea e indirecto al reducir la ingesta de alimentos, causando en ocasiones el consiguiente déficit de nutrientes importantes. Del 100%, el 28% fuma. Esto representa un total de 14 mujeres. De las cuales, 4 fuman menos de 10 cigarrillos por día y el resto 10 o más cigarrillos.

El elevado **consumo de alcohol** genera acidosis, lo cual ejerce un mecanismo de acción sobre el hueso, concretamente afectado la masa ósea. También se debe destacar que el consumo moderado del mismo puede tener efectos beneficiosos, al estimular la conversión de androstenodiona a estrona, que es un compuesto estrogénico con capacidad de preservación ósea. En este caso, se realizó un promedio diario de consumo de alcohol de acuerdo al número de veces por semanas que se consume y a la cantidad por cada vez que se consume. Del 100%, el 30% consume alcohol. Esto representa un total de 15 mujeres que, en su mayoría, refirió tomar vino en alguna de las comidas. De las 15, son 7 las que consumen 200 ml o menos y 8 las que consumen más de 200 ml diarios.

Bibliografía:

Libros:

- ✓ Mahan, L.K, Escott-Stump, S, & Raymond,J.L. (2013). *Krause Dietoterápia*. España: Elsevier.
- ✓ Torresani, M. & Somoza, M. (2009). *Lineamientos para el cuidado nutricional*. Argentina: Eudeba.
- ✓ López, L. B & Suárez, M. M. (2011). *Fundamentos de Nutrición Normal*. Buenos Aires: El Ateneo.
- ✓ Suárez, M.M & López, L.B. (2012). *Alimentación Saludable*. Buenos Aires: Hipocrático S.A.
- ✓ Mataix, J. (2009). *Tratado de nutrición y alimentación*. España: Oceano.
- ✓ Vidal, E. (2009). *Manual práctico de Nutrición y Dietoterapia*. España: MonsaPrayma.
- ✓ Rodota, L. (2012). *Nutrición Clínica y Dietoterapia*. Buenos Aires: Panamericana.
- ✓ Torresani, M. (2009). *Aprendamos a comer frente al cambio hormonal*. Buenos Aires: Akadia.

Revistas Científicas:

- ✓ Lugones M. (2001). Osteoporosis en la menopausia. Prevención y estrategias terapéuticas actuales.*Revista Cubana de obstetricia y ginecología*, vol 27. Recuperado de:http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0138-600X2001000300004&script=sci_arttext&tlng=pt
- ✓ Ortega R., González L., Navia B., Perea J., Aparacio A & López A. (2013) Ingesta de calcio y vitamina D en una muestra representativa de mujeres españolas; problemática específica en menopausia. *Nutrición Hospitalaria*, vol 28. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112013000200006&script=sci_arttext

- ✓ Úbeda, N., Basagoiti, A & Varela G. (2007) Hábitos alimentarios, estado nutricional y estilos de vida en una población de mujeres menopáusicas españolas. *Nutrición Hospitalaria*, vol 22. Recuperado de: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S0212-16112007000400005&script=sci_arttext&tlng=e

Sitios Científicos:

- ✓ Universidad Nacional de Luján. (2010). *Tablas de Composición de alimentos*. Recuperado en: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood/Tablas/Tabla.htm>.

Anexos y Apéndices:

ENCUESTA NUTRICIONAL

Fecha:

Edad:

Ocupación:

- PESO:
- TALLA:

1. Cómo describiría su apetito? Aumentado Moderado Disminuido

2. Come aproximadamente a la misma hora todos los días?

Sí No A veces

3. Cuantas veces por semana desayuna?

4. Que comidas omite fuera del desayuno?

5. Come usualmente algo entre comidas? Sí No

Si es si, nómbrelos:

6. Ha tenido algún problema con el peso? Sí No

Si es si, cuál? Sobrepeso Bajo peso

7. Como se siente con respecto a su peso?

Pesado Delgado Bien

8. Esta bajo dieta para perder peso? Sí No

Si es si, de que tipo?

Quien se la recomendó?

Por cuánto tiempo?

9. Está tomando vitamina D o Calcio suplementario? Sí No

Si es si, cual, cuantas veces y de que marca?

10. Fuma? Sí No

Si es si, cuantos por día?

11. Toma alguna bebida alcohólica? Sí No

Si es si, que, con qué frecuencia y que cantidad?

12. Realiza actividad física? Sí No

13. Qué tipo de actividad física?

14. Cuantas veces por semana hace ejercicio?

15. Cuanto tiempo por sesión?

16. Diariamente se expone al sol?Sí No

FORMULARIO DE FRECUENCIA DE COMIDAS

Nombre:						Fecha			
						/ /			
COMIDA	Forma de cocción	Agregados	Come	No come	Porción (cant)	Nº de porciones por semana	Calcio (100 mg)	Vit D (100 mg)	
1- Carnes y Huevo									
Pollo Pechuga							23	-	
Pollo Pata/ Muslo							23	-	
Bife de carne vacuna							12	-	
Hamburguesa casera							12	-	
Hamburguesa industrial							15	-	
Asado de Tira							12	-	
Matambre							12	-	
Peceto							12	-	
Achuras de Vaca							12	16,000	
Chorizo de vaca							18	-	
Cerdo							2	-	
Jamón cocido							15	-	
Jamón crudo							11	-	
Salamines							8	16,000	
Salchichas viena							11	7,000	
Pescado de mar							20	225,000	
Pescado de río							43	225,000	
Huevo							56	35,000	
2- Legumbres y frutas secas									
Lentejas							46	-	
Habas								-	
Soja							67	-	
Nueces							89	-	
Almendras							248	-	
Maní							54	-	
3- Leche y Derivados									
Leche Fluida Entera							123	40,000	
Leche Fluida Parc. Descremada							120	40,000	
Leches fortificadas							112	92,000	

Fideos secos finos							18	-
Fideos secos gruesos							18	-
Fideos soperos							18	-
5- -Vegetales A								
Acelga							115	-
Achicoria							18	-
Ají							8	-
Apio							40	-
Berenjena							10	-
Berro							120	-
Brócoli							46	-
Coliflor							25	-
Espinaca							95	-
Espárragos							25	-
Hinojo							40	-
Lechuga							36	-
Pepino							23	-
Rabanito							26	-
Radicheta							138	-
Repollo							46	-
Repollito de Bruselas							46	-
Tomate							9	-
Zapallito							24	-
6- Vegetales B								
Alcaucil							40	-
Arvejas frescas							21	-
Cebolla							26	-
Cebolla de verdeo							26	-
Brotos de soja							67	-
Chauchas							60	-
Palmitos							58	-
Puerro							58	-
Remolacha							13	-
Zanahoria							37	-
Zapallo							23	-
7- Vegetales C								
Batata							34	-
Choclo							6	-
Mandioca							16	-
Papa							36	-
8- Frutas A								

