

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE MEDICINA
CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE NUTRICIÓN



**“MICRONUTRIENTES EN EL MENU DE ATLETAS DE LOS XXIV JUEGOS
CENTROAMERICANOS Y DEL CARIBE, SAN SALVADOR 2023”**

PRESENTADO POR:

JOHANNA MARIA AQUINO DIAZ
CARLOS EDGARDO MALDONADO SANTOS
PAOLA ROCIO SERMENO GARCIA
DELMY STEFANY RIVERA SANCHEZ
NICOLE ALEJANDRA ZELAYA ZANDOVAL

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO/A. EN NUTRICION.

ASESOR:

LICDA. EVELYN DE AGUILAR.

Ciudad Universitaria, 8 de agosto del 2023

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

RECTOR

MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO

VICE-RECTOR ACADEMICO

PHD. RAUL AZCUNAGA

VICE- RECTOR ADMINISTRATIVO

ING. JUAN ROSA QUINTANILLA

SECRETARIO GENERAL

ING. FRANCISCO ALARCON

FISCAL GENERAL

LIC. RAFAEL HUMBERTO PEÑA MARIN

FACULTAD DE MEDICINA Y ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

DECANA

MSc. JOSEFINA SIBRIAN

VICE-DECANO

DR. SAUL DIAZ PEÑA

SECRETARIA GENERAL

AURA MIRANDA

Índice de contenido

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN.....	8
I. DESARROLLO DE CONTENIDO	10
A. Fisiología de micronutrientes en el organismo y ejercicio. ..	10
B. VITAMINAS	11
1. Vitamina A	11
2. Vitaminas del complejo B.....	12
3. Vitamina E	16
4. Vitamina C	17
C. MINERALES.....	19
1. Hierro.....	19
2. Calcio.....	21
3. Magnesio	24
4. Zinc.....	25
5. Sodio y Potasio.....	26
D. Uso de suplementos	28
1. Vitamina D	28
2. Vitamina C y E	29
3. Calcio.....	30
4. Hierro.....	31
E. Prevención de lesiones.....	33
1. Hierro, calcio y vitamina D para la mujer deportista	33
2. Uso de antioxidantes (vitamina E y C)	34
3. Magnesio en las contracciones musculares.....	35
F. Inhibición de nutrientes por consumo de sustancias	36
G. Satisfacción de micronutrientes en el menú de deportistas de los juegos CA y del caribe	37
II. CONCLUSIONES	39

III. Anexos.....	40
Menú estándar de los atletas en el comedor de la Villa Centroamericana de los XXIV Juegos Centroamericanos y del Caribe 2023	40
IV. BIBLIOGRAFÍA.....	41

Índice de tablas

Página

Tabla 1. Requerimiento de Vitaminas en la población adulta.....	15
Tabla 2. Requerimiento de minerales en la población adulta.....	25
Tabla 3. Satisfacción del contenido de minerales del menú de atletas....	34
Tabla 4. Satisfacción del contenido de vitaminas del menú de atletas....	35

AGRADECIMIENTOS

A Lic. Evelyn de Aguilar, encargada del diplomado de nutrición deportiva, quien nos brindó sus conocimientos, guía y tiempo sin esperar nada a cambio y quien es un modelo a seguir para futuros nutricionistas.

A Lic. Carlos Anaya, quien inició y promovió la realización del diplomado de nutrición deportiva durante su período como director de la carrera de nutrición.

A Lic. Eileen de Aguirre, actual directora de la carrera de nutrición, por su apoyo en la gestión del diplomado de nutrición deportiva y en todo el proceso de egreso.

A todo el grupo de profesionales que se encargaron de brindarnos los diferentes temas del diplomado de nutrición deportiva y de los cuales aprendimos mucho sobre la carrera, pero más que nada de la devoción de un profesional de la salud. Sin todos ustedes, este trabajo no fuera posible.

RESUMEN

Los micronutrientes se requieren en cantidades muy pequeñas, pero cumplen funciones muy importantes, principalmente regulan las reacciones químicas durante el metabolismo. Es especialmente importante para los deportistas, quienes durante sus entrenos hay un gran recambio de nutrientes y adaptaciones fisiológicas. Algunos minerales como el sodio y potasio están involucrados en el estado de hidratación de los deportistas, otros como el magnesio y calcio son componentes estructurales y brindan soporte, además de participar en la contracción y relajación muscular. Mientras que, las vitaminas del complejo B regulan un sinnúmero de reacciones nerviosas y metabólicas de otros nutrientes; la vitamina C y E actúan como antioxidantes importantes a la hora de proteger los tejidos contra el desgaste producido por el estrés de los entrenamientos.

Muchas veces se debe hacer uso de suplementos dietéticos para cumplir los requerimientos elevados de los atletas según su nivel, deporte o entorno, incluso se debe tomar en cuenta los procesos biológicos que atraviesan, como los ciclos menstruales, o las complicaciones como la Tríada de la mujer deportista. Este tipo de situaciones implica que los profesionales de la nutrición deban calcular lo más específicamente posible las necesidades de nutrientes para los atletas.

Tomar en cuenta todas estas consideraciones, puede ayudar a los deportistas a prevenir lesiones que interfieren con el plan de entreno establecido, además de que podría potenciar el rendimiento deportivo, manteniendo un buen estado de salud físico y mental.

INTRODUCCIÓN

La alimentación es un aspecto de suma importancia para el correcto funcionamiento del organismo durante la realización de las diferentes actividades cotidianas, ya que proporcionan al cuerpo humano los nutrientes necesarios para un mejor desempeño, además de proporcionar los micronutrientes que realizan un papel importante en una variedad de procesos metabólicos.

Durante la realización de ejercicio físico se modifican una serie de aspectos metabólicos con el objetivo de mantener la homeostasis del organismo, por lo cual se ven aumentadas las demandas de energía, macro y micronutrientes en ese momento.

Los micro al igual que los macronutrientes deben ser considerados en la planificación de la dieta del deportista ya que al aumentar la actividad física se aumentan las demandas de estos, las cuales pueden ser satisfechas por medio de una alimentación adecuada al tipo de deporte que se practica, la edad, el periodo de competencia o entreno, entre otros aspectos.

Sin embargo, los micronutrientes son componentes de la dieta que en ocasiones se dejan en segundo plano, terminando en una ingesta inadecuada en los deportistas de alto rendimiento, lo cual puede generar efectos negativos en la salud y rendimiento del atleta.

Con esto en cuenta, en el presente trabajo se realizó el cálculo del contenido de micronutrientes y posterior análisis de la alimentación proporcionada a los atletas durante el desarrollo de los Juegos Centroamericanos y del Caribe, los

cuales se realizaron del 23 de junio al 8 de julio del 2023 y donde se les brindó alimentación estilo buffet, que incluía una mezcla de gastronomía de diferentes países participantes. Es necesario recalcar que el menú utilizado es un promedio de la alimentación usual de los atletas, porciones y tipo de alimento elegido.

Para ello se obtuvo el patrón de menú y el menú con los diferentes alimentos disponible para los atletas, con lo cual se elaboró el menú de un día, con aproximaciones de las cantidades servidas en la bandeja de los deportistas. La información obtenida en este estudio es de utilidad ya que permite obtener una visión aproximada del consumo de micronutrientes al día, que proporcionaba la alimentación del comedor de la Villa Centroamericana a los diferentes atletas, ya que estos son de especial importancia en la nutrición y el desempeño, sobretodo en el contexto de las diferentes competiciones.

Dentro de las dificultades encontradas en la realización del presente trabajo, se puede mencionar la variación de las porciones de alimento servidas, y snacks o meriendas que no fueron consideradas en esta monografía. Además de esto, las recomendaciones de micronutrientes para deportistas dependen del tipo de deporte, por lo cual en este estudio se tomó en cuenta la recomendación para poblaciones normales.

Los hallazgos obtenidos acerca del contenido de micronutrientes de la alimentación brindada se obtuvieron, que el aporte de vitaminas y minerales de este menú era importante según la ingesta diaria recomendada. Además, la variedad de alimentos proporcionados promovió la ingesta diaria de las diferentes vitaminas y minerales en los atletas. De igual modo se presentan los cuadros comparativos del contenido de micronutrientes y el porcentaje de satisfacción de acuerdo a las RDI de la población normal, ya que las recomendaciones para deportistas son escasas y dependen de cada disciplina.

I. DESARROLLO DE CONTENIDO

A. Fisiología de micronutrientes en el organismo y ejercicio.

Los micronutrientes están involucrados en muchos procesos metabólicos por lo que juegan un papel importante durante el ejercicio.¹ La actividad física aumenta el recambio energético y los requerimientos de micronutrientes. Durante el ejercicio también aumentan las pérdidas de micronutrientes por diferentes medios. Si el atleta mantiene una dieta balanceada que provee suficiente energía, es poco probable que tenga deficiencias de micronutrientes.³

La mayoría de las vitaminas participan en procesos relacionados con la contracción muscular y el gasto energético.⁵

Las vitaminas del complejo B actúan como cofactores de las enzimas que regulan la glucólisis, el ciclo del ácido cítrico, la fosforilación oxidativa, la beta-oxidación, y la degradación de los aminoácidos.⁵

El ácido fólico y la vitamina B12 son necesarios para la síntesis del hemo, factor involucrado en el transporte de oxígeno en sangre. El ácido ascórbico activa una enzima que regula la biosíntesis de carnitina, que es necesaria para el transporte de ácidos grasos desde el citosol celular a las mitocondrias. Las vitaminas antioxidantes (principalmente C y E) y algunos minerales participan en el sistema amortiguador (O buffer) frente a los radicales libres que se producen por aumento del recambio energético.⁵

Varios minerales, como magnesio, hierro, zinc y cobre, actúan como activadores de enzimas en la glucólisis, la fosforilación oxidativa y en el sistema responsable del mantenimiento del equilibrio ácido-base. El hierro es necesario para la síntesis del factor hemo. Los minerales (electrolitos) también afectan la contracción muscular.²

B. VITAMINAS

Compuestos orgánicos necesarios en muy pequeña cantidad para prevenir el deterioro de la salud. Deben obtenerse a partir de la alimentación porque el cuerpo humano no puede sintetizarlas, excepto las vitaminas D y K.

Las vitaminas con mayor impacto en el atleta son las del complejo B y los antioxidantes³; que desde el punto de vista del papel que juegan durante la actividad física y el ejercicio, pueden clasificarse en cuatro grupos principales:

1. vitaminas que participan en el metabolismo energético (vitaminas del complejo B)
2. vitaminas que participan en la síntesis de glóbulos rojos (ácido fólico, vitamina B12)
3. antioxidantes (vitaminas C y E)
4. vitamina D que participa en la homeostasis ósea.³

1. Vitamina A

Las formas activas de esta vitamina son el retinol, retinaldehído y ácido retinoico, compuestos esenciales para la visión, proliferación y diferenciación celular, crecimiento y funciones del sistema inmunológico.

- *Requerimientos nutricionales:* El Comité de Alimentación y Nutrición del Instituto de Medicina de los Estados Unidos, estableció el Requerimiento Promedio Estimado con base en el análisis de varios datos (reserva hepática mínima aceptable, relación del peso del hígado y el peso corporal, eficiencia en el almacenaje de vitamina A ingerida, pero corporal, entre otros) que permitieran estimar la cantidad necesaria para asegurar reservas corporales suficientes de vitamina A, para cubrir necesidades adicionales en situaciones de estrés y en ingestas bajas de

vitamina; por lo que se estima un requerimiento promedio de 8.25 µg/kg/día tanto para hombres como para mujeres.

Pero, en general, dado que no existe evidencia de que el ejercicio aumenta las necesidades de vitamina A, la suplementación con carotenos no proporciona ningún beneficio en el rendimiento deportivo.

- *Deficiencia:* La deficiencia de esta vitamina en diferentes grados de intensidad puede producir xeroftalmía, hiperqueratosis, retraso en el crecimiento y mayor susceptibilidad a diversas infecciones. Además, la deficiencia de vitamina A puede convertirse en un factor agravante de la anemia.
- *Fuentes alimentarias:* Al ser una vitamina liposoluble, la vitamina A se encuentra principalmente en alimentos de origen animal; las mejores fuentes son el hígado de animales y los aceites de hígado de pescados. También se encuentra en la yema de huevo, carnes de pescado y leche entera de vaca, crema y mantequilla.

2. Vitaminas del complejo B

Las vitaminas del complejo B más estudiadas en deportistas son la tiamina, la Riboflavina y la vitamina B6. Esto se debe a que estas vitaminas están involucradas en procesos metabólicos importantes.⁶

Tiamina: juega un papel importante en el metabolismo de carbohidratos y de aminoácidos de cadena ramificada, ya que funciona como coenzima de la piruvato deshidrogenasa, que convierte el piruvato en acetil coenzima A, un paso importante en el metabolismo energético.⁸

- *Requerimiento nutricional:* Los valores de requerimientos de tiamina en adultos se fundamentan en estudios de depleción y repleción, por lo que se estima un requerimiento de 0.9 mg/día para mujeres y 1.0 mg/día en hombres.

- *Deficiencia:* La deficiencia de tiamina produce acumulación de piruvatos (tóxicos) en el plasma y tejidos. Cuando la deficiencia es prolongada puede llevar a la producción de beri beri (que incluye alteraciones neurológicas, cardiovasculares, anorexia y edema). En casos de deficiencia severa, se puede presentar daño cerebral, como encefalopatías llamadas síndrome Korsakoff y la enfermedad de Wernicke.
- *Fuentes alimentarias:* se encuentra en cantidades significativas en cereales no refinados, levadura, vísceras, carne magra de cerdo y otros animales, leguminosas en grano y nueces.

Riboflavina: Es necesaria para la síntesis de dos coenzimas, la flavin adenosina mononucleótido y dinucleótido que son importantes en el metabolismo de glucosa, ácidos grasos, glicerol y aminoácidos para la obtención de energía, por lo que es esencial para el metabolismo intermediario de los substratos de energía.

- *Requerimiento nutricional:* Se estimó un requerimiento promedio para hombres de 1.1 mg/día y de 0.9 mg/día para mujeres.
- *Deficiencia:* La deficiencia de vitamina B2 puede deberse a muchos factores, entre los cuales se encuentra el ejercicio físico intenso, dietas no balanceadas, ausencia de lácteos en la dieta usual, dieta vegana exclusiva, etc. Esta deficiencia puede provocar diversos signos clínicos poco específicos, tales como queilosis, estomatitis angular, dermatitis seborreica, alteraciones en la piel de los genitales y anemia normocítica.
- *Fuentes alimentarias:* Los alimentos animales son las mejores fuentes de esta vitamina, sobre todo la leche y sus derivados, hígado, vísceras, carnes y pescados. Entre las fuentes de origen vegetal están: hojas verdes como brócoli, espárragos y espinaca; también son buenas fuentes aguacate, hongos y cereales integrales. ⁶

Vitamina B6: Es un grupo de tres compuestos químicos relacionados: piridoxol, piridoxal, piridoxamina, más sus fosfatos. Las formas metabólicamente activas actúan como cofactores de numerosas enzimas que catalizan varias reacciones de aminoácidos; una de las principales es la generación de glucosa a partir de aminoácidos.⁶ También es importante como catalizador en la síntesis de neurotransmisores como la serotonina en el cerebro, en la síntesis de heme en la sangre y en la síntesis de niacina y de ácido nucleico.⁸

- *Requerimientos nutricionales:* Aunque aún no se han encontrado efectos adversos por altas ingestas alimentarias de esta vitamina, por su uso en suplementos, se ha establecido que en adultos una ingesta máxima tolerable para prevenir riesgo de toxicidad es de 100 mg/d.
- *Deficiencia:* Es muy rara debido a su abundancia en los alimentos; sin embargo, se puede producir por alcoholismo crónico, consumo de drogas, errores del metabolismo y por consumo excesivo de proteínas. Esta deficiencia afecta principalmente los nervios periféricos, la piel, las membranas mucosas y el sistema hematopoyético; algunos síntomas son: dermatitis seborreica, boqueras, anemia microcítica, convulsiones, depresión y confusión.
- *Fuentes alimentarias:* Las mejores fuentes de esta vitamina son: hígado de res, carne de pollo, pescado y cerdo y la yema de huevo. Otras buenas fuentes son los granos integrales de arroz, trigo y avena, frijol de soya, maní y nueces.

El ejercicio puede aumentar los requerimientos de la tiamina, riboflavina y la vitamina B6 por varios mecanismos propuestos, como disminución en la absorción intestinal, aumento en el recambio y metabolismo, aumento en las concentraciones de enzimas mitocondriales que requieran de estos micronutrientes como cofactores y mayor uso para la reparación de tejidos, lo cual con una adecuada alimentación se puede asegurar cubrir las necesidades sin agregar algún tipo de suplemento. A menos que el atleta restrinja su ingestión

energética o consume una dieta alta en productos refinados, la ingestión de tiamina, riboflavina y vitamina B6 será adecuada, por lo tanto, no se recomienda el uso rutinario de suplementos de estas vitaminas.

Se han realizado estudios que evidencian que la deficiencia de tiamina, riboflavina y vitamina B6 disminuye el rendimiento en el atleta.^{8,11} Se demostró que al depletar a un grupo de veinticuatro hombres sanos de estas vitaminas, su capacidad máxima de trabajo, medida por el consumo máximo de oxígeno, disminuyó significativamente. Sin embargo, no se ha encontrado evidencia que el uso de suplementos de estas vitaminas mejore el rendimiento en los atletas, por medio de mediciones de consumo máximo de oxígeno, o VO₂ máx.¹² Otros estudios han demostrado que la ingestión de estas vitaminas es generalmente adecuada en deportistas, pero puede ser algunas veces deficiente, especialmente en atletas femeninas.¹⁰

Vitamina B12:

Esta vitamina está involucrada en el reciclaje de los folatos que actúan como coenzimas en la maduración de los glóbulos sanguíneos. Es necesaria también, para la mielinización del cerebro, médula espinal y nervios periféricos

- *Requerimientos nutricionales:* Se estima un requerimiento promedio de 2 µg/día sin diferenciar por sexo.
- *Deficiencia:* La deficiencia de vitamina B12 es raramente de origen dietético, casi siempre es provocada por problemas de malabsorción asociados a la falta de factor intrínseco o problemas en la absorción de las proteínas ligadas a esta vitamina. Su deficiencia produce anemia megaloblástica y una deficiencia severa puede dar origen a síntomas neurológicos y neuropsiquiátricos, los primeros síntomas más comunes son parestesias, entumecimiento y pérdida de la sensibilidad en manos y pies.

- *Fuentes alimentarias:* Las mejores fuentes de esta vitamina son el hígado y vísceras, y los moluscos bivalvos (ostras, almejas, etc.) En segundo lugar, están varios peces y mariscos, yema de huevo, carnes de rumiantes y quesos fermentados.

3. Vitamina E

La vitamina E es el antioxidante más importante de la membrana celular y actúa contra varias especies de radicales libres. Los estudios que se han hecho con vitamina E en deportistas han sido de dos tipos: para evaluar si la suplementación de vitamina E disminuye el daño causado por la liberación de radicales libres durante el ejercicio y para evaluar si la suplementación de vitamina E mejora el rendimiento en el deportista.¹¹

La mayoría de los estudios que se han realizado con suplementos de vitamina E en atletas no han logrado demostrar que exista una mejoría significativa en el rendimiento.¹³ Se cree que puede haber algún beneficio al suplementar atletas que entrenan a mayor altitud, pero todavía debe confirmarse esta hipótesis. La suplementación de vitamina E pareciera tener algún efecto protector en sujetos sin entrenamiento, que inician actividad física y no disponen de un sistema antioxidante eficiente.¹⁴

- *Requerimiento:* Sabemos que la necesidad de un nutriente es la expresión numérica de la cantidad que un individuo dado, en un momento determinado, y bajo unas condiciones específicas; necesita para mantener un estado nutricional, de salud y de forma física adecuado. Por lo tanto, las necesidades de vitamina E deben expresarse en función de la ingesta de ácidos grasos poliinsaturados. La relación tocoferol/P.U.EA. debe ser mayor de 0,79, por lo que un deportista que consume 60 mg de ácidos grasos poliinsaturados precisaría una cantidad de vitamina E de unos 35 mg diarios.

Algunos investigadores han observado una relación inversamente proporcional entre la concentración de vitamina E en plasma y el

porcentaje de fibras I del músculo. Esta relación puede indicar que personas físicamente activas con un porcentaje alto en fibras de tipo I pueden tener un requisito mayor de vitamina E en relación con aquellos que tengan más porcentaje de fibras tipo II.¹⁵

- *Deficiencia:* Una deficiencia en vitamina E aumenta los daños producidos por los radicales libres durante el ejercicio, existiendo un agotamiento prematuro (40% menos de la capacidad normal), lo que podría provocar distrofia muscular.¹⁵
- *Fuentes alimentarias:* Los aceites vegetales, por ejemplo, los aceites de germen de trigo, girasol y cártamo, se encuentran entre las fuentes más ricas de vitamina E. Los aceites de maíz y soja también aportan vitamina E. Los frutos secos (como maní, avellanas y, en especial, almendras) y las semillas (como las semillas de girasol) también se encuentran entre las mejores fuentes de vitamina E. Las hortalizas de hojas verdes, como la espinaca y el brócoli.¹⁵

4. Vitamina C

La función antioxidante principal de la vitamina C es regenerar el α -tocoferol (vitamina E) reducido por medio de la donación de un electrón. Otra función de esta vitamina es la neutralización de radicales libres solubles en el plasma.²

La mayoría de los deportistas parecen tener ingestión adecuada de vitamina C en su dieta, por lo tanto, la suplementación no parece tener efecto sobre los valores de ácido ascórbico en el organismo.²

Algunos autores mencionan que el uso de vitamina C puede disminuir el daño muscular después del ejercicio. Otros estudios han concluido que la suplementación con vitamina C puede disminuir la supresión inmune que existe después del ejercicio, sin embargo, estos hallazgos quedan por confirmar.²

- *Requerimientos nutricionales:* Las necesidades de vitamina C en adultos mayores a 18 años en hombres es próximo a los 75mg/día, y en mujeres de 65 mg/día.
- *Deficiencia:* Los signos clínicos de deficiencia leve de esta vitamina son gingivitis e hiperqueratosis folicular; en deficiencias severas se presenta encías sangrantes. petequias y dolores articulares.
- *Fuentes alimentarias:* Se encuentra esta vitamina en verduras y frutas, tales como: brócoli, col de Bruselas, coliflor, espinaca, chiles, marañón, papaya, cítricos, piña y guayaba.

En la tabla N^o1 se puede apreciar los requerimientos de vitaminas para población adulta (19-59 años).

Vitamina	EDAD	RDI
Vitamina. A	18 - 64 años	650 µg/día mujeres 750 µg/día hombres
Vitamina E	19-59 años	79 mg
Vitamina. C	19-59 años	65 mg mujeres 75 mg hombres
Tiamina (B1)	19-59 años	0.9 mg mujeres 1.0 mg hombres
Riboflavina (B2)	19-59 años	0.9 mg mujeres 1.1 mg hombres
Piridoxina (B6)	19-59 años	1.3 mg
Cianocobalamina (B12)	18- 64 años	2 µg/día

Tabla n^o1, "Requerimiento de vitaminas para población adulta"

C. MINERALES

Son compuestos inorgánicos que forman parte importante en la estructura de varias enzimas involucradas en los procesos metabólicos como glucólisis, glucogenólisis, oxidación de grasas y síntesis proteínica. Además están involucrados en la estabilidad de la membrana y en reacciones antioxidantes.¹⁶ El hierro y el calcio son los micronutrientes inorgánicos que con mayor frecuencia pueden encontrarse deficientes en un número importante de atletas, especialmente en mujeres, y esto puede llegar a tener un efecto negativo sobre el rendimiento de los atletas o en su salud en general.¹⁷ Aunque el magnesio y el zinc juegan papeles metabólicos importantes durante la actividad física, su deficiencia es poco frecuente.¹⁶

1. Hierro

El hierro forma el componente funcional para el transporte de oxígeno (hemoglobina) y almacenamiento (mioglobina), y es necesario para numerosos procesos biológicos que incluyen reacciones de transferencia de electrones, regulación de genes y crecimiento y diferenciación celular.

La mayor parte del hierro del cuerpo se almacena en el hígado (60%), y el 40% restante se encuentra en el tejido muscular, las células y el sistema reticuloendotelial (Beard, 2001). El 95% del hierro almacenado en el hígado se encuentra unido a la proteína de almacenamiento ferritina, y el 5% restante está unido a hemosiderina (Knovich et al., 2009). La concentración total de hierro almacenada en el cuerpo es 30-50 mg/kg/min de masa corporal, sin embargo, esto varía según la edad, el sexo y el tejido específico

- *Requerimientos nutricionales:* Las necesidades de hierro varían dependiendo de diferentes factores como lo es la edad, el sexo y actividad física. La ingesta diaria recomendada en hombres entre los 19 a 59 años es de 10 mg y en mujeres es de 18 mg. Sin embargo, en deportistas los

requerimientos de hierro pueden encontrarse elevados debido a las exigencias corporales que implica.

- *Deficiencias nutricionales:*

Anemia por deficiencia de hierro:

El cuerpo humano no tiene un mecanismo inherente para generar su propio suministro de hierro, por lo cual, el estado de hierro de un individuo depende en gran medida de la ingesta de hierro en la dieta y el reciclaje interno de hierro.

La anemia es un padecimiento en el cual la cantidad de glóbulos rojos en sangre o hemoglobina es inferior al valor normal. Dentro de las causas nutricionales más frecuentes de este padecimiento es una dieta baja en este mineral, también pueden estar involucrados el déficit de vitamina B12, folatos y vitamina A.

En personas con un consumo deficiente de hierro, el cuerpo cubre estas necesidades utilizando el hierro almacenado en los músculos, hígado, el bazo y médula ósea, sin embargo, al agotarse estas reservas se puede presentar anemia por deficiencia de hierro, el cual tiene como síntomas principales el agotamiento, debilidad, mareos y dificultad para respirar, entre otros.

Al haber baja reserva de hierro, disminuye la concentración de todas las enzimas y proteínas que contienen hierro, hemoglobina y mioglobina en primer lugar, y que de alguna forma están involucradas en procesos de transporte de oxígeno, consumo máximo de oxígeno y metabolismo energético. Esto trae como consecuencia disminución en la capacidad aeróbica muscular y, por lo tanto, disminución en el rendimiento del atleta.

El ejercicio aumenta de forma importante las pérdidas de hierro por distintos procesos, que pueden ser por orina, sudor, pérdidas a nivel gastrointestinal o por hemólisis.¹⁸

- *Fuentes alimentarias:* El hierro que se encuentra de forma natural en los alimentos puede ser de 2 tipos, el hierro hemínico que se absorbe mejor en el organismo, proveniente de fuentes alimentarias de origen animal como lo son las carnes magras, mariscos y aves. El hierro no hemínico se encuentra en alimentos de origen vegetal y alimentos fortificados, entre los cuales están los cereales para el desayuno y panes fortificados con hierro, frijoles blancos y rojos, lentejas, espinacas y arvejas, nueces y algunas frutas secas, como las pasas de uva.¹⁵

2. Calcio

El calcio es uno de los minerales más abundantes en el cuerpo, y tiene funciones importantes en el organismo, dentro de las cuales está la función esquelética, ya que es un componente importante del esqueleto y dientes. Además de una función estructural pues forma parte de la estructura de células y una función reguladora debido a su rol en la regulación enzimática, neurotransmisor y regulación del metabolismo.

Debido a que el cuerpo es muy sensible a los cambios o alteraciones en las concentraciones del calcio en la circulación plasmática, se recomienda que esta se mantenga dentro de rangos específicos (1,1 y 1,3 mmol/l).

Calcio y contracción muscular

El aumento de calcio citoplasmático es el principal responsable de la contracción muscular. Cuando llega un impulso nervioso a la membrana de la fibra muscular, concretamente mediante la liberación del neurotransmisor acetilcolina, ésta se despolariza produciendo una entrada de calcio desde el espacio extracelular. Este impulso se transmite a lo largo de la membrana llegando al retículo sarcoplásmico, desde donde se libera calcio al citoplasma.

En condiciones de reposo los filamentos de actina y miosina no están en contacto. Sin embargo, cuando el calcio del citoplasma aumenta se producen puentes cruzados entre los filamentos de actina y miosina, que se desplazarán superponiéndose (en presencia de ATP) produciendo así la contracción del sarcómero y con ello del músculo esquelético. Una vez terminado el proceso de contracción, el calcio volverá a ser introducido al retículo sarcoplásmico requiriendo energía para ello.

Calcio y fatiga muscular

Una menor liberación de calcio desde el retículo sarcoplásmico, lo cual puede darse ante situaciones como la disminución de pH o el aumento de la concentración de fosfato inorgánico, dificultará el proceso de contracción muscular al disminuir los niveles de calcio citoplasmático. Además, también puede haber un fallo a nivel del retículo sarcoplásmico que enlentezca la entrada de calcio al mismo, lo cual se traduce en un aumento de los tiempos de relajación.

Calcio y daño muscular

El daño muscular es un proceso que puede darse durante el ejercicio principalmente si la contracción tiene componente excéntrico, en la cual los filamentos de actina y miosina forman puentes cruzados mientras el sarcómero, y con ello el músculo, aumenta su longitud.

La tensión producida por el estiramiento durante la contracción supone la ruptura de los elementos contráctiles de la fibra muscular, seguido de la ruptura de elementos del citoesqueleto y el daño a las membranas celulares tanto de compartimentos intracelulares como de la membrana citoplasmática. Esta ruptura de membranas permite una mayor entrada de calcio extracelular al interior de la célula a favor de gradiente, lo que activa diversos mecanismos moleculares que promueven aún más el daño muscular y la degradación de miofibrillas, discos Z y citoesqueleto.

Calcio en la adaptación muscular al ejercicio

El calcio actúa como señalizador celular siendo uno de los responsables de la adaptación muscular al ejercicio enviando señales al núcleo para alterar la velocidad de la transcripción de ciertos genes.

Uno de los casos en los que el calcio actúa en la señalización celular es en la activación de la Calcineurina, una enzima que aumenta ante señales de calcio continuas y de baja amplitud (Bassel-Duby & Olson, 2006) como ocurre durante las contracciones mantenidas en los deportes de resistencia. La calcineurina media varios efectores que producen adaptaciones en el músculo esquelético como el paso de fibras rápidas a lentas y el aumento de proteínas como la mioglobina.

- *Requerimientos nutricionales:* estos dependen de diferentes factores como lo son la edad, sexo, embarazo, etc. por lo tanto.

El instituto nacional de la salud recomienda una ingesta de 1300 mg/día en adolescentes de 14 a 18 años y 1,000 mg/día en adultos de sexo masculino y femenino de 19 a 50 años.

- *Deficiencias alimentarias:* Entre las consecuencias comunes se podría identificar la fragilidad ósea, contracción muscular limitada y consecuente descenso de rendimiento
- *Fuentes alimentarias:* Los deportistas pueden obtener el calcio de diferentes alimentos, pero el grupo que aporta una mayor cantidad de calcio es el grupo de la leche y sus derivados, contiene calcio con mayor biodisponibilidad y mejor absorción. Además, los vegetales de hoja verde como la col rizada, el brócoli y el repollo chino, contienen calcio. Sin embargo, los atletas tienen preferencias o intolerancias con algunos alimentos que contienen calcio por lo cual se puede ver disminuido el consumo de este mineral por lo tanto será necesario la orientación por un especialista en nutrición deportiva para consumir alimentos fortificados, o iniciar la suplementación con este mineral.

La ingestión apropiada de calcio además de ejercicio, generalmente con algún tipo de peso, asegura una masa ósea óptima. El ejercicio regular está comprobado que aumenta la mineralización ósea y disminuye el riesgo de fracturas osteoporóticas.¹⁹

3. Magnesio

El magnesio está involucrado en más de 300 reacciones enzimáticas incluyendo metabolismo de glucógeno, oxidación de grasas y síntesis proteínica, además de formar parte del sistema de segundo mensajero. También participa en diferentes funciones de origen neuromuscular, cardiovascular e inmune, por lo que es un micronutriente importante durante la actividad física.

Los deportistas pueden obtener el magnesio al incluir diferentes alimentos en su dieta, entre los que presentan mayor contenido de magnesio están las legumbres, nueces, semillas, cereales integrales, hortalizas de hojas verdes (como la espinaca), cereales para el desayuno y otros alimentos fortificados, leche y yogur.

La Ingesta Diaria Recomendada de magnesio dependen de factores como la edad y el sexo, en adultos hombres mayores de 19 años se recomienda 400–420 mg y mujeres mayores de 19 años se recomienda de 310–320 mg al día. Durante la actividad física es importante mantener un consumo dentro de lo recomendado para favorecer el buen desempeño, ya que este mineral realiza funciones importantes mencionadas anteriormente.³⁶

Sin embargo, hay estudios que han demostrado que la ingestión de magnesio no siempre es la ideal en deportistas.²⁵ Además, se han descrito aumento de las pérdidas de magnesio durante la actividad física a través de la orina y exfoliación celular.²⁵ Sin embargo, la evidencia hasta la fecha indica que la suplementación con magnesio no tiene ningún efecto sobre el rendimiento en el atleta, por medio de mediciones de fuerza, mediciones aeróbicas y anaeróbicas y de ácido láctico. Por lo tanto, no está recomendado el uso de un suplemento de magnesio para mejorar el desempeño en el atleta; únicamente se recomienda si existe deficiencia documentada.²⁶

Según el Centro de Información de Micronutrientes, *“la deficiencia severa de magnesio puede impedir la homeostasis de la vitamina D y el calcio. Ciertos individuos son más susceptibles a la deficiencia de magnesio, especialmente aquellos con trastornos gastrointestinales o renales, aquellos que sufren de alcoholismo crónico y personas mayores”*.²⁷

4. Zinc

Es un catión intracelular que además de estar involucrado en el metabolismo de macronutrientes y la replicación celular, interviene en la síntesis de masa muscular y forma parte de la estructura de la superóxido dismutasa, una enzima que participa en reacciones antioxidantes.²⁵ Se han realizado estudios que demuestran que la ingestión de zinc en atletas puede ser inadecuada, especialmente en mujeres que restringen su ingestión energética.^{25, 26, 28}

También se ha descrito que la actividad física promueve las pérdidas de zinc en sudor y en orina, especialmente después del ejercicio.⁶ El aumento en la excreción de zinc en orina después del ejercicio se ha atribuido a un aumento en el recambio en el músculo esquelético.²⁸ Se han hecho estudios con suplementación con zinc y no se ha logrado demostrar una mejoría en el rendimiento del atleta.²⁵ Además, ciertos estudios han demostrado que la suplementación con altas cantidades de zinc puede causar disminución en la

absorción intestinal de cobre, con hipocupremia clínicamente importante.^{25,29} La suplementación a largo plazo con zinc también se ha asociado a disminuciones significativas en colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL-C) en hombres. Por lo tanto, debe tomarse en cuenta que la ingestión de zinc no debe exceder 15 mg/día.

Se ha encontrado que el zinc se encuentra de manera natural en alimentos como las ostras, carne, pescado, aves, mariscos como los cangrejos y langostas, además de los cereales para el desayuno fortificados; frijoles, nueces, cereales integrales, huevos y productos lácteos.

A pesar de que la deficiencia dietética de zinc es común en aquellas poblaciones, que mantienen un consumo de proteínas deficiente y consumo alto de fitatos en su dieta, ya que inhiben la absorción de zinc, pacientes con síndrome de malabsorción, vegetarianos y alcoholismo.

Según el Instituto Nacional de Salud la deficiencia de zinc puede causar pérdida de los sentidos del gusto y el tacto a cualquier edad. En los adultos mayores, la deficiencia de zinc puede retardar la cicatrización y ocasionar problemas para pensar, razonar y recordar. Por lo tanto, se ha establecido que la ingesta diaria recomendada (IDR) de zinc para hombres y mujeres adultos es de 11 mg/día y 8 mg/día de zinc, respectivamente.³⁰

5. Sodio y Potasio

Dentro de los minerales se encuentra el sodio y potasio, también denominados electrolitos por sus funciones en el mantenimiento del balance osmótico en el cuerpo, además de su función en la conducción de impulsos nerviosos.³¹

El sodio y el cloruro contribuyen al mantenimiento del equilibrio de las cargas y concentraciones normales en la membrana celular. El potasio se encuentra cargado positivamente, es el principal catión en el interior de las células, mientras que el sodio se encuentra cargado positivamente en el exterior de las células.

Se debe mantener un equilibrio constante de las cantidades de sodio y potasio que circulan en el cuerpo, por lo cual el riñón es el encargado de eliminar el exceso de sodio y adecuarlo según la ingesta, con el objetivo de mantener la homeostasis del sodio.

Aunque existen restricciones en el consumo de sodio en poblaciones normales para evitar el desarrollo de enfermedades como la hipertensión arterial. En el deportista existen pérdidas por medio de la sudoración y excreción urinaria, que deben ser evaluadas individualmente ya que dependen de diferentes factores. Además, se recomienda que los atletas tengan un cuidado especial al entrenar su reposición de líquido mientras se preparan para las competiciones y de este modo evitar la deshidratación por pérdidas significativas de electrolitos.³²

La deficiencia de sodio se conoce como hiponatremia y en atletas se puede presentar en aquellos individuos que compiten en eventos de ejercicios de resistencia con una duración mayor o igual a 6 horas, como maratones, triatlones Ironman, carreras de bicicleta de montaña, caminatas de excursionista, y eventos de natación a distancia en aguas abiertas.³³

Por su parte la deficiencia de potasio se conoce como hipocalcemia y puede causar parálisis muscular o ritmos cardíacos anormales, ocurre por pérdidas excesivas ocasionadas por vómito, diarrea, sudoración excesiva entre otros.³⁴

Es por ello que se establecen valores de ingesta de estos electrolitos en poblaciones normales, la ingesta diaria recomendada de sodio es de 1500 mg de sodio en adultos y en relación al potasio se recomienda 3400 mg en hombres en y 2600 mg en mujeres.

En el cuadro N°2 se puede apreciar los requerimientos de minerales para la población adulta (18-59 años).

Mineral	EDAD	RDI
Calcio	19 - 59 años	1000 mg
Hierro	19 - 59 años	10 mg Masculino 18 mg Femenino
Magnesio	19 - 59 años	420 mg Masculino 320 mg Femenino
Zinc	19 - 59 años	11 mg Masculino 18 mg Femenino
Sodio	19 - 59 años	1500 mg
Potasio	19 - 59 años	3400 mg Masculino 2600 mg mujeres

Tabla N°2, "Requerimiento de minerales en la población adulta"

D. Uso de suplementos

1. Vitamina D

La vitamina D es un nutriente importante en la alimentación de los atletas. Conocemos su participación en la salud ósea, inmune, modulación inflamatoria, y muchas más. Además, siendo su obtención muy sencilla a través de la exposición a luz solar, es raro que una persona necesite suplementos. Sin

embargo, siempre existen excepciones, como el caso de las personas que se someten a dietas bajas en lípidos o aquellas que no pueden tener mucha exposición al sol debido a la zona geográfica en la que se encuentran.

Para estas personas, existen suplementos que contienen vitamina D, pero, además, usualmente viene acompañada de otras vitaminas como las del complejo B. La venta de estos productos suele ser libre y la dosis recomendada de cada empaque es suficiente para suplir las necesidades del cuerpo, esto sin riesgo alguno de sobredosis.³⁵

2. Vitamina C y E

La mayor virtud atribuida a estas vitaminas es su acción antioxidante para luchar contra el desgaste muscular y favorecer la recuperación, incluso para reforzar el sistema inmunológico en deportistas, quienes se encuentran expuestos a grandes niveles de estrés fisiológico por la carga de sus entrenos. Los suplementos de vitamina E y C se venden con la idea de fomentar la optimización de sus funciones y podemos conseguirlas en complejos multivitamínicos, que aportan alrededor de 13.5 mg de vitamina E, mientras que aquellos que la ofrecen de manera aislada aportan generalmente 67 mg o más, y por el otro lado, la vitamina C es más común conseguirla aislada y se recomienda no superar dosis arriba de 2000 mg diarias.³⁶

En cualquiera de los dos casos, tampoco se sugiere el uso prolongado o excesivo, pues según investigaciones, los radicales libres contra los que estos antioxidantes luchan son necesarios para promover las adaptaciones fisiológicas del músculo ante el estímulo del ejercicio, por lo que parece una mejor estrategia cubrir las necesidades por medio de la alimentación.^{37,38}

3. Calcio

Mineral que interviene en la formación y mantenimiento de huesos fuertes; este se almacena mayormente en los huesos y dientes brindando estructura y rigidez hacia los mismos, es esencial para el movimiento de músculos y nervios en el cuerpo humano ya que estos últimos transmiten mensajes desde el cerebro hasta las distintas partes del organismo; asimismo, ayuda a que la sangre circule a través de los vasos sanguíneos y llegue a todo el cuerpo liberando hormonas necesarias para el cumplimiento de las diferentes funciones.

El requerimiento de calcio dependerá según la edad y sexo; en adolescentes de 14 a 18 años la cantidad recomendada de 1.300 mg, en adultos de 19 a 50 años de 1.000 mg.

El calcio está presente en suplementos multivitamínicos; las dos presentaciones principales de suplementos de calcio son el carbonato de calcio que debe ingerirse con alimentos para que su absorción sea óptima y el citrato de calcio que se absorbe bien después de comer o con el estómago vacío. Algunos de los suplementos de calcio pueden causar síntomas gastrointestinales como flatulencia, hinchazón estomacal y estreñimiento.

Algunas otras formas de calcio en suplementos y alimentos fortificados son el sulfato de calcio, el ascorbato de calcio, la hidroxapatita microcristalina de calcio, el gluconato de calcio, el lactato de calcio y el fosfato de calcio, la absorción de este es mayor cuando una persona no ingiere más de 500 mg a la vez.³⁹

Estudios han demostrado que atletas que realizan un alto volumen de ejercicio prolongado pueden ser prevalentes a un déficit de calcio por medio del sudor, en la que, en algunas circunstancias alcanzar su nivel podría causar una disminución en las concentraciones de calcio en suero. Barry y colaboradores

(2011) sugirieron que el suplemento de calcio antes y durante el ejercicio podría compensar pérdidas cutáneas de calcio y proteger el nivel de calcio en suero. El Instituto Australiano del Deporte ha mostrado que una buena comida pre-ejercicio rica en calcio es suficiente para reducir las respuestas de la hormona paratiroidea como la resorción del hueso.⁴⁰

4. Hierro

El hierro es un componente esencial de la hemoglobina y de la mioglobina que son proteínas fundamentales para el transporte de oxígeno en la sangre y el músculo, los niveles de hierro afectan la capacidad y el rendimiento físico, así como también la capacidad de entrenamiento y salud de un atleta.

El requerimiento diario de hierro que una persona necesita varía según la edad y el sexo; esto dependerá de si su alimentación consiste principalmente de productos de origen vegetal, en adultos de 19 o más años de edad el límite máximo recomendado es de 45 mg.

La suplementación con hierro interviene en el tratamiento o en la prevención de un nivel reducido de hierro en atletas, generalmente estos contienen sales de hierro como fumarato, sulfato y gluconato que se caracterizan por tener una mejor absorción que la forma de hierro iónica. El requerimiento de suplementación involucra una dosis diaria de aproximadamente 100 mg de hierro elemental, puede demandar hasta 3 meses para recuperar las reservas de hierro agotadas.

Dichos suplementos se absorben mejor cuando se toman alejados de las comidas o en presencia de factores dietéticos que refuerzan la absorción como la vitamina C. Sin embargo, luego del consumo, frecuentemente se reportan efectos secundarios gastrointestinales. En personas sanas, las dosis altas de suplementos de hierro pueden causar malestar estomacal especialmente en estómago vacío, constipación, náuseas, dolor abdominal, vómito, diarrea; asimismo, pueden tener efectos como inflamación en las paredes del estómago, úlceras y reducción de absorción del zinc.

La presentación más común de deficiencia de hierro en atletas saludables es el agotamiento de las reservas de hierro (etapa 1, que se caracteriza por bajas concentraciones séricas de ferritina lo que indica un bajo nivel de reservas de hierro en el cuerpo) y la deficiencia funcional temprana de hierro (etapa 2, caracterizada por un aumento en los receptores séricos de transferrina. Para realizar un diagnóstico es necesario considerar antecedentes individuales de cada atleta y la presencia de factores de riesgo para un nivel de hierro reducido. La suplementación con hierro puede ayudar en el tratamiento o en la prevención de un nivel reducido de hierro en atletas, pero debe ser considerada parte de un tratamiento integral. En este proceso es fundamental identificar la causa de la deficiencia de hierro.

Es esencial en situaciones en el deporte en donde se presentan bajos niveles de ferritina determinados por un médico deportivo, aumento en la pérdida de hierro debido a sangrado gastrointestinal en presencia de úlceras, por consumo de ciertos antiinflamatorios no esteroides, hemólisis excesiva debido a un aumento en el estrés de entrenamiento (por ejemplo, hemólisis por impacto en los corredores), y por otras pérdidas de sangre (por ejemplo cirugía, sangrado nasal, deportes de contacto).¹⁷

E. Prevención de lesiones

1. Hierro, calcio y vitamina D para la mujer deportista

Si bien, tanto hombres como mujeres necesitan de los mismos micronutrientes, casi en iguales cantidades, para las mujeres, las necesidades de algunos se pueden ver aumentada por procesos fisiológicos de su naturaleza, como el período menstrual. Tomando en cuenta este factor, según una actualización realizada en 2020 sobre deficiencias nutricionales en la mujer deportista publicada por Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN), existe un problema derivado de la insuficiencia nutricional en las mujeres llamado La tríada de la mujer atleta, que implica un déficit energético, amenorrea y osteoporosis.⁴⁸

No hay discusión sobre la importancia del hierro para la formación de hemoglobina y la prevención de anemias, y aun así, para el 2020, varios estudios citados en la misma actualización reflejan una prevalencia en la deficiencia de hierro de hasta 60% en algunos grupos de mujeres deportistas.

Por otro lado, la osteoporosis como consecuencia de una ingesta calórica insuficiente implica un problema de gran relevancia en el deporte, puesto que esto aumentaría la posibilidad de lesiones tanto óseas como musculares e incluso implicaría una recuperación más lenta, siendo pues el Calcio un elemento esencial en la estructura de los huesos y la Vitamina D un facilitador en la absorción de calcio, su consumo resulta muy importante tanto en la prevención como en el tratamiento de lesiones. Aunque la deficiencia de esta última es muy rara, dado que la fuente principal para la mayoría de personas es el sol, retoma importancia en aquellas zonas del mundo donde los rayos del sol no aparecen por largos períodos de tiempo.

2. Uso de antioxidantes (vitamina E y C)

El estrés que sufren los atletas como consecuencia de las cargas de entreno a las que se enfrentan cada día significa un desgaste para los sistemas del cuerpo. Esto ocurre por la exposición a los radicales libres que se generan por los diferentes procesos fisiológicos durante y después del ejercicio. Esta carga, al ser excesiva y no equilibrarse puede ocasionar daño muscular, fatiga, daño celular, entre otros.⁴¹

Las vitaminas E y C son Antioxidantes por excelencia, es decir, ayudan al cuerpo a combatir las consecuencias que suceden por el estrés oxidativo.

La vitamina C actúa de varias maneras inhibiendo la oxidación cuando aumenta la carga de oxígeno, ayudando en la producción de colágeno y la reparación de tejidos dañados, reforzando el sistema inmunológico, etc. Todas estas virtudes parecen muy necesarias para que los atletas puedan rendir según se les exija, reduciendo al máximo la posibilidad de lesiones.⁴²

Una investigación del 2005 de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador de Venezuela cuestiona el uso de suplementos antioxidantes en atletas. Principalmente menciona el uso de vitamina C y E, siendo la primera la que parece tener un mayor espectro de acción al ser hidrosoluble, ya que puede reaccionar directamente con el radical superóxido, radicales hidroxilos y con el oxígeno simple. La segunda, actúa protegiendo la membrana celular contra la peroxidación lipídica, por su carácter liposoluble, se almacena en los lípidos del organismo y el hígado, por lo que su deficiencia suele ser rara.

Así pues, no cabe duda de que dichas vitaminas tienen un papel relevante en la protección de tejidos y células y que podrían optimizar la recuperación muscular, pero no se menciona ningún indicio que su ausencia representa un aumento en el daño muscular, aún en personas a las que se les brinde una dieta baja en las

vitaminas C y E. Pero cabe mencionar, que fuera de ese aspecto, su ingesta siempre es necesaria para evitar enfermedades propias de su deficiencia crónica en el organismo.⁴

3. Magnesio en las contracciones musculares

El magnesio ha tomado mayor relevancia dentro de la nutrición de deportistas, en varios casos como un suplemento y no directamente de la dieta, pues se ha demostrado su participación en el funcionamiento normal de músculos y nervios, sin embargo, a diferencia del calcio que ayuda en la contracción, el magnesio se cataloga como su contraparte, importante en la relajación muscular.⁴³

Sin embargo, la concentración de este nutriente no suele variar excepto por algunos casos específicos, tales como sudoración excesiva en ciclismo, restricciones abruptas en los deportes de combate o en la suplementación de calcio, entre otros.⁴⁴

Hay estudios que han demostrado que la ingestión de magnesio no siempre es la ideal en deportistas, aunque se han descrito aumento de las pérdidas de magnesio durante la actividad física a través de la orina y exfoliación celular, la evidencia hasta la fecha indica que la suplementación con magnesio no tiene ningún efecto sobre el rendimiento en el atleta, por medio de mediciones de fuerza, mediciones aeróbicas y anaeróbicas y de ácido láctico. Por lo tanto, no está recomendado el uso de un suplemento de magnesio para mejorar el desempeño en el atleta; únicamente se recomienda si existe deficiencia documentada.³

F. Inhibición de nutrientes por consumo de sustancias

La alimentación de un atleta de alto rendimiento suele ser muy variada y las deficiencias son raras, sin embargo, el bajo consumo de micro o macro nutrientes no es el único factor que dicta las deficiencias. Es importante entender la interacción que debe haber entre alimentos, suplementos e incluso fármacos de uso libre.

Hay alimentos de gran importancia, y cuyo consumo es mundial, uno de ellos es el café, específicamente su contenido de cafeína, pues se ha visto que interfiere en la correcta absorción de hierro y calcio.⁴⁵ Con respecto a este último, la absorción se disminuye a nivel del tracto digestivo y se aumenta la excreción urinaria y fecal (Ramírez, 2010)

Las deficiencias, por lo general, son de micronutrientes, y aparecen de manera crónica por la repetición de algún hábito, ya sea el consumo desmesurado de algún alimento, el uso prolongado de ciertos fármacos, entre otros.

Las vitaminas del complejo B suelen ser susceptibles a ciertas sustancias, algunas de las cuales podemos mencionar la Biotina inhibida por la Avidina de la clara del huevo y la Tiamina afectada por la enzima Tiaminasa I encontrada en pescados, crustáceos y vísceras crudos. En ambos casos, el inhibidor se inactiva por medio de la aplicación de calor y no suelen ser una amenaza para la absorción de vitaminas a menos que dichos alimentos se consuman crudos como fue costumbre con el huevo, o los pescados en algunas culturas.

También se puede mencionar el Niacinógeno, encontrado en el maíz, el cual inhibe la absorción de Niacina, sin embargo, es fácilmente inactivado con Cal, proceso que se realiza desde hace muchos años, sobre todo por culturas del continente americano.⁴⁶

Muchas veces hay problemas gastrointestinales que afectan a los atletas y la población en general, y es muy común el uso de fármacos de venta libre para apaciguar los síntomas. La gastritis y colitis suelen tratarse con antiácidos, que en primera instancia brindan bienestar para los problemas gastrointestinales, sin embargo, se ha encontrado que su uso prolongado puede aumentar el riesgo de déficit de Vitamina B12.⁴⁷

G. Satisfacción de micronutrientes en el menú de deportistas de los juegos CA y del caribe

Para realizar el cálculo, se tomó de base un menú estándar que se puede ver en la sección de anexos

Satisfacción de nutrientes

Mineral	Requerimiento	Contenido menú	% de satisfacción
Calcio	1000 mg	857.8 mg	85%
Hierro	10 mg Masculino 18 mg Femenino	23.7 mg	237% Masculino 131% femenino
Magnesio	420 mg Masculino 320 mg Femenino	434.8 mg	100% Masculino 135% Femenino
Zinc	11 mg Masculino 18 mg Femenino	18.74 mg	163 % Masculino 100 % Femenino

Sodio	1500 mg	2941.2 mg	196 %
Potasio	3400 mg Masculino 2600 mg mujeres	5101.65 mg	150 % Masculino 196 % Femenino

Tabla N°3. "Satisfacción de contenido de minerales en el menú de atletas de los XXIV Juegos centroamericanos y del Caribe"

Vitamina	Requerimiento	Contenido menú	% de satisfacción
Vitamina A	750 mcg Masculino 650 Mcg Femenino	708.1 mcg	94% masculino 108% Femenino
Vitamina C	75 mg Masculino 65 mg Femenino	444,25 mg	592 % Masculino 683 % Femenino
Tiamina (B1)	1.0 mg Masculino 0.9 mg Femenino	3.2 mg	320 % Masculino 355 % Femenino
Riboflavina (B2)	1.1 mg Masculino 0.9 mg Femenino	3 mg	272 % Masculino 333 % Femenino
Piridoxina (B6)	1.3 mg	3.625 mg	278%
Cianocobalamina(B12)	2.4 mcg	5.95 mcg	247%

Tabla N°4. "Satisfacción de contenido de vitaminas en el menú de atletas de los XXIV Juegos centroamericanos y del Caribe"

II. CONCLUSIONES

En relación a lo expuesto a lo largo de este trabajo se puede concluir en primer lugar, en el contexto de los juegos centroamericanos y del caribe, los deportistas de las diferentes disciplinas deben tener una alimentación que les garantice una ingesta de micronutrientes que cubra sus requerimientos nutricionales diarios ya que como se menciona las diferentes vitaminas y minerales, desempeñan una diversidad de funciones en el organismo humano, por lo cual la mayoría de estas, en especial las vitaminas hidrosolubles (complejo B), deben consumirse diariamente a través de los alimentos.

Con base a los resultados obtenidos del cálculo de micronutrientes en la alimentación proporcionada a los atletas que participaron en los juegos centroamericanos y del caribe se concluye que, referente al contenido de vitaminas y minerales, el menú proporcionado representaba un importante aporte ya que los valores obtenidos estuvieron por arriba de los requerimientos diarios de una población normal.

El calcio es uno de los minerales que desempeñan diferentes funciones como parte de diferentes estructuras, enzimática, neurotransmisor y regulación del metabolismo. Sin embargo, la alimentación proporcionada era deficiente en este mineral, ya que sus valores se encontraban por debajo de la ingesta diaria recomendada.

La alimentación brindada a los atletas incluía los diferentes grupos de alimentos, además de incluir frutas en refrescos, y meriendas en los diferentes tiempos de comida, vegetales y alimentos de origen animal como carnes y pollo, los cuales en conjunto aportan importantes cantidades de vitaminas y minerales a la dieta.

III. Anexos

Menú estándar de los atletas en el comedor de la Villa Centroamericana de los XXIV Juegos Centroamericanos y del Caribe 2023

DESAYUNO		ALMUERZO		CENA	
Alimento (Código INCAP)	Gramos	Alimento (Código INCAP)	Gramos	Alimento (Código INCAP)	Gramos
Huevo de gallina entero crudo (2002)	140	Pollo, carne s/piel frita (3024)	150	Pan blanco tipo hamburguesa (14019)	80
Cerdo, tocino asado frito (4021)	50	Pasta enriquecida, cocida c / sal (13062)	140	Tomate rojo (11157)	30
Arroz blanco pulido precocido (13003)	70	Lechuga romana (11179)	60	Lechuga No arrepollada (11106)	30
Frijol rojo cocido sin sal (9035)	70	Tomate rojo (11157)	60	Salsa envasada, tomate catsup (20071)	15
Pan francés de el salvador (14033)	160	Cebolla cabeza (11036)	60	Mayonesa (16021)	15
Yogur leche descremada sabor frutas (1042)	240	Jugo de piña (12125)	240	Mostaza (20014)	20
Plátano maduro (12130)	120	Sandia	360	Res carne semimagra cocida (5024)	100
Piña fruta dulce (porción) (12125)	360			Cocoa mixta, preparada agua (17029)	240
Naranja dulce, jugo natural (12106)	240				

IV. BIBLIOGRAFÍA

1. Maughan R. Role of micronutrients in sport and physical activity. *Br Med Bull* 1999; 55(3): 683-690.
2. Serra M,A. Vitaminas y Minerales en Deportistas. El Salvador. 2023
3. Rodriguez M, M. X; Ceccatelli A, P. Micronutrientes en deportistas. Vol. 12, No. 4. *Revista de Endocrinología y Nutrición*. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga 15. CP 14000, México D.F; Octubre-Diciembre 2004
4. Vieira, A.I M; ¿Es necesaria la suplementación con antioxidantes?. *Rev. Investigación*, núm 58.2005. , pp. 155-159.
5. De la Cruz Sánchez E, Pino Ortega J, Moreno Contreras, M.I, Cañadas M A, Ruiz-Risueño A, J. Micronutrientes antioxidantes y actividad física: evidencias de las necesidades de ingesta a partir de las nuevas tecnologías de evaluación y estudio del estrés oxidativo en el deporte. *Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* núm. 13, enero-junio, 2008, Federación Española de Docentes de Educación Física Murcia, España. pp. 11-14.
6. Manore M M. Effect of physical activity on thiamine, riboflavin, and vitamin B-6 requirements. *Am J Clin Nutr* 2000; 72.
7. Vitamins. In: Champe P, Harvey R. *Lippincott's Illustrated Reviews*. 2nd Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
8. Fogelholm M, Rehunen S, Gref CG, Laakso JT, Lehto J, Ruokonen I, Himberg JJ. Dietary intake and thiamin, iron, and zinc status in elite Nordic skiers during different training periods. *Int J Sport Nutr*. 1992 Dec;2(4):351-65.
9. van der Beek EJ, van Dokkum W, Wedel M, Schrijver J, van den Berg H. Thiamin, riboflavin and vitamin B6: impact of restricted intake on physical performance in man. *J Am Coll Nutr*. 1994 Dec;13(6):629-40.
10. Beals KA, Manore MM. Nutritional status of female athletes with subclinical eating disorders. *J Am Diet Assoc*. 1998 Apr;98(4):419-25.
11. Belko AZ, Meredith MP, Kalkwarf HJ, Obarzanek E, Weinberg S, Roach R, McKeon G, Roe DA. Effects of exercise on riboflavin requirements:

- biological validation in weight reducing women. *Am J Clin Nutr.* 1985 Feb;41(2):270-7.
12. Trebler L, Yoon J, Kalkwarf H, Davies J, Berkowitz M, Haas J, Roe D. Riboflavin requirements and exercise adaptation in olderwomen. *Am J Clin Nutr.* 1992; 56(3): 526-532. [citado 25 Jul 2023].
 13. Watt T, Romet TT, McFarlane I, McGuey D, Allen C, Goode RC. Letter: Vitamin E and oxygen consumption. *Lancet.* 1974[citado 25 Jul 2023]
 14. Jenkins RR, Friedland R, Howald H. The relationship of oxygen uptake to superoxide dismutase and catalase activity in human skeletal muscle. *Int J Sports Med.* 1984 [citado 25 Jul 2023]
 15. NutriSport.es [Internet]. España; 2015 [citado 31 jul 2023]. Disponible en: <https://nutrisport.es/web/vitamina-e-musculos/>
 16. Who.it [Internet]; 2023 [citado 26 Julio 2023]. Disponible en: https://www.who.int/es/health-topics/anaemia#tab=tab_1
 17. nih.gov [Internet]. U.S Department of Health & Human Services; [actualizado 5 abr 2022; citado 31 julio 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-DatosEnEspañol/>
 18. Maughan RJ. Role of micronutrients in sport and physical activity. *Br Med Bull.*1999.
 19. Peake J. Vitamin C: Effects of exercise and requirements with training. *Int J Sports Nutr Exerc Metab* 2003.
 20. DeRuisseau KC, Chevront SN, Haymes EM, Sharp RG. Sweat iron and zinc losses during prolonged exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002 Dec.
 21. Sim M, Dawson B, Landers G, Swinkels DW, Tjalsma H, Trinder D, Peeling P. Effect of exercise modality and intensity on post-exercise interleukin-6 and hepcidin levels. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2013 Apr;23.
 22. Martínez de Victoria E. El calcio, esencial para la salud. España:Nutr. Hosp. vol.33 supl.4 Madrid 2016, pp. 26-31
 23. Gómez-Álvarez Salinas P. El calcio en la alimentación. Elsevier. vol.18. Núm. 8, septiembre 2004, pp. 64-66.

24. nih.gov [Internet]. U.S Department of Health & Human Services; [actualizado 6 oct 2022; citado 1 ago 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Calcium-DatosEnEspañol/>
25. Lukaski HC. Magnesium, zinc, and chromium nutriture and physical activity. Am J Clin Nutr. 2000 Aug;72(2 Suppl).
26. Newhouse IJ, Finstad EW. The effects of magnesium supplementation on exercise performance. Clin J Sport Med. 2000 Jul;10(3):195-200.
27. OregonState.edu [Internet]. Oregon State University. Linus Pauling Institute; citado 1 ago 2022]. Disponible en: <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/magnesio>
28. Deuster P, Day B, Singh A, Douglass, L, Moser-Veillon P. Zinc status of highly trained women runners and untrained women. Am J Clin Nutr 1989.
29. Fischer P, Giroux A, Labbe MR. Effect of zinc supplementation on copper status in adult man. Am J Clin Nutr 1984; 40: 746-760
30. OregonState.edu [Internet]. Oregon State University. Linus Pauling Institute; citado 1 ago 2022]. Disponible en: <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/zinc>
31. Benjamin T, Luiz GE, Maria TM. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala; 2012.
32. Parra Sólon A, Mayol L. SSE#122. Consumo de sodio, sed y consumo de líquido durante ejercicio de resistencia. Sports Science Exchange (2014) Vol. 27, No. 122, 1-5.
33. OregonState.edu [Internet]. Oregon State University. Linus Pauling Institute; citado 1 ago 2022]. Disponible en: <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/sodio#funcion>
34. OregonState.edu [Internet]. Oregon State University. Linus Pauling Institute; citado 1 ago 2022]. Disponible en: <https://lpi.oregonstate.edu/es/mic/minerales/potasio>
35. Larson-Meyer E. SSE#148 La importancia de la vitamina D en los atletas. Sports Science Exchange (2015) (2015) Vol. 28, No. 148, 1-6

36. nih.gov [Internet]. U.S Department of Health & Human Services; [actualizado 5 abr 2022; citado 31 julio 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminE-DatosEnEspanol/>
37. Mayoclinic.org [Internet]. Vitamina C. 2021. 0 [actualizado 29 Jul 2021; citado 2 ago 2023]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/drugs-supplements-vitamin-c/art-20363932>
38. nih.gov [Internet]. U.S Department of Health & Human Services; [actualizado 12 oct 2017; citado 2 ago 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-DatosEnEspanol/>
39. nih.gov [Internet]. U.S Department of Health & Human Services; [actualizado 06 oct 2022; citado 2 ago 2023]. Disponible en: <https://ods.od.nih.gov/pdf/factsheets/Calcium-DatosEnEspanol.pdf>
40. Sale C. Elliott-Sale, K.J. SSE#201 Nutrición y salud ósea del atleta. Sports Science Exchange (2020) (2020) Vol. 29, No. 201, 1-7.
41. Fernández JM. Da Silva-Grigoletto ME. Túnez-Finana Exercise-induced oxidative stress. Elsevier. vol.2. Núm. 1, marzo 2009, pp. 19-34.
42. NutriSport.es [Internet]. España; 2015 [citado 29 jul 2023]. Disponible en: <https://nutrisport.es/web/vitamina-c/>
43. Medlineplus.gov [Internet]. U.S Department of Health and Human Services. 19 ene 2023 [citado 2 ago 2023]. Disponible en: <https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/002423.htm>
44. De la Fuente Ruiz V. ¿Es útil la suplementación con magnesio para el tratamiento de las contracturas musculares? [Internet]. Publicado: 4 abr 2016 [actualizado el 21 abr 2023; citado 28 jul 2023]. Disponible en: <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/es-util-la-suplementacion-con-magnesio-para-el-tratamiento-de-las-contracturas-musculares>
45. Ramírez Prada DM. Café, cafeína vs. salud revisión de los efectos del consumo de café en la salud. Univ. Salud vol.12 no.1 Pasto Jan./Dec. 2010
46. Cruz I. Antivitaminas: Inhiben la absorción de vitaminas - Conasi.eu [Internet]. Publicado: 7 jun 2022. [citado 29 jul 2023].

Disponible en: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/consejos-de-salud-consejos-de-salud/antivitaminas-o-inactivadores-de-vitaminas/>

47. Mayoclinic.org [Internet]. Medicamentos para la acidez estomacal y la deficiencia de vitamina B-12. Jun 25, 2022. [citado 29 jul 2023]. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/gerd/expert-answers/heartburn-meds-and-b12/faq-20348628>
48. Vázquez Franco M, Giménez-Blasi N, Latorre J A, Martínez-Bebia M, Bach A, Olea-Serrano F, Mariscal-Arcas M. Actualización sobre deficiencias nutricionales en la mujer deportista a partir de la literatura científica. Arch Latinoam Nutr; vol. 70, No. 3 [2020] pp, 191-204.